



# **РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА. СПРАВОЧНИК**

**(для условий Средней Азии и Казахстана)**



**Бишкек, "РОКИЗОЛ"**

**2016**

УДК 622.271.1

*Ваулин О.В.* (составитель)

Разработка и обогащение россыпей золота. Справочник.

(Для условий Средней Азии и Казахстана)

Бишкек, «РОКИЗОЛ», 2016. Стр. 622.

Справочник содержит сведения, необходимые при разработке россыпных месторождений золота открытым способом.

В справочнике рассмотрены: вскрытие месторождений и системы открытой разработки, экскаваторные и скреперные работы, гидромеханизация, транспортировка вскрыши и полезного ископаемого, устройство отвалов и отвальные работы, дезинтеграция и обогащение золотосодержащих песков. Приведены характеристики современных промывочных и доводочных устройств. Описаны методы рекультивации и требования по охране недр.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, приисков, а также для студентов горно-геологических специальностей.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>11</b>
<b>РАЗДЕЛ I. ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА.....</b>	<b>12</b>
<b>I. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И МИНЕРАЛЫ, СЛАГАЮЩИЕ РОССЫПИ.....</b>	<b>12</b>
1. Характеристики горных пород и минералов.....	12
2. Единая классификация горных пород.....	14
3. Классификации россыпей по технологическим признакам .....	16
4. Минералы россыпей.....	18
5. Свойства россыпного золота.....	20
6. Самородки золота .....	25
<b>II. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ РОССЫПЕЙ.....</b>	<b>29</b>
7. Типы россыпей и их особенности .....	29
8. Строение россыпей.....	31
9. Характеристики россыпных отложений .....	33
<b>III. ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РОССЫПЕЙ .....</b>	<b>36</b>
10. Последовательность геологоразведочных работ .....	36
11. Сеть разведочных выработок.....	39
12. Способы разведки.....	41
13. Разведочное опробование.....	45
14. Техническое и технологическое опробование .....	48
15. Ситовой анализ золота.....	49
<b>IV. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ     ПРЕДПРИЯТИЙ .....</b>	<b>52</b>
16. Геологическая служба приисков.....	52
17. Доразведка эксплуатируемых месторождений .....	53
18. Особенности разведки россыпей скважинами ударно-канатного бурения....	55
19. Эксплуатационное опробование.....	59
20. Активирование отработанных площадей .....	61
21. Документация плотика россыпи и опробование рудопроявлений .....	62
<b>V. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ И ОТРАБОТКЕ     РОССЫПЕЙ .....</b>	<b>62</b>
22. Металлодетекторы для золотодобывающих предприятий.....	62
23. Виды работ с использованием металлодетекторов .....	63
<b>VI. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ .....</b>	<b>66</b>
24. Документация выработок.....	66
25. Кондиции.....	68
26. Подсчет запасов .....	69
<b>РАЗДЕЛ II. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>74</b>
<b>I. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>74</b>
1. Технические характеристики тракторов и бульдозеров.....	75

2. Машины для подготовительных работ (рыхлители).....	78
3. Землеройно-транспортные машины (бульдозеры и скреперы).....	83
4. Землеройные машины (экскаваторы).....	95
5. Технологический транспорт .....	97
<b>II. ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСКРЫШНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>98</b>
6. Назначение и терминология горно-подготовительных работ .....	98
7. Проведение выработок и прочие горно-подготовительные работы.....	100
8. Назначение и терминология вскрышных работ .....	104
9. Классификация вскрышных работ .....	106
10. Послойная выемка торфов с выполаживанием бортов разреза .....	106
11. Послойная выемка торфов с созданием выездов .....	110
12. Послойная выемка торфов экскаваторами .....	113
13. Послойная выемка торфов с использованием на отвалообразовании дополнительных механизмов .....	114
14. Выемка торфов на всю мощность.....	117
15. Эффективность применения различных способов вскрытия.....	119
<b>III. РАЗРАБОТКА ПЕСКОВ .....</b>	<b>120</b>
16. Общие сведения .....	120
17. Разработка песков с помощью экскаваторов.....	121
18. Транспортировка песков .....	122
19. Устройство технологических дорог.....	122
<b>РАЗДЕЛ III. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ .....</b>	<b>123</b>
<b>I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ И ДИНАМИКЕ ГИДРОМОНИТОРНОЙ СТРУИ .....</b>	<b>123</b>
1. Условия применения и основные виды гидравлических разработок.....	123
2. Виды, строение и основные характеристики гидромониторной струи .....	124
<b>II. РАЗМЫВ ПОРОД НАПОРНОЙ СТРУЕЙ.....</b>	<b>126</b>
3. Энергоемкость размыва пород.....	126
4. Производительность гидравлического размыва.....	127
5. Параметры работы гидромонитора .....	129
6. Удельный расход воды при гидравлической разработке .....	130
7. Удельный расход электроэнергии на размыв и транспортирование пород..	131
8. Способы размыва пород .....	132
<b>III. ГИДРОТРАНСПОРТ РАЗМЫТЫХ ПОРОД.....</b>	<b>134</b>
9. Характеристика гидросмесей .....	134
10. Безнапорный самотечный гидротранспорт .....	135
11. Напорный гидротранспорт пород по трубам землесосами .....	137
12. Напорный транспорт пород гидроэлеваторами.....	141
13. Расчет напорного гидротранспорта пород по трубам.....	144
<b>IV. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗМЫВА И ГИДРОТРАНСПОРТА ПОРОД .....</b>	<b>147</b>
14. Гидромониторы и гидромониторные установки.....	147
15. Землесосы .....	151

16. Трубы .....	153
<b>V. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАБОТ .....</b>	<b>157</b>
17. Схемы и расчет водоснабжения .....	157
18. Осветление воды .....	162
19. Потери напора в трубопроводах.....	162
20. Расчет напорных водоводов.....	166
21. Оборудование для водоснабжения.....	166
<b>VI. ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКИ РОССЫПЕЙ .....</b>	<b>170</b>
22. Вскрытие.....	170
23. Системы разработки .....	172
24. Техничко-экономические показатели применения гидравлического способа разработки россыпей .....	177
<b>РАЗДЕЛ IV. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ .....</b>	<b>179</b>
<b>I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ (ГРОХОЧЕНИЕ) ....</b>	<b>179</b>
1. Терминология .....	179
2. Дезинтеграция и грохочение.....	182
<b>II. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОД.....</b>	<b>188</b>
3. Дезинтеграция на шлюзе потоком воды.....	188
4. Дезинтеграция струей воды из насадки.....	191
5. Различные аппараты для механической дезинтеграции.....	196
6. Дезинтеграция породы в барабанных грохотах (бочках) .....	200
7. Дезинтеграция породы в барабанных дезинтеграторах (скрубберах) .....	204
8. Современные скруббер-бутары .....	210
<b>III. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ.....</b>	<b>215</b>
9. Методы гравитационного обогащения .....	215
<b>IV. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ НА ЛОТКЕ .....</b>	<b>219</b>
10. Промывка на лотке .....	219
11. Конструкция лотков и работа на них .....	220
<b>V. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ НА ШЛЮЗАХ .....</b>	<b>228</b>
12. Общие принципы .....	228
13. Расчет шлюзов .....	231
14. Разновидности шлюзов .....	238
15. Армирование шлюзов .....	241
16. Трафареты металлические, дражные и шлюзовые.....	252
17. Ковры резиновые, дражные и шлюзовые .....	256
18. Ковры виниловые (канадский, старательский, горняцкий мох) .....	260
19. Дражные ковры 3М Nomad Scraper Terra (USA).....	264
20. Режим работы шлюзов .....	266
<b>VI. ШЛЮЗОВЫЕ ПРОМЫВочНЫЕ УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>272</b>
21. Простые шлюзовые приборы.....	272
22. Шлюзовые приборы с головным грохотом (бутары) .....	280

23. Комбинированные шлюзовые приборы .....	284
24. Гидравлические шлюзы.....	290
25. Технические характеристики шлюзов .....	294
<b>РАЗДЕЛ V. ОТСАДОЧНЫЕ МАШИНЫ, КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ СТОЛЫ, СЕПАРАТОРЫ, САМОРОДКОУЛОВИТЕЛИ .....</b>	<b>296</b>
<b>I. ОТСАДОЧНЫЕ МАШИНЫ.....</b>	<b>296</b>
1. Обогащение на отсадочных машинах.....	296
2. Машина отсадочная поршневая МОП-0,2.....	303
3. Машина отсадочная диафрагмовая малогабаритная МОД-М.....	306
4. Машина отсадочная диафрагмовая МОД-0,16 .....	308
5. Отсадочно-классификационная машина ОКМ.....	310
<b>II. КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ СТОЛЫ .....</b>	<b>311</b>
6. Технологические факторы и конструктивные параметры концентрационных столов. Регулировка процесса .....	314
7. Концентрационные столы СКО-0,5 и 30АКЦ-М2.....	320
8. Концентрационный стол СКО-1.....	321
9. Концентрационный стол СКО-2.....	322
<b>III. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ СЕПАРАТОРЫ .....</b>	<b>323</b>
10. Ротационный сепаратор РС-400.....	324
11. Концентратор центробежно-вибрационный ЦВК-500.....	325
12. Центробежно-вибрационный концентратор ЦКП-0,2М.....	328
13. Центробежно-вибрационный концентратор ЦВКП-5.....	331
<b>IV. САМОРОДКОУЛОВИТЕЛИ .....</b>	<b>333</b>
14. Самородкоуловитель Мясникова .....	335
15. Самородкоуловитель ФЛ .....	336
16. Самородкоуловитель ДС .....	337
17. Электронные самородкоуловители СЭУ-1 и СЭД-5 .....	338
18. Самородкоулавливающая отсадочная машина Богданова.....	338
<b>РАЗДЕЛ VI. ПРОМПРИБОРЫ .....</b>	<b>340</b>
<b>I. КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫВОЧНЫХ ПРИБОРОВ.....</b>	<b>340</b>
<b>II. ОБЗОР ПРОМЫВОЧНЫХ ПРИБОРОВ .....</b>	<b>344</b>
1. АЛЯСКА-10, АЛЯСКА-25, АЛЯСКА-35 (ALASKAN - США) .....	344
2. АЛЯСКА-50, АЛЯСКА-100, АЛЯСКА-250 (ALASKAN - США) .....	346
3. ГГМ-3, ГГМ-5 на базе Грохотов Гидромеханических, пластинчатых .....	348
4. ГПП-30 - Гидровашгердный Промысловый Прибор.....	352
5. ГСПК-50 - Промысловый Комплекс .....	353
6. ГОВЕРЛА (УКРАИНА) .....	353
7. ГЦК-75 Модульный промысловый комплекс.....	355
8. ДАКОТА (ДАКОТА - США) .....	356
9. ДЕРОКЕР - Прибор для переработки валунистых песков.....	356
10. ДЕРОКЕР TS 30 (КИТАЙ) .....	358
11. ДЖИДА-200 - промприбор для россыпей с высоким выходом тяжелой	

фракции .....	359
12. КЛОНДАЙК (KLONDIKE - США).....	360
13. КОУ-800, КОУ-1200 (РОМАШКА) .....	361
14. МОЙКА ПЛАВАЮЩАЯ (КИТАЙ И ДР.).....	363
15. МПД-4 - Металлический Прибор Дальстроя .....	364
16. МПД-6М - Металлический Прибор Дальстроя.....	366
17. ОСПК-75 - Промывочный Комплекс.....	367
18. ПБО (ГОЛЛАНДИЯ) - Прибор Бочечный Отсадочный .....	368
19. ПБСР-50, ПБСР-100, ПБСР-200 - Прибор Бочечный С Развинутой технологией обогащения.....	371
20. ПБШ-10 - Прибор Бочечно-Шлюзовой.....	373
21. ПБШ-20 - Прибор Бочечно-Шлюзовой.....	375
23. ПБШ-40 - Прибор Бочечный Шлюзовой .....	378
24. ПБШО (АВСТРАЛИЯ) - Прибор Бочечный Шлюзовый (Отсадочный) .....	380
25. ПВГРШМ-60 - Промприбор с ВиброГрохотом Шлюзовой Мусина-Моруса ..	382
26. ПВШ-30 - Прибор Вашгердно-Шлюзовой.....	383
27. ПГ-30-Э, ПГ-30-Д - Промывочный Гидромехкомплекс.....	386
28. ПГ-50 Э, ПГ-50 Д - Промывочный Гидромехкомплекс .....	389
29. ПГ-50-Ш, ПГ-30-Ш - Прибор Гидравлический Шлюзовый.....	390
30. ПГБ-1-1000 - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный .....	391
31. ПГБ-75 - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный .....	392
32. ПГВ-50 (ИРКУТ-50), ПГВ-100 - Прибор Гидравлический с Винтовым сепаратором .....	397
33. ПГО-50 - Прибор Гидроэлеваторный Отсадочный.....	399
34. ПГШ-30, ПГШ-50, ПГШ-75 - Прибор Гидроэлеваторный Шлюзовой .....	400
35. ПГШИ-50, ПГШИ-100 - Прибор Гидровашгердный Шлюзовый Иргиредмета .....	404
36. ПКБШ-50 - Прибор Конвейерный Бочечно-Шлюзовой .....	406
37. ПКБШ-100 - Прибор Конвейерный Бочечно-Шлюзовой .....	408
38. ПКС-1-700 - Промприбор Конвейерный Скрубберный.....	412
39. ПКС-1-1200 Прибор Конвейерный Скрубберный.....	414
40. СБПО-50, СБПО-75, СБПО-100 - Скруббер-Бутарный Прибор Отсадочный	415
41. СБШИ-50 и СБШИ-100 - Скрубберно-Бочечные Шлюзовые приборы Иргиредмета .....	418
42. ТОК 200 ТК - Транспортно-Обогатительный Комплекс .....	419
43. УОД-2.1 - Установка Обогагительная Добычная.....	420
44. УОКВ-4.1 - Установка обогагительная .....	421
45. УОМП - Установка для Обработкн Малообъемных Проб .....	422
46. УОРЗ-30 - Установка Обогагительная для Россыпей Золота.....	424
47. УПП-800 - Установка Пульпообразования Поточная.....	425
48. УПСШ-40-60 - Установка Передвижная Скрубберно-Шлюзовая .....	427
49. ФМВ-25 ТРН (АВСТРИЯ) - Промывочный прибор.....	431

50. ФМВ-200 ТРН (АВСТРИЯ) - Промывочный прибор.....	433
51. ЭТ-1А - Проходческий комплекс для разведки и отработки россыпей.....	435
52. ЮКОН (США) - Фабрики с промывкой на грохотах.....	436
53. Прочие промывочные приборы. Фотообзор.....	438
54. АДРЕСА ПРЕДПРИЯТИЙ.....	441
<b>РАЗДЕЛ VII. СПЛОСК ШЛЮЗОВ.....</b>	<b>443</b>
<b>I. СПЛОСК ШЛЮЗОВ ПРОМЫВОЧНЫХ УСТАНОВОК.....</b>	<b>443</b>
1. Общие положения.....	443
2. Способы сплоска шлюзов промывочных приборов.....	444
3. Организация работ при сплоске шлюзов.....	446
4. Порядок контроля технологических параметров сплоска шлюзов.....	452
<b>II. УРОВЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ПРИ ПРОМЫВКЕ ПЕСКОВ.....</b>	<b>453</b>
5. Уровень извлечения золота на промприборах.....	454
<b>III. ПРИЧИНЫ ПОВЫШЕННЫХ ПОТЕРЬ ЗОЛОТА НА ПРОМПРИБОРАХ.....</b>	<b>456</b>
6. Эфеление шлюзов.....	456
7. Нарушение технологии сплоска шлюзов.....	457
<b>IV. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ДОИЗВЛЕЧЕНИЮ МЕЛКОГО ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ПРОМПРИБОРОВ.....</b>	<b>459</b>
8. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-70.....	461
9. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-30/1.....	462
10. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-40.....	464
11. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-50.....	465
<b>РАЗДЕЛ VIII. ДОВОДКА КОНЦЕНТРАТОВ.....</b>	<b>467</b>
1. Общие положения.....	467
2. Принципиальная технологическая схема шлихообогажительных фабрик (ШОФ).....	468
3. Технологическая схема типовой шлихообогажительной фабрики (ШОФ).....	471
4. Технологическая схема шлихообогажительной установки (ШОУ) - I вариант.....	475
5. Технологическая схема шлихообогажительной установки (ШОУ) - II вариант.....	478
6. Малогабаритная передвижная обогажительная установка (МПОУ).....	479
7. Обработка черного золота.....	481
8. Определение подлинности золота.....	482
<b>РАЗДЕЛ IX. ОПРОБОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПРОМПРИБОРОВ И ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ.....</b>	<b>484</b>
1. Общие положения.....	484
2. Оперативное опробование при промывке песков.....	485
<b>РАЗДЕЛ X. ОХРАНА НЕДР ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ.....</b>	<b>491</b>
<b>I. ПОЛНОТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ИЗ НЕДР.....</b>	<b>491</b>
1. Оценка полноты выявления запасов россыпей по результатам разведки и добычи.....	491
2. Типовые схемы размещения участков с повышенной концентрацией золота.....	

в техногенных россыпях.....	494
3. Способы выявления в техногенной россыпи участков с повышенной концентрацией золота. ....	495
4. Способы выемки промышленных участков техногенной россыпи .....	496
<b>II. ПРАВИЛА ОХРАНЫ НЕДР ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ ...</b>	<b>497</b>
1. Общие положения .....	497
2. Стандарты проектирования .....	497
3. Стандарты разработки золотоносных россыпей.....	501
4. Стандарты годовых программ развития горных работ .....	503
5. Стандарты геолого-маркшейдерского учета погашенных запасов.....	505
6. Стандарты статистической отчетности недропользователей .....	506
7. Списание запасов с учета предприятий .....	507
8. Контроль за использованием и охраной недр .....	508
9. Ответственность за нарушения правил охраны недр .....	510
<b>РАЗДЕЛ XI. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	<b>514</b>
<b>I. НАРУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА .....</b>	<b>514</b>
1. Оценка площади нарушенных земель .....	514
2. Районы нарушения земель россыпными месторождениями, их природно-климатическая и экономическая оценка.....	515
3. Воздействие нарушаемых земель на окружающую среду .....	515
4. Источники и виды воздействия горных работ на земельные ресурсы.....	517
<b>II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ .....</b>	<b>519</b>
5. Термины и определения при рекультивации земель .....	519
6. Этапы рекультивации нарушенных земель .....	522
7. Направления рекультивации нарушенных земель .....	525
<b>III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	<b>533</b>
8. Снятие и хранение плодородного слоя почвы .....	533
9. Вскрышные и вмещающие породы .....	536
10. Совмещение технологии открытых горных работ с рекультивацией нарушенных земель.....	538
11. Планировочные работы.....	539
12. Формирование рекультивационного и экранирующего слоев .....	541
13. Землевание малопродуктивных угодий .....	545
14. Защита рекультивируемых земель .....	548
<b>IV. РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА.....</b>	<b>551</b>
15. Экологические последствия разработки россыпей .....	551
16. Инструктивные рекомендации по рекультивации нарушенных земель...558	558
17. Общая оценка воздействия разработки россыпей на окружающую среду .....	560
18. Особенности рекультивационных работ при разработке россыпей .....	568
19. Снятие и складирование плодородного слоя почвы в условиях разработки россыпей .....	575

20. Объекты рекультивации.....	578
21. Технология рекультивации .....	579
22. Систематизация технологических схем рекультивации и средства механизации.....	592
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>602</b>
<b>I. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ЗОЛОТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ДОБЫЧИ, ОБРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ .....</b>	<b>602</b>
1. Общие положения .....	602
2. Обеспечение сохранности золота на золотодобывающих и объектах, установках, в золотоприемных пунктах и кассах .....	603
3. Обеспечение сохранности золота при его транспортировке на внутренних перевозках предприятия .....	607
4. Обеспечение сохранности золота при упаковке и отправке на аффинажные (металлургические) заводы .....	608
<b>II. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОТБОРУ САМОРОДКОВ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ .....</b>	<b>610</b>
1. Общие положения .....	610
2. Технические требования.....	611
3. Отбор, взвешивание, учет, упаковка и транспортировка.....	612
4. Прием, экспертная оценка и взаиморасчёты.....	614
<b>III. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ПРОМПРИБОРАХ И ШЛИХООБОГАТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ .....</b>	<b>617</b>



## **ВВЕДЕНИЕ**

В районах Средней Азии и Казахстана широко применяется открытый способ добычи россыпного золота с отдельной выемкой песков.

В настоящее время наиболее распространенными схемами обогащения песков на промывочных приборах являются однооперационные с использованием шлюзов в качестве основного обогатительного оборудования. В отдельных случаях для обогащения песков, содержащих мелкое золото, применяются двухоперационные схемы с последовательным обогащением песков на шлюзах и отсадочных машинах или на шлюзах глубокого и мелкого наполнения.

Промывка песков и доводка концентрата являются одним из основных технологических процессов при разработке россыпных месторождений золота. Для сокращения потерь в процессе промывки необходимо строго соблюдать технологические режимы промывки и съема концентрата с обогатительных приборов.

Также весьма важны процесс доводки концентрата до шлихового золота, сбор и повторная переработка хвостов доводочных приборов (вашгерда, концентрационного стола, отсадочной машины, сепараторов и т. д.).

Справочник ставит своей задачей познакомить недропользователей, с техническими характеристиками промывочных приборов и обогатительного оборудования для доводки концентратов; с технологическими режимами промывки песков и съема концентрата со шлюзов; с методами определения потерь золота в зависимости от типа прибора и гранулометрического состава золота; с порядком контроля за обогатительными операциями.

В данном справочнике отсутствуют сведения по вопросам обогащения на драгах, так как в районах Средней Азии и Казахстана они не нашли широкого применения.

Справочник предназначен для руководителей, технологов-обогащателей и геологов предприятий, занятых россыпной золотодобычей.

# РАЗДЕЛ I. ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА

## I. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И МИНЕРАЛЫ, СЛАГАЮЩИЕ РОССЫПИ

### 1. Характеристики горных пород и минералов

Таблица 1

Шкала относительной твердости минералов

Минерал	Относительная твердость	Практические способы определения твердости
Тальк	1	Легко чертится ногтем
Каменная соль	2	Чертится ногтем
Кальцит	3	Чертится ножом
Плавиновый шпат	4	Чертится ножом под небольшим давлением, стекло не чертит
Апатит	5	Чертится ножом под большим давлением, стекло не чертит
Ортоклаз	6	Стальным ножом не чертится, слегка царапает стекло
Кварц	7	Стальным ножом не чертится, легко чертит стекло
Топаз	8	То же
Корунд	9	»
Алмаз	10	»

Таблица 2

Масса 1 м<sup>3</sup> некоторых горных пород и твердых тел

Порода, твердое тело	Масса, т/м <sup>3</sup>	Порода, твердое тело	Масса, т/м <sup>3</sup>
Антрацит кусковой . . . . .	1,3—1,8	Каолин	2,20
То же, насыпной . . . . .	0,91—0,99	Кварциты	1,5—2,8
Асфальт . . . . .	1,07—1,50	Мрамор	2,7—2,8
Бурый уголь кусковой . . . . .	1,10—1,44	Мергель	2,3—2,5
То же, насыпной . . . . .	0,78	Пробка	0,24
Гравий сухой . . . . .	1,8	Растительная земля	0,8
Гравий мокрый . . . . .	2,0	То же, глинистая	1,2
Глина полусухая . . . . .	1,6	Сланцы	2,3—2,6
Глина мокрая . . . . .	1,9	Чистый крупный сухой песок	1,4
Глина плотная вязкая . . . . .	2,1	То же, влажный	1,6
Гипс . . . . .	1,9—2,6	Цемент в растворе (бетон)	1,8—2,45
Дерево*:			
береза . . . . .	0,98—0,73		
ель . . . . .	0,9—0,5		
дуб . . . . .	1,03—0,60		
Известняки (в зависимости от плотности) . . . . .	1,50—2,70		
Изверженные кристаллические породы . . . . .	2,6—2,9		
Кварц . . . . .	2,66		

\* Первая цифра—масса 1 м<sup>3</sup> свежесрубленного дерева, вторая—1 м<sup>3</sup> сухого дерева.

Таблица 3

## Пористость некоторых пород

Порода	Пористость, %
Песчаники . . . . .	4,80—28,3
Пески однородные . . . . .	26,0—47,0
Пески смешанные . . . . .	35,0—40,0
Гравий . . . . .	35,0—40,0
Глины . . . . .	44,0—47,0
Суглинок . . . . .	52,0—55,0
Культурная почва . . . . .	45,0—65,0
Торфяной грунт . . . . .	До 81,0
Известняки, мраморы, доломиты . . . . .	0,53—13,4
Граниты, кристаллические сланцы, гнейс . . . . .	0,02—1,8

Таблица 4

## Водопроницаемость некоторых пород

Порода	Водопроницаемость	Коэффициент фильтрации, л/м/сутки
Кристаллические породы, глины, плотные суглинки	Практически водоупорные	0,01—0,0
Мелкозернистые пески, разномзернистые пески с примесью глины, трещиноватые коренные породы	Слабопроницаемые	1—10
Крупнозернистые пески с примесью глины и с различной величиной зерен, трещиноватые породы	Среднепроницаемые	100—500
Хорошо отсортированные пески, трещиноватые известняки	Легкопроницаемые	1000—2000

Таблица 5

## Оценка рыхлых пород (грунтов) по гранулометрическому составу

Порода	Содержание фракции 0,01 мм, %	Порода	Содержание фракции 0,01 мм, %
Песок	Менее 5	Суглинок	50—20
Глинистый песок	10—5	Глина	Более 50
Супесь	20—10		

Таблица 6

## Значения коэффициентов трения и сцепления для некоторых пород (грунтов)

Порода	Состояние	Коэффициенты	
		трения	сцепления
Чистый крупный песок	Влажный	0,466	0,031
	Сухой	0,577	0,140
Растительная земля	Влажная	0,364	0,030
	Сухая	0,700	0,330
Чистая глина	Мокрая	0,268	0,017
	Влажная	0,532	0,180
	Сухая	0,839	0,550
Ломкие породы	—	1,000	20,0
Скальные породы	—	1,000	33,0

Таблица 7

## Углы внутреннего трения и естественного откоса для некоторых пород

Порода	Угол внутреннего трения, град			Угол естественного откоса разрыхленных пород, град		
	Состояние породы					
	сухое	влажное	влагонасыщенное	сухое	влажное	влагонасыщенное
Растительная земля . . . . .	35	30	25	40	35	25
Песок крупный . . . . .	30	30	27	30—35	32—40	25—27
Песок средний . . . . .	28	35	25	28—30	35	25
Песок мелкий . . . . .	25	30	20	25	30—35	15—20
Суглинок . . . . .	35	35	20	40—50	35—40	25—30
Глина жирная . . . . .	45	35	15	40—45	35	15—20
Гравий . . . . .	40	35	30	35—40	35	30

**2. Единая классификация горных пород**

Таблица 8

Выдержки из единой классификации горных пород

Категория горных пород	Горные породы	Временное сопротивление разрушению (ориентировочно), кгс/см <sup>2</sup>	Ориентировочный коэффициент разрыхления
I	Глина сухая, рыхлая в отвалах. Лёсс рыхлый, влажный. Песок. Супесь рыхлая. Торф и растительный слой без корней	10	1,10—1,20
II	Гравий. Суглинок легкий лёссовидный. Торф и растительный слой с корнями или небольшой примесью мелкой гальки и щебня	30	1,20—1,30
III	Галька от 10 до 40 мм. Глина мягкая жирная. Песчано-глинистые грунты. Дресва. Лед. Суглинок тяжелый. Щебень различных размеров	50	1,25—1,35



IV	Галька от 41 до 100 мм. Глина сланцеватая, моренная. Галечно-щебенистые грунты, связанные глиной. Песчано-глинистые грунты с включением гальки, щебня и валунов. Соли мелко- и среднезернистые. Суглинки тяжелые с примесью щебня. Угли весьма мягкие	80	1,25—1,40
V	Алевролиты глинистые, слабосцементированные. Аргиллиты слабые. Конгломераты осадочных пород. Марганцевые окисные руды. Мергель глинистый: мерзлые породы I—II категорий. Песчаники, слабосцементированные с песчано-глинистым цементом. Угли мягкие. Мелкие желваки фосфорита	120	1,25—1,45
VI	Гипс пористый. Доломиты, затронутые выветриванием. Железная руда-синька. Известняки оталькованные. Мерзлые породы III—V категорий. Меловые породы мягкие. Мергель неизмененный. Руды охристо-глинистые с включением желваков бурого железняка до 50%. Пемза. Сланцы углистые. Трепел. Угли средней крепости с ясно выраженными плоскостями напластования	160	1,30—1,45
VII	Алевролиты плотные глинистые. Гипс плотный. Глины песчанистые. Доломиты неизмененные. Мартитовые руды мягкие. Змеевики оталькованные. Известняки мягкие. Ил плотный мелководный. Конгломераты слабых осадочных пород с известково-глинистым цементом. Мергель известковистый. Опоки тонкозернистые. Сильвиниты с прослойками каменной соли. Сланцы сильновыветрелые: аспидные, хлоритовые, слюдяные. Сланцы охристые и углистые с прослойками глины. Соль каменная с мергелистыми прослойками и включением ангидрита. Солончак плотный. Угли выше средней крепости	210	1,30—1,45
VIII	Антрациты и другие крепкие угли. Аргиллиты средней плотности. Глины отвердевшие. Железные руды мягкие. Змеевики с включением асбеста. Колчеданы зоны выщелачивания. Карналлит. Ракушечник.	270	1,45—1,50
IX	Свинцово-цинковые окисленные руды. Сильвиниты мелкокристаллические. Сланцы метаморфизованные: хлоритовые, кальцито-хлоритовые, серицитовые, кварцево-серицитовые, кварцево-серицитовые и серицито-хлоритовые, глинистые, углисто-глинистые, слабые песчанистые. Туфы выветрелые. Мерзлые породы VI—VII категорий Алевролиты песчано-глинистые. Антрациты плотные и весьма крепкие вязкие угли. Совершенно выветрелые каолинизированные граниты, гранодиориты, диориты. Диабазы совершенно выветрелые. Выветрелые железные руды пористые, известняки мергелистые. Лимониты. Мел плотный. Песчаники выветрелые, каолинизированные и глинистые крупнозернистые. Совершенно выветрелые каолинизированные: порфириты, сиениты. Соль калийная. Туфы, затронутые выветриванием	340	1,35—1,50

Примечание. Остальные категории (X-XX) пород по данной классификации не приводятся, так как они не характерны для россыпных месторождений.

### 3. Классификации россыпей по технологическим признакам

Россыпи по ширине и глубине залегания разделяются следующим образом:

- по ширине: очень узкие - менее 20 м, узкие – 20-50 м, средние – 50-150 м, широкие – 150-500, очень широкие - более 500 м;
- по глубине залегания: мелкие - глубина менее 3 м, очень неглубокие – 3-6 м, неглубокие – 6-12 м, средней глубины – 12-20 м, глубокие – 20-50 м, очень глубокие - более 50 м.

Характеристика отвалов по степени трудности их повторной разработки приведена в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика отвалов ранее отработанных горных пород по степени трудности их повторной разработки

Группа пород	Порода	Ориентировочный коэффициент разрыхления пород		Объемная плотность, кг / м <sup>3</sup>
		талых	мерзлых	
	Отвалы песков подземной добычи, состоящие из горных пород с небольшим содержанием ила и глины при нормальной влажности, выложенные на поверхность летом	1,25	1,35	1750—1950
	Навалы, состоящие из сыпучих несвязанных слабослежавшихся горных пород. Эфеля с содержанием ила и глины	1,20	1,30	1500—1900
	Отвалы обогатительных фабрик песковой фракции	1,10	1,30	1700—1900
	Отвалы песков подземной добычи, состоящие из горных пород с большим содержанием ила и глины при нормальной влажности, выложенные на поверхность летом. Галька	1,30	1,40	1800—2000
	Отвалы песков подземной добычи, состоящие из горных пород с небольшим содержанием ила и глины, выложенные на поверхность зимой. Галечно-эфельные отвалы с содержанием ила и глины. Навалы, состоящие из разнообразных горных пород, слежавшиеся или с содержанием глины	1,25	1,35	1750—1950
	Отвалы обогатительных фабрик песко-шламовой фракции	1,08	1,30	1900—2000

Размеры и глубина залегания россыпи определяют способ и систему разработки, применение тех или иных механизмов.

Учитывая это, составлены классификации россыпей по ширине и глубине залегания с учетом особенностей технологии их разработки (табл. 10, 11).

Таблица 10

Классификация россыпей по глубине залегания (по технологическим признакам)

Глубина залегания, м	Основной технологический признак	Характерные особенности разработки, связанные с глубиной	Категория россыпи	Примечания
До 4	Область открытых работ	Разработка бульдозерами и колесными скреперами	Мелкого залегания	Отработка возможна без специальной подготовки за один летний сезон
4—8		Применение комбинированных схем вскрыши или мощных (250 л. с. и более) бульдозеров		Для отработки за один сезон необходима подготовка
8—15	Возможны оба способа работ	Для открытых работ — обязательна специальная подготовка. Для подземных — область применения сезонных шахт с небольшими запасами	Средней глубины залегания	Выбор способа производится только на основе технико-экономического расчета
15—30	Область подземных работ	Область применения сезонных шахт с максимально возможными запасами песков	Глубокие	Целесообразность сезонной или круглогодичной работы определяется расчетом
30—60		Область применения крупных шахт с круглогодичной работой		
Более 60		Во всех случаях обязательна организация подъема людей	Очень глубокие	

Таблица 11

Классификация россыпей по ширине (по технологическим признакам)

Ширина россыпи, м	Технологические особенности разработки, связанные с шириной россыпи		Категория россыпи
	при открытой разработке	при подземной разработке	
До 20	Область применения экскаваторной вскрыши без перевалки	Управление кровлей под держанием (кровля не склонна к деформациям)	Узкие
20—50	Применение 100-сильных бульдозеров на односторонней вскрыше	Разработка одиночными лавами или парными диагональными лавами	Средние
50—100	Применение комбинированных схем вскрыши. Двусторонняя бульдозерная вскрыша	Применение сплошных и столбовых систем разработки с парными лавами. Возможность заложения ствола в центре поля	Широкие
Больше 100	Необходимо разделение россыпи на продольные полосы	Большая возможность выбора размеров полей, систем разработки и места заложения вскрывающей выработки	Очень широкие

#### **4. Минералы россыпей**

В россыпях в виде зерен или кристаллов сохраняются минералы, наиболее устойчивые к процессам выветривания и имеющие большой удельный вес - золото, платина, касситерит, вольфрамит, шеелит, ильменит, монацит, циркон, рутил, танталит, колумбит, алмаз и др.

**Золото.** Россыпное золото представляет собой мягкий ковкий металл. Оттенки золота зависят от наличия примесей. Серебро придает золоту зеленоватый оттенок, медь - красноватый.

Иногда золото покрыто окислами железа и имеет черный или буроватый цвет (золото в «рубашке»). Самородное золото в большинстве случаев содержит в виде изоморфной примеси серебро (обычно от 4 до 15% по весу). Более богатые серебром разности (свыше 15%) называются электрумом.

К разновидностям золота относятся: купроаурит - медистое золото с содержанием меди до 20% (по весу); порпецит - палладистое золото с содержанием палладия от 5 до 11% и серебра до 4%; висмутаурит - висмутистое золото с содержанием висмута в твердом растворе до 4%.

Твердость золота 2,5-3. Удельный вес шлихового золота 15,6-18,3 (для чистого золота - 19,3).

Золото в россыпях встречается в виде зерен, пластинок, табличек, проволочек, чешуек и очень редко в виде хорошо образованных кристаллов. Размеры их самые различные - от микроскопических до самородков весом несколько килограммов и даже десятков килограммов.

Спутники золота в россыпях зависят от состава пород и руд, в которых было заключено первичное золото. Из минералов повышенного удельного веса наиболее часто встречаются магнетит, лимонит, ильменит, циркон, гранаты, касситерит. Очень часто золото встречается в сростках с кварцем.

**Платина.** Представлена главным образом поликсомом (платина - 80-88%; **железо** – 9-11%). Известны следующие разновидности: иридная платина - с содержанием иридия до 7%; палладистая платина - с содержанием палладия 0,1-1,0%, иногда до 7%; родистая платина - с содержанием родия 0,1-0,5%, иногда до 4-5%; никелистая платина - с содержанием никеля до десятых долей процента; купроплатида - с содержанием меди 7,7-14%. По форме частиц платина обычно представлена неправильными зернами, иногда хорошо выраженными кристаллами кубической сингонии.

Цвет платины от серебристо-белого до стально-черного. Твердость 4-4,5, у



богатых иридием разностей - до 6-7. Обладает ковкостью. Излом крючковатый. Удельный вес 15-19. Размеры зерен колеблются обычно от 0,2 до 2 мм, хотя встречаются самородки весом несколько килограммов.

Совместно с платиной встречаются минералы группы осмистого иридия. Спутники платины: хромит, магнетит, ильменит, оливин, пироксен.

**Касситерит** - единственно промышленный минерал олова. Почти постоянно в касситерите присутствуют примеси железа, тантала, ниобия, титана, марганца и вольфрама. Встречается и виде неправильных зерен и хорошо образованных кристаллов, реже в виде желваков и натечных форм (так называемый «деревянистый касситерит»). Обычно окрашен примесями в цвета темно-бурые - до смоляно-черного. Совершенно бесцветные разности очень редки. Твердость 6-7. Хрупок. Излом чаще раковистый. Удельный вес 6,8-7,0. Немагнитен.

Главные спутники касситерита в россыпях, образовавшихся из коренных источников пегматитового типа, тантало-ниобаты, лепидолит, сподумен, турмалин, берилл; в россыпях, образовавшихся из коренных источников кварцево-касситеритового типа, - вольфрамит, топаз, турмалин, флюорит, берилл, шеелит.

**Вольфрамит.** Находится обычно в виде обломков кристаллов и неправильных зерен различной формы. Цвет буровато-черный. Твердость 4,5-5,5. Хрупкий. Удельный вес 6,7-7,5. По мере удаления от коренного источника крупность быстро уменьшается. Объясняется это хрупкостью минералов.

**Шеелит.** Присутствует чаще всего в виде окатанных обломков кристаллов. Обычно окрашен в серый, желтый, зеленовато-желтый или бурый цвет, редко бывает бесцветен. Твердость 4,5. Хрупкий. Излом неровный. Удельный вес 5,8-6,2.

**Ильменит.** В качестве изоморфных примесей может содержать магний и марганец. В россыпях представлен мелкими окатанными или неправильными зернами. Цвет железно-черный или стально-серый. Твердость 5-6. Удельный вес 4,72. Слабмагнитен. В воде приобретает характерную стальную окраску.

**Рутил.** Имеет форму округлых или неправильных зерен, часто с заметной штриховкой или ребристостью вдоль граней призмы. Цвет обычно темно-желтый, бурый, красный и черный. Блеск алмазный. Твердость 6. Хрупкий. Удельный вес 4,2-4,3.

**Колумбит-танталит.** Содержится в виде кристаллов, но чаще в форме окатанных зерен или пластинок неправильной формы. Цвет от черного до буровато-черного. Излом раковистый, блеск полуметаллический. Твердость 6.

Хрупкий. Удельный вес 5,15-8,20,

**Циркон.** Содержит в виде примесей уран и торий (циртолит), тантал и ниобий (наэгит), иногда - редкие земли, олово, бериллий и др. Обычно встречается в россыпях в виде кристаллов, реже - осколков кристаллов и зерен неправильной формы. Обычно кристаллы прозрачны и бесцветны или слегка окрашены в кремовый цвет, хотя нередко встречается циркон сиреневого, розоватого и других цветов. Твердость 7-8. Удельный вес 4,2-4,8,

**Монацит.** Представляет собой безводный фосфат тория и редких земель. Химический состав очень различен. В россыпях наиболее часто встречаются зерна монацита размером от 0,1 до 0,5 мм. Цвет желтовато-бурый, красноватый, зеленоватый, беловатый, редко темно-серый. Твердость 5-5,5. Удельный вес 4,6-5,5. Блеск жирный, стеклянный.

**Алмаз.** По химическому составу - элементарный углерод. Форма кристаллов кубической сингонии - октаэдры, кубы, тетраэдры. Часть алмазов в россыпи представляет собой неправильные зерна и осколки кристаллов, иногда слегка окатанные.

Зерна алмазов преимущественно бесцветные, реже слабо окрашены в различные цвета. Встречаются серые, серо-черные и совершенно черные разновидности алмазов (карбонадо, борт, фразезит и др.). Блеск алмазный, реже жирный. Твердость 10. Хрупкий. Удельный вес около 3,5. Наиболее высоко ценятся ювелирные прозрачные алмазы, не содержащие вclusions. Минералом-спутником алмаза, имеющим большое значение при поисках, является пироп, в меньшей степени микроильменит.

## ***5. Свойства россыпного золота***

Россыпное золото имеет удельный вес от 15 до 18, твердость 2,5-3. Размер естественных частиц золота в россыпях колеблется в широких пределах - от пылеватого, микроскопического размера, до самородков массой в несколько десятков килограммов.

Перенос золота из коренного месторождения в россыпь и перемещение его в процессе передвижения рыхлого россыпного материала приводят не только к постепенному высвобождению зерен золота, но также к изменению формы, размеров и химического состава золотин.

**Форма нахождения золота в песках.**

В зависимости от степени разрушения коренного золотосодержащего материала и дальности его переноса можно выделить три типа россыпей, различающихся степенью освобождения зерен золота:

- делювиальные, характеризующиеся большим количеством связанного (рудного) золота и практически не измененной формой зерен его, а также наличием мелких сростков зерен золота с породой;
- элювиальные, характеризующиеся малым количеством связанного золота, его сростков с породой и слабо измененной формой зерен золота;
- аллювиальные (преобладающий тип россыпей), характеризующиеся практически отсутствием связанного золота, его сростков с породой и сильной степенью окатанности и истертости зерен золота.

Для делювиальных (и отчасти элювиальных) россыпей характерна однородная крупность свободных зерен золота и зерен, связанных с рудным материалом, т. е. гранулометрические характеристики свободного и связанного золота близки.

Количество связанного золота в материале россыпи, как правило, невелико, но в элювиальных и особенно делювиальных россыпях оно может быть большим, чем содержание свободного россыпного золота.

Носителями связанного золота в россыпях могут быть не только первичные не успевшие разрушиться породы, но также и вторичные породы - глины. Это наблюдается в древних россыпях, особенно там, где при переносе золота происходило растворение и переосаждение его из растворов на глинистых минералах, обладающих сильно развитой и сорбционно активной поверхностью.

### **Пробность**

В природе золото встречается в виде так называемого самородного золота, представляющего собой сплавы с серебром, медью и некоторыми другими металлами. В химически чистом виде в природе золото почти не наблюдается.

При наличии в самородном золоте серебра в количестве от 30 до 40% оно называется электрумом. Часто встречается медистое золото, имеющее в своем составе 75-80% Au, от 2 до 16% Ag и 10-20% Cu. Из химических соединений золота в природе известно только его соединение с теллуром.

Содержание химически чистого золота в его сплавах и самородном золоте характеризуется пробой. Проба показывает, какое количество весовых частей химически чистого золота содержится в 1000 весовых частях сплава или

самородного золота. В процессе воздействия на зерна самородного золота факторов естественного выветривания происходит выщелачивание с их поверхности серебра, меди и других менее устойчивых металлов, в результате чего зерна имеют неодинаковую пробу по сечению - на периферии она выше, а внутри зерна ниже.

Основными компонентами самородного золота являются золото и серебро. Соответственно проба россыпного золота практически зависит лишь от соотношения этих двух элементов и колеблется в пределах 650-950, чаще всего 750-850. Крупное золото, как правило, имеет высокую пробу, однако самое мелкое золото обычно еще более высокопробное. Плотность россыпного золота в зависимости от пробы обычно равна от 15 до 18 г/см<sup>3</sup>.

Содержание других элементов в золоте обычно составляет десятые доли процента, не превышая в сумме 0,5%, редко до 1%. Наиболее часто встречаются кремний, магний, кальций, алюминий, железо, медь, ртуть, реже свинец, титан, никель, марганец и совсем редко олово, платина, хром, барий, сурьма, мышьяк. Содержание большей части этих элементов объясняется механическими включениями в золоте породных минералов. Их можно обнаружить в полированных шлифах золота. В то же время медь, ртуть, никель, марганец, по-видимому, могут входить и в решетку золота, поскольку образуют с ним твердые растворы. В некоторых россыпях золото имеет на своей поверхности покровные пленки («золото в рубашке»). Чаще всего эти пленки не сплошные и довольно тонкие. Толщина их составляет тысячные, редко десятые доли миллиметра. По химическому составу это гидроокислы железа, либо гидроокислы марганца, либо сложные сульфоксидные соединения неблагородных металлов.

Хемогенные процессы переноса золота, особенно в древних отложениях, приводят к появлению на поверхности зерен золота высокопробной оболочки, состоящей из мельчайших кристаллов губчатого золота. Способствует образованию губчатых оболочек «нового» золота длительное пребывание его в древних корах выветривания.

Установлено, что пробность россыпного золота изменяется и по простиранию россыпных месторождений. При этом по мере удаления россыпей от коренных источников пробность золота возрастает.

Пробность золота и процент содержания определяется химическими анализами только после ситового анализа и минералогического описания.

Удельный вес золота различного состава на основе удельного веса дан в

табл. 12.

Табл. 12

## Удельный вес золота различного состава

Проба золота .	1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500
Плотность золота, г/см <sup>3</sup> .	19,3	18,5	17,8	17,1	16,5	15,9	15,3	14,8	14,3	13,9	13,4

**Гранулометрический состав россыпного золота и форма его зерен**

При организации разработки золотоносных россыпей крупности золота придается большое значение. Считается, что чем мельче золото, тем труднее оно извлекается.

Гранулометрический состав россыпного золота и особенности формы его зерен являются основными технологическими параметрами, которые определяют (при нормальном ведении процессов гравитационного обогащения) уровень возможного извлечения его. Предложено несколько классификаций золота по крупности (табл. 13-15).

Таблица 13

## Классификации золота по крупности

Характер золота	Гинзолото (1936 г.)	Флерова (1930 г.)	Невского (1939 г.)	Гипрозолото (1938 г.)
	Крупность зерен золота, мм			
Самородки	+4	+4,5	+5	+3
Крупное	+1	+2	-5 +1,3	-3 +1,5
Среднее	-1 +0,5	-2 +1	-1,3 +0,6	-1,5 +0,3
Мелкое	-0,5 +0,25	-1 +0,15	-0,6 +0,3	-0,3 +0,15
Тонкое	-0,25 +0,1	-0,15 +0,074	-0,3 +0,15	{ -0,15
Плавучее	-0,1	-0,074	-0,15	
Характер золота	ВНИИ-1 (1946 г.)	Нигризолото (1938 г.)	США	Рудной практики
	Крупность зерен золота, мм			
Самородки	+10	+4	-	-
Крупное	{ -10 +0,6	-4 +1	+1,6	+0,5
Среднее		-1 +0,5	-1,6 +0,8	-0,5 +0,25
Мелкое		-0,5 +0,25	-0,8 +0,3	-0,25 +0,15
Тонкое	{ -0,6	-0,25 +0,15	{ -0,3	-0,15 +0,074
Плавучее		-0,15		-0,074

Наиболее распространенной является классификация золота по крупности на классы с постоянным модулем, равным 10, и постоянным отношением площади отверстий сит, равным 10 (табл. 14).

Таблица 14

### Классификация золота по крупности (Иргиредмет)

Крупность, мм	Размер отверстия нижнего сита, мм	Площадь отверстия, мм <sup>2</sup>	Логарифм предельного размера зерен, мкм	Класс крупности золота
+3 (3,15)	3 (3,15)	10	4—3,5	Весьма крупное
—3 (3,15) +1	1	1	3,5—3	Крупное
—1 +0,315	0,315	0,1	3—2,5	Среднее
—0,315 +0,1	0,1	0,01	2,5—2	Мелкое
—0,1 +0,03 (0,0315)	—	—	2—1,5	Весьма мелкое
—0,03	—	—	1,5	Дисперсное

Таблица 15

### Классификация по классам (Иргиредмет)

Наименование золота данного класса	Крупность классов по ситовому анализу, мм
Крупные самородки	Крупнее 16,0
Самородки	Мельче 16,0; крупнее 4,0
Крупное	Мельче 4,0; крупнее 1,0
Среднее	Мельче 1,0; крупнее 0,25
Мелкое	Мельче 0,25; крупнее 0,063
Особо мелкое	Мельче 0,063; крупнее 0,016
Дисперсное	Мельче 0,016
Коллоидное	Мельче 0,0001

### Окатанность золота

По степени окатанности россыпное золото подразделяют на неокатанное или почти неокатанное, полуокатанное или среднеокатанное, хорошо окатанное и совершенно окатанное.

В россыпях можно выделить:

1. Золото комковидное изометричной, конкрециоидальной или сферической формы.
2. Золото плоское, пластинчатой формы (чешуйчатое, лепешкообразное).
3. Золото удлинённых форм (палочковидное, лентовидное).

Характер окатанности золота рекомендуется описывать, придерживаясь схемы, предложенной Пауэрсом. В этой шкале 6 классов окатанности, которые можно легко выделить под биноклем (рис. 1). После общего анализа окатанности методом средневзвешенного определяют среднюю окатанность золота в пробе (по линии, выработке и т. д.). Для этого сумма произведений количества зерен в классе крупности на коэффициент окатанности делится на общее число зерен. Таким образом можно определить характер изменения и

степень окатанности вдоль россыпи и выявить участки, где происходит ее дополнительная подпитка.



Рис. 1. Шкала окатанности золота (по М. К. Пауэрсу)

Для определения уплощенности рекомендована четырехчленная шкала уплощенности с параметрами:

- изометричное золото -  $a:b:c = 1:1:1$ ;
- таблитчатое -  $a:b:c = 1:1:0,6$ ;
- пластинчатое -  $a:b:c = 1:1:0,2-0,6$ ;
- листовидное -  $a:b:c = 1:1:(-0,2)$ .

В зависимости от формы золотинок и размеров фракции может быть приближённо оценена их масса (табл. 16).

Таблица 16

Масса золотинок по классам крупности, мг

Форма золотинок	Размер фракции, мм								
	+0,2 -0,5	+0,5 -1	+1 -2	+2 -3	+3 -4	+4 -5	+5 -6	+6 -7	+7 -10
В виде пластинок и табличек	0,32	1,18	6,42	23,6	93,3	298,0	576,0	1008,0	1918,0
Различная	0,40	0,22	8,83	45,05	155,4	300,0	658,1	1100,0	2050
В виде зерен и крупинок	0,65	2,31	10,0	52,7	161,2	363,0	686,0	1198,3	2206

## 6. Самородки золота

Все золотые самородки имеют высокую валютную ценность, а некоторые из них - большое научное значение. Исследования их форм, состава, строения,

включений в них реликтов руд и пород, в которых находились скопления золота, важные как для выяснения условий концентрации золота в природе (формирование рудных и россыпных месторождений этого металла), как и для решения практических задач поисков, разведки и оценки золотоносных образований.

В силу сказанного **самородки не подлежат аффинажу, а должны сохраняться в естественном виде и сдаваться в государственный фонд** для хранения или реализации (см. Приложение 2).

Самородки являются продуктами наиболее интенсивной локальной концентрации золота в природных условиях. Чем крупнее их размеры, тем более редкое явление они представляют, тем выше их научная ценность.

Для характеристики самородков устанавливается следующая классификация их по массе:

- мелкие самородки - до 10 граммов;
- средние - десятки граммов;
- крупные - сотни граммов;
- весьма крупные - килограммы
- гигантские - десятки килограммов.

Из россыпных месторождений отбору подлежат самородки массой 10 г и более. К категории уникальных относятся все самородки массой 10 кг и более крупные. Научную ценность самородков массой менее 10 г следует определять с учетом признаков, указанных ниже.

К категории ценных самородков относятся как сплошные мономинеральные обособления самородного золота, так и участки («гнезда») концентрации его относительно мелких пространственно сближенных выделений в кварце и в других минералах, при условии, если суммарное количество золота в штуфе отвечает минимальному, установленному для отбора самородков.

Относительно крупные, хорошо ограненные индивиды самородного золота весьма редки. Этим, а также индикаторным значением гранных форм для выяснения генезиса золотоносных образований, определяется их принадлежность к весьма ценным образованиям.

К категории ценных и весьма ценных (в зависимости от сохранности гранных форм) относятся:

а) изометрические многогранники самородного золота - кубы, октаэдры, ромбододекаэдры и др., а также их сростки;



б) искаженные их разновидности, вытянутые в виде проволочек, уплощенные толсто- и тонкопластинчатые и др.;

в) древовидные (разветвляющиеся) выделения - дендриты, имеющие формы листочков, елочек, папоротников, решетчатых и моховидных выделений и др.;

г) частично ограненные самородки, обладающие неправильными формами (ограненные выступы в отдельных участках поверхности самородков).

Неправильные (угловатые, корневидные, плоские, лепешковидные и др.) формы самородков, образованных в трещинных полостях, обычно - в жильном кварце, важны в той мере, в которой они позволяют судить о природе таких полостей. Скопления золота, освободившиеся в россыпях при разрушении вмещающих минеральных агрегатов, сохраняют на своей поверхности отпечатки скульптуры стенок полостей, в которых отлагалось золото. Их особенности могут служить индикаторами типа источников питания россыпей. Научная ценность самородков в большей мере определяется сохранностью первичных трещинных форм.

К категории ценных следует относить самородки, на поверхности которых замечаются системы линейных выступов - отпрепарированных коротких ответвлений золота вдоль поперечных (к плоскости основной полости) трещин одного или двух направлений.

Научная ценность самородков с менее четкими скульптурами поверхности должна определяться с учетом частоты их встречаемости в одной и той же россыпи: редкие находки самородков трещинных форм имеют повышенную ценность, тогда как обычные для данной россыпи самородки тех же форм могут рассматриваться как рядовые.

Научная ценность самородков существенно повышается при сохранении в них включений минералов руд и пород, позволяющих судить о минеральной среде, в которой кристаллизовалось золото. Особенно ценными являются штуфы (из рудных месторождений) и гальки (из россыпей), в которых представлены срастания золота с другими минералами.

Категории ценности самородков определяются в зависимости от состава минералов руд и пород, и частоты их встречаемости в данном конкретном месторождении:

а) к весьма ценным относятся самородки, включающие сульфидные обособления, их обломки или продукты их гипергенных изменений

(псевдоморфные выделения лимонита и других минералов), а также содержащие включения турмалина, слюд хлорита, реликты сланцев и других пород, и т. п.;

б) срастания золота с кварцем и включения кварца в самородках определяют повышенную научную ценность самородков в тех случаях, когда кварц имеет обычный для данных месторождений облик (темная, серая и дымчатая окраска, гранные формы индивидов, сильное рассланцевание агрегатов и т. д.);

в) наличие кварца в виде обычных для золотых руд «сливных» мутно-белых или полупрозрачных агрегатов позволяет относить к ценным самородки только из россыпей, в которых золото-кварцевые срастания встречаются редко; широко распространенные срастания относятся к рядовым самородкам.

Наличие отпечатков кристаллов и обломков зерен минералов в виде углублений определенных форм на поверхности золота важны как показатели характера минералов - спутников золота в коренных месторождениях, служащих источниками питания данной россыпи. О составе многих минералов, легко разрушающихся в россыпях, можно судить только по таким отпечаткам.

К ценным относятся самородки, имеющие на поверхности углубления с тонкобороздчатым рельефом стенок, по которому можно предполагать существование в золоте включений сланцевых пород.

Ценными и весьма ценными являются самородки с отпечатками кристаллов минералов в виде углублений правильных форм: ромбоэдрических (обычно - кристаллы и обломки кристаллов карбонатов), кубических (пирит и др.), призматических (кристаллы кварца), игольчатых (турмалин, некоторые сульфосоли и др.), пластинчатых (чешуйки слюд) и т.п.

Существенную научную ценность представляют не только первичные особенности форм и строения самородков, но и признаки их преобразования, которые позволяют судить о дальности и условиях транспортировки золота в россыпях разных районов: степень окатанности самородков, наклепы, изгибы, трещины и другие деформации золота.

По степени окатанности следует различать самородки:

- почти неокатанные (сохраняющие все детали первичных форм);
- слабо окатанные (слегка округлены выступающие части);
- частично скатанные (неравномерно сглажены разные части самородка);
- полуокатанные (сильно сглажены выступы и края самородка при хорошей сохранности рельефа углублений);

- хорошо окатанные (уничтожены все мелкие выступы, сохранены лишь общие контуры крупных неровностей поверхности);
- совершенно окатанные (приобретшие формы округлых галек без первичных деталей форм).

Полуокатанные, хорошо и совершенно окатанные самородки должны относиться к категории весьма ценных при наличии на их поверхности:

а) «бородавчатых» наростов и мелкой «сыпи» частиц золота, отлаженного в россыпи (так называемого «нового» золота);

б) округлых вздутий - признаков наличия под ними газовых включений (при их вскрытии обычно обнаруживаются воронкообразные углубления со ступенчатым рельефом стенок, иногда сохраняющих металлический сильный блеск).

В качестве показателя повышенной научной ценности самородков любой степени окатанности используются признаки наличия в отдельных участках их поверхности (чаще - в углублениях) тонкопористого, так называемого «шагренового» слоя - следствия электрохимической коррозии золота в зоне гипергенеза, розоватых и серебристо-белых пятен, отличных по цвету от основной массы золота, и т. д.

Самородки, поверхность которых покрыта прочными корочками или пленками гипергенных минералов - гидратов окиси железа, марганца и др., относятся к категории ценных, но с учетом степени их распространенности.

## II. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ РОССЫПЕЙ

### *7. Типы россыпей и их особенности*

По условиям образования россыпи подразделяются на следующие типы.

**Элювиальные** - залегают на месте образования, т. е. непосредственно над коренными источниками. Представляют собой плоские залежи, соответствующие по форме выходу коренного месторождения на дневную поверхность. Обломочный материал россыпи не окатан и является результатом разрушения подстилающих пород и руд. Полезные компоненты также не окатаны, часто наблюдаются сростки с жильными минералами. Мощность отложений обычно незначительна, иногда достигает 1-2 м и более.

**Делювиальные** - располагаются на склонах возвышенностей, обычно несколько вытянуты по падению склона и расширяются у его подножья. Обломочный материал несколько перемещен от коренных источников, но плохо окатан, слабо сортирован и по составу соответствует подстилающим породам.

Полезные минералы имеют слабую окатанность. Мощность отложений обычно незначительная (1-3 м), однако у подножья склонов может достигать 20-30 м.

**Аллювиальные** - формируются в результате деятельности русловых водных потоков. Они отличаются хорошей окатанностью материала, его сортированностью по крупности и удельному весу и слоистостью. Состав обломочного материала разнообразен. Полезные минералы обычно окатаны. По условиям залегания и расположению относительно русла аллювиальные россыпи делятся на четыре группы:

1. Русловые - залегают в русле водного потока или непосредственно под ним. Для русловых россыпей характерны незначительная мощность рыхлых отложений, преобладание крупного гравийно-галечного материала, наличие валунов и глыб. Размеры россыпей весьма непостоянны.

2. Косовые - залегают на косах, галечных островах и отмелях крупных водных потоков. Отложения представлены песчано-гравийно-галечным материалом, иногда присутствуют валуны. Характерны мелкие размеры зерен полезных минералов, особенно золота и платины. Мощность отложений обычно возрастает от головной части косы к хвостовой, от краевых частей к осевым и колеблется от 0,5 до 8 м и более.

3. Долинные - залегают в современной долине независимо от русла, часто в стороне от него.

Гранулометрический состав рыхлых отложений отличается большим разнообразием и зависит от уклона плотика.

Крупность зерен полезных минералов также различна. Мощность отложений колеблется от 5 до 30 м, а иногда и более. Характерна концентрация полезных компонентов в нижней, приплотиковой части россыпи. В плане россыпи представляют собой лентообразные залежи, состоящие из одной или из нескольких обогащенных струй.

4. Террасовые - залегают на террасах речных долин. Число террасовых россыпей в пределах одной долины может быть различным, а размеры их определяются размерами и сохранностью террас, на которых они расположены. Мощность рыхлых отложений непостоянна, обычно составляет 5-10 м и более.

5. Аллювиально-делювиальные (ложковые) - залегают в долинах логов и мелких ключей с непостоянным водотоком. Обломочный материал слабо сортирован, состав разнообразен, окатанность различна. По форме россыпи представляют собой лентообразные залежи.

6. Дельтовые (озерные и лагунные) - образуются в результате выноса материала водными потоками и располагаются в дельтах, озерах и лагунах. Мощность отложений достигает многих десятков метров. Галечники присутствуют редко и обычно в верхних горизонтах. Характерны мелкие размеры зерен полезных минералов.

7. Прибрежные (морские и озерные) - формируются в результате переноса и накопления обломочного материала вдоль береговых линий силой прибоя и прибрежных течений, а также за счет выноса материала реками. Отложения представляют собой переслаивание песка с песчано-галечным материалом. Мощность отложений для современных россыпей колеблется от 0,5 до 10 м. Залегают россыпи узкими полосами параллельно берегу моря (озера). По отношению к уровню воды расположение россыпей различно. Современные прибрежные россыпи залегают обычно на уровне моря (пляжевые) или несколько ниже его (шельфовые). Более древние могут быть террасовыми, если уровень моря понизился, или погребенными, если уровень моря повысился.

8. Ледниковые - образуются путем переноса и накопления обломочного материала сползающими с гор ледниками. Характерны незначительная сортированность материала и наличие глыб и валунов. Мощность отложений колеблется от нескольких метров до десятков метров.

9. Техногенные - недоработки прошлых лет, а также хвосты промывки, содержащие полезные ископаемые и представляющие промышленный интерес,.

По возрасту россыпи разделяются на три группы:

1. Четвертичные - приурочены к современным речным долинам, морским и озерным прибрежным зонам; залегают горизонтально, а слагающие их отложения обычно рыхлые, как исключение - сцементированные.

2. Мезозойские и третичные (древние) - располагаются в депрессиях или отмерших участках древней гидросети. Слагающие их отложения либо рыхлые, либо сцементированные. Залегают горизонтально, редко наклонно.

3. Допалеозойские и палеозойские (ископаемые) - встречаются на плоских водоразделах, в депрессиях и в долинах под толщей четвертичных отложений. Представлены конгломератами, гравелитами, реже песчаниками. Залегают так же, как вмещающие их породы.

## **8. Строение россыпей**

В строении россыпей различают следующие основные элементы: торфа,

пески и плотик.

Под **торфами** понимают преимущественно песчано-глинистые или галечниковые отложения, не содержащие полезных минералов в промышленных количествах. Мощность торфов и зависимости от типа россыпи и условий образования ее различна. В элювиальных россыпях она незначительна, а в аллювиальных может достигать десятков и даже сотен метров.

**Пески** - глинисто-песчано-галечниковые отложения, иногда со щебнем и валунами и часто с элювием коренных пород, содержащие полезные минералы в промышленных количествах. В большинстве случаев пески залегают в нижней части россыпи, включая нижнюю часть рыхлых отложений, элювий и верхнюю часть коренных пород. Иногда пласт песков целиком располагается либо в рыхлых отложениях, либо в коренных породах (трещиноватых). Мощность песков бывает самой разнообразной - от нескольких сантиметров до десятков метров. Торфа и пески по литологическому составу не всегда четко отделяются друг от друга. В значительной степени эти понятия условны.

К **плотику** обычно относят коренные породы, подстилающие россыпь. Характер плотика может оказывать большое влияние на распределение полезного компонента. Породы, весьма благоприятные для его улавливания (трещиноватые глинистые сланцы или карстовые известняки), задерживают большую часть полезного компонента еще в процессе передвижения, что обедняет аллювиальную часть пласта.

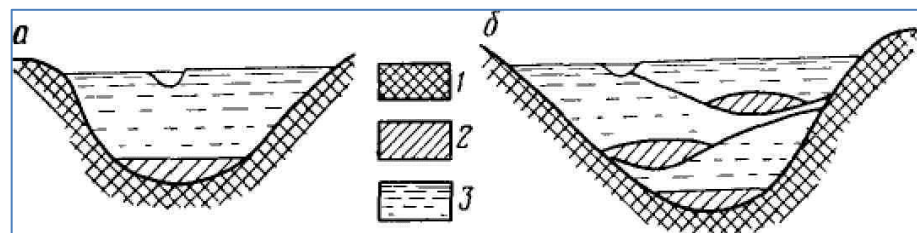


Рис. 2. Схематический поперечный разрез россыпей: а - простой; б - сложный; 1 - плотик; 2 - пески; 3 – торфа

Иногда россыпь состоит из нескольких горизонтов песков, залегающих один над другим. В этих случаях верхние пески залегают на ложных плотиках, представленных обычно глинистыми отложениями. Такие россыпи называются сложными. От плотика следует отличать полотно россыпи, под которым понимается поверхность, ограничивающая снизу промышленный пласт.

## 9. Характеристики россыпных отложений

Классификация обломочного материала, слагающего рыхлые отложения россыпей, по крупности приведена в табл. 17.

Таблица 17

Классификация обломочного материала

Размер зерен или обломков	Окатанный материал *	Угловатый, неокатанный материал
Более 50 см	Крупные валуны	} Глыбы
25—50 см	Средние валуны	
10—25 см	Мелкие валуны	
Более 5—10 см	Крупная галька	} Щебень
2,5—5 см	Средняя галька	
1,2—5 см	Мелкая галька	
5—10 мм	Крупный гравий	} Дресва
2,5—5 мм	Средний гравий	
1—2,5 мм	Мелкий гравий	
0,5—1 мм	Крупнозернистый песок	
0,25—0,5 мм	Среднезернистый песок	
0,1—0,25 мм	Мелкозернистый песок	
0,01—0,1 мм	Тонкозернистый песок	
Менее 0,01 мм	Ил, глина	

\* Промежуточные разности между песком и глиной образуют супеси и суглинки.

**Окатанность.** По степени окатанности материал в россыпях подразделяется на пять групп: совершенно неокатанные обломки с острыми краями; плохо окатанные угловатые обломки со слегка закругленными краями; полуокатанные гальки с закругленными углами и слегка сглаженными ребрами; хорошо окатанные гальки еще со следами первоначальной формы; отлично окатанные гальки (табл. 18).

### Промывистость песков

Под промывистостью песков понимается способность рыхлых отложений размываться в потоке воды до такого состояния, при котором минеральные частицы не связаны друг с другом и освобождены от глинистых примазок. Промывистость песков зависит от цементации их вязкими материалами, обычно пластичными глинами (табл. 19).

Таблица 18

Подразделение обломков по окатанности

Класс	Определение окатанности	Характеристика обломков по окатанности	Окатанность, %
-------	-------------------------	--	----------------

0	Отсутствие окатанности	Обломки с острыми углами и ребрами, без следов окатанности	0
1	Плохая	Угловатые обломки со слабо обтертыми углами и ребрами	25
2	Средняя	Обломки со сглаженными углами и ребрами, но сохранившей первоначальной формой граней	50
3	Хорошая	Округлые гальки без выраженных углов, ребер и граней	75
4	Отличная	Гальки эллипсоидальной или сферической формы с отшлифованной поверхностью	100

Таблица 19

## Классификация грунтов по промывистости

Степень промывистости	Выход глинистых и шламовых фракций (< 0,1 мм), %	Расход электроэнергии для механического разрушения, (кВт·ч)/м³	Затраты времени на промывку в барабанном грохоте с к.п.д. = 0,8, мин	Коэффициент грохочения фракций < 4 мм в барабанном грохоте, %	Число пластичности, $P$	Отношение количества глины к пескам	Величина максимальной молекулярной влагоемкости	Число промывистости $\frac{\varepsilon}{P}$	Время размытия в корытной мойке, мин	Коэффициент промывистости $K = \frac{P_{\varepsilon}}{\gamma_w}$ (по данным ЦНИГРИ)
Легкопромывистые . . . . .	10	0,15	50	>80	2—3	1 : 50	<7	<2,4	—	<1
Среднепромывистые . . . . .	10—15	0,3—0,4	70—80	70—75	2—7	1 : (20—40)	7—15	2,4—4,4	2,5	1—1,5
Труднопромывистые . . . . .	15—20	0,6	120	50—60	7—15	1 : (10—8)	15—20	44—50	4,0	1,5
Весьма труднопромывистые .	>30	—	—	40	>15	1 : (2—4)	25	>50	6,0	—

Степень промывистости песков зависит от физического свойства связывающего компонента и от количественного соотношения глинистой и галечной фракции. Характеризуется она коэффициентом промывистости ( $K_{пр}$ ), который определяют по следующей формуле:

$$K_{пр} = (P \cdot V_1) / (V_2 \cdot W)$$

где  $P$  - коэффициент пластичности глинистой фракции, %;

$V_1$  - выход иловой фракции (класс -0,1 мм), %;

$V_2$  - выход галечной фракции (класс +8 мм), %;

$W$  - влажность обрабатываемого материала, %.

При определении степени промывистости песков выход иловой и галечной фракций замеряют на месте работ. Пробу на определение влажности пласта отбирают в процессе проходки выработки.

Коэффициенты пластичности и влажности устанавливают в лаборатории. Данные для расчета коэффициента промывистости заносят в ведомость (табл. 20). По полученному коэффициенту промывистости определяют тип песков и категорию промывистости.

Таблица 20

## Ведомость расчета коэффициента промывистости



Место взятия пробы	Коэффициент пластичности (P)%	Выход иловой фракции ( $V_1$ ), %	Выход галечной фракции +8 мм ( $V_2$ ), %	Влажность песков (W), %	Коэффициент промывистости ( $K_{пр}$ )	Примечание
--------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---	-------------------------	--	------------

Коэффициент промывистости пласта песков по месторождению средних размеров определяется как средневзвешенное замеров и определений степени промывистости пласта песков по 5-10 выработкам, равномерно характеризующих отдельные участки россыпи на всем ее протяжении с учетом геоморфологических особенностей (табл. 21).

Таблица 21

Коэффициент промывистости песков	Тип золотоносных песков	Категория промывистости
До 1	Легкопромывистые	I
1-1,5	Среднепромывистые	II
Более 1,5	Труднопромывистые	III

Ориентировочно промывистость песков может быть определена визуально по степени связанности их, а именно: легкопромывистые - несвязанные и слабосвязанные песчано-галечные отложения с небольшим содержанием глины (до 10-15%); среднепромывистые - связанные песчано-галечные отложения, сцементированные глиной средней вязкости (до 30%); труднопромывистые - вязкие глинистые отложения, в которых пластичная глина с трудом поддается предварительному размачиванию (количество глины до 50% и больше).

### **Обогатимость песков**

Технологические свойства песков определяют не только показатели обогащения, но и эффективность работы промывочно-обога-тительных устройств.

Первая классификация учитывает пять признаков: содержание валунов (+ 400 мм); содержание эфельных фракций (класса -15 мм); содержание илисто-глинистых фракций (класс -0,01 мм); наличие самородков золота (+10 мм); содержание золота крупностью -0,2 мм.

В зависимости от величины указанных факторов пески подразделяют на три категории: легкообогатимые, среднеобогатимые и труднообогатимые (табл.22).

Таблица 22

### **Классификация песков по обогатимости**

Категория песков	Содержание валунов (+400 мм), %	Выход эфелей (–15 мм), %	Содержание глинисто-илистой фракции (–0,01 мм), %	Содержание самородков (+10 мм), %	Содержание мелкого золота (–0,2 мм), %
Легкообогатимые	0	Менее 40	Менее 5	0	Менее 3
Среднеобогатимые	0–5	40–70	7–10	0	3–10
Труднообогатимые	Более 5	Более 70	Более 10	1	Более 10

### III. ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РОССЫПЕЙ

#### 10. Последовательность геологоразведочных работ

Геологоразведочные работы проводятся с целью выявления, изучения и промышленной оценки месторождений и представляют собой сочетание геологических и геоморфологических съемок на инструментальной топографической основе с геофизическими, металлометрическими, горными и буровыми работами, сопровождающимися систематическим опробованием. Геологоразведочные работы начинаются с региональных геологических исследований и завершаются одновременно с отработкой месторождения.

Геологоразведочный процесс разделяется на три этапа, расчлняющиеся, в свою очередь, на стадии (табл. 23).

**Поиски россыпей** в основном осуществляют при помощи шлихового опробования, металлометрической съемки, проходки выработок и отбора отдельных валовых проб. Поисковым работам предшествуют геоморфологическое картирование в масштабах 1:50000 и 1:25000. проводимое, по возможности, с использованием аэрофотоснимков, магнитной и радиометрической съемок, ВЭЗ и других методов электроразведки.

Для обнаружения россыпей, не имеющих выхода на поверхность, проводят поисковые выработки. Когда перспективный участок трудно выделить, а долина находится в благоприятной для выявления россыпи геологической обстановке, проводится систематическая поисковая разведка, при которой проводят несколько поисковых линий. В зависимости от протяженности и ширины долины примерные расстояния между разведочными линиями и выработками на линиях указаны в табл. 24.

Таблица 23

Последовательность проведения геологоразведочных работ

Этап	Цель работ	Стадия работ		
		первая	вторая	третья
Региональная геологическая съемка	Выделение перспективных площадей, заслуживающих внимания как объекты для более детальных съемочных и поисковых работ	Геологическая съемка масштабов 1 : 1 000 000 1 : 500 000	Геологическая съемка масштабов 1 : 200 000 1 : 100 000	Геологическая съемка масштабов 1 : 50 000 1 : 25 000
Поиски россыпных месторождений	Обнаружение месторождений и выделение среди них объектов для постановки разведочных работ	Поиски и поисково-разведочные работы в масштабах 1 : 50 000 — 1 : 10 000		
Разведка россыпных месторождений	Выявление промышленных объектов и получение данных для рационального проектирования и проведения эксплуатационных работ	Предварительная разведка	Детальная разведка	Эксплуатационная разведка

Таблица 24

Примерные расстояния между разведочными линиями и выработками для поисков россыпей

Размеры долин, м	Расстояние, м
Протяженность:	Между линиями:
менее 3000	1000—1500
3000—8000	1500—2000
8000—15 000	2000—3000
15 000—25 000	3000—5000
более 25 000	5000—10 000
Ширина:	Между выработками:
менее 100	10
100—200	10—20
200—500	20—40
500—1000	40—60
более 1000	60—100

По результатам поисков дается прогнозная оценка района или отдельных месторождений, которая служит основанием для постановки разведочных работ. В случае выполнения поисковых работ в большом объеме запасы подсчитывают по категории  $C_2$  в контуре всего месторождения или его части.

**Предварительная разведка** производится на россыпных месторождениях, получивших положительную оценку в результате поисковых работ, а также на ранее частично разведанных участках. На этой стадии составляют более детальные геологические и геоморфологические карты отдельных участков и проводят геофизические исследования, уточняющие расположение россыпи, проходят и опробуют разведочные выработки с целью изучения строения рыхлой толщи, размеров россыпи и ее положения относительно элементов современного и

древнего рельефа, установления среднего содержания полезного компонента и его распределения. Производят химические и ситовые анализы полезного компонента, а также минералогическое исследование шлихов с целью выявления попутных компонентов. Изучают литологические особенности и гранулометрический состав пород рыхлой толщи с предварительным технологическим исследованием песков на обогатимость. Главная цель состоит в оценке промышленного значения месторождения и обосновании постановки детальной разведки наиболее падежных и богатых участков. По результатам предварительной разведки подсчитывают запасы по категориям  $C_1$  и  $C_2$ , составляют технико-экономический доклад (ТОД) и разрабатывают временные кондиции для месторождения.

**Детальная разведка** производится на россыпных месторождениях, получивших положительную промышленную оценку по данным предварительной разведки и предназначенных для ближайшего промышленного освоения. Детальную разведку обычно ведут последовательно по участкам, начиная с тех, которые подлежат первоочередной эксплуатации.

На этой стадии производят детальную топографическую съемку участка; проходит и опробуют разведочные выработки; более полно изучают гранулометрический состав пород, слагающих россыпь; осуществляют детальный минералогический анализ шлихов, а также ситовой и химический анализы основного и сопутствующих полезных компонентов россыпи; определяют коэффициенты разрыхления пород, их объемный вес и другие показатели, необходимые для подсчета запасов. Детальная разведка позволяет определить геологические, гидрогеологические и горнотехнические условия будущих эксплуатационных работ, установить распределение основного и сопутствующих полезных компонентов. Главная цель детальной разведки состоит в окончательной промышленной оценке месторождения, подсчете запасов полезного компонента и получении всех необходимых данных для утверждения запасов в ГКЗ и составлении проекта разработки. По результатам детальной разведки подсчитывают запасы по категориям А, В,  $C_1$ .

**Эксплуатационная разведка** осуществляется геологической службой горно-эксплуатационных предприятий во время разработки месторождений. Начинается она вместе с организацией добычи и заканчивается с полной обработкой россыпи.

На этой стадии выполняется комплекс геологоразведочных и опробовательских работ, обеспечивающий наиболее эффективное направление

горных работ, а также контроль за полнотой отработки.

Указанная последовательность разведочных работ соблюдается не всегда. На крупных россыпях предварительную, детальную и эксплуатационную разведки иногда проводят одновременно на различных участках и рассматривают эти участки как самостоятельные объекты разведки.

Разведка небольших россыпей нередко проходит в течение одного сезона. Разведочные работы, соответствующие стадиям предварительной и детальной разведок, проводятся почти одновременно.

## ***11. Сеть разведочных выработок***

Россыпные месторождения по размерам, условиям залегания, степени выдержанности продуктивного пласта и равномерности распределения полезных компонентов делятся на три группы.

**Группа 1** - очень крупные хорошо выдержанные россыпи с равномерным распределением полезных компонентов, относительно постоянной мощностью пласта и сравнительно ровным плотиком, имеющим незначительный уклон. Для этой группы наиболее характерны крупные аллювиальные россыпи золота, приуроченные к отложениям днищ долин и отличающиеся равномерным строением, мелким и однородным размером зерен полезных компонентов.

**Группа 2** - крупные выдержанные россыпи с неравномерным распределением полезных компонентов с относительно постоянной шириной и обычно неровным плотиком. К этой группе относятся аллювиальные россыпи золота, приуроченные к отложениям днищ долин и крупных по площади террас, а также крупные месторождения коры выветривания и современной береговой линии морей. В россыпи нередко встречаются обогащенные струи или обедненные участки. Размеры зерен полезных компонентов различны, но самородки редки.

**Группа 3** - невыдержанные по ширине и мощности россыпи с неравномерным распределением полезных компонентов, узкой струйчатостью или чередованием бедных и обогащенных участков; очень не выдержанные по мощности и форме, небольшие по размеру россыпи с неравномерным распределением полезных компонентов. К этой группе относятся также россыпи, залегающие в сложных геологических условиях, в том числе на закарстованном или сильнотрещиноватом плотике; террасовые россыпи, в значительной степени размытые последующей эрозией; крупные русловые россыпи; небольшие россыпи современной береговой зоны морей; часть месторождений коры выветривания и

др. Часть россыпей не имеет самостоятельного практического значения, и детальная их разведка даже при высоком содержании полезного компонента производится только в процессе отработки. Поверхность плотика обычно неровная, и значительная часть полезного компонента находится в его трещинах и западениях. Размеры зерен полезных компонентой весьма непостоянны, их среднее содержание в россыпи в большой степени зависит от наличия самородков или отдельных «пиковых» проб.

Категорию запасов определяют выдержанность россыпи и густота разведочной сети. Надежность средних данных по отдельному подсчетному блоку зависит от числа входящих в него разведочных выработок.

Минимальными расстояниями между разведочными линиями следует считать 100 м и между выработками 10 м.

В соответствии с принятой ГКЗ СССР классификацией россыпей и их морфологическими типами для каждой категории запасов «Методическими указаниями по разведке и геологопромышленной оценке месторождений золота» (М., ЦНИГРИ, 1974) установлена плотность разведочной сети для разведки бурением (табл. 25а).

Таблица 25а

Плотность разведочной сети при разведке россыпей золота скважинами  
ударно-канатного, колонкового (пневмоударного и всухую) бурения

Группы месторождений по ГКЗ СССР	Характеристика и морфологические типы россыпей	Расстояние (м) для категории			
		<i>B</i>		<i>C<sub>1</sub></i>	
		между линиями	между выработками	между линиями	между выработками
<b>I</b>	Очень крупные россыпи с относительно равномерным распределением золота	300-400	20-40	600-800	20-40
<b>II</b>	Крупные россыпи с неравномерным распределением золота. Долинные, террасовые, погребенные	150-200	10-20	300-400	20-40
<b>III</b>	Россыпи среднего размера и крупные, но не выдержанные по ширине и с очень неравномерным распределением золота. Долинные, террасовые, погребенные			100-200	10-20

При разведке сложных россыпей III группы плотность разведочной сети увеличивается (табл. 25б).

Таблица 25б

Плотность разведочной сети при разведке сложных россыпей III группы скважинами ударно-канатного, колонкового (пневмоударного, всухую) бурения

Группа месторождений по ГКЗ СССР	Морфологический тип россыпей	Метод разведки	Категория С <sub>1</sub> Расстояния между скважинами, м
III	Изометричные, гнездовые, не правильной формы	Квадратная, прямоугольная сеть	20*20, 20*40 40*40-60-80

При разведке россыпей траншеями плотность сети принимается в соответствии с табл. 25в.

Таблица 25в

Плотность разведочной сети при разведке россыпей траншеями

Группа россыпей	Ширина россыпи, м	Категория В			Категория С <sub>1</sub>		
		Расстояние между траншеями, м	Длина секции при валовом опробовании, м	Расстояние между бороздовым и пробами, м	Расстояние между траншеями, м	Длина секции при валовом опробовании, м	Расстояние между бороздовым и пробами, м
II	До 50	100-200	10	5-10	200-400	10-20	5-10
	50-100	150-250	20	10	300-500	20	10
	Более 100	200-400	20-40	10-20	400-600	20-40	20
III	До 50	-	-	-	100-200	10-20	5-10
	50-100	-	-	-	200-300	20	10
	Более 100	-	-	-	200-400	20-40	10-20

## 12. Способы разведки

Разведку россыпей осуществляют проходкой и опробованием траншей, шахт с рассечками, шурфов и буровых скважин.

При выборе рационального способа разведки, кроме глубины залегания продуктивного пласта и степени обводнённости, необходимо учитывать крупность полезного компонента, литологический и гранулометрический состав рыхлых отложений, наличие мерзлоты, а также освоённость района работ.

Наиболее достоверные результаты дает разведка траншеями и шахтами с рассечками, поскольку при этом можно получить пробы наибольшего объема. Пробы из шурфов также более представительны, чем пробы из скважин. Выбор типа разведочных выработок определяется глубиной залегания продуктивного

пласта и водоносностью рыхлых отложений.

При глубине залегания до 5-7 м наиболее целесообразна проходка траншей, а при глубине от 5-7 до 20 м и незначительной водоносности разведку более целесообразно производить шурфами. Когда глубина превышает 20 м и нет большого притока воды, разведку выгодно вести шахтами с рассечками (табл. 26).

Таблица 26

## Горные выработки для разведки россыпей

Вид выработки и способ проходки	Сечение выработки, м <sup>2</sup>	Состояние пород	
		талое	мерзлое
<b>Траншеи и каналы*</b>			
Проходка землеройными машинами: канавокопателем многоковшовым бульдозером . . . . .	5—10 10—25 10—30	Проходка до глубины 3 м То же, 5—7 м »	— Проходка до глубины 5—7 м с естественной оттайкой мерзлых пород в летнее время
экскаватором (механической лопатой) с ковшом емкостью до 1 м <sup>3</sup> . . . . .	5—20	Проходка до глубины 3—4 м	—
экскаватором-драглайном с ковшом емкостью до 1 м <sup>3</sup> . . . . .	5—20	То же, 5—8 м	—
Проходка гидравлическим способом . . . . .	100—300	» 10—12 м	—
Использование дражного разреза как разведочной выработки . . . . .	50—100	» 5—7 м	—
Шахты с рассечками с механизированным подъемом породы	Шахты 4—6, рассечки 2,7—3,6	Проходка до глубины 30—50 м обычно вручную, с креплением и водоотливом	Проходка до глубины 30—50 м с механизированным бурением шпуров и доставкой породы
<b>Шурфы</b>	1,25; 1,5; редко 2	Проходка до глубины 10 м на проморозку или с водоотливом и креплением	Проходка до глубины 20 м с ручным или механизированным бурением шпуров, с ручным или механизированным подъемом породы

\*1. При разведке сильнообводнённых россыпей с отложениями мощностью до 5-7 м вместо сплошных разрезов экскаватором проходят прерывистые траншеи, состоящие из отдельных звеньев или так называемых котлованов. Длина котлованов 10-20 м, расстояние между ними 20-40 м

2. При разведке россыпей с крупным золотом и неравномерном его распределении с отложениями мощностью до 5-7 м бульдозером проходят траншеи увеличенной ширины (40-80 м) или так называемые разведочные полигоны. Полигонный способ разведки применяют редко.

При разведке террасовых россыпей, перекрытых мощным слоем аллювиально-делювиальных отложений, не содержащих полезных компонентов в промышленной концентрации, а также при высокой валунистости торфов иногда проходят штольни.

В случае залегания продуктивного пласта на глубине, превышающей 10-15 м, и обильной водоносности рыхлых отложений россыпи разведуют скважинами ударно-канатного, иногда вращательного или комбинированного бурения (табл. 27). Диаметр скважин чаще всего 150-200 мм, очень редко 300-500 мм. При таком диаметре скважин пробы из них часто окажутся непредставительными и



содержание полезного компонента занижается.

Таблица 27

## Буровые станки для разведки россыпей

Марка станка	Способ бурения	Диаметр скважины	Состояние пород		Примечание
			талое	мерзлое	
Ручной бур «Эм-пайр»	Ударно-вращательный	4—6"	С обсадными трубами до глубины 15 м	Без обсадных труб до глубины 20 м	Выходит из употребления
БСА-6 («Амурец»)	Ударно-канатный	6"	То же, 50 м	То же, 80—100 м	В стадии разработки и испытания в объединении «Северостокзолото»
БУ-20-2 и другие аналогичные станки	То же	8—12"	То же, 100—150 м	То же, 200 м	
БУКР (буровой, ударно-канатный, разведочный)	»	8—12"	То же	То же, до 300 м	
УКС-22 и другие аналогичные станки	»	10—22"	»	То же	
УБСР-25	Ударно-захватный и медленно вращательный	700 мм	То же, 25 м	—	В стадии разработки и испытания в ЦНИГРИ
СБУД-ЗИВ-150	Вращательный	100—200 мм	Без обсадных труб до глубины 50 м и более	—	
УГБ-50А	Комбинированный	Шнек 8—10" с колонковой трубой 4"	То же, 50 м	—	

Недостаточная достоверность буровой разведки вызывает необходимость контроля и введения поправочных коэффициентов к данным бурения.

Наиболее распространенный метод контроля состоит в проходке шурфа по оси скважины. Лучший способ контроля - дублирование шурфами или рассечками целых буровых линий и сопоставление средних показателей по всей линии.

Крупность полезного компонента оказывает существенное влияние на достоверность результатов опробования. При большой крупности не только в буровую скважину, но иногда и в пробу из шурфа может не попасть ни одного зерна и проба окажется пустой. В этом случае необходимо буровые скважины по возможности заменять шурфами или разведочными шахтами с рассечками.

Литологический и гранулометрический состав рыхлых отложений также могут повлиять на выбор того или иного способа разведки. Валунные, особенно гранитные, часто настолько затрудняют бурение скважин, что становится выгоднее проходить шахту с рассечками или шурфы, несмотря на большую глубину залегания россыпи.

Выбирая способ разведки, обязательно следует учитывать степень освоенности района работ. Применение траншей и скважин рационально при

наличии соответствующего оборудования и ремонтных баз. В отдаленных районах легче вести разведку шурфами, не требующую труднодоступного оборудования и материалов.

Разведочные линии следует задавать поперек оси направления долины (поисковые) или поперек оси россыпи (предварительные и детальные). Разбивка линий производится при помощи горного компаса, буссоли или другого угломерного инструмента с обязательным определением азимута линии. Расстояния между линиями и выработками промеряют с помощью мерной ленты или рулетки.

Нумерацию линий ведут отдельно для каждого объекта (ключа, реки) - от устья вверх по долине. Номер линии обозначает целое число сотен метров от устья ключа или речки до линии. В том случае, если ключ проходит по долине главного водотока на значительном протяжении, промер долины ключа производится от створа собственной долины.

Выработки в линиях нумеруют слева направо. За нулевую точку принимают подножье левого увала. Номер выработки соответствует целому десятку метров от нулевой точки до выработки. Указанная методика обеспечивает правильный порядок нумерации.

Для выкладки проходок (породы с интервала углубки) подготавливают площадку. Она должна быть тщательно очищена от леса, кустарников, валежника, кочек и камней, а в зимнее время - от снега. Размеры площадки устанавливают в зависимости от глубины шурфа из расчета  $1,5 \text{ м}^2$  для интервала углубки  $0,2 \text{ м}$  и, кроме того, предусматривают рабочее место вокруг шурфа и проход по площадке. Порядок выкладки проходок показан на рис. 3.

На выложенных проходках устанавливают по две бирки, вытесанные из сухого дерева. Длина бирки 20-25 см, ширина 5-6 см. На бирке надписывают простым карандашом номер линии, номер шурфа и порядковый номер проходки.

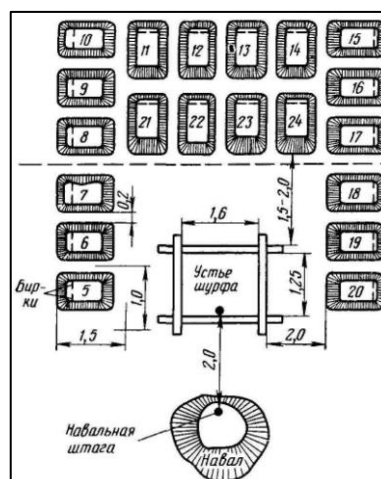


Рис. 3. Расположение проходок на площадке

### 13. Разведочное опробование

В задачи разведочного опробования входят определение содержания в песках основного и сопутствующих полезных компонентов и выявление характера их распределения в россыпи. На основании результатов опробования подсчитываются запасы и дается оценка месторождения.

Объем разведочной пробы зависит от содержания полезного компонента в россыпи, крупности зерен минералов и характера их распределения (табл. 28).

Таблица 28

Примерные объемы разведочных проб и расстояния между ними

Вид разведочной выработки и способ проходки	Способ опробования и объем пробы *	Основные полезные компоненты россыпи			
		золото, платина	касситерит, вольфрамит, тантал, колумбит	титан, цирконий	алмазы
Траншеи и канавы: проходка землеройными машинами	<i>Валовой в комплексе с бороздовым</i>				
	Объем валовой пробы на 1 м траншеи, м <sup>3</sup>	0,1—0,5	—	—	—
	Объем пробы из секции борозды, м <sup>3</sup>	0,04—0,08	—	—	—
Дражные и гидравлические разрезы	Расстояние между бороздами, м	10—20	—	—	—
	<i>Валовой</i>				
	Объем валовой пробы, м <sup>3</sup> на 1 м траншеи	—	—	—	3—5
Шахты с рассечками	<i>Валовой</i>				
	Объем валовой пробы, м <sup>3</sup> на 1 м траншеи	100—300	—	—	—
	<i>Валовой в комплексе с бороздовым</i>				
Шурфы	Объем валовой пробы, м <sup>3</sup>	0,2—0,5	—	—	—
	Расстояние между валовыми пробами, м	10—20	—	—	—
	Объем пробы из секции борозды, м <sup>3</sup>	0,02—0,04	—	—	—
	Расстояние между бороздами, м	10—20	—	—	—
	<i>Бороздовый</i>				
	Объем пробы из секции борозды, м <sup>3</sup>	0,04—0,08	0,02—0,04	—	—
	Расстояние между бороздами, м	10—20	10—40	—	—
	<i>Задирковый</i>				
	Объем пробы из пласта, м <sup>3</sup>	0,04—0,06	0,02—0,04	—	—
	<i>Бороздовый</i>				
	Объем пробы из секции борозды, м <sup>3</sup>	0,04—0,1	0,04—0,6	0,04—0,6	—
	<i>Валовой</i>				
	Объем пробы, м <sup>3</sup>	0,01—0,5	0,06—0,1	0,06—0,1	5—10

\*1. Объем проб дан в плотной массе

Опробование состоит из двух операций: отбора и обработки проб. Методика отбора проб определяется особенностями месторождения и способами разведочных работ.

При разведке траншеями и канавами опробование производится либо валовым способом в комплексе с бороздами, либо одним валовым. Валовые пробы отбирают из отвалов песков, выданных из секции траншеи длиной 20—40 м (иногда до 60 м), или из полотна выработки, пройденной по торфам до продуктивного пласта.

Валовую пробу из отвала песков отбирают путем разрезания отвала на **всю**

глубину. Из полотна траншеи валовые пробы отбирают с помощью бульдозера или экскаватора (пески окучивают в пределах 10-, иногда 20-метровых секций). Борозды отбирают из одной стенки траншеи (ширина борозды 1 м, глубина 0,2—0,4 м, иногда ширину увеличивают до 2 м с уменьшением глубины до 0,1-0,2 м). В пределах борозды пробы отбирают посекционно. Высота (длина) секции 0,2 м. По данным валового опробования определяют содержание полезного компонента в россыпи, поданным бороздового - мощность пласта песков и характер распределения компонента. При разведке золотоносных россыпей траншеями с применением гидравлических установок или малолитражных драг в промывку поступает вся толща рыхлых отложений. Траншеи по ширине россыпи опробуют секциями длиной 20-40 м. При разведке алмазных россыпей траншеи также опробуют посекционно; длину секции принимают равной 10-20 м. Объем пробы при разведке россыпей траншеями определяют тщательными замерами выработки в той части, откуда взята проба. Пробы небольшого объема можно замерять ендовкой.

При разведки шахтами с рассечками опробование производится также валовым способом в комплексе с бороздовым либо только бороздовым. При разведке россыпей с крупным золотом, а также неравномерным его распределением в рассечках отбирают валовые пробы из отбитой породы. В местах валового опробования отбирают и секционные бороздовые пробы. Борозды располагают вертикально по мощности продуктивного пласта (ширина борозды 1 м, глубина 0,1-0,2 м, длина секции 0,2 м). На россыпях с мелким и равномерно распределенным золотом, рассечки опробуются бороздами (ширина борозды 1 м, глубина 0,2-0,4 м, при длине секции 0,2, иногда 0,4 м).

При разведке шурфами опробование осуществляется задирковым, бороздовым и валовым способами. Задирковым способом опробуются россыпи с маломощным продуктивным пластом. Задирковая проба отбирается со всей обнаженной площади. Бороздовая проба обычно отбирается из одной или двух стенок шурфа (ширина борозды 1 м, глубина 0,2-0,5 м, длина секций 0,2-0,4 м).

Размеры стандартной ендовки по верхнему основанию - 300 x 600 мм, по нижнему - 200 x 500 мм, по высоте - 200 мм. В нее вмещается  $0,028 \text{ м}^3$  породы, что соответствует  $0,02 \text{ м}^3$  плотной массы для талых песчано-щебенисто-галечных отложений мелких и средних фракций с коэффициентом разрыхления 1,4.

Валовое опробование ведут поинтервально. Для этого шурфы углубляют интервалами от 0,2 до 1 м. Величину интервала устанавливают в зависимости от

ожидаемой мощности продуктивного пласта, равномерности распределения полезного компонента и предполагаемого способа разработки россыпи. При разведке россыпей золота и платины интервал опробования принят равным 0,2 м, иногда 0,4 м.

В период поисковой разведки породу с каждого интервала углубки (так называемую «проходку») выкладывают на поверхности. Во время предварительной разведки не опробуют только самые верхние горизонты - почвенный слой и илы, не содержащие полезных компонентов. На стадиях детальной и эксплуатационной разведок обычно опробуют только продуктивную часть отложений. При отборе проб из «проходок» объем их замеряют ендовкой.

При разведке россыпей со средним или мелким золотом и неравномерным его распределением из «проходок» продуктивного пласта для промывки обычно отбирают по 5-8 ендовок. При разведке россыпей с крупным золотом «проходки» промывают полностью. Из «проходок» по торфам отбирают по 2-4 (обычно 3) ендовки.

При разведке скважинами опробование ведут в процессе бурения. Породу из скважин промывают полностью. При разведке золотоносных россыпей, предназначенных для раздельной выемки на поисковых линиях, опробуют всю толщу отложений (интервал опробования принимают равным 0,2-0,4 м). На стадии предварительной разведки, если положение продуктивного пласта точно не установлено, всю толщу отложений также опробуют интервалами 0,2-0,4 м. Во время детальной разведки интервалами 0,2, иногда 0,4 м полностью опробуют продуктивный пласт и примерно 2-3 м торфов, непосредственно примыкающих к пласту. При разведке россыпей золота, предназначенных для сплошной выемки, интервал опробования увеличивают до 0,6 м, иногда до 1 м, но по продуктивному пласту его принимают равным 0,2-0,4 м.

Скважины небольшого диаметра (100-200 мм) заверяют горными выработками в количестве 10% от общего числа скважин, пробуренных в промышленном контуре россыпи. По данным заверенных выработок определяют поправочные коэффициенты на мощность пласта и содержание полезного компонента, которые затем учитывают при подсчете запасов.

Пробы обрабатывают на различных приборах (табл. 29). Выбор того или иного прибора определяется в основном физическими свойствами полезного компонента и объемом пробы. Для обработки проб из россыпей золота и платины применяют ковш, лоток, бутару, различные механические приборы вплоть до

промывочных установок большой производительности, используемых на эксплуатационных работах.

Таблица 29

**Основные показатели и условия применения приборов при обработке  
разведочных проб**

Прибор и его марка	Производительность, м <sup>3</sup> /смену	Условия применения		Примечание
		основной полезный компонент	способ разведки	
Ковш металлический 2,5—3 л	0,25—0,3	Золото, платина	Небольшие пробы из скважин, шурфов, траншей, рассечек	
Лоток деревянный или из стеклопластика 3—5 л	0,3—0,5	Золото, платина, касситерит, вольфрамит, тантал, колумбит	То же	
Бутара	2—6	То же	Пробы увеличенного объема из шурфов, траншей и рассечек	
ПОУ-4 ЦНИГРИ (передвижная обогатительная установка)	2	Золото	Пробы из шурфов и скважин увеличенного диаметра	
УРП (установка разведочная промывочная)	4—5	То же	То же	В стадии разработки и испытания в ЦНИГРИ
ПРБ-1-6 (прибор ручной, барабанный)	2—3	»	Пробы из шурфов, траншей, рассечек	Создан в объединении Северовостокзолото
РОП (ручной опробовательский прибор)	2—3	»	То же	Создан в Северовосточном геологическом управлении
ПМ-2 (прибор малогабаритный)	5—6	»	Валовые пробы из траншей	Создан в объединении Северовостокзолото
СПП-100 (скреперный передвижной прибор)	5—7 м <sup>3</sup> /ч	»	То же	То же
МПД-4, МПД-6 (металлический прибор Дальстроя)	20—75 м <sup>3</sup> /ч	»	Валовые пробы из траншей, разведочных полигонов и отвалов горных работ	
ПГШ-Ш-30, ПГШ-Ш-50, ПГШ-Ш-75 (прибор гидроэлеваторный шлюзовой)	20—75 м <sup>3</sup> /ч	»	»	
ВСП (винтовой сепаратор поискового типа), ВСП (винтовой сепаратор, разведочный)	40—50 кг/ч 1000—1300 кг/ч	Титан, цирконий То же	Пробы из скважин и шурфов Пробы из шурфов, траншей, рассечек	
Вашгерд, шейкер, отсадочная машина	—	Алмазы	То же	

#### **14. Техническое и технологическое опробование**

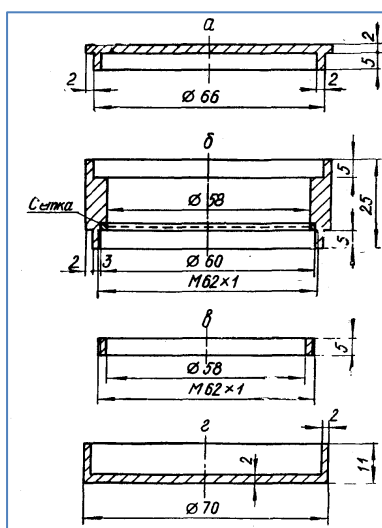
Задача технического опробования россыпей заключается в определении валунистости рыхлых отложений, когда объем пробы измеряют ендовками и крупнообломочный материал (крупнее 0,2 м) не попадает в промывку;

коэффициента разрыхления; гранулометрического состава и промывистости песков для разработки технологической схемы обогащения россыпи; объемного веса, когда пробы измеряют не по объему, а по весу.

Технологическое опробование на промышленных россыпях проводят с целью обоснования наиболее рационального способа добычи или контроля производства работ. При технологическом опробовании детально изучают состав и характер основных и сопутствующих компонентов и определяют технологический режим извлечения каждого полезного компонента. Для технологических исследований отбирают специальные пробы объемом до нескольких десятков кубических метров, характеризующие участки россыпей или россыпи в целом, подлежащие промышленному освоению.

### 15. Ситовой анализ золота

Золото, полученное при поисках и разведке россыпей, независимо от его количества, места расположения и вида выработки подлежит ситованию.



Обычно используют следующий набор сит (в мм): 0,074; 0,15; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,41; 2,0; 2,82; 4,0; 5,65; 8,0; 11,3; 16,0; 22,56. Но для удобства пересчетов ситовых анализов на практике применяют набор сит (в мм): 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0.

Рис. 4. Конструкция сита: а-крышка; б - корпус; в - крепежное кольцо для сетки; г - поддон

Крепление сетки в обойме рекомендуется сделать при помощи кольца с наружной резьбой (М 60-70 х 1) Для удобства замены сетки при необходимости. Такой набор сит легко изготовить из цветного металла (бронза, латунь, дюраль) в любых мехмастерских, используя целые участки сетки от пришедших в негодность обычных лабораторных сит.

#### Наборы сит для гранулометрического анализа золота

Тип золота в россыпях	Крупность, мм	Рекомендуемый набор сеток (размер ячеек, мм)
Весьма мелкое и мелкое	Менее 1,0	0.063, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0
Среднее	1,0-2,0	0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0
Крупное и весьма крупное	Более 2,0	0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0

Объекты с разным по крупности золотом	Любая	0.063, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0
---------------------------------------	-------	---

Размеры сит отечественного производства выражаются в миллиметрах и их долях, зарубежного - в метрической системе и в мешах (система Тейлора).

В шкале 1 мм размер отверстий сит определяется в мешах, т. е. по числу отверстий, приходящихся на 1 квадратный дюйм. Например, 10 меш - 10 отверстий в одном квадратном дюйме (1 дюйм=25,4 мм).

По шкале Тейлора за стандарт принято сито в 200 меш (диаметр отверстий 0,074 мм). Эта цифра служит основанием; другие размеры отверстий сит образуют геометрическую прогрессию со знаменателем  $\sqrt{2} = 1,414$  (табл. 30).

Таблица 30

Шкала Тейлора			Шкала 1 мм		
число отверстий в 1 квадратном дюйме, меш	Величина отверстий		число отверстий в 1 линейном дюйме, меш	Величина отверстий	
	дюймы	мм		дюймы	мм
8	0,093	2,36	5	0,100	2,54
9	0,078	1,98	8	0,0162	1,57
10	0,065	1,65	10	0,050	1,27
12	0,055	1,40	12	0,042	1,06
14	0,046	1,17	16	0,031	0,79
16	0,039	0,99	20	0,025	0,64
20	0,033	0,83	30	0,017	0,42
24	0,028	0,70	40	0,012	0,32
28	0,023	0,59	50	0,010	0,25
32	0,020	0,50	60	0,0033	0,21
35	0,016	0,42	70	0,0071	0,18
42	0,014	0,35	80	0,0062	0,16
48	0,0116	0,30	90	0,0055	0,14
60	0,0097	0,25	100	0,0050	0,13
65	0,0082	0,21	120	0,0042	0,107
80	0,0069	0,18	150	0,0033	0,084
100	0,0058	0,15	200	0,0025	0,068
115	0,0049	0,12	-	-	-
150	0,0041	0,10	-	-	-
170	0,035	0,088	-	-	-
200	0,0029	0,074	-	-	-

Ситование золота производят только после контрольного взвешивания шлиховых проб по выработкам.

Ситовой анализ производят для каждой выработки, а при малом количестве золота - по нескольким выработкам, объединенным в одну пробу, или по одной линии. При разведке россыпей скважинами малого диаметра пробы на ситовой анализ объединяют по участкам или по всей россыпи в целом. Ситовой анализ



золота по каждой заверенной и заверочной выработке производится отдельно.

Пробу для ситования предварительно взвешивают с точностью до 1 мг на аналитических весах и высыплют в набор сит, составленных в колонку по возрастанию диаметра отверстий снизу вверх. Под нижнее сито подставляют поддон для сбора фракции конечного размера, верхнее сито плотно закрывают. Слабыми ритмичными круговыми встряхиваниями всего набора сит в течение 10-15 мин золото на ситах разделяют на фракции. Затем золото с каждого сита взвешивают и ссыпают в капсулы, на которых надписывают: название объекта, номера линии и выработок, размер фракций и вес.

Вес золота каждой фракции определяется с той же точностью, при этом крупные зерна золота (при разведке бурением - 25 мг, шурфами и другими выработками - фракции больше 4 мм) взвешивают отдельно и в целом по каждой фракции.

Результаты взвешивания каждой пробы фиксируют в специальных карточках ситового анализа и в дальнейшем объединяют путем суммирования по разведочным линиям, участкам и в целом по россыпи.

По фракциям каждой пробы определяют и заносят в карточку следующие показатели:

- абсолютный вес (мг) - числитель;
- процент выхода от общего веса пробы - знаменатель;
- фактическое число зерен и их средний вес по фракциям менее 4 мм;
- вес каждого зерна во фракциях размером более 4 мм;
- среднюю крупность золота в россыпи, на участке ее, по линии или выработке;
- форму отверстий сит по каждой фракции.

Средний вес золотин фракций 1-2 мм определяют их подсчетом. Для установления среднего веса золотин размером до 1 мм из каждой фракции отбирают 100-200 золотин, для которых и определяется средний вес.

По крупности золота в россыпи представлено частицами различных размеров, от сотых долей миллиметра (фракции менее 30-50 микрон при геологоразведочных и эксплуатационных работах не учитываются) до самородков весом в несколько граммов и реже до килограмма. В практике принято размер золотин определять сравнением с некоторой условной величиной, именуемой средней крупностью. Под этим термином понимается наиболее вероятный условный диаметр отверстий, способных оставлять на сите ровно 50% веса пробы.

Определение среднего размера золотин ( $D_{ср}$ ) производят по формуле:

$$D_{ср} = D_m + (50 - C_m) * (D_6 - D_m) / (C_6 - C_m)$$

где  $D_m$  - диаметр сита с нарастающим накоплением менее 50%;

$D_6$  - диаметр сита с нарастающим накоплением более 50%;

$C_m$  - нарастающее накопление менее 50%;

$C_6$  - нарастающее накопление более 50%. Средний размер золотин можно определять и графически. По оси абсцисс откладывают крупность в масштабе 20:1, а по оси ординат - нарастающее накопление соответствующих весовых фракций в масштабе 10% в 1 см. Средняя крупность золотин будет соответствовать 50%-ному накоплению. Величина ее, определенная графическим способом, не будет отличаться от определения по приведенной формуле.

К отчетам о поисках и разведке россыпного золота, а также по подсчету запасов прилагают копии карточек ситового анализа по выработкам и сводные карточки ситового анализа по россыпи или отдельным ее участкам, которые являются фактическим материалом для составления таблиц, графиков, диаграмм, характеризующих распределение золота в россыпи по классам крупности.

## **IV. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### ***16. Геологическая служба приисков***

С момента организации добычных работ до полной отработки месторождений, расположенных в пределах горного отвода, геологическое обслуживание прииска осуществляется специальной службой путем проведения геологоопробовательских и геологоразведочных работ на основе систематического изучения месторождений.

Основные задачи геологической службы прииска:

- обеспечение плана добычи текущего года разведанными запасами и участие в составлении годовых и перспективных планов и проектов горно-эксплуатационных и разведочных работ;
- выявление дополнительных запасов для продления срока существования предприятия или наращивания его мощности;
- изучение горно-геологических, гидрогеологических, условий и вещественного состава месторождений для обеспечения возможности выбора наиболее рациональных способов и систем разработки и наиболее

полного извлечения основных и сопутствующих полезных компонентов из песков;

- систематический контроль за направлением горно-эксплуатационных работ;
- постоянный учет добытого и оставшегося в недрах полезного ископаемого и совместно с маркшейдерской и обогатительными службами выяснение причин потерь и разубоживания полезного ископаемого;
- обобщение геологических материалов, полученных при эксплуатации и разведке месторождений.

В особых случаях геологической службе поручается проведение специальных инженерно-геологических, геофизических и других работ.

### ***17. Доразведка эксплуатируемых месторождений***

Основная задача доразведки - выявление неучтенных разведкой запасов в пределах горных отводов и на соседних перспективных территориях. Сюда входит уточнение и расширение контуров россыпей в процессе эксплуатационного опробования, а также разведка следующих объектов:

- ранее не охваченных или не законченных разведкой участков, расположенных в пределах горного отвода;
- перспективных близлежащих территорий вне горного отвода;
- отдельных участков россыпей, по которым имеющиеся данные вызывают сомнения или требуют уточнения;
- участков месторождения или отдельных блоков для перевода запасов в более высокие категории;
- оконтуренных блоков, предназначенных для разработки со сплошной выемкой с целью выявления участков с повышенным содержанием полезного ископаемого;
- различных недоработанных площадей, по которым отсутствуют необходимые данные;
- галечных, эфельных и галечно-эфельных отвалов.

Направление доразведочных работ обуславливается требованиями эксплуатации, а сами работы сосредоточиваются в первую очередь на наиболее перспективных и легкодоступных для разработки участках месторождения.

Геологоразведочные работы, выполняемые службой, ведущей эксплуатационное опробование (например, копушение, проведение и опробование

прибортовых шурфов, опробование выработок за пределами эксплуатационных контуров), регламентируются методикой эксплуатационного опробования и финансируются за счет основной деятельности.

Геологоразведочные работы, выполняемые специальными подразделениями геологической службы предприятия, относят, как правило, за счет капиталовложений на геологоразведку.

Работы, производимые специализированным подразделением геологоразведочной службы предприятия, по существу являются поисково-разведочными. Их проектирование, организация, технические средства, методика и документация осуществляются в соответствии с действующими инструкциями и методическими указаниями по разведке россыпей.

Некоторые специфичные работы, например повторная разведка, освещение прибортовых частей россыпи и т. д., ведутся в соответствии со специальными методическими указаниями (или инструкциями) или исходя из запросов эксплуатации с учетом конкретной обстановки.

Повторная разведка производится для переоценки оставшихся запасов полезного ископаемого на ранее разрабатывавшихся месторождениях с целью их повторной сплошной переработки.

Действительное наличие оставшихся запасов и их качественная характеристика могут быть установлены только путем проведения определенного комплекса повторных разведочных работ.

Вследствие того, что отработанные россыпи имеют целый ряд особенностей, при их разведке применяется методика, отличающаяся от методики разведки россыпей в их естественном залегании.

Предпосылки для постановки повторной разведки в пределах ранее отработанного месторождения:

- наличие большого количества участков с непромышленным для добычи с раздельной выемкой содержанием полезного компонента;
- выборочная в прошлом разработка месторождения;
- неполная отработка россыпи из-за сложных условий залегания и др.

Разведочным работам обязательно предшествует составление технического проекта. Перед этим тщательно анализируются все особенности геологического строения и геоморфологии намеченных к разведке объектов. Анализируются все оставшиеся учтенные запасы, а также все материалы прежней разведки и эксплуатации месторождения.

Повторная разведка россыпей, отработанных ранее открытым способом, производится траншеями.

Пробы из траншей отбирают секциями па всю выемочную мощность. В промывку поступает либо вен порода, вынутая из секции, либо ее часть, обеспечивающая представительность секционной пробы.

Отвалы опробуют валовым способом. На галечных отвалах пробы располагают равномерно по их окружности на середине высоты, на эфельных отвалах - равномерно по их длинной оси. Количество валовых проб определяется объемом отвалов из расчета одна проба (объемом 5 м<sup>3</sup>) на 3 тыс. м<sup>3</sup> горной массы.

Повторную разведку россыпей, ранее отработанных подземным способом, в основном осуществляют ударно-канатными станками скважинами 0,8-10", реже шурфами. Расстояние между линиями и выработками устанавливают в соответствии с характером и строением россыпи по действующим инструкциям.

Если данные первичной разведки в пределах бортов россыпи и торфовой части рыхлых отложений надежные, то их включают в подсчет запасов.

На разведываемых россыпях обязательно производится мензуральная съемка в масштабе 1:1000 или 1:2000 с нанесением всех разведочных выработок, контуров отвалов, с указанием их объемов. По всем разведочным линиям и отвалам производится нивелировка.

## ***18. Особенности разведки россыпей скважинами ударно-канатного бурения***

Основным способом разведки месторождений россыпного золота является бурение скважин ударно-канатными станками.

При ударно-канатном бурении результат опробования получается непосредственно в процессе бурения скважины и практически не поддается внешней проверке. В таких условиях главным фактором получения достоверных положительных результатов на объекте работ является мастерство и добросовестность бурильщика и промывальщика на станке и геолога на участке.

Качество получаемого результата опробования зависит от технического состояния бурового оборудования, главным образом желонки, соблюдения технологии бурения и качественного выполнения всех операций при бурении и опробовании.

**Бурильщик** обязан соблюдать технологию бурения и качественно отобрать пробу с интервала опробования и доставить пробу в колоду.

**Промывальщик** должен замерить объем выжелоненной пробы, качественно промыть ее и закапсюлировать шлих.

**Геолог** должен знать и контролировать соблюдение технологии бурения, уметь читать по «вязкам» процесс бурения, интервал отбора пробы, глубину скважины, контролировать промывку пробы промывальщиком, а также своевременно осуществлять ведение геологической документации породы по шламу. Делать контрольный замер глубины скважины при встрече золотоносного пласта и окончания бурения скважины.

### **Основные операции при разведке россыпей**

1. При бурении важно соблюдать интервал отбора пробы в обсадных трубах: 0,5 м - по пустым породам и 0,2 м - по золотоносному пласту.

Технически можно пробурить за один цикл и несколько метров, в зависимости от состава породы геологического разреза, что часто и делается при бесконтрольном бурении. Полученный шлих расписывается и раскладывается по проходкам. Выявленное при промывке шлиховое золото попадает в случайную проходку. При этом верхняя и нижняя граница пласта может быть искусственно либо опущена, либо поднята относительно естественного залегания.

2. Желонение должно вестись до полного отбора шлама, не менее 3-5 и более циклов желонений.

При долочении породы в скважине в жидкой среде происходит дезинтеграция породы, и золотины осаждаются в нижней части забоя. При недостаточном количестве желонений (2-3 раза) часть породы в забойной части с концентрацией золота остается невыжелоненной и попадает в новый цикл долочения.

Этому способствует и конструктивная особенность желонки. Между нижней частью башмака желонки и клапаном желонки имеется «мертвое» пространство высотой до 5 см, не позволяющее полностью задержать в желонке выжелоненную породу до момента закрытия клапана.

Не все золото с опробуемого интервала попадает в пробу, часть золота по скважине опускается, что приводит к опусканию верхней границы золотоносного пласта и растягиванию пласта по мощности.

При желонении в скважине обязательным должен быть столб воды, обеспечивающий, во-первых, необходимый вакуум для желонения и, во-вторых, необходимую консистенцию пульпы.

Эти особенности характерны для желонки с тарельчатым клапаном и с шаровым.

3. Желонка должна обеспечивать необходимый вакуум для полного отбора шлама. Для этого зазор между манжетой поршня и стенкой желонки должен составлять 3-6 мм. Данный зазор обеспечивает пропуск воды через поршень внутрь желонки при опускании на забой и необходимую герметичность при подъёме поршня для создания вакуума в желонке. Для обеспечения вакуума столб воды в скважине без водопритока должен быть выше поршня желонки.

Если манжет поршня будет плотным, желонка в момент подъема будет отрываться от забоя и не обеспечит полноту отбора пробы. Если же манжет ослаблен, то не будет необходимого вакуума для полного отбора пробы. Вода слишком свободно будет переливаться через поршень и не обеспечит необходимого вакуума для забора шлама. При этом призабойная обогащенная часть шлама останется на забое и попадет в следующую проходку.

Для контроля качества желонения рекомендуется до начала разбурирования породы в трубах забросить в скважину имитатор в виде кусочков тяжелых металлов в количестве 10 штук. Оптимальным является твердый сплав из старых резцов, коронок, можно свинец.

4. После завершения операции желонения шлам из колоды сливается в ендовку. Для исключения потерь золота из пульпы ендовка устанавливается в обрез из бочки. После отмучивания порода из обреза сливается в ендовку и производится замер выжелоненной породы мерной линейкой.

Операция необходима для сравнения объема с теоретическим при подсчете средних содержаний по проходкам.

Таблица 31

**Теоретический объём проб при различных диаметрах УКБ**

Диаметр желонки (мм)	Длина пробы (м)	Объём (л)	Диаметр желонки (мм)	Длина пробы (м)	Объём (л)
<b>120</b>	0,5	5,65	<b>170</b>	0,5	11,35
<b>125</b>	0,5	6,14	<b>180</b>	0,5	12,72
<b>130</b>	0,5	6,64	<b>185</b>	0,5	13,44
<b>135</b>	0,5	7,16	<b>190</b>	0,5	14,18
<b>140</b>	0,5	7,70	<b>195</b>	0,5	14,93
<b>145</b>	0,5	8,26	<b>200</b>	0,5	15,71
<b>150</b>	0,5	8,84	<b>205</b>	0,5	16,50
<b>155</b>	0,5	9,43	<b>210</b>	0,5	17,32
<b>160</b>	0,5	10,05	<b>215</b>	0,5	18,15
<b>165</b>	0,5	10,69	<b>220</b>	0,5	19,01

При бурении в водоносном горизонте объем выжелоненной породы часто бывает больше теоретического объема за счет попадания породы из-за затрубного пространства. Если объем не будет правильно определен, среднее содержание в проходке будет завышено.

5. Промывка пробы на лотке важнейшая операция при опробовании скважин, влияющая на определение и подсчет запасов оцениваемого месторождения.

Необходимо извлечь в шлих все зерна золота до самых мелких фракций. Опытный промывальщик извлекает в шлих самые мелкие частицы золота. При промывке на лотке порода тщательно перетирается до полного распада глинистых частиц. Шлих доводится в чистой воде. После окончания бурения скважины производится общий перебив хвостов опробования скважины.

В выжелоненной пробе часто содержатся целиковые остатки породы, сцементированные глиной. И если при промывке в лотке их не растереть (что делается недобросовестными промывальщиками при бесконтрольном опробовании), то часть пробного золота смывается в хвосты промывки. При бесконтрольном опробовании общий перебив хвостов может не делаться, что отразится на результатах.

6. Геологическая документация скважин является неотъемлемой частью буровой разведки.

В обязательном порядке необходимо выделять все литологические разновидности пород и по цвету и составу заполнителя, и по составу каменного материала, и по степени обработки каменного материала, и по генетическим признакам и пр., что позволит правильнее определить приуроченность золотоносности к определенным литологическим и генетическим горизонтам. В процессе бурения с проходок отбираются образцы извлекаемой породы по всем разновидностям и выкладываются в специальные трафареты для последующей документации.

По шламу при определенном навыке выделение разновидностей пород не вызывает особых осложнений.

Для идентификации пород в естественном виде и облегчения документации рекомендуется в процессе бурения сразу после обсадки труб отжелонить породу 1-2 раза без долочения. При этом в желонку попадают целиковые неразрушенные куски породы, что значительно облегчает документацию разреза.

Только по шламу без надлежащего опыта документация затруднена. Каменный материал раздроблен до щебня, и часто хорошо окатанный



аллювиальный галечник документируется как щебень. При этом наличие хорошо обработанных частей каменного материала часто не учитывается.

7. Информация по документации и опробованию оперативно выносится на геологический разрез. Важно, чтобы профиль разреза близко соответствовал дневной поверхности. Профиль поверхности отстраивается относительно течения реки, левая часть профиля соответствует левому борту, правая - правому борту. Соответственно, привязка скважин по линии производится относительно течения реки. Профиль строится по топографическим отметкам, однако это не всегда возможно из-за отсутствия топоъемочного обоснования на участках поисковых работ.

В современных условиях при ведении поисково-оценочных работ для оперативности наиболее прогрессивно пользоваться спутниковой навигационной системой ГЛОНАСС или GPS, особенно для выноски поисковых линий в натуру по координатам, построения поперечного профиля по проектным скважинам и определения высотных отметок пробуренных скважин.

## **19. Эксплуатационное опробование**

Эксплуатационное опробование - одна из главнейших операций, проводимых геологической службой, оно является составной частью комплекса горно-эксплуатационных работ.

Данные эксплуатационного опробования являются основанием для выбора направления горно-эксплуатационных работ и контроля за полнотой отработки месторождения и отдельных его участков (блоков) при минимальном разубоживании песков; уточнения промышленных границ россыпи с внесением коррективов в подсчет запасов; изучения характера распределения полезных компонентов в россыпи; оценки рудопроявлений в плотике и бортах россыпи. В зависимости от способа разработки, а также назначения эксплуатационное опробование подразделяется на оперативное, систематическое и специальное.

Цель **оперативного опробования** - определение наличия полезных компонентов в отдельных участках россыпи или в отдельных участках забоя. Данные оперативного опробования служат основанием для решения вопроса о направлении горных работ, для предварительного контроля качества вскрыши, а также для оперативного контроля технологических потерь.

Цель **систематического опробования** - уточнение границ блоков,

определение мощности торфов и песков (горной массы), установление среднего содержания полезного компонента и его распределения в различных литологических горизонтах, а также контроль за работой обогатительных устройств. На основании данных систематического опробования подсчитывают запасы, оформляют изменение промышленных границ россыпи, оформляют акты на подготовку и отработку площадей, консервацию и ликвидацию работ, учитывают потери и разубоживание, а также составляют различные планы, проекты и отчетные документы.

Целью **специального опробования** может быть также изучение гранулометрического состава рыхлых отложений для выбора способа и системы разработки и процесса обогащения, определение коэффициентов разрыхления пород, в особых случаях - уточнение содержаний и количества полезного компонента в песках (горной массе).

Эксплуатационное опробование ведется следующими способами: бороздовым, горстевым, валовым и задирковым.

**Бороздовыми** пробами пересекают весь пласт и часть перекрывающих и подстилающих пород. Форма и сечение борозды сохраняются неизменными на всем протяжении. Борозды разбивают на секции - интервалы (на золотоносных россыпях их называют проходками) по 0,2-0,5 м (иногда больше). При неравномерном распределении золота ширина борозды чаще всего составляет 1 м.

**Горстевой** способ опробования (его иногда называют «валовым») применяют с целью определения содержания полезного компонента в добываемой горной массе, а также для изучения вещественного состава песков. Пробы отбирают непосредственно в забое из разрыхленной (отбитой) горной массы несколькими равномерно распределенными по навалу порциями. Суммарный объем каждой горстевой пробы, как правило, не превышает 0,5 м<sup>3</sup>.

**Задирковые** пробы обычно отбирают при малой мощности продуктивных отложений и рудопроявлений, вскрытых в плотике.

Специфическими опробовательскими выработками для россыпей являются лунки и копуши.

**Лунка** - вертикальная опробовательская выработка сечением примерно 0,2 м<sup>2</sup>, углубляемая интервалами-проходками обычно по 0,2 м. Предназначается для установления верхней границы продуктивных отложений при вскрыше торфов, а также для определения полноты отработки россыпи.

**Копуш** - вертикальная опробовательская выработка сечением  $0,8 \times 1 \text{ м}^2$ , углубляемая на всю мощность продуктивных отложений интервалами-проходками по 0,2-0,5 м. Применяется для получения дополнительной (к разведочным данным) характеристики продуктивных отложений.

Объем каждой пробы перед промывкой необходимо замерять ендовкой.

При вскрыше торфов на россыпях золота опробование осуществляется в основном лунками, копушами, реже бороздовыми пробами. Пробы отбирают с полотна забоя, из специальных опробовательских выработок, бортов разрезов, горно-подготовительных выработок, а также из скважин.

Лунковое опробование производят на конечной стадии вскрышных работ для оформления акта о готовности площади к разработке. Пробы располагают по всей площади по пикетам маркшейдерской сетки со стороной квадрата 10 или 20 м в зависимости от выдержанности россыпи.

При разработке россыпей открытым способом ведется оперативное опробование забоев и при выявлении непромышленных участков россыпи - систематическое опробование этих участков лунками или копушами.

Борта разрезов опробуют бороздовыми пробами. Борозды располагают между бортовыми копушами с 20-метровыми интервалами. Если бортовые копуши отсутствуют, расстояние между бороздами сокращают до 10 м.

Основным способом опробования обнажений и горных выработок является бороздовый.

## ***20. Активирование отработанных площадей***

Перед прекращением эксплуатационных работ в разрезах обязательна зачистка полотна (почвы) забоя. В процессе зачистки с полотна удаляют оставшиеся пески. Зачистка площади сопровождается опробованием полотна, располагаемым 5- или 10-метровой маркшейдерской сеткой (в зависимости от характера плотика и распределения полезного компонента). В том случае, если в процессе опробования по лунке или задирке устанавливается промышленное содержание, углубление опробовательской выработки продолжают до полного пересечения продуктивных отложений.

Окончательно отработанными считаются площади, зачищенные до такой степени, когда во всех пробах, отобранных в полотне разреза, содержание полезного компонента окажется ниже лимитного для оконтуривания промышленного пласта по вертикали.

## **21. Документация плотика россыпи и опробование рудопроявлений**

В процессе разведки и разработки россыпных месторождений по мере обнажения коренных пород плотика горными выработками оформляется систематическая геологическая документация. Документация плотика сопровождает активирование выработок и заключается в составлении зарисовок по легенде и описании пород плотика. Масштаб зарисовок 1:50, в случае необходимости - больший. Главной задачей документации является обнаружение в плотике россыпи рудопроявлений и их промышленная оценка. В связи с этим все рудопроявления, встреченные в коренном залегании, при документации плотика сразу же подлежат тщательному исследованию и опробованию. Для опробования рудных тел и их зальбандов применяют бороздовый, задирковый или валовый способы.

Бороздовые пробы отбирают из рудных тел, мощность которых больше 0,1 м. Борозду располагают вкрест простирания рудного тела и в зависимости от мощности и строения тела разбивают на секции. Секционно опробуют рудные тела неоднородного строения при их мощности более 1 м. Ширина борозды 0,1 м, глубина 0,03 м. Вес пробы 8-12 кг.

Задирковые пробы отбирают из рудных тел мощностью до 0,15 м. При этом способе со всей обнаженной плоскости рудного тела снимают слой толщиной 5 см. В одну пробу объединяют материал с каждого метра задирки.

## **V. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ И ОТРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ**

### **22. Металлодетекторы для золотодобывающих предприятий**

Современные металлодетекторы применяются для:

- опробования кварцевых жил с крупным золотом;
- поиска коренных источников золота;
- оценки техногенных отвалов;
- опробования плотика;
- активировки полигонов.

Современные металлодетекторы решают проблему выявления, изучения крупного золота и определения реального содержания в песках (руде). Применение металлодетекторов по сравнению с другими видами опробования имеет ряд

преимуществ:

- нет необходимости отбирать и обрабатывать объёмную пробу;
- результат получается прямо в поле, на месте работ.
- стоимость металлодетектора многократно ниже стоимости оборудования для обработки проб, а стоимость работ по опробованию - ниже на несколько порядков.

Металлодетекторы позволяют с минимальными затратами времени определять наличие в россыпи крупного золота и самородков массой от 40-50 мг. Их использование целесообразно при геологоразведочных работах, оценке техногенных отвалов россыпей и при зачистке плотика.

Глубина опробования металлодетекторами - 0,2-0,3 м.

Принцип работы металлодетектора основан на выявлении с поверхности изменений электромагнитных свойств грунтов. Резкие изменения этих свойств на небольшом расстоянии являются аномалиями, связанными с металлическими объектами, в том числе и с золотом.

Для опробования россыпей на золото чаще всего применяются металлодетекторы фирмы "Minelab" (рис. 5, табл. 32).



Рис 5. Металлодетектор Minelab SDC2300

Таблица 32

Специализированные металлодетекторы для золота

Название прибора	X-Terra T74	Explorer E-Trac	GPX4500	GPX 4800	GPX 5000	SDC2300
Вес с аккумулятором, кг	1,9	1,9	3,1	2,4	2,4	2,4
Время работы без подзарядки, ч	12-16	14-16	до 12	до 12	до 12	до 16
Минимальная масса золотины, которую выявляет прибор, мг	200	500	150	100	100	40-90
Цена, руб.	27500	75000	172900	398412	445284	257950

## 23. Виды работ с использованием металлодетекторов

### Оценка техногенных россыпей (отвалов).

Комплексная оценка техногенных россыпей, с учетом не только мелкого, но и крупного золота, может кардинально изменить экономическую оценку некоторых из

техногенных россыпей. Техногенные россыпи в настоящее время рассматриваются как источники преимущественно мелкого золота, которое при первичной отработке не улавливалось шлюзовыми обогатительными приборами. Однако в ряде случаев целесообразно учитывать наличие в техногенных россыпях и самородков.

В техногенных россыпях, как мелкое золото, так и самородки могут находиться в гале, эфелях, торфах и недоработках плотика. Они попадают в отвалы различными путями. Потери золота связаны с недостатками в технологии обогащения песков при промывке, недоработке контуров россыпи, а также с золото-кварцевыми агрегатами незначительного удельного веса.

Учет самородков в техногенных россыпях может повысить среднее содержание золота на 100-300 мг/м<sup>3</sup>. При существующих кондициях такое повышение содержания значительно изменяет их промышленное значение.

#### Методика опробования отвалов техногенной россыпи с применением металлодетекторов.

На поверхности отвалов по некоторой сети размечаются площадки размером 500-1000 м<sup>2</sup> (так же, как если бы отвал планировался для опробования валовым способом). Каждая площадка прослушивается металлодетектором. В процессе прослушивания на площадках фиксируются геофизические аномалии, показывающие наличие металла. Все выявленные аномалии проверяются на заданную глубину (10-15 или 20-30 см) в зависимости от типа используемого металлодетектора. Выявленное при этом золото взвешивается. Объем опробования определяют как произведение площади на глубину проверки аномалий. Содержание определяется общепринятым способом, как частное от деления массы выявленного золота (с учетом пробности) на объем опробования. Количество площадок выбирается в зависимости от размера отвала. Небольшие отвалы опробуют по всей поверхности.

Среднее содержание крупного золота определяется по всем опробованным площадкам. Содержание мелкого золота можно определить обычным малообъемным опробованием. Фактическое содержание соответствует сумме содержаний крупного и мелкого золота. Опробование средней по размеру техногенной россыпи требует 15-20 рабочих дней и двух человек - оператора и геолога.

#### Порядок опробования.

Металлодетектором проверяется верхний слой почвы на глубину, доступную имеющемуся прибору (20-30 см). Выявленные самородки извлекают из песков путем проходки закопшек вручную. Отработанный слой, из которого самородки извлечены, снимают бульдозером. Затем металлодетектором проверяют слой почвы на вскрытой площади на следующие 20-30 см глубины. Операцию повторяют до тех пор, пока участок не отработан до плотика.

Особенно эффективной технология «металлодетектор-бульдозер» представляется на участках, где нет или недостаточно воды для промывки песков, а также там, где другие способы опробования экономически не оправданы.

### **Поиски золота в первичных россыпях**

Поиск крупного золота и самородков в первичных, ненарушенных отработкой россыпях, будет результативным только при очень небольшой мощности торфов и при наличии выходов на поверхность коренных пород (плотика).

Обследованию подлежат также и небольшие ручьи, впадающие в более крупную золотоносную долину. Наиболее перспективными являются ключи первого и второго порядка с уклонами более 50 м/км.

### **Эксплуатационное опробование**

Эксплуатационное опробование россыпей золота до настоящего времени осуществляется преимущественно с помощью лотка. Сеть опробования при этом составляет при вскрыше торфов и активровке полигонов 20 х 20 м. Опробование бортов карьеров производится чаще всего с расстоянием между бороздами 20 м. При такой сети в сочетании с небольшим объемом проб по контуру россыпи и на плотике неизбежно пропускаются обогащенные участки. При зачистке неровного плотика не всегда выбираются все трещины и западины даже при использовании мощных современных бульдозеров.

Металлодетектором ведётся непрерывное прослушивание плотика по размеченным линиям, забоя и бортов полигона.

На месторождениях с прочным плотиком и золотом крупнее  $Me > 1$  мм в обязанности геолога целесообразно включать не только лотковое опробование, но и геофизическое. Оно всегда окупится дополнительным золотом.

Металлодетектор не даёт точного количественного определения содержания золота в песках, но в большинстве случаев находка крупного золота и самородков свидетельствует о наличии промышленного содержания золота. (более 0,3-0,5 г/м<sup>3</sup>).

### **Активировка полигонов.**

Применение металлодетекторов при активировке полигонов может уменьшить разубоживание песков. Если в месторождениях «пусто» показывают и лоток и металлодетектор, то это однозначно свидетельствует о надежности зачистки плотика россыпи и нецелесообразности проведения дальнейших горных работ.

### **Опробование коренных рудопроявлений.**

При отработке россыпей часто вскрываются зоны метасоматоза и окварцевания. В этом случае, если имеются предположения о наличии в них золота, целесообразно прослушивать их металлодетектором. При выявлении в руде крупного золота рекомендуется проводить опробование валовым способом.

## **VI. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ**

### **24. Документация выработок**

Геологическая документация ведется систематически по мере проходки выработок. Ее масштаб 1:100, 1:50 и крупнее.

Первичные материалы: полевая книжка, промывочный журнал, журнал выработок, топографические планы разведываемых участков с нанесенными на них разведочными выработками, а также шлихи, пробы с полезными компонентами и образцы горных пород.

Основными документами разведочных работ являются журналы. Шлихи, пробы и образцы снабжают этикетками установленной формы, регистрируют в журналах и направляют на камеральную обработку. Для каждого вида разведочных работ, применительно к россыпям разных полезных ископаемых, устанавливают определенные формы журналов.

Шурфовой журнал составляют одновременно с проходкой шурфа или сразу же по ее окончании. Сведения об азимуте разведочной линии, расстоянии между выработками и отметке устья шурфа записывают по данным топографической съемки. Остальные графы заполняют на основании записей в полевой книжке.

При опробовании шурфов результаты промывки «проходок» заносят в промывочный журнал. После обработки результаты опробования переносят в шурфовой журнал.

Документация буровых скважин ведется только одновременно с проходкой. Первичная документация отражает характеристику литологического состава и объема извлеченной из скважины породы, глубину взятия пробы и интервал опробования.

Разрез рыхлых отложений при колонковом бурении и бурении скважин



змеевиком или буровой ложкой описывают по извлеченной породе. При ударно-канатном бурении основные разновидности пород определяют по соотношению раздробленных обломков.

При документации скважин отмечают наличие и уровень грунтовых вод и наличие плывунов.

Сведения об отметке устья скважины, о местоположении и азимуте разведочной линии дают по данным топографической съемки.

Документация канав (траншей) заключается в составлении разведочного журнала по канаве, описании и зарисовке плотика и разреза рыхлых отложений вдоль одной или двух стенок канав.

На зарисовке подробно отражают литологический состав рыхлой толщи и состав пород, слагающих плотик россыпей. Указывают все слои и пропластки мощностью более 0,2 м. Выделяют поверхность плотика, наносят проявления рудной минерализации. Зарисовка коренных пород и рудных тел обязательно сопровождается указанием элементов залегания.

На зарисовке отмечают места отбора проб, номера проб и результаты послойного опробования. По данным опробования выделяется промышленный пласт.

На основе разведочных журналов строят геологические разрезы, которые используют при подсчете запасов и составлении различных карт и планов.

На разрезах показывают рельеф дневной поверхности и плотика, глубину залегания плотика, литологические и стратиграфические особенности пород рыхлой толщи, границы промышленного пласта и данные поинтервального опробования разведочных выработок и уровень грунтовых вод.

Разведочные планы составляют в масштабах 1:2000 или 1:5000. На планах против разведочных линий указывают их номера и год проходки. Около каждой выработки, изображенной на плане, указывают ее номер, мощность торфов и песков, содержание полезного компонента на пласт и на горную массу.

При наличии двух пластов показатели по второму пласту (т. е. не связанному с основной россыпью) выписывают в выноске против соответствующей разведочной линии. Так же выписывают показатели по контрольным выработкам.

На планы наносят границы балансовых и забалансовых запасов, проставляют их категорию и номера блоков. Блоки нумеруют снизу вверх и слева направо (по течению), независимо от категории запасов и вида работ. Категорию запасов и номер блока показывают внутри блока, в верхнем левом

(северо-западном) углу. В экспликации дают основные подсчетные показатели (мощность пласта песков, содержание и запас металла и т. д.) по оконтуренным блокам.

## **25. Кондиции**

Кондиции на минеральное сырье разрабатывают в соответствии с едиными принципами подсчета и учета запасов полезных ископаемых, установленных классификацией запасов твердых полезных ископаемых, а также в соответствии с «Инструкцией о содержании и порядке представления на утверждение ГКЗ СССР проектов кондиций, необходимых для подсчета запасов полезных ископаемых» [17].

Технико-экономические расчеты по обоснованию кондиций производят на базе оперативных подсчетов запасов категорий А+В+С, когда надежно установлены качества полезного ископаемого, технологические схемы разработки, горно-геологические и гидрогеологические ее условия.

В кондициях обычно предусматривают и обосновывают следующие показатели:

- бортовое содержание полезных компонентов;
- минимальное промышленное содержание полезных компонентов в блоке подсчета запасов;
- минимальную мощность залежи полезного ископаемого;
- максимально допустимую мощность прослоев пустых пород и пород с некондиционным содержанием полезного компонента, включаемых в подсчет запасов;
- возможность отработки месторождения открытым способом, средний и предельный коэффициенты вскрыши;
- требования к выделению при подсчете запасов различных типов и сортов минерального сырья, обусловленные необходимостью их отдельной добычи и переработки;
- минимальное содержание попутных компонентов;
- переводные коэффициенты для условного приведения попутных компонентов к основному;
- минимальные запасы изолированных залежей для отнесения их к числу балансовых;
- специальные требования к качеству минерального сырья, к горно-геологическим условиям разработки месторождения и др.

В зависимости от конкретных условий кондициями устанавливаются только те показатели, которые необходимы для промышленной оценки данного месторождения.

## **26. Подсчет запасов**

Подсчет запасов - заключительная стадия всего комплекса работ, связанных с разведкой и изучением месторождения. Задачей подсчета запасов является определение качества и количества полезного ископаемого.

Запасы подразделяются:

- по степени изученности месторождения на четыре категории: А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>;
- по экономическому значению (по пригодности для разработки) - на балансовые и забалансовые;
- по способам разработки месторождений - для добычи с отдельной выемкой (запасы для открытых и подземных работ), для добычи со сплошной выемкой (запасы для дражных и гидравлических работ);
- по степени освоенности - на разведываемые, разведанные и эксплуатируемые.

Содержание и запас основных полезных ископаемых подсчитывают сначала в минералах (шлиховое золото), а затем, где это необходимо, пересчитывают на химически чистые элементы или окислы. Запасы золота подсчитывают в химически чистом металле. Запасы песков, торфов и горной массы определяют в кубометрах; запасы золота - в килограммах. Содержание золота на кубометр песков исчисляют в граммах.

Последовательность подсчета запасов следующая: вычисление средних показателей по разведочным выработкам, оконтуривание продуктивного пласта в разрезе и плане, определение запасов в блоках и в целом по месторождению.

Наиболее ответственно вычисление средних показателей по выработкам. Расчеты сводятся к определениям средних содержаний по интервалам опробования, вычислению мощности торфов и песков, средних содержаний и вертикальных запасов в песках и горной массе.

При подсчете содержания по интервалам опробования учитывают коэффициент разрыхления пород и поправку на валунистость отложений.

Средние значения коэффициента разрыхления приведены в табл. 33.

Таблица 33

Коэффициент разрыхления некоторых пород

Порода	В талом состоянии	В мерзлом состоянии
Галька с песком и илом . . . . .	1,36	1,66
Галька разного размера . . . . .	1,40	1,75
Щебенка с галькой и илом . . . . .	1,45	1,84
Крупная щебенка с глиной . . . . .	1,58	Более 2,0
Крупная щебенка без глины и песка . . . . .	1,73	То же
Средневзвешенное . . . . .	1,40	1,75

Содержание полезного компонента в пробе вычисляют по формуле

$$C = A / V$$

где  $C$  — содержание полезного компонента в 1 м<sup>3</sup> песков, мг;

$A$  - масса полезного компонента, полученного при промывке пробы, мг;

$V$  - объем промытой породы, м<sup>3</sup>.

При вычислении  $C$  в пробах, объем которых определен ендовками (0,02 м<sup>3</sup> породы в плотной массе), применяют формулу

$$C = 50A / n$$

где  $n$  - число промытых ендовок.

В практике разработки золотоносных россыпей чаще всего массу намытого из пробы металла выражают в миллиграммах, а содержание - в граммах, в связи с чем эта формула приобретает вид

$$C = A / 20V$$

Если в продуктивном пласте содержится крупный (более 20 см в поперечнике) глыбовый или валунистый материал (более 10%), то при расчете содержания полезного компонента в пробе в формулы вводят соответствующую поправку. В этом случае глыбы или валуны, попавшие в пробу, выкладывают отдельно. Затем отдельно измеряют объем крупного и мелкого материала пробы и вычисляют процент каменистости по формуле

$$\Pi_k = \frac{Q_B}{Q_B + Q_M} 100,$$

где  $Q_B$  - объем валунного или крупноглыбового материала, м<sup>3</sup>;

$Q_M$  - объем мелкого материала, м<sup>3</sup>.

С поправкой на каменистость содержание вычисляют по формуле

$$C_k = \frac{C(100 - \Pi_k)}{100}$$

При разведке россыпей скважинами ударного бурения наиболее распространен способ вычисления теоретического объема пробы по площади

забоя и глубине скважины.

При проходке скважин с обсадкой трубами площадь забоя скважины определяют по внешнему диаметру башмака обсадной трубы, при беструбном бурении (в мерзлых породах) - по внутреннему диаметру башмака. Среднее содержание по интервалам углубки рассчитывают по формуле

$$C = AB / 10L$$

где  $C$  - содержание в пробе, г/м<sup>3</sup>;

$B$  - частное от деления 1 м<sup>2</sup> на площадь забоя скважины, в м<sup>2</sup>;

$L$  - интервал углубки скважины, см;

$A$  - масса золота в миллиграммах.

Оконтуривание россыпи производят на плане инструментальной съемки с нанесенными на него разведочными выработками. Масштаб плана обычно принимают от 1:1000 до 1:10000, чаще 1:2000.

Вторым, документом, на основании которого россыпь оконтуривают в плане, являются разрезы по разведочным линиям с указанными на них границами промышленного пласта.

Для детально разведанных россыпей или их участков обязательно составляют карты плотика.

Промышленную границу россыпи по ширине проводят посередине расстояния между крайней лимитной (или бортовой) и соседней нелимитной выработками.

Если промышленной оказывается крайняя выработка на линии, то границу россыпи выносят за выработку на величину ее влияния (половину среднего расстояния между выработками, принятого на данной линии).

Точки на разведочных линиях, определяющие границу промышленной части россыпи, соединяют прямыми линиями. В тех случаях, когда геоморфологические условия не позволяют провести прямую линию, границу россыпи проводят по контуру геоморфологического элемента долины.

Россыпи оконтуривают с учетом сплошности отработки. В блоки запасов допускается включение отдельных не лимитных выработок, но с таким расчетом, чтобы они не снижали содержание по блоку ниже предельно среднего.

Выклинивание промышленной части по длине россыпи производят с учетом рельефа плотика на центр выработки соседней линии с максимальным вертикальным запасом. Обедненный или пустой участок внутри россыпи выклинивают на центр выработки с минимальным вертикальным запасом.

Способ подсчета запасов в основном определяется способом построения

подсчетных блоков. Применительно к россыпям используют три основных способа: линейный, способ геологических блоков, способ ближайшего района.

**Линейный способ** подсчета запасов наиболее распространен. Этим способом подсчитывают запасы по одной, двум или нескольким линиям. В основе его лежит подсчет линейных запасов, который выполняют после оконтуривания россыпи в разрезе.

При подсчете запасов по одной линии границы блока проводят посередине между двумя соседними линиями. Если данный блок конечный, то границы блока экстраполируются на половину расстояния между линиями, принятого на данном месторождении для запасов категории  $C_1$ . Для определения запасов полезного ископаемого линейные запасы песков, горной массы и полезного ископаемого умножают на полусумму расстояний между соседними линиями или средние данные по линии - на площадь блока.

Широко распространен способ подсчета запасов, когда каждый подсчетный блок ограничивается двумя разведочными линиями. При этом возможны два варианта:

- средние показатели для блока (среднюю мощность песков, торфов и среднее содержание полезного ископаемого) умножают на площадь блока;
- полусумму линейных запасов песков, торфов и полезного ископаемого по линиям, ограничивающим блок, умножают на расстояние между линиями (длину блока).

Значительно реже подсчетный блок опирается на несколько линий. В этом случае россыпь подразделяют на отдельные участки, характеризующиеся относительно однородным строением и одинаковой степенью разведанности.

**Способ геологических блоков** заключается в том, что оконтуривают общую площадь россыпи или отдельных ее участков, характеризующихся однородным геологическим строением и примерно одинаковой степенью разведанности. В пределах контура учитывают данные по всем имеющимся разведочным выработкам. Запасы подсчитывают умножением площади блока на средние показатели. Способом геологических блоков обычно подсчитывают запасы на россыпях неправильной и линзообразной формы, разведанных большим числом выработок.

**Способ ближайшего района** считается устаревшим и применяется очень редко. При подсчете запасов этим способом всю площадь месторождения разбивают на отдельные участки (многоугольники) и на каждый участок

распространяют данные разведочной выработки, находящейся в его центре.

Площади подсчетных блоков неправильной формы измеряют планиметром, а правильной формы определяют путем вычислений. Наиболее точен компьютерный вариант определения площадей (например, в программе MapInfo).

Существенное влияние на достоверность результатов подсчета оказывает учет высоких («пиковых») проб и самородков. Высокой считают пробу с повышенным содержанием полезного компонента, включение которой в подсчет значительно завышает запасы в опробуемом участке против действительных.

Существует несколько способов ограничения высоких проб и веса самородков. В настоящее время наибольшее применение находит способ П. А. Каллистова.

При составлении технического проекта разработки месторождения производится набор эксплуатационных блоков.

Набор блоков осуществляется с учетом проектируемых способов разработки и территориальной концентрации работ. В набор включают обычно блоки с запасами высоких категорий, хорошо разведанные и изученные. Вместе с запасами высоких категорий допускается также отработка запасов категории  $C_2$ .

Запасы подсчитывают по каждому включенному в набор эксплуатационному блоку с указанием категории запасов и степени отработки.

Запасы по площадям, затронутым разработкой, определяют с учетом данных эксплуатационного опробования.

При проектировании необходим пересчет разведочных данных на эксплуатационные.

Для открытых работ объем песков увеличивается за счет задирки полотна россыпи при зачистке на 0,1 м и оставления предохранительной торфовой «рубашки» - 0,2-0,5 м.

Объем торфов при этом соответственно уменьшается.

## РАЗДЕЛ II. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ

### I. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Открытая разработка россыпных месторождений землеройно - транспортными машинами включает ряд работ, являющихся звеньями общего комплекса, однако различающихся в достаточной степени для того, чтобы их рассматривать отдельно.

**Подготовительные работы** - расчистка площади от пней и кустарников, снятие почвенно-растительного слоя, выравнивание старых отвалов, рыхление буровзрывным и механическим способами. Здесь же учитываются все работы по осушению россыпей, или так называемые горно-подготовительные работы.

**Вскрышные работы.** Назначение - обнажить полезное ископаемое, для возможности его непосредственной разработки. Вскрышные работы состоят из непосредственной вскрыши торфов и их перевалки (перезэкскавации). По объемам вскрышные работы являются основными при открытой разработке.

**Разработка песков** (добычные работы). В некоторых случаях эти работы ведутся одновременно с вскрышными, но иногда и отдельно. Как правило, добычные работы осуществляются при помощи тех же механизмов, что и вскрышные.

И, наконец, как самостоятельный вид открытых работ, иногда выделяется **механическое рыхление**, которое производится с целью повышения интенсивности этой разработки.

Открытая разработка россыпей при помощи землеройных и транспортных машин может применяться в самых различных горно-геологических условиях. Практически ее применение ограничивается только в двух случаях:

- россыпь залегает в узкой долине с крутыми склонами, которые не дают возможности уложить объем вскрыши, или же рельеф поверхности не позволяет использовать землеройные машины;
- в результате значительной глубины залегания россыпи (особенно при



небольшой ее ширине) открытая разработка становится экономически менее эффективной по сравнению с подземной.

Техника для открытой разработки россыпей включает машины подготовительного комплекса - рыхлители, землеройно-транспортные машины - бульдозеры и колесные скреперы; землеройные машины - экскаваторы.

Рыхлители и землеройно-транспортные машины состоят из трактора-тягача и прицепного или навесного оборудования.

## 1. Технические характеристики тракторов и бульдозеров

Основные данные гусеничных тракторов, применяемых в качестве базовых машин, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика гусеничных тракторов

Показатели	С-100Б	С-1000ГП	С-100	Т-108	Т-130	Т-140	Т-180	ДЭТ-250
Предельные скорости, км/ч:								
вперед . .	2,36—5,4	2,36—10,13	2,36—10,13	2,36—10,13	3,11—10,25	2,38—10,9	1,66—11,9	2—19
назад . .	2,79—6,37	2,79—7,61	2,79—7,61	2,79—7,61	2,99—8,31	2,67—6,82	1,87—7,49	2—19
Номинальная тяга, кгс . .	6000	6000	6000	6000	9000	9000	9000	15 000
Ширина гусениц, мм . . .	500	500	500	500	—	700	700	690
База трактора, мм . . . . .	2780	2420	2370	2370	2500	2319	2319	4440
Минимальная колея, мм . .	2280	1880	1880	1880	1880	2040	2040	2460
Минимальный просвет, мм	331	331	331	331	388	420	420	430
Двигатель . .	КДМ-100Б	КДМ-100БП	КДМ-100	Д-108	Д-130	6КДМ-50Т	Д-180	В-748
Номинальная мощность, л. с. . . . .	100	100	100	108	135	140	180	300
Конструктивная масса трактора, т	13 300	12 100	11 400	11 100	11 500	15 000	15 000	25 000
Размеры, мм:								
длина . .	4 746	4 313	4 255	4 255	5 600	5 300	5 300	6 236
ширина . .	3 280	2 460	2 460	2 460	3 940	2 740	2 740	3 160
высота . .	2 765	3 059	3 059	3 059	3 242	2 800	2 800	3 180

Таблица 1а

Техническая характеристика бульдозеров Т-170 и Komatsu D 155А

Показатели	Ед. измерения	Т-170	Komatsu D 155А
Базовый трактор		Т-170	Серия Advance
Мощность двигателя	кВт/ л.с	132/180	225/302
Тяговое усилие	кН	142	630
Длина отвала	мм	3420	4850
Высота отвала	мм	1300	1760
Максимальный подъем отвала	мм	1020	1505
Объем отвала	м <sup>3</sup>	5,3	11,8
Масса бульдозера	т	16	37,8

Таблица 16

Техническая характеристика бульдозеров Liebherr, Caterpillar, Komatsu

Основные технические характеристики бульдозеров				
Марка	Модель	Полезная мощность двигателя, л.с.	Трансмиссия	Масса, кг
Liebherr	HR 712 B Litronic	105	ISO 9249	11 800...13 600
	HR 724 Litronic	160		16 700...19 500
	HR 734 Litronic	200		20 700...24 500
	HR 744 Litronic	250		24 605...29 115
	HR 752 Litronic	330		34 800...42 000
	HR 764 Litronic	422		44 220...52 685
Caterpillar	D3G XL	70	Гидростатическая	7351
	D3G LGP	70		7784
	D4G XL	80		7855
	D4G LGP	80		8198
	D5G XL	90		8919
	D5G LGP	90		9269
	D5N XL	121	Гидромеханическая	12 818
	D5N LGP	121		13 665
	D6N XL	145		15 498...16 085
	D6N LGP	145		17 632...18 219
	D6G	155		15 430
	D6R серия II	165		17 826...18 099
	D6R XL серия II	175		18 711...18 847
	D6R XW серия II	185		19 550
	D6R LGP серия II	185		20 865...21 047
	D7G	200		20 094
	D7R серия II	240		24 766...24 970
	D7R XR серия II	240		25 310...25 673
	D7R LGP серия II	240		26 762...27 034
	D8R	305		37 580
	D8T	310		38 488
	D8R LGP	305		33 730
	D8T LPG	310		35 188
	D9R	410		49 147...49 510
	D9T	410		47 900
	D10T	580		66 407
	D11R	850		104 600
	D11R CD	850		113 000
Komatsu	D21A-7	40	Komatsu Hydrostatic Transmission (KomStat)	3640...4080
	D31E-20	75		7130...7650
	D37EX-21 (PX-21)	86		7410...7770
	D41E-6	110	Гидромеханическая TORQFLOW transmission	10 345...11 528
	D61E-12	150		18 200
	D65E-12	180		18 405
	D85A-21	225		24 410
	D155A-5	302		38 700
	D275A-5	410		50 850
	D375A-5	525		66 985
	D475A-3	899		108 080
	D575A-3	1050		131 330

## 2. Машины для подготовительных работ (рыхлители)

Навесные рыхлители (табл. 2) классифицируются по назначению, конструктивным признакам, типу и мощности базового трактора.

По назначению их делят на рыхлители общего типа (глубина рыхления до 1000 мм) и специального (глубина рыхления свыше 1000 мм).

Таблица 2

Техническая характеристика навесных рыхлителей с гидравлическим управлением

Показатели	Д-515С	Д-711С	Д-652А	Д-9Ж *
Базовый трактор . . . . .	Т-100МГП, Т-130С	Т-180С	ДЭТ-250М	Д-9Ж
Мощность двигателя, л. с.	108—130	180	300	385
Размеры рыхлителя, мм:				
длина . . . . .	600	1 200	1 300	1 440
ширина . . . . .	2 460	2 740	3 740	3 245
высота . . . . .	700	1 400	1 500	1 570
Длина трактора с рыхлителем, мм . . . . .	4 905 + 5 193	6 620	7 536	7 220
Количество зубьев рыхлителя	3	1—3	1—3	1
Наибольшее заглубление зубьев ниже опорной поверхности гусениц, мм . . . . .	445	700	700	1 270
Наибольший подъем зубьев над опорной поверхностью гусениц, мм . . . . .	495	700	700	635
Максимальное усилие, кгс . .	9 400—9 500	13 820	22 000	27 600
Масса, кг:				
навесного оборудования рыхлителя . . . . .	2 073	2 500	4 698	5 430
навесного оборудования с трактором . . . . .	14 073—16 073	18 600	32 698	32 230

\* Изготовитель — фирма «Катерпиллер» (США).

Рыхлители общего назначения оборудуют тремя, реже пятью зубьями, специального - тремя, чаще одним зубом.

Существуют три типа подвески рамы зубьев: трехточечная и четырехточечная (параллелограммная) подвески с креплением к корпусу моста базового трактора и трехточечная с креплением к рамам гусеничных тележек и корпусу заднего моста. Соединение рамы рыхлителя со штоками гидросистемы принято считать за одну точку подвески.

Для рыхлителей общего назначения используют все типы подвесок, для специальных параллелограммную подвеску не используют.

Рыхлители общего назначения работают с прямыми и изогнутыми зубьями, специального - только с прямыми.

По мощности двигателей базовых тракторов рыхлители делятся на легкие

(100-130 л.с.), средний (180-250 л.с.) и тяжелые (330-385 л.с.). Рыхлители специального назначения навешивают только на тракторы с двигателем мощностью более 250 л.с.

Количество зубьев рыхлителя в одновременной работе можно менять в зависимости от категории крепости разрабатываемых пород, их состава и организации работ.

Изменение шага у рыхлителей легкого типа при трех зубьях колеблется в пределах 700-800 мм, среднего и тяжелого – 800-1200 мм.

Вылет зубьев должен быть на 200-250 мм больше максимальной глубины рыхления и обеспечивать свободный проход поперечной балки рамы над разрыхленной породой. Для повышения проходимости рыхлителя большое значение имеет высота подъема зубьев над опорной поверхностью. Во всех случаях она должна обеспечивать получение необходимого заднего угла въезда (20—30%) и у рыхлителей легкого типа составлять 400 мм, среднего — 600 мм, тяжелого типа - свыше 700 мм.

При рыхлении трудноразрабатываемых пород начальный угол заглубления зубьев в массив должен быть около 80°. Это позволяет достичь наибольшего давления на наконечниках и обеспечить более равномерное их заглубление. При трехточечной подвеске рамы угол рыхления по мере заглубления зубьев уменьшается, при четырехточечной - остается неизменным.

Угол углубления от зарезки до рабочего положения рыхлителя изменяется от 70-80 до 45-50°. Угол заострения наконечников выбирают таким образом, чтобы при любом заглублении зубьев он был не меньше 6-8°.

Наиболее эффективна форма зуба со скосами к передней части под углом 35-40°. При применении таких зубьев с заостренным и отогнутым носком угол врезания в массив породы должен быть на 8-14° больше угла рыхления.

**Работа и использование рыхлителей.** Рыхление происходит в результате продвижении зуба в массиве, за счет чего в массиве образуется трапецевидная прорезь (ширина которой по дну равна ширине наконечника зуба), расширяющаяся к поверхности. Угол наклона боковых стенок прорези к плоскости, перпендикулярной направлению резания, зависит от характера пород. В песчано-глинистых сланцах различной влажности он изменяется от 40 до 60°, в тяжелых суглинках – 40-45°. Целостность массива нарушается и за пределами борозды (образование трещин по контактам мелких и крупных включений). Это определяет шаг установки зуба рыхлителя и расстояние между заездами, а также

создает более благоприятные условия для работы бульдозера.

Отношение высоты срезаемой части межбороздового целика к глубине борозды называется коэффициентом использования глубины рыхления ( $\phi$ ), который при ширине наконечника зуба 6-10 см для пород III категории крепости равен 0,7-0,9; IV категории - 0,5-0,7; V категории - 0,4-0,5; VI - 0,3-0,4; VII и VIII - 0,2-0,3.

С учетом оптимальных значений коэффициента использования глубины рыхления, формы и размеров межбороздового целика и рациональной организации работ составлена классификация заездов-рыхлителей и охарактеризованы условия их применения (табл. 3 и рис. 1).

Таблица 3

## Условия применения различных заездов рыхлителей

Индекс на рис. 13	Группа заезда	Характеристика и категория разрабатываемых пород	Ширина полигона, м
<b>I группа</b> <i>Смежные заезды</i>  I <sub>1</sub> Продольно-кольцевые I <sub>2</sub> Спиральные I <sub>3</sub> Возвратно-поступательные		Песчано-глинистые породы, галька размером от 10 до 100 мм, щебень различных размеров. Галечно-щебеночные породы, связанные глиной. Песчано-глинистые породы с включением гальки, щебня и валунов. Суглинки тяжелые с примесью щебня III—IV категорий	$>20$ $>30$ $<30$
<b>II группа</b> <i>Смещенные заезды на половину межбороздового целика</i>  II <sub>1</sub> Продольно-кольцевые II <sub>2</sub> Спиральные II <sub>3</sub> Возвратно-поступательные		Песчано-глинистые породы с включением гальки, щебня и валунов. Конгломераты осадочных пород, мерзлые породы I—II категорий. Песчаники, слабо сцементированные с песчано-глинистым цементом IV—V категорий	$>30$ $>30$ $<30$
<b>III группа</b> <i>Продольно-поперечные смежные и смещенные заезды</i>  III <sub>1</sub> Продольно-поперечные кольцевые III <sub>2</sub> Продольно-кольцевые и поперечно-возвратно-поступательные III <sub>3</sub> Продольно-поперечные возвратно-поступательные		Конгломераты осадочных пород. Мергель глинистый мерзлые породы I—VI категорий. Руды окристо-глинистые. Пемза. Сланцы углистые. Антрациты и другие крепкие угли. Глины отвердевшие. Сланцы метаморфизованные. Туфы выветрелые V—VIII категорий	Не ограничивается 40—60  $<40$



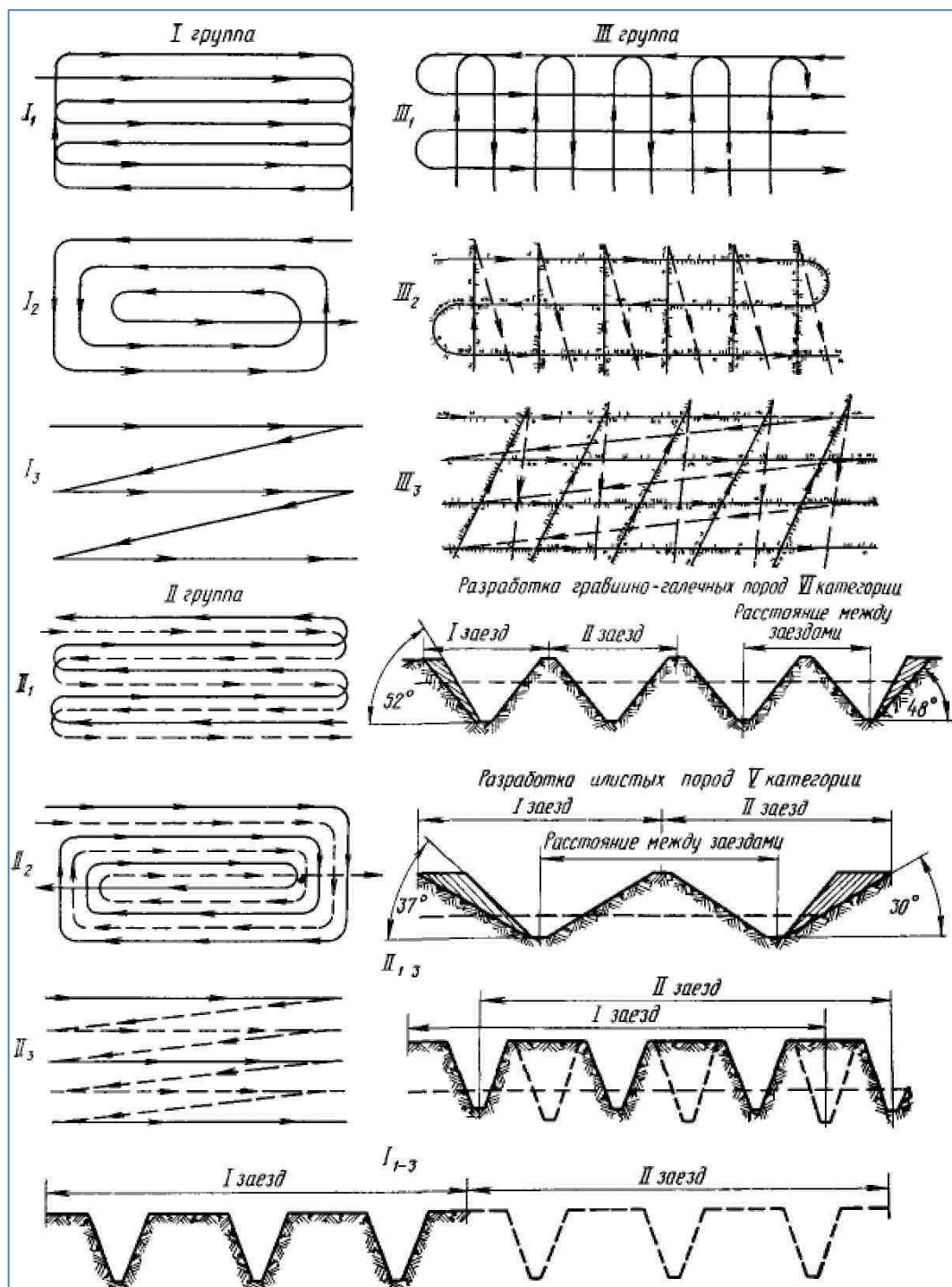


Рис. 1. Схемы заездов рыхлителей (к классификации)

Межбороздовые целики по характеру их образования делятся на три типа:

- продольный целик, образующийся при смежных заездах, ширина его по основанию при работе тремя зубьями равна расстоянию между ними, при одном зубе - расстоянию между заездами рыхлителя;
- продольный целик с дополнительной бороздой посередине, образующийся при смежных заездах;
- целик квадратной формы, образующийся при продольно-поперечных

смежных или смещенных заездах.

Рыхление тяжелых глин и суглинков необходимо выполнять по схеме с продольно-поперечными заездами, а песчапо-глинистых сланцев - заездами, смещенными на половину межбороздового целика.

Производительность рыхлителя  $Q_{\text{рых}}$  определяется в зависимости от производительности бульдозера по формуле

$$Q_{\text{рых}} = (T_{\text{см}} \eta_{\text{и}} - A_{\text{п}} t_{\text{пер}}) v_{\text{тр}} U_{\text{р}} B_{\text{р}} \Phi,$$

где  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч;

$\eta_{\text{и}}$  — коэффициент использования сменного времени;

$A_{\text{п}}$  — количество поворотов рыхлителя;

$t_{\text{пер}}$  — время на переключение передач и один поворот, ч;

$v_{\text{тр}}$  — скорость движения трактора, м/ч;

$U_{\text{р}}$  — глубина рыхления, м;

$B_{\text{р}}$  — ширина полосы рыхления, м;

$\Phi$  — коэффициент использования глубины рыхления по полезной работе бульдозера.

Производительность рыхлителей (при ширине полигона 20-40 м) приведена в табл. 4.

Таблица 4

Производительность рыхлителей за час чистой работы, м<sup>3</sup>

Категория разрабатываемой породы	Ширина полигона (площадки рыхления), м	Д-515С	Д-711С	Д-652А	Д-9Ж
III	20	235	605	1000	1330
	40	280	650	1080	1440
	60	285	697	1160	1545
IV	20	58	180	300	400
	40	61	195	325	430
	60	65	205	345	460
V	20	11,5	36	60	80
	40	12	39	65	86
	60	13	41	69	92
VI	20	1,8	13	22	30
	40	2,0	14	24	32
	60	2,2	15	26	34
VII	20	—	7	14	20
	40	—	8	15	21
	60	—	9	16	23
VIII	20	—	1,8	5,0	11
	40	—	2	5,2	12
	60	—	2,2	5,4	13



### 3. Землеройно-транспортные машины (бульдозеры и скреперы)

Бульдозеры (см. табл. 1) могут разрабатывать породы I-V категорий без предварительного их рыхления, VI-VIII категорий - с предварительной подготовкой.

Техническая характеристика отечественных бульдозеров, применяемых в горнорудной промышленности, приведена в табл. 5.

Таблица 5

Техническая характеристика бульдозеров

Показатели	Д-493	Д-494	Д-687С	Д-532	Д-524	Д-575ГП
	Гидравлическое управление					
Тип трактора . . . . .	С-100ГП	С-100ГП	Т-100МГП	Т-130	Т-140ГП	Т-180
Размеры с трактором, мм:						
длина . . . . .	6350	5125	5300	5180	6585	6705
ширина . . . . .	3680	3030	3200	3200	3360	3360
высота . . . . .	3065	3050	3040	3243	2825	2825
Размер отвала, мм:						
длина . . . . .	4150	3030	3200	3200	3360	3360
длина с уширителем . . . . .	—	—	3700	4130	4800	—
высота . . . . .	1000	1100	1200	1200	1350	1405
Угол резания, град . . . . .	46—57	50—65	55—60	50—65	50—65	45—55
Наибольший подъем отвала над опорной поверхностью, мм . . . . .	1000	880	850	820	1130	1400
Наибольшее заглубление отвала ниже опорной поверхности, мм . . . . .	490	380	370	335	430	500
Количество насосов . . . . .	2	2	2	2	3	2
Марка насоса . . . . .	НШ-60В	НШ-60В	НШ-60В	НШ-60В	НШ-60В	НШ-60В
Лебедка . . . . .	—	—	—	—	—	—
Масса бульдозерного оборудования, кг . . . . .	1850	1530	1780	1850	1966	3000
Масса всей машины (трактор с бульдозерным оборудованием), кг . . . . .	13 900	13 530	13 956	13 350	16 966	17 820

Показатели	Д-384 А	Д-385 А	Д-572	Д-492	Д-686	Д-275 А	Д-575
	Гидравлическое управление			Канатное управление			
Тип трактора . . . . .	ДЭТ-250	ДЭТ-250	ДЭТ-250	С-100	Т-100М	Т-140	Т-180
Размеры с трактором, мм:							
длина . . . . .	6690	8850	6900	6200	5300	6705	6705
ширина . . . . .	4500	5500	4500	3940	3100	3350	3360
высота . . . . .	3066	3066	3180	3055	3040	2800	2825
Размер отвала, мм:							
длина . . . . .	4500	4530	4500	3090	3200	3350	3360
длина с уширителем . . . . .	—	5500	—	—	3700	4850	—
высота . . . . .	1400	1400	1400	1000	1200	1385	1405
Угол резания, град . . . . .	50	57	50—60	49—56	50—60	50—60	45—55
Наибольший подъем отвала над опорной поверхностью, мм . . . . .	950	950	340	1100	900	900	1400
Наибольшее заглубление отвала ниже опорной поверхности, мм . . . . .	350	800	340	1100	100	1000	1000
Количество насосов . . . . .	1	1	1	—	—	—	—
Марка насоса . . . . .	УРС-10	УРС-10	УРС-10	—	—	—	—
Лебедка . . . . .	—	—	—	Д-499	Д-499	Д-269Б	Д-499А
Масса бульдозерного оборудования, кг . . . . .	2800	4500	3530	1600	1790	2700	3800
Масса всей машины (трактор с бульдозерным оборудованием), кг . . . . .	27 800	29 500	28 530	14 000	14 096	18 000	18 420

Управление бульдозерным оборудованием, монтируемым на базе трактора, может быть механическим, гидравлическим и пневматическим.

**Использование бульдозеров.** Кроме вскрыши и промывки, бульдозеры широко применяются на горно-подготовительных, планировочных, строительных и вспомогательных работах.

Производительность бульдозера зависит от объема перемещаемого вала породы (следовательно, от свойств породы и ее состояния, расстояния транспортирования, размеров полигона и рельефа местности); скорости движения (рельефа местности и состояния поверхности).

Объем вала породы, перемещаемой бульдозером, можно определить по формулам:

для прямого отвала

$$q_0 = \frac{h^2 B_n (0,6 + \operatorname{ctg} \alpha)}{3k_p};$$

для сферического отвала

$$q_{сф} = \frac{B_n h (0,36 B_n + h \operatorname{ctg} \alpha)}{3k_p},$$

где  $h$  — высота вала породы, м;  
 $B_n$  — ширина вала по основанию, м;  
 $\alpha$  — угол откоса вала породы, град;  
 $k_p$  — коэффициент разрыхления пород.

Изменение объема вала в зависимости от категории и влажности пород приведено в табл. 6.

Таблица 6

Изменение объема вала при разработке пород различной крепости и влажности, м<sup>3</sup>

Влажность породы, %	Д-271	Д-494	Д-532	Д-275	Д-575ГП	Д-572 (Д-384А)	385-сильный	
							Форма отвала	
							прямая	сфериче- ская
III категория								
<10	1,30	1,41	1,65	2,48	2,58	3,12	4,70	5,70
10-20	1,50	1,66	1,99	2,91	3,06	3,72	5,60	6,75
>20	0,36	0,54	0,63	1,23	1,40	1,79	2,60	3,10
IV категория								
<10	1,12	1,36	1,41	2,32	2,44	2,93	4,42	5,35
10-20	1,36	1,54	1,72	2,70	2,82	3,98	5,18	6,25
>20	0,32	0,48	0,53	0,81	1,12	1,43	2,10	2,51
V категория								
<20	0,35	0,52	0,64	0,88	1,23	1,62	2,26	2,72
VI категория								
Мерзлые, взрыхленные при помощи ВВ	1,01	1,24	1,47	2,04	2,30	2,93	4,20	5,05

Сменная производительность бульдозеров определяется по формуле

$$Q_{\text{см}} = \frac{T \eta_{\text{и}} q_0 \eta}{\frac{L_{\text{ср}}}{v_{\text{р}}} + \frac{L_{\text{ср}}}{v_{\text{х}}} + 2t},$$

$\eta_{\text{и}}$  — коэффициент использования сменного времени;

$q_0$  — объем вала породы, перемещаемой бульдозером за одну заездку;

$L_{\text{ср}}$  — средняя длина транспортирования, м;

$\eta$  — коэффициент заполнения отвала породой;

$v_{\text{р}}$  и  $v_{\text{х}}$  — скорость рабочего и холостого хода, м/сек;

$t$  — время на переключение передач (10—12 сек), сек.

Изменение уклона пути в пределах до  $\pm 4^\circ$  не оказывает существенного влияния на объем вала, большее отклонение заметно изменяет его геометрические размеры и объем (рис. 2).

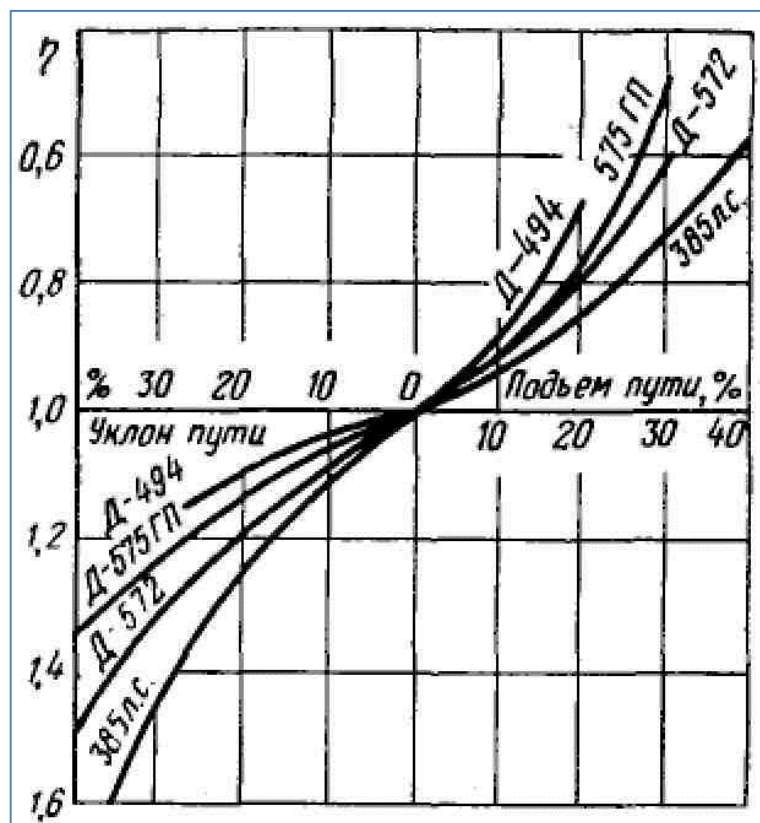


Рис. 2. Изменение коэффициента наполнения отвала бульдозера породой при работе на уклон и подъем

Для бульдозеров с прямым отвалом самой рациональной организацией работ является выемка и перемещение породы в траншеях врезанных в массив или образованных боковыми валиками за счет потерь при транспортировании. В зависимости от высоты бровки (глубины траншей) и длины транспортирования объем вала породы изменяется (табл. 7).

Таблица 7

## Коэффициенты наполнения отвала породой

Глубина траншеи, м	Длина транспортирования, м						
	25	45	65	85	105	125	145
0,00	0,70	0,58	0,50	0,48	0,42	0,40	0,38
0,10	0,82	0,71	0,64	0,60	0,58	0,56	0,54
0,20	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,83	0,82
0,30	1,08	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05
0,40	1,18	1,22	1,28	1,26	1,22	1,21	1,20
0,50	1,22	1,36	1,40	1,38	1,34	1,32	1,30
0,60	1,32	1,47	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45

**Продолжительность заезда бульдозера.** Фактическая скорость движения бульдозеров всегда меньше теоретических значений для данной передачи, приведенных в технической характеристике трактора.

При разработке пород III-IV категорий и транспортировании их с подъемом до 6° средняя скорость перемещения бульдозеров, как правило, не превышает 85-90% от паспортной на 1-й передаче, а при подъеме более 6° она снижается до 75-80%.

При холостом ходе бульдозеры перемещаются обычно на задней передаче, скорость движения изменяется в широких пределах в зависимости от условий работы. Коэффициент снижения скорости холостого хода бульдозера 0,80-0,96. Меньшее значение коэффициента соответствует породам I-II категорий.

На переключение скоростей, измеряемое от окончания предыдущего хода до начала последующего, в среднем для машин затрачивается 4,5-5 сек (на два переключения 9-10 сек).

Средние значения скорости рабочего и холостого хода для различных по мощности бульдозеров приведены в табл. 8.

Среднее расстояние транспортирования пород в зависимости от горнотехнических параметров можно определить по формуле

$$L_{\text{ср}} = 0,55B_{\text{п}} + H_{\text{т}}(1 + \text{ctg } \alpha) + 0,66 \sqrt{\frac{2H_{\text{т}}B_{\text{п}}}{(1 + \text{ctg } \alpha) k_{\text{р}}}} \text{ctg } \frac{\alpha}{2} (1 + \text{tg } \alpha),$$

где  $B_{\text{п}}$  — ширина полигона, м;

$H_{\text{т}}$  — мощность торфов (глубина выемки), м;

$\alpha$  — угол отвалообразования, град;

$k_{\text{р}}$  — коэффициент разрыхления разрабатываемых пород.

Выезды на отвал в зависимости от мощности торфов и ширины полигона осуществляются под углом от 3 до 25° (бульдозеры 80- 130 л. с. работают с углом подъема до 12°, 140-180 л. с. - с углом подъема до 18° и 250-385 л. с. - до 25°).



Таблица 8

Скорость движения бульдозера в рабочем и холостом направлениях, м/мин

Бульдозер	Категория разрабатываемой породы	Длина транспортирования, м											
		25		50		75		100		125		150 и более	
		Направление движения машины											
		рабочее	холостое	рабочее	холостое	рабочее	холостое	рабочее	холостое	рабочее	холостое	рабочее	холостое
Д-494	III	29,5	50,5	33,0	75,0	34,0	91,0	35,1	96,4	36,1	97,8	37,0	98,0
	IV	26,5	49,0	29,7	71,5	30,5	82,2	31,4	85,6	32,2	87,0	33,0	87,5
	V	25,3	46,8	28,6	65,0	29,7	73,2	30,8	76,0	31,6	76,4	32,6	76,5
	VI—VIII	24,5	45,5	27,9	62,8	29,0	72,8	30,1	75,3	31,1	76,0	32,1	76,2
Д-532	I—II	34,5	61,0	35,5	80,0	36,8	96,0	37,9	101,0	39,0	103,0	40,5	104,0
	III	28,5	56,5	33,8	79,0	35,1	93,1	36,5	98,8	37,8	102,4	39,2	103,5
	IV	28,2	52,5	33,3	75,4	34,6	86,0	33,0	89,8	33,8	90,8	34,3	91,0
	V	27,0	49,4	31,5	70,7	31,2	81,4	32,0	83,7	32,6	83,9	33,5	84,0
VI—VIII	25,3	48,5	29,4	60,0	30,1	76,4	31,0	79,4	31,6	81,5	32,1	82,0	
Д-275	I—II	35,0	60,0	36,0	79,0	36,8	96,1	38,1	101,6	39,7	105,2	41,8	106,9
	III	28,5	45,5	33,0	75,0	34,9	93,2	36,8	100,4	38,9	104,6	40,5	105,8
	IV	26,5	45,5	30,3	71,2	31,5	87,0	32,8	92,5	34,0	94,2	35,2	94,5
	V	24,9	44,1	29,0	65,0	30,4	83,3	31,6	86,2	32,6	87,2	31,9	87,5
VI—VIII	24,5	42,0	29,0	62,2	30,0	74,6	31,0	79,7	32,0	81,5	30,0	85,9	
Д-575ГП (Д-575)	I—II	36,2	62,0	37,1	82,0	38,8	98,0	40,6	104,0	42,4	110,0	44,5	115,0
	III	31,5	56,0	35,4	80,3	37,5	95,0	39,5	102,4	41,5	107,4	43,5	110,0
	IV	28,5	55,0	33,3	76,6	34,6	90,0	35,8	96,4	37,0	97,6	38,2	97,7
	V	27,4	54,1	31,0	72,8	32,5	84,1	34,0	88,7	35,6	89,8	36,2	90,0
VI—VIII	26,5	53,0	30,0	69,6	31,8	79,5	33,0	84,0	34,1	85,4	35,8	85,8	
Д-572, (Д-384А)	I—II	38,0	68,0	40,1	80,0	40,9	102,0	43,8	112,0	45,0	120,0	46,1	126,0
	III	36,5	46,0	39,2	78,0	40,6	98,2	42,0	108,8	43,4	116,0	44,9	122,0
	IV	31,5	46,0	35,8	75,4	37,0	94,4	38,4	104,0	39,6	110,0	40,8	111,3
	V	30,3	45,0	33,2	70,9	34,5	88,4	35,9	98,4	37,2	104,8	38,5	105,0
VI—VIII	29,8	45,0	32,2	67,6	33,6	84,0	34,6	93,0	36,2	98,1	37,5	99,0	
Д-9Ж	I—II	43,9	70,3	45,0	82,2	48,0	98,0	50,8	106,7	52,7	114,0	55,3	114,6
	III	42,6	61,2	44,4	81,4	47,1	96,0	49,4	105,6	51,6	112,2	54,0	114,0
	IV	40,1	60,0	41,2	78,8	41,8	92,4	42,6	100,7	42,5	106,8	44,0	109,0
	V	37,0	53,6	35,4	76,3	36,5	90,3	37,5	100,0	38,5	105,4	39,5	106,0
VI—VIII	35,5	53,0	33,8	73,5	35,3	86,5	36,5	95,3	37,8	99,3	39,0	100,3	

Значения средних расстояний транспортирования приведены в табл. 9.

Таблица 9

Длина транспортирования, м (отвалообразование одностороннее)

Ширина полигона, м	Угол отвалообразования, град	Мощность торфов (глубина выемки), м							
		2	3	4	5	6	7	8	
20	12	49	63	75	89	102	114	126	
	18	38	48	57	66	75	84	83	
	25	32	39	46	52	59	65	71	
40	12	62	76	90	103	116	129	143	
	18	49	60	70	79	88	97	106	
	25	42	49	57	63	70	77	83	
60	12	77	92	107	120	135	149	161	
	18	63	74	85	94	104	114	123	
	25	55	63	71	77	85	92	99	
80	12	93	107	123	138	152	178	192	
	18	77	88	99	110	119	129	139	
	25	68	76	84	93	99	106	113	
100	12	105	122	138	153	168	182	196	
	18	90	102	113	124	134	144	154	
	25	81	89	97	105	113	120	127	

**Работа бульдозеров с рыхлителями.** Применение рыхлителей повышает производительность бульдозеров на послойной разработке пород I-II категорий до 5%, III категории - на 15-20%, IV категории - на 55-00%, V категории - в 1,5-1,7 раза и VI-VII категорий - в 2,5-3,0 раза и более.

Предварительное рыхление эффективно применять перед бульдозерной выемкой пород IV-VII категории. Породы III категории, за исключением жирных глин, суглинков и валунистых участков россыпей, следует разрабатывать без предварительного рыхления.

Рыхлители Д-515С целесообразно применять на разработке пород III-IV категорий, Д-711С – IV-V категорий, Д-652А – IV-VI категорий и Д-9Ж - на разработке пород V-VII категорий.

**Работа бульдозеров с уширителями отвала.** Увеличение объема вала, перемещаемого бульдозером, за счет уширителей составляет от 48 до 157%. Особенно большой эффект дает применение уширителей в процессе разработки и перемещения разжиженных пород на обводненных полигонах и больших расстояниях транспортирования.

Дополнительный объем вала породы, образуемый в результате применения уширителя, определяется по формуле

$$q_{уш} = \frac{B_{от} h a_{уш}}{k_p},$$

где  $q_{уш}$  — дополнительный объем породы, перемещаемой за счет применения уширителя, м<sup>3</sup>;

$B_{от}$  — ширина отвала, м;

$h$  — ширина отвала, м;

$a_{уш}$  — размер верхней части уширителя, м;

$k_p$  — коэффициент разрыхления.

В зависимости от высоты наполнения отвала и категории разрабатываемых пород этот объем составляет от 0,10 до 0,60 м<sup>3</sup>.

Применение уширителей, как и работа с отвалами сферической формы, повышает производительность бульдозеров на 20-40%. При этом нет перегрузки трактора. Кроме того, применение уширителей не может явиться причиной аварии, поломок и преждевременного износа.

Для увеличения объема вала перемещаемой породы применяют также спаренную работу бульдозеров.

Интервал между отвалами движущихся рядом бульдозеров должен быть равен 0,25-0,5 м. Тогда потери породы при транспортировании уменьшаются на 15-25%, а производительность машин соответственно повышается.

**Использование рабочего времени и режим работы бульдозеров.** Время использования бульдозеров в течение семичасовой смены при работе в летний и осенне-зимний периоды приведено в табл. 10.

Таблица 10

Использования бульдозера в течение смены, %

Вид операции	Периоды											
	летний сезон						продленный сезон					
	Тип бульдозера											
	Д-494	Д-532	Д-275	Д-575	Д-572	Д-9Ж	Д-494	Д-532	Д-275	Д-575	Д-572	Д-9Ж
Семичасовая смена												
Подготовительно-заключительные . . . . .	14,8	14,8	15,4	16,3	17,4	16,2	17,5	17,5	18,2	19,3	20,6	19,3
Основные . . . . .	75,0	74,7	73,7	72,0	69,9	72,2	71,9	71,63	70,52	68,6	66,25	68,7
Вспомогательные . . . . .	2,1	2,4	2,8	3,6	4,6	3,8	2,2	2,47	2,88	3,7	4,75	3,9
Отдых, личные надобности . . . .	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	7,8	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,1
Восьмичасовая смена												
Основные . . . . .	65,5	65,5	64,5	63,3	61,3	63,3	63,2	63,0	62,0	60,1	58,0	60,1
Вспомогательные, отдых, личные надобности . . . . .	22,0	22,0	23,0	24,2	26,2	24,2	24,3	24,5	25,5	27,4	29,5	27,4
Перерыв на обед . . . . .	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5

Производительность бульдозеров при разработке пород различных категорий в зависимости от длины транспортирования показана на рис. 3.

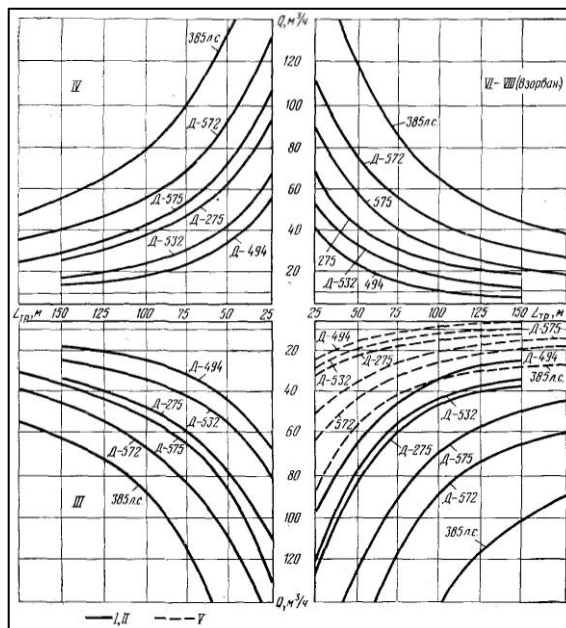


Рис. 3. Изменение производительности различных бульдозеров в зависимости от категории разрабатываемых пород и расстояния транспортирования

Межремонтные сроки для различных бульдозеров в летний и зимний периоды, определенные с учетом практических данных и рекомендаций заводом, указаны в табл. 11.

Таблица 11

Время работы бульдозеров (ч) при различной продолжительности сезона

Мощность двигателя, л. с.	Тип бульдозера	Меж-ремонт-ный период, ч		Вид ремонта	Продол-жительно-сть ре-монта, ч		Простой в ремонте, ч											
		в летний сезон	в продленный сезон		Сусуманский район				Билибинский район				Иультинский район					
					Сезон													
					летний		продлен-ный		летний		продлен-ный		летний		продлен-ный			
количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч	количество ремон-тов	ч			
80—130	Д-494 Д-532	300 600	250 500	ППР-1 ППР-2	24 72	24 72	3 3	72 216	6 6	144 432	3 3	72 216	5 6	120 432	3 2	72 144	5 5	120 360
140—180	Д-275 Д-575ГП	140 300 900	125 250 750	ТУ-1 ТУ-2 ТУ-3	10 36 72	10 36 72	8 5 3	80 180 216	15 10 4	150 360 288	7 4 3	70 144 216	13 9 4	130 324 288	6 4 2	48 144 144	11 7 3	110 252 216
250	Д-572 (Д-384)	100 500 1000	100 400 800	ТО-1 ТО-2 ТО-3	10 48 72	10 48 72	19 2 2	190 96 144	32 4 4	320 192 288	16 2 2	160 96 144	28 4 4	280 192 288	13 2 2	130 96 144	24 4 3	240 192 216
385	Д-9Ж	100 300 600 1000	100 200 500 900	ТО-1 ТО-2 ТО-3 ТО-4	5 10 48 72	5 10 48 72	14 3 2 2	70 30 96 144	23 8 4 3	115 80 192 216	14 3 2 1	70 30 96 72	22 6 3 2	110 60 144 144	11 2 2 1	55 20 96 72	20 4 3 2	100 40 144 144

Пользуясь данными табл. 10, 11 и рис. 3, годовую выработку бульдозеров можно определить из выражения

$$Q_{\text{год}} = N_{\text{л}} P_{\text{л}} \rho + N_{\text{з}} P_{\text{з}},$$

где  $Q_{\text{год}}$  — годовая выработка бульдозеров, тыс. м<sup>3</sup>;  
 $N_{\text{л}}$  и  $N_{\text{з}}$  — время чистой работы за летний и зимний периоды, ч;  
 $P_{\text{л}}$  и  $P_{\text{з}}$  — соответственно производительность машин, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\rho$  — коэффициент снижения производительности при работе по таликам вследствие уменьшения скорости естественного оттаивания мерзлых пород в весенне-осенний период на вскрыше торфов (принимается 0,95, на разработке песков открытой добычи 0,90).

Для учета трудоемкости работ рекомендуется пользоваться переводными коэффициентами. За эталон принята вскрыша торфов, представленных породами III категории, влажностью 18-20%, трудоемкость остальных работ дается в единицах по отношению к этому эталону.



**Колесные скреперы.** Современный колесный скрепер (табл. 12) предназначен для разработки не очень тяжелых и не очень влажных пород до IV категории крепости с транспортированием на расстояние до 5000 м и более. Вспомогательным оборудованием при выполнении работ колесными скреперами служат тракторы-толкачи и рыхлители.

Трактор-толкач применяют при работе скреперов на крепких или трудноразрабатываемых породах, а также при большегрузных скреперах, когда тяговое усилие основного трактора-тягача недостаточно.

В последнее время кроме прицепных выпускаются самоходные скреперы с одноосным тягачом и с ковшем емкостью до 9 м<sup>3</sup>, передвигающиеся со скоростью до 45 км/ч. Набор породы ковшем самоходного скрепера производится при помощи толкача.

Таблица 12

Техническая характеристика скреперов, применяющихся на открытых горных работах

Показатели	Д-374	Д-498	Д-534	Д-222А	Д-542	Д-213А	Д-523	Д-188А	Д-511
Мощность базового трактора, л. с. . . . .	80	100	135	100	108	140	140	300	300
Емкость ковша, м <sup>3</sup> : геометрическая . . . . .	6	6	6	7,5	8	10	10	15	15
с шапкой . . . . .	8	8	8	9	10	13	12	18	17
Ширина ковша, мм . . . . .	2590	2765	2675	2800	2765	2820	2808	3134	2900
Наибольшая глубина резания, мм . . . . .	320	300	300	300	300	320	300	300	350
Угол резания, град . . . . .	30—35	30	35	35	20	35	—	—	—
Толщина слоя отсыпки, мм . . . . .	150—500	150—500	До 500	До 500	До 350	400	До 500	До 400	До 550
Ходовая часть: число колес . . . . .	6	4	4	6	4	6	6	4	4
обозначение шин . . . . .	12×20	16×24	16×20	12×20	18×24	14×20	14×20	21×24	21×24
Колея колес, мм: передних . . . . .	1250	1600	1600	1250	1600	1500	1800	2200	2200
задних . . . . .	1770	2100	2100	1750	2300	1914	1920	2000	—
Дорожный просвет, мм	430—500	390—560	560	400	335—624	500—540	450—500	550	550—600
Размеры, мм: длина . . . . .	8400	7320	7320	8400	8895	9150	8700	10 750	11 300
ширина . . . . .	2990	3195	3195	3050	3195	3330	3250	3 470	3 390
высота . . . . .	3090	2400	2310	3090	2660	3060	2800	3 100	3 070
Масса скрепера, г . . . . .	6,6	7,3	7,3	6,56	9	9,5	8	15,75	16,28

Таблица 12а

Техническая характеристика скреперов Caterpillar

Показатели	КАТ-666	КАТ-657	КАТ-С41
Базовый трактор	666В	657В	641В
Мощность двигателя, кВт	294 + 368	294 + 368	368
Емкость ковша, м <sup>3</sup>	30,6	24,5	21,4
Максимальная скорость движения при полной загрузке,	67,6	53,1	51

км/ч			
Максимальная толщина срезаемого слоя, мм	480	405	405
Толщина слоя отсыпки, мм	610	510	510
Основные размеры, мм:			
длина	17300	15700	14900
ширина	4300	4 300	4150
высота	4370	4400	4050
Масса скрепера, т	62	60	45

**Использование колесных скреперов. Условия применения.** Разработка россыпей скреперами целесообразна при следующих условиях:

- россыпь должна слагаться породами I-V категорий; плотные породы III-V - категорий перед выемкой необходимо разрыхлить;
- содержание влаги в породах не должно быть более 15-20%;
- в песках не должно быть валунов;
- среднее расстояние транспортирования для скреперов емкостью 6-10 м<sup>3</sup> не более 600 м, а для скреперов емкостью 15 м<sup>3</sup> - 1000 м;
- передвижение скрепера по путям с подъемом не более 10-25°.

Достоинства скреперной разработки: высокая эффективность и маневренность работ; универсальность машин, позволяющая осуществлять весь технологический комплекс работ: устройство подъездных путей, проходку траншей, канав, котлованов, вскрышу торфов и транспортирование их в отвалы, добычу и доставку песков на промывочные приборы и другие работы.

**Производительность скреперов.** Производительность скреперов определяется по формуле

$$Q_{\text{скр}} = \frac{q_k t_{\text{см}} \eta_{\text{и}} k_{\text{н}} \cdot 3600}{\left( \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + a_p + b_3 + c_{\text{п}} \right) k_{\text{р}}},$$

где  $Q_{\text{скр}}$  — сменная производительность скрепера, м<sup>3</sup>;  
 $q_k$  — объем перемещаемой горной массы, м<sup>3</sup>;  
 $t_{\text{см}}$  — продолжительность рабочей смены, ч;  
 $\eta_{\text{и}}$  — коэффициент использования сменного времени;  
 $k_{\text{н}}$  — коэффициент наполнения ковша;  
 $l_1$  — длина пути загрузки, м;  
 $v_1$  — скорость движения скрепера при загрузке, м/сек;  
 $l_2$  — длина пути груженого хода скрепера, м;  
 $v_2$  — скорость движения груженого скрепера, м/сек;  
 $l_3$  — путь, проходимый скрепером от разгрузки до начала загрузки, м;  
 $v_3$  — скорость холостого хода скрепера, м/сек;  
 $a_p$  — время разворота скрепера, сек;  
 $b_3$  — продолжительность загрузки скрепера, сек;  
 $c_{\text{п}}$  — время переключения скоростей, сек;  
 $k_{\text{р}}$  — коэффициент разрыхления породы.

На производительность скрепера большое влияние оказывает схема резания пород. Различают следующие схемы:

- прямое резание - на протяжении всего пути зарезания нож ковша одинаково заглублен в массив;
- ступенчатое - начинается при максимальном заглублении ножа, с последующим его уменьшением;
- гребенчатое - зарезание производится волнами, начиная с длины зарезания 5-6 м и кончая 0,8-1 м.

Наполнение ковша скрепера зависит от тягового усилия трактора, плотности и влажности пород.

При разработке галечно-глинистых пород в первоначальный период ковш до половины емкости наполняется под действием силы срезания стружки. Дальнейшее наполнение происходит под действием сил сопротивления, возникающих при трении вала породы о массив. Для максимального наполнения ковша необходимо усилие, способное протолкнуть породу до верхней его части. Когда мощности трактора недостаточно, загрузку рекомендуется производить с переменным заглублением. Сначала нож ковша заглубляется на максимальную глубину (20-30 см), и как только тягач начинает перегружаться или пробуксовывать, толщина срезаемого слоя уменьшается до нескольких сантиметров. С восстановлением нормальной работы трактора ковш снова заглубляется до 30 см. Таким образом, резание осуществляется волнами, или так называемыми «клевками» длиной до 1,5-2 м каждый.

При применении данного метода набора во всех случаях требуется большая длина пути загрузки (35-50 м). Сократить ее можно путем применения ребристо-шахматной схемы с гребенчатым резанием пород, сущность которой заключается в том, что на поверхности полигона производится ряд зарезаний с зазорами (ребрами) между отдельными заходками около 1,3 м. Следующий ряд зарезаний производится с расчетом, чтобы центр хода скрепера приходился на ось оставленных ребер, причем заполнение ковша начинается с отступлением назад против первого ряда примерно наполовину нормального пути заполнения.

Такая организация работ на 10-15% позволяют увеличить загрузку ковша и сократить время его наполнения, что соответственно повышает производительность скрепера. При разработке более тяжелых пород, когда применяются тракторы-толкачи, «цепная загрузка» ковша состоит в том, что скреперы устанавливаются по ходу движения трактора-толкача таким образом,

чтобы обеспечить быстрый его переход от одного трактора к другому. Работа скрепера с толкачом за счет сокращения длины пути набора ковша и увеличения объема перемещаемой породы повышает производительность на 40-60%,

**Спаренная работа скреперов.** Опытные скреперисты применяют спаренную работу агрегатов вместо использования специальных толкачей. Сущность способа состоит в том, что при наполнении первого скрепера второй работает в качестве толкача. При наполнении второго скрепера первый скрепер, присоединяясь ко второму, работает в качестве тягача.

Большинство машинистов, закончив загрузку ковша скрепера, сразу поднимает ковш (с ходу), чтобы сократить время перевода агрегата в транспортное положение и не допустить его перегрузки.

К месту разгрузки породу транспортируют на четвертой, реже на третьей скорости.

**Выгрузка породы на отвале.** Породу на отвале укладывают слоями толщиной 15—40 см. Скрепер разгружают на третьей и, если возможно, на четвертой скорости. При этом сокращается продолжительность цикла скреперования. Однако глинистые и низкие породы в большинстве случаев приходится выгружать на третьей и даже на второй скоростях.

Разгрузку на откосе отвала при движении скрепера под уклон 20-30° рекомендуется применять при большой влажности и вязкости пород.

Расстояние разгрузки под уклон определяется наклонной длиной откоса, зависящей от высоты отвала, и практически составляет от 6 до 10 м. Время разгрузки 15-25 сек. Этот способ наиболее рационален при последовательном наращивании отвалов по мере продвижения забоя. Часовая производительность скреперов показана в табл. 13.

Таблица 13.

Производительность скреперов за один час чистой работы, м<sup>3</sup> (отвалообразование одностороннее)\*

Скрепер	Емкость ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Категория разрабатываемой породы	Длина транспортирования, м															
			50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Д-498, Д-374, Д-534	6,0	I—II III IV	66	50	39	33	28	25	22	20	18	17	16	15	14	13	12	11
			55	43	35	29	25	22	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10
			46	36	30	26	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10,5	10	9
Д-522А, Д-542	7,5	I—II III IV	79	59	48	40	34	31	27	24	22	20	18	16	15	14	13,5	13
			63	51	42	35	31	28	24	22	20	18	17	15	14	13	12,5	12
			53	43	36	31	27	23	21	19	17	16	15	13	12	11,5	11	10
Д-213А	10,0	I—II III IV	109	83	66	55	48	42	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18
			92	71	57	49	43	37	32	29	27	24	22	21	19	18	17	16
			73	59	50	43	37	33	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15
Д-188А, Д-511	15,0	I—II III IV	170	128	103	87	73	64	57	51	46	42	39	36	33	32	30	29
			143	109	89	74	65	57	50	46	41	37	34	32	30	28	27	26
			115	92	77	65	58	50	46	41	37	34	32	30	28	27	26	25

\* При двустороннем отвалообразовании производительность повышается на 5–10%.

Исходя из продолжительности эксплуатационного периода и количества планово-предупредительных ремонтов, время чистой работы при трехсменном режиме и семичасовой смене равно для районов Казахстана 2700-2840 часов. Годовой объем выработки скрепера определяется по формуле

$$Q_{\text{год}} = N_{\text{см}} Q_{\text{см}} k_{\text{с}},$$

где  $Q_{\text{год}}$  — годовой объем переработки скрепером, м<sup>3</sup>;

$N_{\text{см}}$  — количество работы скрепера;

$Q_{\text{см}}$  — сменная производительность скрепера, м<sup>3</sup>;

$k_{\text{с}}$  — коэффициент снижения производительности скрепера в весенний и осенний периоды из-за недостаточной оттайки мерзлых пород (равен 0,97).

#### 4. Землеройные машины (экскаваторы)

При разработке россыпных месторождений применяются экскаваторы: одноковшовые драглайны, прямые и обратные лопаты. Одноковшовые экскаваторы (табл. 14) циклического действия - драглайны предназначены для вскрышных работ при бестранспортной вскрыше; прямые лопаты - для вскрыши с использованием транспортных средств или для горно-подготовительных работ;

обратные лопаты - для горно-подготовительных (канавных) работ.

Таблица 14

### Техническая характеристика одноковшовых экскаваторов

Показатели	Э-758	Э-652	Э-6516	Э-10011	Э-1251	Э-1003, Э-1004	Э-2005, ЭКТ-2	Э-2501	ЭКТ-4	ЭКТ-8	ЭШ-1	ЭШ-4/40	ЭШ-5/45	ЭШ-10/60	ЭШ-10/70	ЭШ-15/90А
<b>Драглайн</b>																
Емкость ковша, м³	0,8	0,5	0,8	0,75—1	1	1	1—2	1,5—3	—	—	3,4	4	5	10	10	15
Длина стрелы, м	10	10	13	12,5—15	12,5—15	16,2	15, 20, 25	25/15	—	—	37,6	40	45	60	70	90
Наибольший радиус копания, м	11,1	11,1	14,3	15	14,3	17,5	27,4	27,4/17,4	—	—	42	48	45	58	58	82
Наибольшая глубина копания, м:																
при боковом проходе	4,4	4,4	6,6	7,8	6	8	14	14/7,4	—	—	20	32	20,5	—	20	24
при кольцевом проходе	7,3	7,3	10	12	9,5	12,5	20,6	20,6/12	—	—	—	—	36	35	35	41
Наибольший радиус выгрузки, м	10	10	12,5	14,4	12,4	15,4	23,8	23,8/15	—	—	34	37	44,5	57	57	82
Наибольшая высота выгрузки, м	5,5	5,5	5	8,3	6,5	5,7	15,9	15,9/7,9	—	—	17	19,4	21	21	24	37
<b>Прямая лопата</b>																
Емкость ковша, м³	0,75	0,65	0,65	1	1,25	1	2,25	2,5	3,4—5	6,8—8	—	—	—	—	—	—
Длина стрелы, м	5,5	5,5	5,3	5,5	6,8	6,7	10,5	9	10,5	12	—	—	—	—	—	—
Длина рукоятки, м	4,5	4,5	4,33	4,7	4,9	4,9	7,28	6,06	7,28	8,6	—	—	—	—	—	—
Наибольший радиус копания, м	8	7,8	7,75	9	9,9	9,8	14,4	12,1	14,4	17,4	—	—	—	—	—	—
Наибольшая высота копания, м	7,7	7,9	7,57	8	9,3	9	10,2	11,2	10,2	12,9	—	—	—	—	—	—
Наибольший радиус выгрузки, м	7,1	7,1	7,1	8	8,9	8,7	12,7	10,8	12,7	15,47	—	—	—	—	—	—
Наибольшая высота выгрузки, м	5,2	5,6	5,5	6	6,6	5,7	6,3	7,3	6,3	8,4	—	—	—	—	—	—
Размеры, мм:																
длина	4810	4610	4600	5420	5540	—	7620	4837	6250	10 900	11 440	12 050	12 185	16 000	Нет данных	Нет данных
ширина	2900	2850	2800	3100	3200	—	3800	4050	5000	6 000	5 960	6 000	6 500	9 000	9000 *	9 600 *
высота	3350	3500	3140	3420	4180	—	6300	6338	8000	6 350	9 130	9 540	10 150	7 212	8500 **	11 400 **
Скорость движения экскаватора, км/ч	До 8,15	До 3	До 2	До 2,53	До 1,49	До 1,45	До 1,22	До 1,21	До 0,45	До 0,80	До 0,33	До 0,47	До 0,45	До 0,2	До 0,2	До 0,06
Удельное давление, кгс/см²	0,69	0,65	0,65	0,94	0,66	0,87	1,33	1,24	1,6	2,40	0,39—0,75	0,43—1	0,4	0,85/1,2 *	0,85/1,2 *	0,8/1,27 *
Масса, т	20	20,5	18	31,5	39,5	39	87,6	83	185	355	164	180	177,6	536 (без противовеса, масса противовеса—6 т)	620	1600

\* В числителе - при работе, в знаменателе - при передвижении.

\*\* От поверхности земли.

Таблица 14а

### Технические характеристики экскаваторов Hitachi ZX330-3 и SUMITOMO SH220-3

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Hitachi ZX330-3	SUMITOMO SH220-3
1	Длина	см	1113	1000
2	Ширина	см	320	300
3	Высота	см	316	
4	Продолжительность рабочего цикла	сек	5	7
5	Тип:		обратная лопата	
6	Объём ковша	м³	1,4	1
7	Глубина копания	см	684-818	700
8	Высота копания	см	9990-10750	800
9	Высота выгрузки	см	6940-7630	
10	Радиус копания на уровне стоянки	см	10570-11860	950
11	Расход дизельного топлива	л/час	26,1	17,6
	Вес	т	32	23

**Использование экскаваторов.** Коэффициент использования рабочего

времени экскаватора при работе в отвал составляет: за смену - 0,84, за сутки - 0,75. Эксплуатационная сменная производительность экскаваторов определяется по формуле

$$Q_{\text{экс}} = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} \cdot \frac{k_{\text{нап}}}{k_{\text{раз}}} q_k T k_n, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $Q_{\text{экс}}$  — сменная производительность,  $\text{м}^3$ ;  
 $T$  — продолжительность смены, ч;  
 $k_n$  — коэффициент использования рабочего времени экскаватора при выгрузке породы в отвал (принимается 0,75—0,90).

## 5. Технологический транспорт

Для транспортировки «песков» на промывочную площадку могут использоваться следующие автосамосвал (табл. 15)

Таблица 15

Технические характеристики автосамосвалов

Модель автомобиля	Вместимость кузова, $\text{м}^3$ (т)	Погрузочная высота, м	Скорость движения, км/ч	
			в груженом состоянии	в порожнем состоянии
ГАЗ-САЗ-35072	4,5 (4,1)	2,48	45	60
ГАЗ-САЗ-35072-10	4,5 (3,95)	2,48	47	60
ЗИЛ-ММЗ-45085	3,8 (5,5)	2,81	42	60
МАЗ-555102-220	5,4 (10)	2,15	48	60
МАЗ-555130-2120	5,5 (9)	2,15	40	60
МАЗ-555402-220	5,5 (7)	2,15	42	60
МАЗ-551603-2121	10,5 (20)	2,6	50	60
МАЗ-551605-2125	11 (20)	2,53	48	60
КамАЗ-6520	12 (14,4)	3,2	55	60
КамАЗ-6540	11 (18,5)	3,02	55	60
КамАЗ-55111	6,6 (13)	2,85	55	60
КамАЗ-65115	8,5 (15)	2,96	55	60
КамАЗ-53605	6,5 (7,5)	2,87	52	60
КрАЗ-65032	12 (18)	2,7	45	60
КрАЗ-65055	10,5 (16)	2,42	45	60
КрАЗ-6510	10,5 (13,5)	2,46	45	60
КрАЗ-7133С4	20 (22,5)	2,96	40	60
КрАЗ-6130С4	18 (20,5)	2,96	40	

Для обеспечения основных горно-подготовительных и добычных работ необходим также вспомогательный технологический транспорт для доставки персонала, материалов и оборудования на участок.

Доставка персонала может выполняться вахтовым автомобилем ВМ-20 на базе КАМАЗ 6520 вместимостью до 20 человек, в начале и при завершении сезона.

Для оперативной связи и в качестве дежурной машины используется автомобиль – вездеход УАЗ-35512.

Для выполнения монтажа-демонтажа промприбора, погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ используется автомобильный кран грузоподъемностью 10 т на базе автомобиля МАЗ-5334.

Для доставки экскаваторов бульдозеров и промывочного оборудования используется трейлер на базе автомобиля УРАЛ-44202.

Заправка техники на участке работ производится топливозаправщиком АТЗ-3607 на базе автомобиля ЗИЛ-130 грузоподъемностью 3,8 т.

## **II. ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСКРЫШНЫЕ РАБОТЫ**

### ***6. Назначение и терминология горно-подготовительных работ***

Горно-подготовительными называются работы, назначение которых - подготовка месторождения к эксплуатации. В комплекс горно-подготовительных работ входит подготовка поверхности месторождения, осушение и проведение вскрывающих выработок.

По степени трудности освоения месторождения делятся на четыре категории в зависимости от сложности осушительных работ.

Легкими для освоения считаются месторождения, при разработке которых не требуются специальные мероприятия по борьбе с водой; средней трудности - месторождения, освоение которых связано с необходимостью проведения несложных мероприятий по водоотливу или осушению (проведение канав и других способов открытого водоотлива).

Большая трудность разработки определяется необходимостью в специальных методах осушения: проведении подземных выработок, сложных устройств для укрепления откосов.

Исключительно трудными для разработки считаются месторождения, на которых не удастся создать благоприятных условий работы обычными средствами и капитальными выработками.

Практически россыпные месторождения относятся к первым трем



категориям. Наиболее часто осушение россыпей производится канавами и относится к так начинаемому горизонтальному дренажу, который бывает контурным и заградительным.

По назначению и расположению канавы (рис. 4) могут быть:

- руслоотводными, предназначенными для отвода русла речки или ручья, если оно проходит непосредственно по россыпи, пересекает ее или находится в опасной близости;
- нагорными, назначение которых - перехват грунтовых и атмосферных вод на склонах и отвод их за пределы разрабатываемого участка;
- разрезными, когда они проходят непосредственно по участку россыпи, подлежащему отработке, с целью его осушения;
- капитальными, проводящимися для принятия воды из разрезных канав и сброса ее ниже участка эксплуатационных работ (капитальная канава является как бы продолжением разрезной, но за пределами разрабатываемого участка).
- водозаводными, для обеспечения водой промывочных установок.

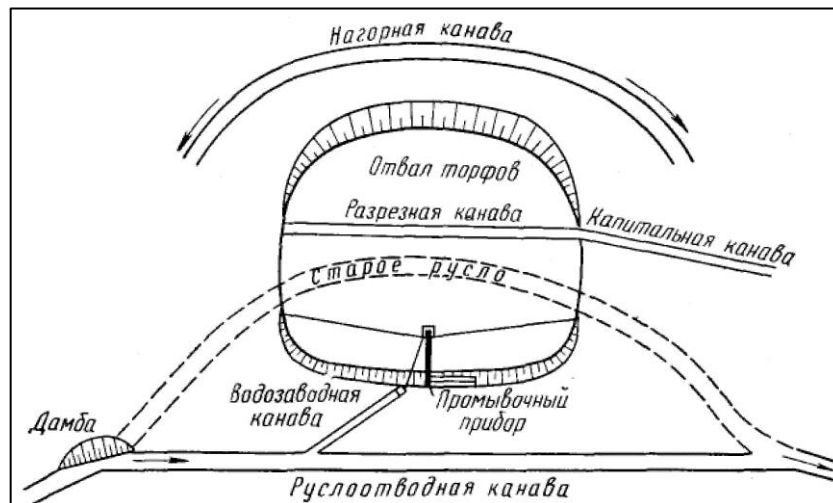


Рис 4. Расположение различных канав относительно разрабатываемого участка россыпи

Форма и площадь поперечного сечения канав определяются исходя из их назначения и установленного расчетом количества воды, которое должна пропускать данная канава. Форма канав чаще всего бывает трапецеидальной или прямоугольной. Трапецеидальная форма - основная, прямоугольная допускается, когда канава закладывается в коренных породах (в плотике россыпи). В тех случаях, когда канава проходит частично в коренных породах, возможна смешанная форма. Треугольная форма поперечного сечения канавы целесообразна только в случае проведения ее вручную, поэтому рекомендована быть не может. Размеры канавы определяют на основании гидравлических

расчетов.

## 7. Проведение выработок и прочие горно-подготовительные работы

Осушительные и другие подготовительные работы часто связаны с необходимостью возведения простейших гидротехнических сооружений - плотин и дамб. Элементы земляной плотины показаны на рис. 5, а. Плотины из каменного наброса (рис. 5, б) сооружают на плотном основании. Для предотвращения фильтрации воды на верховой откос насыпают суглинистый грунт, который, в свою очередь, предохраняется от размыва слоем камней. Слив (сброс) допускается через гребень плотины. На небольших водотоках применяют плетневые (рис. 5, в), свайные, козелковые и шпунтовые плотины. Для указанных типов плотин гидравлические расчеты сводятся к выбору расчетного расхода, горизонта и определению размеров водослива.

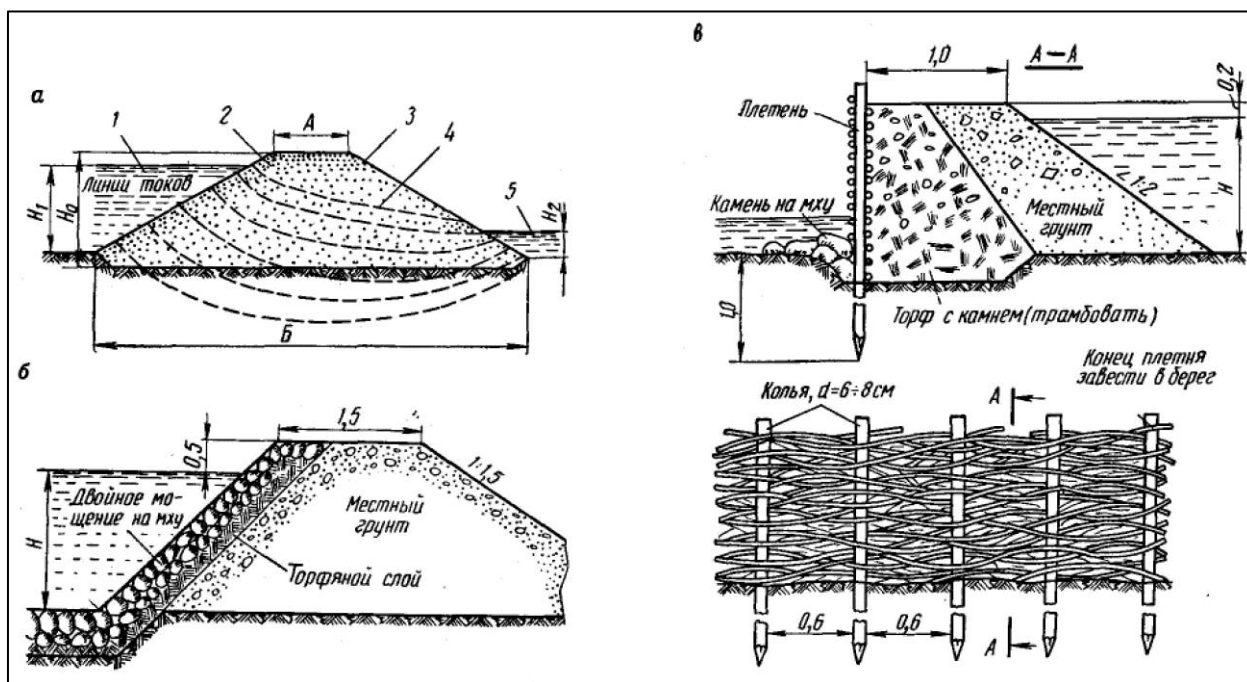


Рис. 5. Плотины

а - земляная (пунктиром показаны линии токов воды в теле плотины); б - из каменного наброса; в - плетневая; 1 - верхний бьеф; 2 - верховой откос; 3 - низовой откос; 4 - кривая депрессии; 5 - нижний бьеф

Расход воды через водослив определяется по формуле

$$Q = 0,4b \sqrt{2g} h, \text{ м}^3/\text{сек},$$

где  $b$  — длина порога водослива, м;  
 $g$  — ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>;  
 $h$  — напор водослива, превышение горизонта воды над кромкой водослива, м.

При неустойчивых грунтах в основании плотины длина фильтрационного пути под плотинной (считая от вертикали, проходящей через урез воды) должна быть

$$L = CH, \text{ м},$$

где  $C$  — коэффициент, зависящий от характера грунта (табл. 16);

$H$  — глубина верхнего бьефа или напор, м.

Таблица 16

Значения коэффициента  $C$ 

Характер грунта	$C$	Характер грунта	$C$
Илистый . . . . .	6	Глинистый . . . . .	3
Мелкозернистый . . . . .	5	Гравелистый . . . . .	4
Средне- и крупнопесчаный . . . . .	4,5	Галечный . . . . .	3,5
Лёсс . . . . .	4	Торфяной . . . . .	3

При разработке россыпи обводненность пород вызывает снижение производительности оборудования и приводит к разубоживанию песков и потерям полезного ископаемого. Поэтому для эффективного ведения горных работ проводятся работы по осушению россыпи, посредством отвода русла, строительством нагорных и водосточных канав.

Руслоотводная канава проходится вне площади полигонов. Ей придается устойчивая трапецевидная форма, а откосы должны быть такими, чтобы порода с них не сползала в водоток (в среднем угол откоса 45°). Уклон руслоотводной канавы соответствует уклону долины. Скорость потока зависит от расхода воды, уклона и шероховатости стенок канавы. Скорость потока воды не должна размывать стенки канавы.

Руслоотводные канавы обычно имеют большую площадь поперечного сечения. При проходке канав бульдозерами ширина дна канавы получается около 3,0 м. Для перемещения пород от проходки на ее борта устраиваются выезды через каждые 20-25 м.

Площадь поперечного сечения канавы рассчитывается по формуле:

$$S = Q/V_{\text{пер}}, \text{ м}^2$$

где  $Q$  — максимальный расход воды в источнике;

$V_{\text{нер}}$  – неразмывочная скорость потока (для рыхлых пород -  $V_{\text{нер}} = 1,25$  м/с);

Длина руслоотводной канавы определяем графически.

Канавы строятся бульдозером, отдельными сегментами, с отведением в них русла путем создания водозащитных дамб.

Приток воды из аллювиального безнапорного водоносного горизонта в полигоны, расположенные вблизи реки определяем по формуле:

$$Q = kL \frac{H^2 - h^2}{R},$$

где  $k$  – коэффициент фильтрации, м/сут., равен 50 (Максимова В.М.

Справочное руководство гидрогеолога, т 1. М, Н, 1980 г);

$L$  – средняя длина полигона;

$H$  – мощность водоносного горизонта, (10 м);

$h$  – остаточная мощность горизонта в карьере, (5 м);

$R$  – радиус влияния карьера, (70 м).

Дамбы применяются при работах по осушению россыпи (водозащитные дамбы) для направления русла ручья руслоотводные канавы, а также для разделения гидроотстойников и осветлителей воды в водозаборных сооружениях, чтобы вода, фильтруясь, через нее поступала в осветлитель (дамбы перемычки).

Водозащитные дамбы служат для ограждения участков русла при направлении его в сегменты водоотводной канавы. Дамбы проектируются в основном однотипными, в соответствии с типовым проектом ТМП-820-04-28.87 «Плотины земляные, насыпные, высотой до 15 м».

Заложение откосов принято 1:2,5, высота дамб до 3 м. Превышение гребня дамбы над расчетным уровнем воды – более 0,5 м. Средняя длина дамбы составит 100,0 м, высота – 3,0 м, ширина по верху – 5,0 м, по подошве -15 м.

Дамбы-перемычки. При способе разработки с обратным водоснабжением, подача технологической воды производится из отстойников, которые обеспечивают замкнутый цикл осветления воды и полную изолированную работу по промывке песков от внешних водотоков.

Отстойники. При водоснабжении промывочной установки обратной водой необходимы мероприятия, предупреждающие попадание в зумпф хвостов промывки. Наиболее эффективно устройство прудов-отстойников.

Отстойники оборудуются в отработанных полигонах. Для обеспечения необходимого объема технологической воды, осадения илистой фракции, в выработанном пространстве строятся предохранительные дамбы-перемычки, которые служат естественным фильтром между гидроотстойником и осветлителем.

Ширина дамб поверху принята 4,0 м, из условий проезда техники. Средняя длина дамб составит 60,0 м, высота – 6,0 м, ширина основания 16 м.

Сооружение дамб предусматривается с устройством трубчатых сливов осветлённой воды и аварийных переливов, устроенных в борту россыпи по целику. Для предотвращения размыва входная и выходная часть аварийного перелива укрепляется каменной наброской. Глубина гидроотстойника и осветлителя 5,0 м.

Вместимость гидроотстойника в 4-5 раз превышает объём поступающей в него глинистой фракции, что позволит без чистки гидроотстойников промыть все «пески». Дамбы отсыпаются из грунта, выдаваемого при вскрыше.

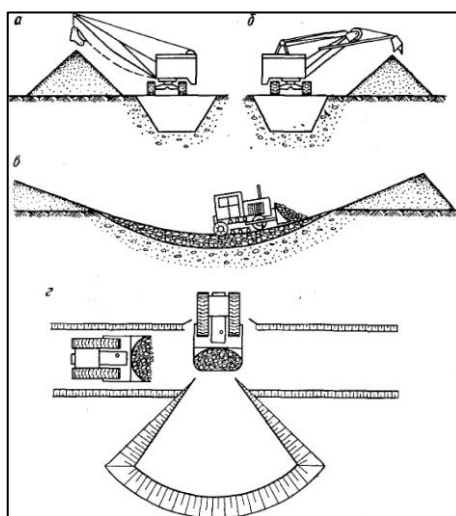
Подготовительными считаются также работы по проведению траншей и котлованов для промывочных установок, зумпфов для насосов.

Проходка зумпфов аналогична проведению котлованов промывочных установок. Вместимость зумпфов ( $\text{м}^3$ ) принимается не менее 1-2 кратного часового расхода воды промприбора ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). При водоснабжении промывочной установки непосредственно из водотока зумпфы устраивают несколько в стороне от русла, чтобы избежать заиливания.

Размеры котлованов и траншей определяют исходя из типа промывочной установки и размеров загрузочного бункера, приемной части элеватора или землесоса с учетом рельефа местности.

При открытой разработке россыпей канавы проводятся бульдозерами, экскаваторами и скреперами, причем способ механизации выбирают в зависимости от размеров канавы, крепости пород и условий работы.

Схематично проведение котлована для промывочной установки бульдозером показано на рис. 6.



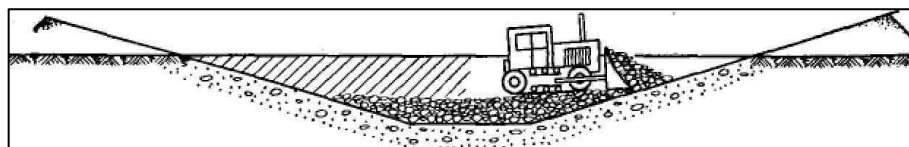


Рис. 6. Проведение горно-подготовительных выработок

а - канавы экскаватором-драглайном; б - обратной лопатой; в - поперечными ходами бульдозера; г - продольными ходами бульдозера с созданием выездов; внизу - проведение котлована бульдозером (заштрихована часть выработки, которая в дальнейшем будет засыпана)

Рекомендуемые способы механизации при проведении канав приведены в табл. 17.

Таблица 17

## Способы механизации проведения канав

Назначение канав	Характеристика канав	Характеристика грунтов	Механизмы
Руслоотводные и капитальные канавы	Большое сечение, глубина более 3 м	Талый или взорванный мерзлый грунт	Экскаваторы-драглайны с ковшем емкостью 0,5—2 м <sup>3</sup> . Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой (ковш емкостью 0,5—1 м <sup>3</sup> )
		Мерзлый грунт (по мере естественной оттайки)	Колесные скреперы, бульдозеры для углубки до 1,5—2 м
Руслоотводные, капитальные и водозаводные канавы	Малое сечение, глубина до 3 м	Талый или взорванный мерзлый грунт	Экскаваторы с обратной лопатой (ковш емкостью 0,25—0,5 м <sup>3</sup> )
		Мерзлый грунт (по мере естественной оттайки)	Бульдозеры для углубки до 1,5—2 м; скреперы для углубки более чем на 2,5 м
Нагорные, разрезные канавы (с заглублением в плотик)	Размеры в зависимости от условий	Талый или взорванный мерзлый грунт	Экскаваторы с обратной лопатой (ковш емкостью 0,25—0,35 м <sup>3</sup> ), бульдозеры
		Коренные породы плотика	Экскаваторы, бульдозеры (с предварительным рыхлением рыхлителями тяжелого типа или ВВ)

### 8. Назначение и терминология вскрышных работ

В общем комплексе открытых работ основными по объему а, следовательно, и по трудоемкости являются вскрышные, задача которых - удаление и перемещение в отвалы пустых пород (торфов), перекрывающих пласт песков.

Различают три основные операции вскрышных работ: непосредственно

вскрыша (иногда говорят «чистая» вскрыша), перемещение в отвал (отвалообразование) и перевалка. Все эти операции могут выполняться одним и тем же механизмом, но иногда для каждой из них применяются различные механизмы. Эти механизмы могут быть однотипными, например бульдозеры, и различными, например экскаваторы и бульдозеры.

Необходимость в перевалке возникает в тех случаях, когда невозможно сразу же обеспечить размещение отвала торфов за пределами промышленной части россыпи. В этом случае выкладываются временные отвалы, которые в дальнейшем должны быть перемещены («перевалены») на другое место. Перевалка чаще всего имеет место при экскаваторной вскрыше. Когда в качестве вскрывающих механизмов используют бульдозеры и колесные скреперы, которые сами способны производить транспортировку, то необходимость в перевалке возникает редко. Объем перевалки зависит от ширины полигона, мощности торфов, рабочих параметров землеройной машины.

Для экскаваторной вскрыши наиболее выгодны варианты, обеспечивающие минимальный объем перевалки.

Вскрыша торфов сопровождается геологическим опробованием и производится до такой глубины, когда появляется реальная опасность вместе с торфами переместить в отвал часть золотоносных рыхлых отложений. Чтобы этого не произошло, оставляют так называемую «предохранительную рубашку» - слой торфов мощностью 0,2 м непосредственно над песками. Мощность «рубашки» - величина весьма условная, так как практически невозможно при волнистом и невыдержанном характере пласта песков везде сохранить «рубашку» одинаковой величины. Поэтому следует считать 0,2 м средней величиной. При экскаваторной вскрыше вообще невозможно сохранить слой мощностью меньше 0,5 м. Поэтому после экскаваторной вскрыши «рубашку» до нормальной мощности обычно доводят бульдозерами.

«Рубашка» далеко не всегда достигает своей цели. Когда промышленный пласт неровный, даже тщательное геологическое опробование не может охватить всю площадь полигона, поэтому всегда имеется опасность частичной потери песков с торфами. Кроме того, довольно часто золото в непромышленных количествах содержится в прилегающих к пескам торфах. Поэтому в последнее время совершенно отчетливо наметилась тенденция увеличивать мощность «рубашки» и тем самым вовлекать часть торфов в промывку.

## 9. Классификация вскрышных работ

По способу разработки (выемки) торфов все системы вскрышных работ разделены на две основные группы (табл. 18) - системы с послойной выемкой и с выемкой на всю глубину.

Таблица 18

Классификация вскрышных работ

Способ выемки торфов	Способ подготовки мерзлых торфов к выемке *	Основные типы применяемых машин	Общая характеристика вскрышных работ	Способ производства работ	Системы вскрышных работ
Послойная выемка	Естественная оттайка  Взрывное рыхление  Искусственная оттайка	Бульдозеры при мощности слоя 10 см и выше Колесные скреперы при мощности слоя более 20 см Экскаваторы (драглайны) при мощности слоя не менее 50 см	Послойная вскрышка с непосредственным отвалообразованием  То же  Послойная вскрышка с использованием на отвалообразовании дополнительных механизмов	Бульдозерный Скреперный Экскаваторный  Возможно применение машин в различных комбинациях – бульдозер с бульдозером, бульдозер с экскаватором и т. д. При одинаковых машинах способы называются по типу машин, при различных – комплексными	С выполаживанием бортов С созданием выездов С размещением в постоянные отвалы С перевалкой  С проходкой выездной (аккумулирующей) траншеи. Без проходки траншей. С применением ленточных отвалообразователей. С применением средств гидромеханизации
Выемка на всю мощность	Взрывное рыхление  Накопление слоя естественного оттаивания  Искусственная оттайка	Экскаваторы (механическая лопата или драглайн) То же  Колесные скреперы	Вскрышка на всю мощность россыпи с непосредственным отвалообразованием Вскрышка с применением на отвалообразовании дополнительных механизмов или транспортных средств Вскрышка наклонными слоями на всю мощность россыпи	Экскаваторный  То же  Скреперный	С размещением в постоянные отвалы С перевалкой  С использованием на отвалообразовании землеройных машин  С применением транспортных средств для отвалообразования

\* Если россыпь находится в талом состоянии, то эта колонка опускается.

## 10. Послойная выемка торфов с выполаживанием бортов разреза

Вскрышные работы с применением бульдозеров производятся параллельными ходами бульдозеров с устройством пологого выезда по всему борту вскрываемого полигона. Торфа размещаются в отвалы на одну или на обе стороны полигона (рис. 7, б).

Возможны два варианта способа:

- выемка слоями по всей площади полигона - в этом случае цикл работ заключается и снятии слоя постоянной мощности со всей площади;
- выемка траншеями - при этом образуется ряд параллельных траншей глубиной до 0,7 м, разделенных целиками шириной до 1 м. Цикл состоит из двух операций. Первая - образование траншей, вторая - срезание целиков между траншеями.



Работа бульдозера на выемке торфов может быть раз делена на два этапа:

- первый этап - работа бульдозера в пределах вскрываемого полигона,
- второй этап - транспортирование пород за борт разреза и отвалообразование за контуром полигона.

На первом этапе производительность бульдозера зависит от категории разрабатываемых пород и ширины вскрываемого полигона, на втором - от глубины разреза, размеров отвала, методов отвалообразования и, наконец, от рельефа местности, на которой размещаются породы вскрыши.

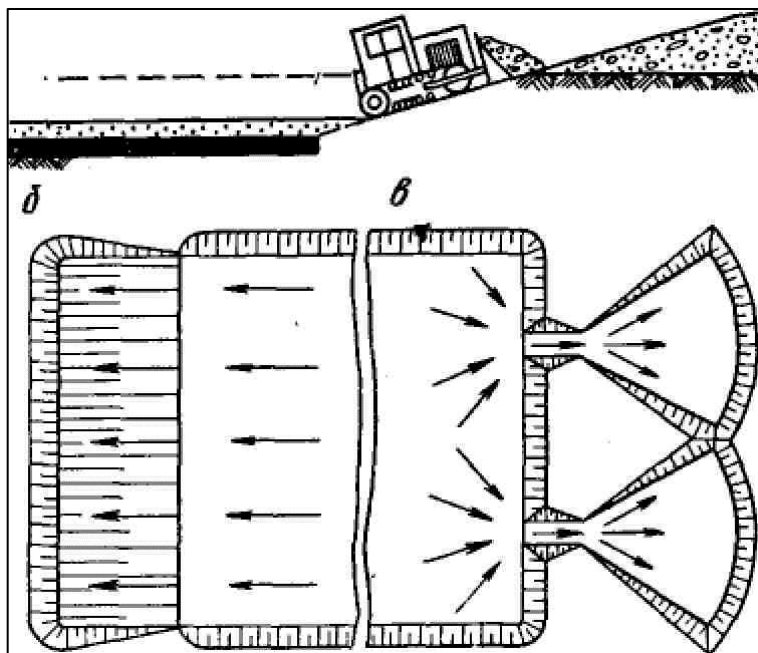


Рис. 7. Послойная выемка торфов с непосредственным отвалообразованием: а - выезд бульдозера из разреза в период отвалообразования; б - система с выполаживанием (разносом) борта разреза; в - система с образованием выездов

При проектировании и о производстве вскрышных работ особое внимание должно быть уделено наиболее экономичным вариантам устройства выездов и отвалообразования, оказывающим решающее влияние на стоимость вскрыши. Пологий выезд можно устраивать за пределами полигона, внутри полигона и частично внутри полигона.

Эти варианты показаны на рис. 8. Первый наиболее прост, но связан с дополнительными объемами выемки и увеличенным расстоянием движения машины, а следовательно, со снижением ее производительности. Второму варианту не свойственны эти недостатки, зато внутри полигона остается целик торфов, который в дальнейшем необходимо отрабатывать отдельно. В третьем варианте смягчаются недостатки первых двух. В этом варианте (по сравнению с

первым) производительность бульдозера увеличивается на 10-15%. Он наиболее приемлим для средних условий. Полностью оставлять выезд внутри полигона можно только в том случае, когда ширина пологого выезда не превышает 30% ширины полигона. Пологий выезд целиком внутри полигона может быть рекомендован только при мощности торфов менее 3 м. Выемка целика, образовавшегося в результате оборудования пологого выезда внутри полигона, производится в два приема: сначала продольными, затем поперечными ходами бульдозера.

Отвалообразование при вскрышных работах с разносом бортов разреза производят обычно под некоторым постоянным углом. Бульдозер с грузом поднимается па максимальную высоту и оттуда сталкивает породу под откос.

Более рационален послойный способ отвалообразования, при котором отвал отсыпают горизонтальными слоями толщиной 0,8-1,2 м. Чтобы не выполнять планировочные работы на отвале, слои наращивают попеременно наступающим и отступающим фронтом. Метод послойного наращивания отвалов повышает производительность бульдозеров на вскрышных работах на 10%.

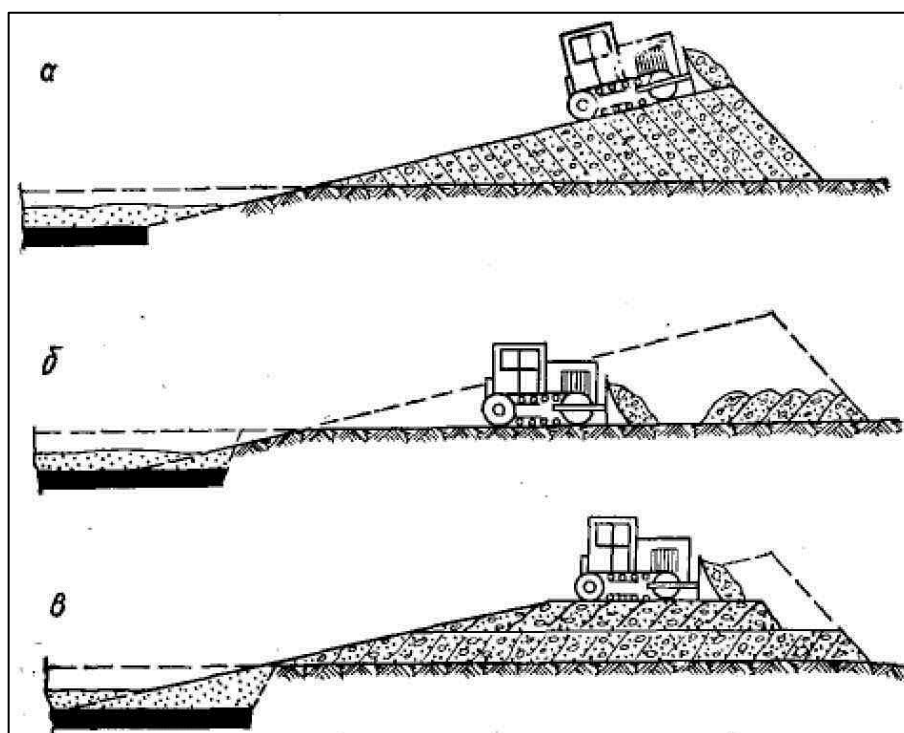


Рис. 8. Схемы выемки торфов бульдозерами со складированием пород на борт разреза: а - наращиванием отвала под углом; б и в - с послойным отвалообразованием. Пологий выезд целиком за пределами полигона (а), частично на полигоне (б) и полностью внутри полигона (в)

Значительная часть россыпных месторождений расположена в долинах рек

и ручьев с большими уклонами и крутыми увалами, на которых резко снижается емкость отвалов. В этих случаях транспортирование пород бульдозером в отвал надо производить не перпендикулярно оси долины, а под острым углом в сторону ее уклона.

На площадках с крутым подъемом отвалообразование ведут параллельными ходами бульдозера также под острым углом к направлению долины. В этом случае отвал состоит из целого ряда отдельных небольших отвалов, располагаемых почти параллельно долине.

Во избежание бокового крена бульдозера поверхность дороги (в поперечном сечении) должна быть горизонтальной, а поверхность отвала иметь ступенчатую форму. Уступы должны быть шире отвала бульдозера на 1-2 м.

**Комбинированная схема отвалообразования.** Сущность этой схемы состоит в том, что две трети объема торфов вынимают параллельными заходками с образованием отвала под прямым углом к оси полигона, а остальную часть торфов выкладывают на ранее образованный отвал под острым углом к оси полигона (рис. 9).

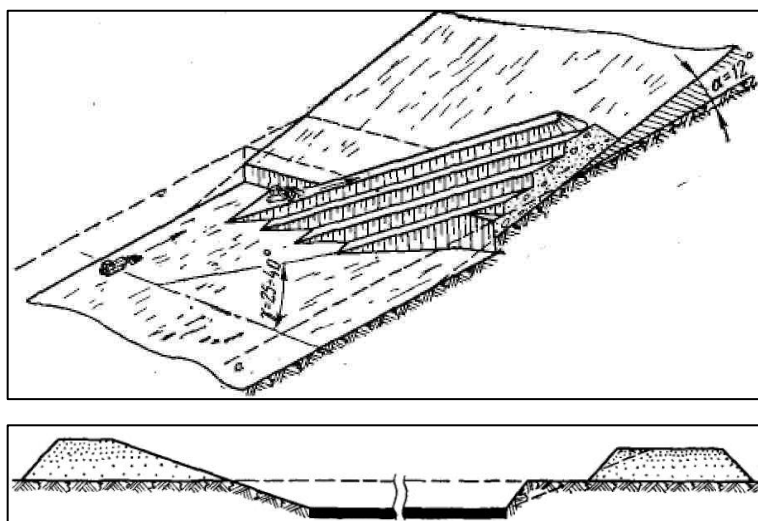


Рис. 9. Схема комбинированного отвалообразования при выемке торфов с разном борта разреза

Комбинированное отвалообразование позволяет повысить производительность бульдозеров на 3-5% и увеличить емкость отвала, сохранив минимальный размер подотвальной площади.

**Вскрышные работы с применением скреперов.** При вскрыше скреперами возможны различные варианты движения скрепера (рис. 10). Вариант выбирают в зависимости от конкретных условий, предпочтение отдают тому, который

обеспечивает минимальное расстояние транспортирования. Пологий выезд создается под углом, обеспечивающим свободный выезд груженого скрепера.

Системы с выполаживанием (разносом) бортов применяют при мощности торфов 3-4 м.

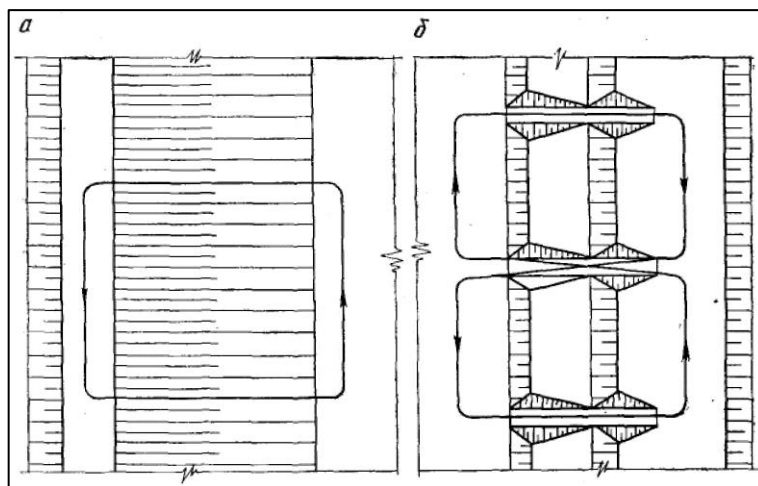


Рис. 10. Схемы работы скреперов при послойной вскрышке горизонтальными слоями с послойным наращиванием высоты отвала: а - движение кольцевое (при двустороннем отвалообразовании - челночное); б - движение спиральное и по восьмерке (при двустороннем отвалообразовании - кольцевое); слева показана система с выполаживанием бортов, справа - с созданием выездов

Экономически целесообразная ширина полигона в случае применении системы с разносом бортов при вскрышке бульдозерами обычно составляет 25-50 м, при скреперной – 50-100 м (соответственно для одно- и двустороннего размещения отвалов). Широкие полигоны следует вскрывать с разделением их на продольные полосы шириной 50, 75, 100 м.

### **11. Послойная выемка торфов с созданием выездов**

Эта система весьма проста при вскрышных работах и бульдозерами, и скреперами. Несколько усложняется движение землеройных машин, так как оно должно быть направлено к одной точке - к выезду. Бульдозер в этом случае работает радиальными ходами. Поэтому систему иногда называют веерной.

Область применения систем вскрышки с созданием выездов начинается при мощности торфов не менее 3 м (общий вид системы см. на рис. 7, в и 10, б).

Весьма ответственным моментом при проектировании системы является правильное определение расстояний между выездами. Излишне большое расстояние приведет к снижению производительности землеройных машин,

слишком малое вызовет значительное увеличение объема работ. В табл. 19 указаны оптимальные расстояния между выездами для бульдозеров мощностью до 130 л. с. при одностороннем отвалообразовании. Пропуски в табл. 19 означают, что при этих параметрах россыпи должна применяться система с выколаживанием бортов.

Таблица 19

Расстояния между выездами, м

Мощность торфов, м	Ширина полигона, м		
	10	20	30
3	30	20	—
4	40	30	—
5	50	40	30

Если используются бульдозеры с двигателем мощностью 180 и 385 л. с, то в расстояния, указанные в табл. 18, вносятся следующие поправочные коэффициенты в зависимости от глубины выемки:

Глубина выемки, м	Поправочный коэффициент
3	1,75 и 2,3,
4	1,6 и 2,1
5	1,4 и 1,9

Для определения расстояния между выездами при выемке торфов скреперами предлагается пользоваться формулой

$$l_m = \sqrt{\frac{C_b T k_n q k_p v}{2 C_{mc} k_p S_{\Pi}}}, \text{ м},$$

где  $C_b$  — стоимость устройства выезда, руб.;  
 $T$  — продолжительность рабочей смены, сек;  
 $k_n$  — коэффициент использования сменного времени;  
 $q$  — геометрическая емкость ковша, м<sup>3</sup>;  
 $k_n$  — коэффициент наполнения ковша;  
 $v$  — средняя установившаяся скорость движения скрепера по полигону, м/сек;  
 $C_{mc}$  — стоимость одной машино-смены, руб.;  
 $k_p$  — коэффициент разрыхления породы в ковше;  
 $S_{\Pi}$  — площадь поперечного сечения полигона (средняя), м<sup>2</sup>.

При значительной мощности торфов вместо выездных траншей могут создаваться бортовые выезды (полутраншея). Методика определения расстояний между ними такая же. На рис. 11 показаны выездные траншеи и бортовые выезды. На рис. 12 и 13 указаны расстояния между выездами и объемы работ по их

проходке в зависимости от глубины вскрыши.

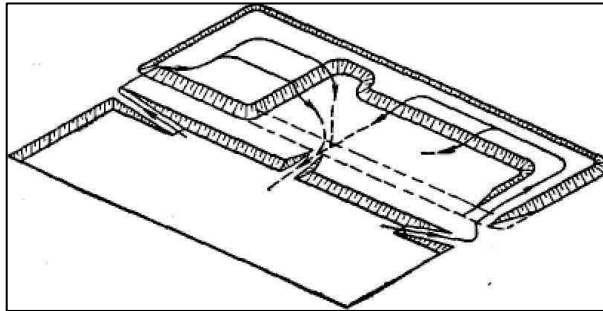


Рис. 11. Схема отвалообразования при создании выездных траншей и боковых выездов (скреперный вариант)

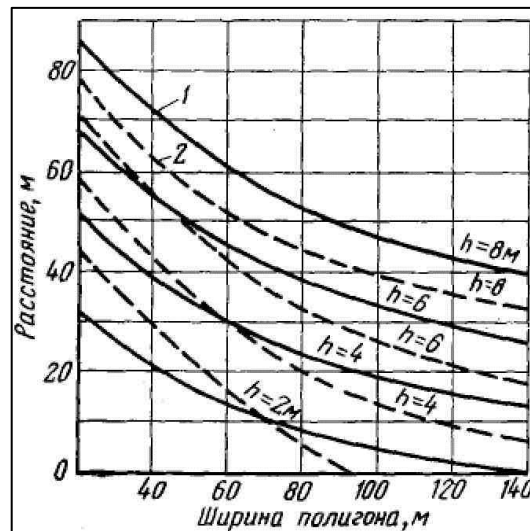


Рис. 12. Изменение расстояния в зависимости от ширины полигона и глубины разреза: 1 — между выездными траншеями; 2 - между бортовыми траншеями

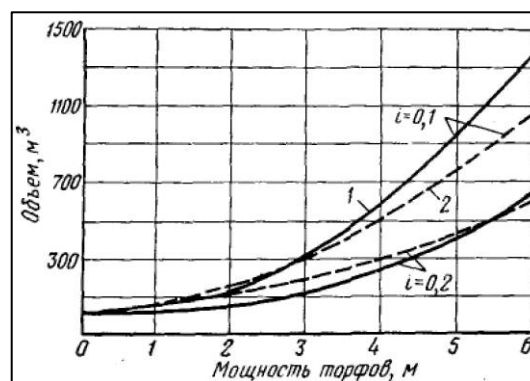


Рис. 13. Изменение объема в зависимости от мощности торфов и угла подъема пути при отвалообразовании: 1 - траншей; 2 - бортовых выездов

Для производительной работы скрепера большое значение имеет правильно выбранная высота отвала торфов. Наиболее выгодной формой отвала (в поперечном сечении) является трапецидальная. Оптимальная высота может быть

определена по формуле

$$H = \frac{S_{пк} \operatorname{tg} \alpha v_{\text{в}}}{v_0},$$

где  $\alpha$  — угол подъема выезда на отвал;

$v_{\text{в}}$  — скорость движения на выезде, м/сек;

$v_0$  — скорость движения по отвалу, м/сек.

При мощности россыпи 4-6 м целесообразно проходить выездные траншеи, в случае большей мощности следует устраивать бортовые выезды.

## 12. Послойная выемка торфов экскаваторами

Малая мощность забоя всегда связана со снижением производительности экскаватора. Поэтому послойная выемка при помощи экскаватора производится редко.

Наиболее простой вариант представлен на рис. 14, а. Область применения такой системы работ без перевалки ограничивается шириной россыпи.

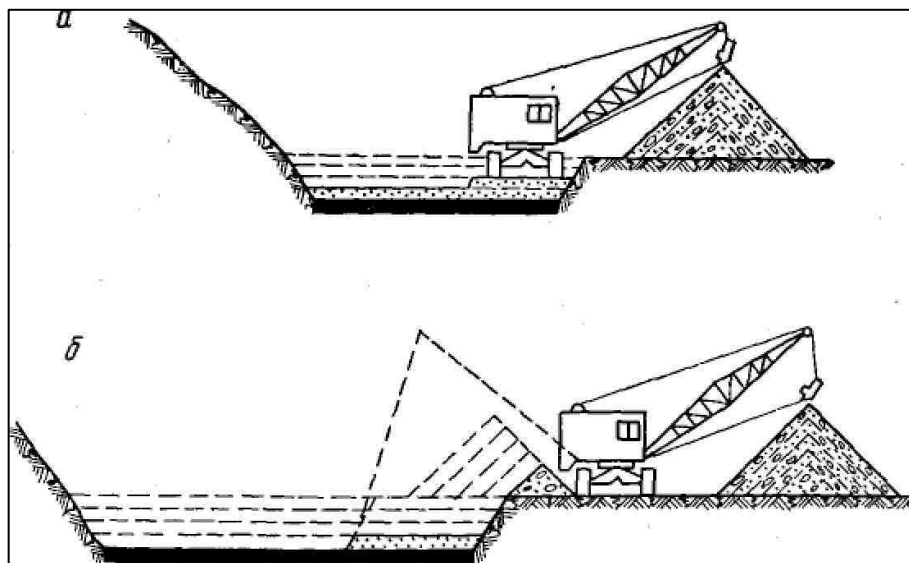


Рис. 14. Послойная выемка экскаватором: а - без перевалки; б - с перевалкой

Когда ширина россыпи или мощность торфов не дают возможности осуществить экскаваторную вскрышу без перевалки, то необходимо применять усложненный вариант (рис. 14, б). Здесь экскаватор также производит выемку слоями, но отвал первоначально располагается внутри полигона и перемещается за его пределы при новом проходе экскаватора. Выемка торфов и перемещение отвала осуществляются одновременно. Когда возможно двустороннее размещение отвалов, то экскаватор начинает работу со средней линии полигона; если же возможно только одностороннее отвалообразование, то работа начинается от

границы полигона, противоположной отвалу. Окончательное перемещение отвала за пределы полигона может быть осуществлено не вторым, а третьим или даже четвертым ходом экскаватора. Зависит это от ширины полигона и мощности торфов. Последний проход экскаватора целесообразно осуществлять по отвалу, с тем чтобы увеличить емкость отвала и избежать еще одного прохода.

По возможности следует избегать такой усложненной системы, ограничив область применения послышной экскаваторной выемки только наиболее простой системой - без перевалки.

### ***13. Послойная выемка, торфов с использованием на отвалообразовании дополнительных механизмов***

На выемке и перемещении в отвал одновременно заняты разные землеройные машины. Как указано в табл. 17, возможно применение машин в самых различных комбинациях. Машины могут быть одностипными (например, бульдозеры) и разнотипными (например, бульдозеры и экскаваторы).

Соответственно этому будет называться и способ производства работ: в первом случае - бульдозерный, во втором - комплексный. На практике чаще всего применяются только бульдозеры или же бульдозеры с экскаваторами. Колесный скрепер обладает транспортными возможностями в большей степени, поэтому используется обычно как самостоятельный механизм. В то же время эти возможности у бульдозеров и, особенно у экскаваторов, весьма ограничены, в силу чего они с успехом могут дополнять друг друга. Основное требование, которое должно обеспечиваться в любых случаях и при любых условиях, когда имеет место комплексное использование машин — это соответствие их производительности. Иначе говоря, производительность (суммарная) всех машин, работающих на выемке, должна быть равна суммарной производительности всех машин, занятых на отвалообразовании. При этом производительности должны быть определены исходя из конкретных условий работы и фактических расстояний транспортирования. Если это основное требование не будет соблюдаться то теряется всякий смысл комплексного использования машин.

Существуют две основные системы - с проходкой аккумулирующей траншей и без нее (рис. 15).



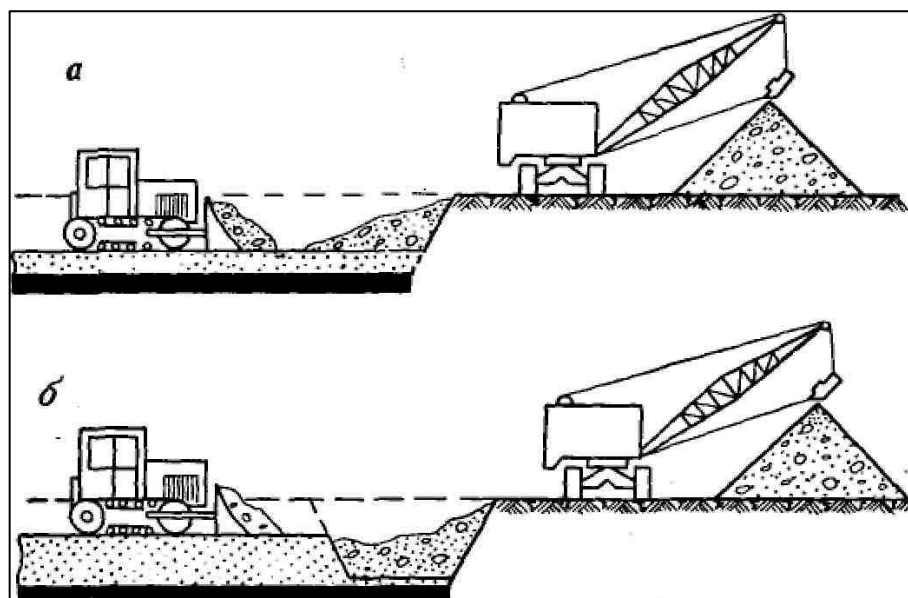


Рис. 15. Комплексная выемка торфов (бульдозер - на выемке, экскаватор - на отвалообразовании): а - без аккумулярующей траншеи; б - с аккумулярующей траншеей

При послойной вскрышке верхний почвенно-растительный слой мощностью 0,5-1,5 м целесообразно снимать и размещать в отвал бульдозером и только после этого организовывать комплексную работу машин. В дальнейшем бульдозер может доставлять торфа к борту разреза (рис. 29, а), а экскаватор - укладывать их в отвал. В тех случаях, когда полигон широк, а мощность торфов достаточно велика, может возникнуть необходимость в дополнительных проходах экскаватора и в перевалке ранее образованных отвалов. Иногда для того, чтобы избежать перевалки, на отвалообразовании используют кроме экскаватора еще и бульдозер (рис. 16). Это может быть бульдозер, который для этой цели спят с выемки торфов, но может быть и дополнительный. Вопрос о количестве машин решается экономическим расчетом.

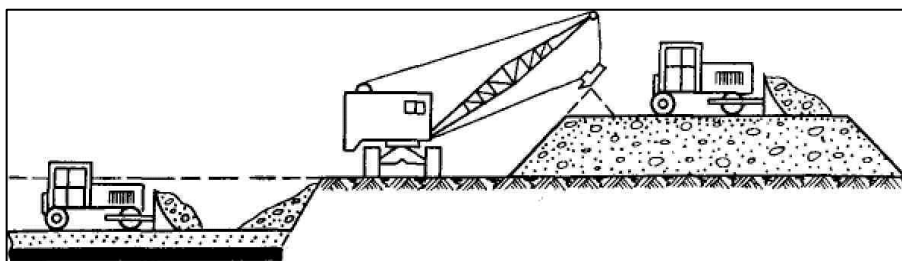


Рис. 16. Комплексная выемка с использованием на перевалке дополнительного бульдозера

Простой вариант (бульдозер - экскаватор) применяется обычно при мощности торфов 3-4 м и при ширине полигона более 60 м. Усложненный вариант

(бульдозер - экскаватор - бульдозер) можно применять при мощности торфов более 4 м.

Достоинством комплексных систем является то, что каждая из применяющихся машин может использоваться в наиболее благоприятных условиях. Так, бульдозер будет работать на малых расстояниях транспортирования, а экскаватор - переваливать уже взрыхленную породу. Тем самым создаются предпосылки для достижения высокой производительности. При этом у варианта с аккумулярующей траншеей есть существенное преимущество - исключается работа бульдозера на подъем и сокращается число ходов экскаватора за счет накопления породы в траншее.

Одним из вариантов системы с аккумулярующей траншеей, который иногда встречается на практике, является применение бульдозера на вскрыше, а колесного скрепера - на отвалообразовании. Вариант этот целесообразен, когда расстояния транспортирования в отвал слишком велики для бульдозера, а для размещения отвала на борту разреза затруднения вызывает рельеф местности.

Система с аккумулярующей траншеей в бульдозерном варианте иногда применяется для выемки торфов, сложенных рыхлым материалом высокой влажности. В этом случае разжиженные породы транспортируются по специальным траншеем. Система позволяет значительно повысить производительность бульдозеров, работающих на вскрыше полигонов, расположенных на склонах или наклонных террасах.

Сначала проводят ряд параллельных траншей глубиной 0,5-0,6 м в поперечном к оси полигона направлении на расстоянии 20-30 м друг от друга. Ширина траншеи равна ширине отвала бульдозера. Траншея начинается за границей полигона от наиболее низкой отметки поверхности. Выемка пород при углублении траншеи (траншея II, см, рис. 17, а) производится короткими (3-4 м) заездами бульдозера в последовательности, указанной цифрами. Породы накапливаются в конце траншеи, затем за один ход бульдозера выталкиваются под уклон, по которому растекается. После того как траншея пройдена до конца, бульдозер радиальными ходами под углом 30-40° к оси траншеи производит выемку торфов. Ширина разрабатываемой ленты с каждой стороны траншеи составляет 10-15 м, ширина всего выемочного участка – 20-30 м. Объем перемещаемых пород за один ход бульдозера достигает 4-5 м<sup>3</sup>. Породы вскрыши доставляют по траншее в отвал, но на последнем этапе вскрышных работ часть торфов размещают в траншее. Для этого траншею удлиняют за границу полигона.

Кроме того, от нее прорезают в виде ответвлений, другие траншеи. Удлиненная часть траншеи и ответвления позволяют разместить в них значительный объем пород вскрыши.

Для повышения производительности работ применяют спаренную работу бульдозеров как на полигоне, так и на перемещении разжиженных пород по траншее (рис. 17, б).

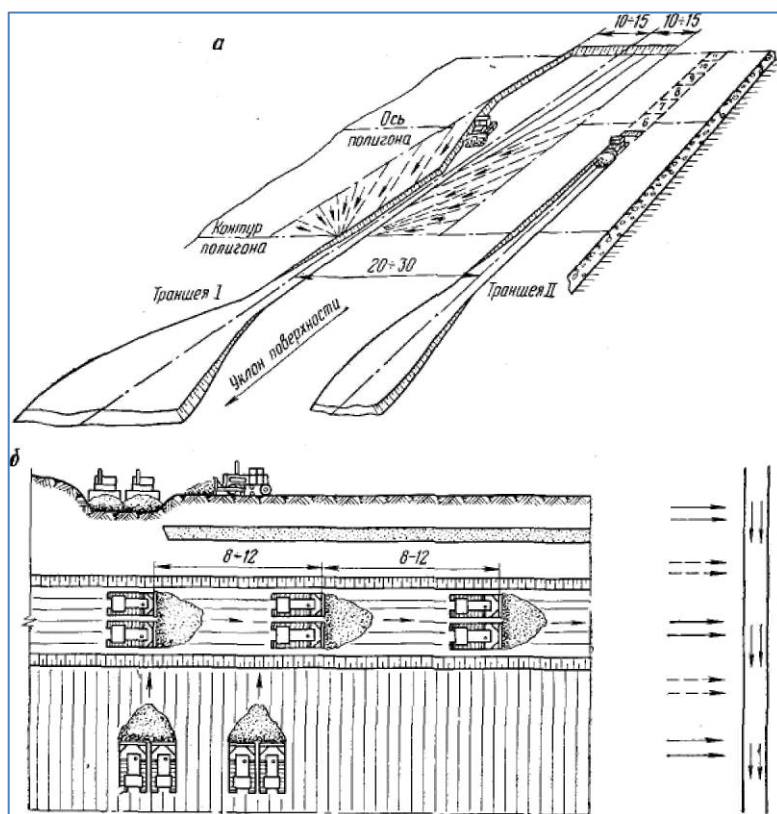


Рис. 17. Схемы траншейной выемки разжиженных ило-глинистых пород и обводненных полигонов: а - траншейно-веерная система с использованием рельефа местности; б - траншейно-параллельная система при спаренной работе бульдозером

Принципиальное отличие этих систем от траншейных заключается в том, что здесь по одной траншее транспортируется весь материал вскрыши с данного участка полигона.

#### **14. Выемка торфов на всю мощность**

Наиболее простой системой вскрыши на всю глубину является экскаваторная выемка с размещением торфов сразу в постоянный отвал. Принципиальное отличие от этого варианта при послойной выемке заключается только в мощности забоя. Возможности экскаватора в этом случае используются значительно полнее. Ширина заходки, когда выемка производится без перевалки,

должна быть максимальной. Практически она равна ширине полигона (или его половине при двустороннем размещении отвалов). Соответственно этому и область применения такой простейшей системы ограничивается шириной полигона 15-20 м (в зависимости от мощности торфов) или 30-40 м при двустороннем размещении отвалов. Ширина заходки зависит от длины стрелы экскаватора. В данном случае она указана для длины стрелы 18-20 м.

Когда применяется усложненный вариант системы - с перевалкой, выемку торфов целесообразно производить узкими лентами. При такой организации работ экскаватор, передвигаясь сбоку разрабатываемой ленты параллельно ее оси, делает, в отличие от обычной схемы, только боковую выемку, черпая породу в поперечном к оси движения машины направлении, и с поворотом до 180° отсыпает отвал с другой стороны. При этом для увеличения среднего расстояния перемещения пород следует по возможности стремиться отодвигать ближнюю границу выемки дальше от оси движения экскаватора, т. е, сужать выемку, поскольку дальняя граница не может быть больше удалена, чем на максимальный радиус черпания.

Таким образом, с уменьшением ширины ленты увеличивается среднее расстояние перемещения пород за каждый проход и объем перевалок сокращается.

В то же время чрезмерное уменьшение ширины ленты может привести к значительному увеличению числа ходов экскаватора, а в некоторых случаях и к сокращению необходимого расстояния для заполнения ковша. Поэтому следует сужать выемку лишь до оптимальных размеров, которые в зависимости от мощности слоя торфов и ширины полигона колеблются у драглайнов с длиной стрелы 16 м в пределах от 8 до 12 м, 20 м - в пределах от 10 до 15 м, 40 м - от 20 до 30 м, 55 м - от 26 до 40 м.

Схематически экскаваторная вскрыша на всю мощность россыпи в обоих вариантах показана на рис. 18.

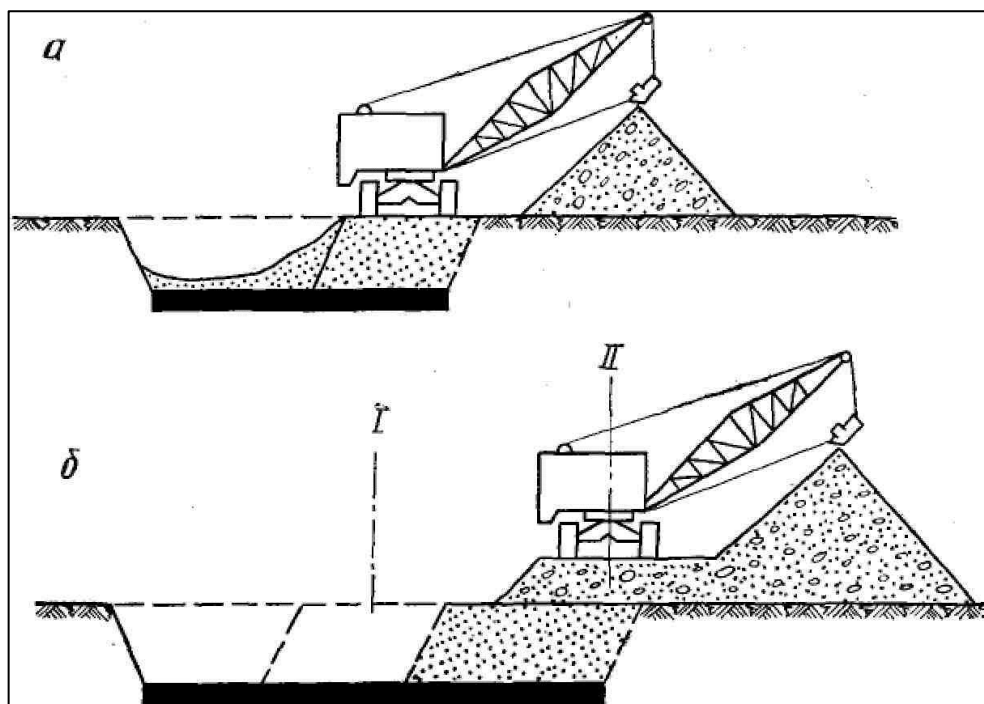


Рис. 18. Экскаваторная вскрыша на всю мощность россыпи: а - без перевалки; б - с перевалкой

При применении систем с использованием на отвалообразовании дополнительных механизмов основной работающей машиной на выемке остается экскаватор. На отвалообразовании может быть использован бульдозер.

Область применения этой системы - полигоны шириной не менее 80 м с торфами мощностью 5-6 м или же шириной более 60 м, но с несколько более мощными (7-8 м) торфами.

### **15. Эффективность применения различных способов вскрытия**

Самой экономичной является скреперная выемка пород. Наиболее низкая стоимость ее достигается при отсутствии на полигоне валунов, влажности пород, не превышающей 15%, наличии талого или разрыхленного слоя мощностью не менее 20 см и достаточном фронте работ.

Применение скреперов с ковшем емкостью 10 м<sup>3</sup> на вскрыше полигонов шириной 50 м (при одностороннем отвалообразовании) более выгодно, чем бульдозеров при мощности торфов свыше 2 м. В тех случаях, когда из-за неблагоприятных условий на этих полигонах скреперы нельзя использовать productively, применяют бульдозеры с двигателями различной мощности: 80-130 л. с. - целесообразно применять для выемки пород на глубину 3 м, 140-180 л. с. \* 6 м, 250-385 л. с. - 7,5 м.

Применение на вскрыше драглайнов экономически оправдано при выемке пород слоями мощностью не менее 0,7-1,0 м. В этих условиях экскаваторная вскрыша дешевле бульдозерной и скреперной.

Использование экскаваторов с ковшом емкостью 2-4 м<sup>3</sup> по сравнению с бульдозерной и скреперной выемкой на всю их толщу при одностороннем отвалообразовании может обеспечить меньшую стоимость при следующих условиях:

- драглайны со стрелой длиной 20 м - на полигонах шириной 10-30 м с торфами мощностью более 3 м;
- драглайны со стрелой длиной 45 м - на полигонах шириной 20-60 м с торфами мощностью свыше 5 м.

На выемке торфом широких полигонов применение экскаваторов-драглайнов экономичнее по сравнению со всеми другими способами при двустороннем отвалообразовании и выемке слоя мощностью 3 м.

Комплексные схемы вскрыши (бульдозеры с экскаваторами) целесообразно применять следующим образом:

- на полигонах шириной более 50 м с мощностью вскрыши до 6 м бульдозеры мощностью 80-140 л.с. - для послышной разработки, а экскаваторы со стрелой длиной до 30 м - на отвалообразовании;
- при зимней выемке торфов на широких полигонах экскаваторы со стрелой длиной до 25 м целесообразно использовать на выемке пород, бульдозеры - на отвалообразовании.

Транспортные схемы с погрузкой породы экскаватором (механической лопатой) могут быть целесообразны только для широких полигонов при мощности торфов более 4 м (лучше в пределах 6-10 м), когда по каким-либо причинам нельзя использовать колесные скреперы.

Для выбора в конкретных условиях наиболее эффективного способа и рациональной организации вскрышных работ следует производить технико-экономический расчет вариантов.

### **III. РАЗРАБОТКА ПЕСКОВ**

#### **16. Общие сведения**

Пески можно разрабатывать одновременно с их промывкой или в разное время. В первом случае пески сразу же после их отделения от массива поступают

на промывочную установку (обоганительную фабрику), во втором - накапливаются в специальных отвалах на поверхности и поступают в промывку только в теплое время года.

Разработка песков производится с помощью тех же механизмов, которые работают на вскрыше (табл. 20).

Таблица 20

## Область применения механизмов

Тип механизма	Способ разработки песков	Область применения
Бульдозер	Послойная разработка слоями 5—15 см	Разработка вечномёрзлых песков по мере их естественного оттаивания
Скрепер колесный (самоходный или прицепной)	То же, слоями 15—20 см	То же, но применяется значительно реже
Экскаватор: драглайн, механическая лопата, роторный	Разработка на всю мощность пласта или же с разделением на уступы (при весьма большой мощности)	Разработка талых россыпей или же мощных вечномёрзлых россыпей, предварительно оттаянных или подвергшихся рыхлению

Добычу «песков» в процессе отработки золотоносных россыпей можно проводить в следующем порядке:

- разработка «песков» экскаватором и их окучивание бульдозером, при необходимости;
- погрузка «песков» экскаватором;
- транспортировка «песков» на промплощадку автотранспортом;

### **17. Разработка песков с помощью экскаваторов**

Экскаваторную разработку применяют в том случае, когда мощность пласта песков достаточна для обеспечения производительной работы экскаватора.

Разработка песков экскаватором может быть осуществлена по следующим схемам:

- экскаваторами (механическими лопатами или драглайнами) с погрузкой в автосамосвалы, которые доставляют пески на обоганительную фабрику. Как правило, в этом случае применяются экскаваторы с ковшом емкостью до 5 м<sup>3</sup>;
- экскаваторами-драглайнами, которые складывают пески около приемного бункера землесосной установки. Гидромонитором пески смываются в бункер и по

пульповоду поступают на фабрику.

## 18. Транспортировка песков

Таблица 21

Расчетные показатели транспортных работ

Наименование показателей	Единица измерения	Количество в год
Рабочих дней в году	день	210
Рабочих смен в сутки	смена	2
Продолжительность смены	час	10
Грузоподъемность самосвала	т	20
Емкость кузова самосвала (средняя)	м <sup>3</sup>	10
Средняя скорость движения самосвала	км/ч	15
Время погрузки	мин	5
Время разгрузки	мин	2,5
Расстояние перевозки	км	0,5
Время хода в оба конца	мин	5,5
Число рейсов за смену 1 самосвала	рейс	43,2
Сменная производительность 1 самосвала	м <sup>3</sup>	432

## 19. Устройство технологических дорог

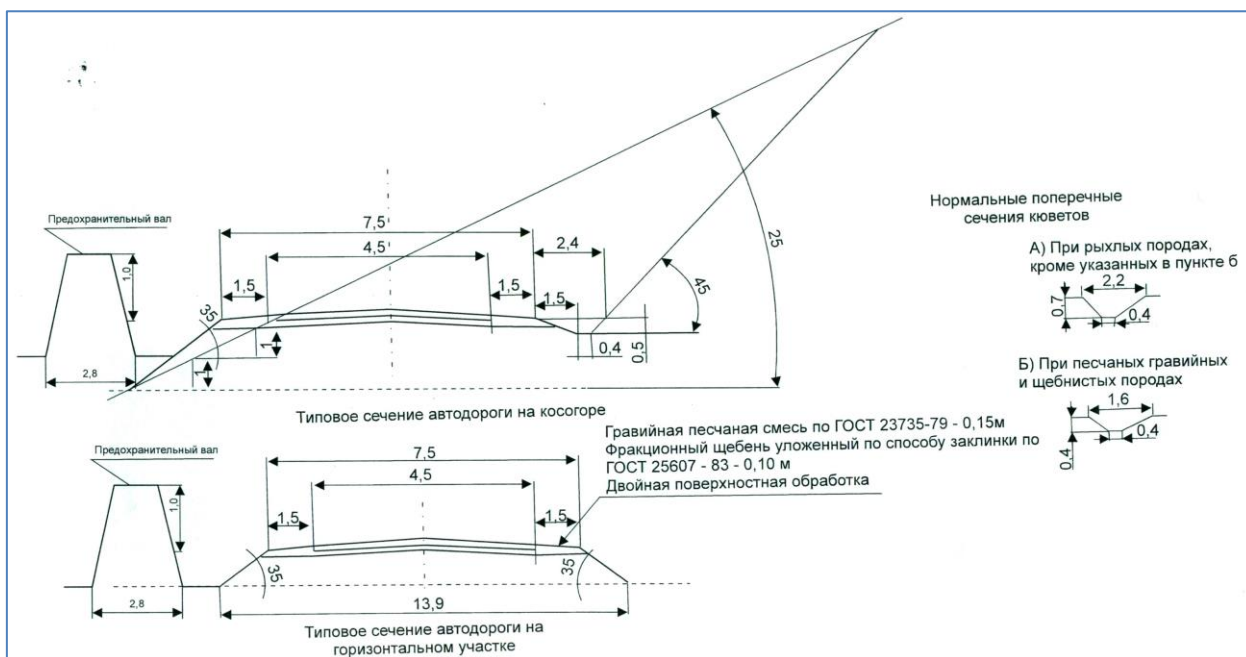


Рис. 19. Схема устройства технологических дорог



## **РАЗДЕЛ III. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ**

### **I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ И ДИНАМИКЕ ГИДРОМОНИТОРНОЙ СТРУИ**

#### ***1. Условия применения и основные виды гидравлических разработок***

В зависимости от способа создания напора воды различают гидравлическую разработку: с естественным напором, с искусственным напором и с комбинированным способом создания напора,

В зависимости от применяемой схемы водоснабжения выделяют гидравлическую разработку: с прямоточным водоснабжением и с обратным водоснабжением.

Гидравлический способ применяют преимущественно для разработки террасовых, увальных, верховых и ключевых россыпей и реже для разработки долинных россыпей. Россыпи, предназначенные к разработке гидравлическим способом, не должны иметь больших притоков грунтовых вод. В районе разработки должны иметься источники воды, достаточные для организации водоснабжения по прямоточной или обратной схеме, или крупные водоемы, обеспечивающие подачу в разрез воды в количестве, необходимом для достижения требуемой производительности размыва.

Наилучшие показатели размыва достигаются, когда породы, слагающие россыпь, находятся в талом состоянии и относятся к I-III категориям крепости, т. е. представлены песками, супесями, суглинками. Породы IV-V категорий целесообразно предварительно разрыхлять.

Большая каменистость рыхлых отложений резко снижает показатели гидравлического способа. Наименьшие удельные расходы воды обеспечиваются при уклонах плотика россыпи более 0,02-0,03. Запасы песков в россыпи, для разработки которой можно применить гидравлический способ, могут быть самыми различными, а сроки существования разрезов - от 1 года до 20 лет. Глубина россыпей может изменяться от 1,5 до 25 м. Известны случаи применения гидравлического способа для разработки россыпей мощностью 70 м. Для организации насосного водоснабжения в районе работ должны иметься возможности получения значительного количества относительно дешевой

электроэнергии.

В отечественной горной промышленности гидравлический способ наиболее широко применяется при разработке золото-платино- и алмазоносных россыпей. Гидравлическая разработка россыпей наиболее распространена на Южном и Среднем Урале, и Западной Сибири, в Приамурье и на Дальнем Востоке. В последнее время в северных районах страны при разработке золотоносных россыпей стали применять комбинированные способы - совместное использование механического рыхления и гидротранспорта.

Основные виды работ при гидравлической разработке:

- работы по осушению месторождения, которые включают проведение руслоотводных, нагорных и водосточных канав;
- вскрытие месторождения - работы, включающие проведение канав, котлованов и других выработок с целью размещения оборудования для размыва и гидротранспорта пород;
- подготовительные работы - очистка поверхности россыпи, предохранение ее от промерзания и оттайка вечномерзлых участков, а также вскрыша торфов;
- добычные работы, включающие проведение нарезных канав, размыв пород и доставку песков к приемному колодцу землесоса или гидроэлеватора, перенос гидромониторов и трубопроводов, транспортирование разжиженных песков к промывному прибору, промывку песков, размещение хвостов в отвалах и вспомогательные работы (уборка камня и крепи, зачистка плотика).

## **2. Виды, строение и основные характеристики гидромониторной струи**

Гидромониторные струи относятся к свободным незатопленным струям, поскольку плотность струи больше плотности среды, в которую она вытекает.

Струя формируется в стволе монитора и в его насадке. После вылета из насадки струя начинает постепенно разрушаться под влиянием силы тяжести, турбулентности, сопротивления воздуха и других факторов. Интенсивность разрушения струи зависит от величины напора, способа его создания, диаметра насадки, ее формы и качества обработки ее внутренней поверхности.

Классификация струй, используемых при гидравлической разработке, приведена в табл.1.

Вид струи	Диаметр насадки, мм	Напор у насадки, кгс/см <sup>2</sup>
Низконапорные . . . . .	50—110	22—15
Среднего напора . . . . .	15—32	15—60
Высоконапорные . . . . .	1,5—5	40—300
Сверхвысокого давления . . . . .	До 1—1,5	1000—2000

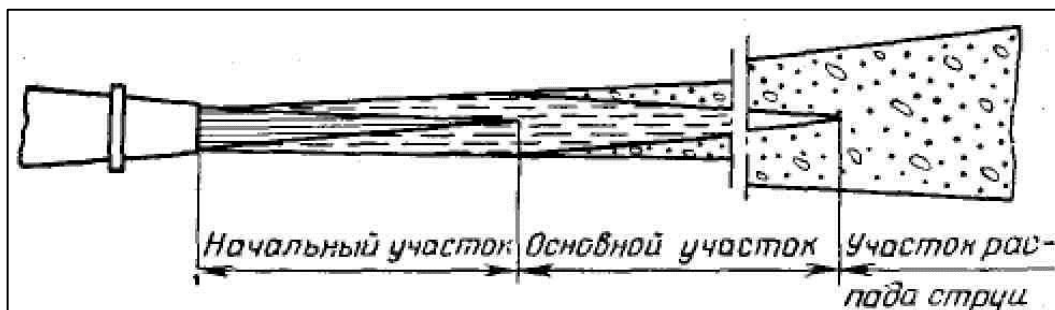


Рис. 1. Схема строения гидромониторной струи

При открытой гидравлической разработке роешьгаей л основном используют низконапорные струи.

Структура напорной струи по ее длине не одинакова. Различают участки: начальный, основной и распада струи (рис. 1). Рабочими являются начальный и основной участки струи.

Основные параметры, характеризующие гидромониторную струю: напор у насадки, скорость истечения струи из насадки и дальность полета, длина рабочего участка струи, в пределах которого ее целесообразно использовать для размыва пород, начальный диаметр струи, сила удара о преграду, осевое динамическое давление, компактность струи.

Скорость истечения струи из насадки

$$v = \varphi \sqrt{2gH}, \text{ м/сек,}$$

где  $\varphi$  — коэффициент скорости (для насадок коноидальной формы  $\varphi = 0,94$ );

$g$  — ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>;

$H$  — напор у насадки, м.

Теоретическая сила удара струи определяется по формуле

$$P_0 = \frac{\gamma}{g} Q v_0 (1 - \cos \beta),$$

где  $\gamma$  — объемный вес воды, кгс/м<sup>3</sup>;

$Q$  — расход жидкости, м<sup>3</sup>/сек;

$v_0$  — скорость вылета струи из насадки, м/сек.

$\beta$  — угол между направлением удара струи и направлением отраженной ее части, град.

По мере удаления от насадки сила удара струи изменяется в результате ее

распада.

Расход воды через насадку гидромопитора

$$Q = \mu \omega_0 \sqrt{2gH},$$

где  $Q$  — расход воды через насадку, м<sup>3</sup>/сек;  
 $\mu$  — коэффициент расхода насадки ( $\mu = \varphi \varepsilon$ );  
 $\varphi$  — коэффициент скорости насадки;  
 $\varepsilon$  — коэффициент сжатия струи;  
 $\omega_0$  — площадь выходного отверстия насадки, м<sup>2</sup>;  
 $H$  — напор перед насадкой, м вод. ст.;  
 $g$  — ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>.

Коэффициент расхода зависит от диаметра и формы насадки, от напора воды.

В табл. 2 приведены данные о расходах воды через насадки различного диаметра и скоростях истечения при различных напорах перед насадкой.

Таблица 2

Водопроизводительность гидромонитора в зависимости от напора перед насадкой

Напор перед насадкой		Скорость вылета струи из насадки, м/сек	Удельный расход энергии на 1 м³ воды		Производительность гидромонитора, м³/ч									
н/м²	м вод. ст.				Диаметр насадки, мм									
			дж	квт·ч	51	62,5	65	75	87,5	90	100	110	125	150
9,8 · 10⁴	10	13,22	1,15 · 10⁵	0,032	95,5	148	159	212	288	305	378	456	602	893
19,6 · 10⁴	20	18,80	2,3 · 10⁵	0,064	133	209	224	294	407	431	537	644	840	1207
29,4 · 10⁴	30	23,07	3,46 · 10⁵	0,096	166	256	275	368	504	530	656	790	1027	1477
39,2 · 10⁴	40	26,60	4,61 · 10⁵	0,128	191	292	316	425	576	608	756	915	1188	1703
49,0 · 10⁴	50	29,70	5,76 · 10⁵	0,160	212	328	354	475	648	677	846	1036	1315	1890
58,8 · 10⁴	60	32,60	6,92 · 10⁵	0,192	230	360	389	522	702	745	925	1115	1440	2070
68,6 · 10⁴	70	35,20	8,06 · 10⁵	0,224	248	389	418	558	760	805	1010	1205	1548	2250
78,4 · 10⁴	80	37,60	9,22 · 10⁵	0,256	266	414	450	594	817	860	1073	1286	1657	2412
88,2 · 10⁴	90	39,90	10,35 · 10⁵	0,288	284	439	475	630	868	911	1134	1368	1764	2598
98,1 · 10⁴	100	42,10	11,5 · 10⁵	0,320	299	464	505	666	915	965	1195	1440	1854	2685
107,9 · 10⁴	110	44,15	12,67 · 10⁵	0,352	313	486	525	702	958	1010	1258	1510	1940	2810
117,7 · 10⁴	120	46,15	13,82 · 10⁵	0,384	328	508	550	731	1000	1056	1310	1580	2027	2930
127,5 · 10⁴	130	48,00	14,98 · 10⁵	0,416	339	529	573	760	1044	1100	1365	1640	2110	3053
137,3 · 10⁴	140	49,80	16,13 · 10⁵	0,448	349	547	595	787	1080	1140	1420	1710	2188	3168
147,1 · 10⁴	150	51,60	17,28 · 10⁵	0,480	360	565	613	817	1116	1180	1470	1760	2267	—

## II. РАЗМЫВ ПОРОД НАПОРНОЙ СТРУЕЙ

### 3. Энергоемкость размыва пород

Количественным показателем затрат энергии на разрушение (размыв) пород

напорной струей является удельная энергоемкость, представляющая отношение фактического расхода энергии к объему размытого материала,

$$E = \frac{HQt \cdot 10^4}{V},$$

где  $E$  — удельная энергоемкость размыва, кгс·м/м<sup>3</sup>;  
 $H$  — давление (напор) воды у насадки гидромонитора, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $Q$  — расход воды при давлении  $H$ , м<sup>3</sup>/сек;  
 $t$  — длительность воздействия струи на породу, сек;  
 $V$  — объем размытой породы в массиве, м<sup>3</sup>.

Исследованиями установлены зависимости  $E$  от давления в системе гидромонитора, продолжительности воздействия струи на неподвижную точку массива и от скорости перемещения струи по забою. Этими исследованиями установлено:

- повышение напора струи не всегда эффективно, так как в ряде случаев ведет к резкому увеличению энергоемкости размыва;
- для каждого типа размываемых пород целесообразно находить оптимальное значение напора, обеспечивающее необходимую производительность при минимальной энергоемкости размыва;
- длительное воздействие струи на одно и то же место массива нерационально с точки зрения энергоемкости размыва;
- необходимо перемещать струю относительно забоя в процессе работы.

#### **4. Производительность гидравлического размыва**

В нормативном сборнике типовых норм выработки и времени производительность гидромонитора по породе рекомендуется определять исходя из общего часового расхода воды через насадку гидромонитора и показателей удельного расхода по формуле

$$v = \frac{Q_{\text{ч}}}{g} = \frac{117,7 d_0^3 \sqrt{H}}{g}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $g$  — общий удельный расход воды в забое на добычу 1 м<sup>3</sup> горной массы в целике, на разрушение и транспортирование,

массы в целике, на разрушение и транспортирование,

м<sup>3</sup> (нормативные данные по удельным расходам воды определены на основании исследовательских работ ЦНИГРИ);

$Q_{\text{ч}}$  — часовой расход воды через насадку, м<sup>3</sup>;  
 $d_0$  — диаметр выходного отверстия насадки, дм;  
 $H$  — напор воды перед насадкой, м вод. ст.

Нормативные данные о производительности гидромонитора по горной массе приведены в табл. 3.

Таблица 3

Производительность гидромонитора при добыче горной массы, м<sup>3</sup>/ч

Рабочий напор, м вод. ст.	Уклон плотина							
	до 0,3					более 0,03		
	I	II	III	IV	V	I	II	III
	Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>							
	8	10	14	18	22	6,4	8	12
Диаметр насадки 50 мм								
30	20,15	15,20	—	—	—	25,18	17,15	—
40	23,26	17,56	12,84	—	—	29,08	19,80	15,77
50	26,01	19,63	14,35	11,50	—	32,51	22,13	17,63
60	28,49	21,50	15,72	12,59	10,36	35,61	24,25	19,32
70	30,77	23,23	16,98	13,60	11,19	38,46	26,19	20,87
80	32,90	24,83	18,15	14,54	11,96	41,12	28,00	22,30
Диаметр насадки 65 мм								
30	34,02	25,69	—	—	—	42,56	28,97	—
40	39,32	29,67	21,69	—	—	49,15	33,46	26,66
50	43,95	33,17	24,25	19,43	—	54,94	37,40	29,80
60	48,15	36,24	26,57	21,28	17,51	60,19	40,98	32,64
70	52,01	39,25	28,69	22,99	18,91	65,01	44,26	35,26
80	55,60	41,95	30,67	24,57	20,22	69,50	47,32	37,69
Диаметр насадки 75 мм								
30	45,33	34,21	—	—	—	56,66	38,58	—
40	52,34	39,51	28,88	—	—	65,43	44,55	35,49
50	58,52	44,16	32,29	25,86	—	73,15	49,80	39,67
60	64,10	48,38	35,37	28,33	23,31	80,13	54,66	43,46
70	69,24	52,26	38,20	30,60	25,18	86,56	58,93	46,95
80	74,02	55,86	40,84	32,70	26,92	92,52	63,00	50,18
Диаметр насадки 90 мм								
30	65,27	49,26	—	—	—	81,59	55,55	—
40	75,37	56,89	41,59	—	—	94,22	64,15	51,10
50	84,26	63,59	46,49	37,25	—	105,33	71,72	57,13
60	92,31	69,67	50,93	40,80	33,57	115,39	78,56	62,58
70	99,71	75,25	55,01	44,07	36,25	124,63	84,86	67,60
80	106,59	80,44	58,81	47,11	38,76	133,23	90,71	72,26

При системе разработки с попутным забоем и с установкой гидромонитора на плотике рекомендуетек умножать табличные данные по производительности на коэффициент 1,11, при этой же системе и установке гидромонитора на борту разреза - на 0,87. Рекомендуется также умножать данные производительности на поправочный коэффициент  $K_{пр}$ , учитывающий характер плотика россыпи. Ниже даны значения коэффициента  $K_{пр}$  в зависимости от коэффициента  $K_y$ ,

учитывающего увеличение удельного расхода воды с учетом зачистки плотика.

Коэффициент	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
$K_y$											
Поправочный коэффициент	1	0,91	0,83	0,77	0,71	0,67	0,63	0,58	0,55	0,52	0,5
$K_{пр}$											

Значения коэффициента  $K_y$  не связаны с конкретными характеристиками плотика и могут быть фактически установлены только экспериментальным путем.

На производительность гидромонитора могут также оказывать существенное влияние такие горно-геологические характеристики россыпи, как например каменистость. Однако влияние каменистости россыпи на производительность гидромонитора не установлено опытными работами.

### 5. Параметры работы гидромонитора

Правилами безопасности предусматривается, что расстояние от места установки гидромонитора до забоя должно составлять не менее 0,8 высоты уступа. При разработке глинистых плотных пород, способных к обрушению глыбами, это расстояние должно быть не менее 1,2 высоты уступа.

Известна методика определения минимального расстояния гидромонитора от забоя в зависимости от типа пород и характера их обрушения. Рекомендуется определять наименьшее расстояние гидромонитора от забоя  $l_{min}$  при размыве суглинистых пород по формуле

$$l_{min} = l_n + c - e = 1,85 \sqrt{e(h - h_{вр})} - e - 2, \text{ м},$$

а при размыве песчаных пород

$$l_{min} = 1,45 \sqrt{e(h - h_{вр})} + e + 2,$$

где  $l_n$  — величина распространения обрушения на нижней площадке, м (рис. 77);

$c$  — безопасное расстояние гидромонитора от навала, м (можно принимать равным 2—3 м);

$e, h_{вр}$  — глубина и высота вруба, м; высота вруба  $h_{вр}$  обычно равна 0,3—0,5 м; глубина вруба  $e$  меняется в зависимости от свойств пород, от величины угла откоса уступа.

К недостаткам методики следует отнести сложность определения величин  $e$  и  $l_n$  для различных пород.

В целях приближения гидромонитора к забою прибегают к выполаживанию верхней части уступа различными способами. Наибольшее расстояние от места установки гидромонитора до забоя определяют исходя из длины эффективной части струи. Оно зависит от величины напора у насадки, ее диаметра, гидродинамических качеств монитора и насадки.

Наибольшее расстояние места установки гидромонитора от забоя определяю исходя из длины эффективной части струи. Оно зависит от величины напора у насадки, ее диаметра, гидродинамических качеств монитора и насадки.

Наибольшее расстояния установки гидромонитора от забоя связано с минимально допустимым расстоянием  $l_{min}$  и шагом  $S$  передвижки монитора:

$$l_{max} = l_{min} + S \leq l_{эф},$$

где  $l_{эф}$  — длина эффективной части струи, м;  
 $S$  — шаг передвижки гидромонитора, м.

На практике шаг передвижки гидромонитора обычно принимают кратным длине наращиваемого стана труб (6-12 м).

Ширина заходки на один гидромонитор взаимосвязана с длиной эффективной части струи. Правила технической эксплуатации рекомендуют принимать ширину забоя на каждый гидромонитор для глинистых пород 20-25 м, для песчаных - до 30-35 м.

При использовании поворотной трубы с шарнирным коленом ширина забоя на один гидромонитор значительно увеличивается и может составить

$$B_{max} = 2l_{тр} + 2l_{эф},$$

где  $l_{тр}$  — длина поворотной трубы.

Если контур забоя условно принять прямолинейным, то для системы разработки со встречным забоем при обычной установке гидромонитора рекомендуется следующая зависимость между шириной забоя и другими параметрами:

$$B_{max} = 2 \sqrt{l_{max}^2 - (h + S)^2},$$

где  $l_{max}$  — максимально допустимое для эффективного размыва расстояние от насадки до забоя ( $l_{max} = l_{эф}$ ); определяется исходя из необходимой величины динамического давления струи в контакте с забоем;  
 $h$  — высота уступа;  
 $S$  — шаг передвижки гидромонитора.

## 6. Удельный расход воды при гидравлической разработке

Удельный расход воды определяется по формуле

$$g = \frac{Q}{V}, \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

где  $g$  — удельный расход воды,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;  
 $Q$  — общий расход воды на размыв, транспортирование пород, на зачистку плотика и другие операции;  
 $V$  — объем размываемых пород.

В сборнике типовых норм выработки рекомендуются удельные расходы



воды для систем со встречным и попутно-боковым забоем без учета расходов на зачистку плотика (табл. 4).

Таблица 4

Удельный расход воды\* на добычу 1 м<sup>3</sup> горной массы, м<sup>3</sup>

Класс породы	Уклон плотика					
	до 0,03			более 0,03		
	на разрушение породы	на транспортирование породы	всего	на разрушение породы	на транспортирование породы	всего
I	3,2	4,8	8,0	3,2	3,2	6,4
II	4,7	5,9	10,6	4,7	4,7	9,4
III	5,9	8,6	14,5	5,9	5,9	11,8
IV	7,5	10,6	18,1	7,5	7,5	15,0
V	9,0	13,0	22,0	9,0	9,0	18,0

\* При системе разработки с попутным забоем с установкой гидромонитора на плотике табличные данные умножаются на коэффициент 0,9, при той же системе разработки и установке гидромонитора на борту разреза – на 1,15.

Увеличение расхода воды, связанное с зачисткой плотика, учитывается коэффициентом  $K_y$ , зависящим от характера плотика. При ровном плотике  $K_y = 1$ . Если плотик неровный, значения  $K_y$  изменяются от 1,1 до 2.

При гидравлической разработке с естественным напором удельный расход воды обычно больше, чем при разработках с искусственным напором, так как вода дополнительно расходуется на транспортирование размытых пород гидроэлеваторами.

## 7. Удельный расход электроэнергии на размыв и транспортирование пород

При гидравлической разработке россыпей с искусственным напором расходы на электроэнергию составляют обычно 28-40% от общей суммы затрат.

При гидравлической разработке вскрышных пород затраты на электроэнергию составляют от 25 до 82%.

Таким образом, удельный расход электроэнергии в значительной мере определяет общую стоимость разработки 1 м<sup>3</sup> пород.

Удельный расход электроэнергии зависит от крепости пород и применяемого напора, от дальности транспортирования воды и пульпы, от мощности и типа насосного и землесосного оборудования и других факторов.

Соотношение расходов электроэнергии на отбойку и на транспортирование воды и пульпы зависит от местных условий.

Фактические удельные расходы электроэнергии при гидравлической разработке россыпей, сложенных породами I-IV категорий крепости, приведены в табл. 5. В начале и конце рабочего сезона, т. е. в периоды с тяжелыми климатическими условиями, удельный расход электроэнергии достигает наибольшей величины.

Таблица 5

Удельные расходы электроэнергии по гидравлическим разрезам, разрабатывающим россыпи

Мощность россыпи, м	Категория пород россыпи, м	Применяемое насосное и землесосное оборудование	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/м³
5	III—IV	ЗГМ-1, 20НДН, 14НДс	11,1
4,4	III	8НЗ, 8НДв	10,2
4,6	I—II—III	То же	6,5
2,3	III	»	7,4
1,5—3	I—II—III	»	4,9
3	II—III	»	5,3
15—17	III	ЗГМ-1, 8НДв	9,6
5—15	III—IV	ЗГМ-1, ЗГМ-2, 18НДс	16,7
2—3	III—IV	8НЗ, 8НДв	18,5
6—10	III—IV	ЗГМ-1, ЗГМ-2, 14НДс, 14Дб, 8НДв	17,5

## 8. Способы размыва пород

**Размыв пород в массиве с установкой гидромонитора на плотике россыпи** (или на подошве уступа). Наиболее распространенный при разработке россыпей и гидровскрышных работах способ включает три операции: образование вруба в нижней части уступа (подрезку), размыв обрушившейся породы и выгонку размытой породы к зумпфу землесоса. Относительные затраты времени на эти операции зависят от крепости размываемых пород, их каменности, уклона плотика и других факторов. При уклонах плотика, отвечающих условиям самотечного транспортирования, затраты рабочего времени на выгонку относительно малы.

**Размыв пород в массиве гидромонитором, установленным на плотике (или подошве уступа), с применением поворотной трубы с шарниром.** Этот способ нашел применение на разработке миасских россыпей и при гидровскрышных работах на угольных разрезах Кузбасса.

Поворотная труба длиной 20-30 м одним концом подсоединяется с помощью шарового или телескопического шарнира к разводящему трубопроводу. К другому ее концу присоединяется гидромонитор. Гидромонитор перемещается вокруг шарнира бульдозером или гидравлическим толкателем. Этот способ размыва

позволяет размывать относительно большие объемы пород, не отсоединяя гидромонитор от водовода.

**Размыв пород в массиве гидромонитором, установленным на поверхности россыпи,** применяется реже. Этот способ используется при небольшой мощности размываемых пород (до 3-5 м) в системах разработки с попутным забоем. С увеличением мощности пород размыв в нижней части уступа становится малоэффективным. При размыве с поверхности разрушение породы совмещается иногда с транспортированием.

**Способ размыва с установкой гидромонитора на промежуточном горизонте.** Уступ при этом разбивают на два подступа. Первоначально гидромонитором размывают с поверхности верхний подступ, после чего гидромонитор переносят на верхнюю площадку нижнего подступа для его размыва. Этот способ используют и в другом варианте. Гидромонитор устанавливают сразу на промежуточном горизонте, и он размывает верхний подступ с нижней его площадки (с промежуточного горизонта). Нижний подступ размывается попутно также при расположении гидромонитора на промежуточном горизонте.

**Размыв предварительно увлажненных пород.** Для снижения энергетических затрат на размыв вязкие суглинистые и глинистые породы (III-IV категорий) насыщают водой, подаваемой под давлением в трубы, забиваемые в массив. Расход напорной воды на увлажнение суглинков до стадии обрушения уступа высотой 5-5,5 м составляет 260-300 л/м.<sup>3</sup>. Напор воды, подаваемой в трубы, достигает 70 м. Расстояние между трубами 4-5 м. Процесс увлажнения длится 12-16 ч. По данным исследований, предварительное увлажнение пород повышает производительность гидроустановки на 50-60%.

Целесообразно использовать предварительное увлажнение суглинистых и глинистых пород, обладающих структурной трещиноватостью, при мощности отложений от 3 до 12 м и отсутствии в них валунов размером 300-500 мм и более. Возможны также увлажнение и размыв пород с помощью безнапорного потока воды, подводимого на верхнюю площадку уступа.

**Размыв пород, предварительно разрыхленных механическим способом.** При разработке глинистых пород затраты на их размыв в массиве возрастают настолько, что общие расходы на применение разрыхляющего механизма или взрывчатого вещества и на последующий размыв разрыхленной породы могут быть ниже стоимости непосредственного размыва породы в массиве.

Разрыхленные породы можно размывать в отвале, а также в бункере передвижных и стационарных гидротранспортных установок.

Как показали исследовательские работы, удельный расход электроэнергии при гидравлической разработке труднопромывистых глинистых пород IV-V категорий, имеющих влажность 28%, возрастает до 25 квт-ч/м<sup>3</sup>. Более 70% этой энергии расходовалось непосредственно на размыв и лишь оставшая часть - на транспортирование. В то же время на разработку 1 м<sup>3</sup> пород I-V категорий крепости экскаватором расходуется лишь 0,3-1,1 квт-ч.

Предварительное рыхление бульдозером применяют при небольших объемах работ, а также при размыве вечномёрзлых пород.

### III. ГИДРОТРАНСПОРТ РАЗМЫТЫХ ПОРОД

#### 9. Характеристика гидросмесей

**Объемный вес гидросмесей.** При определении объемного веса пульпы в практике гидравлических разработок обычно используют такие показатели, как удельный расход воды  $g$ , объемный вес породы в естественном сложении  $\gamma'_e$ , пористость породы  $n$ . В этом случае вес пульпы может быть выражен формулой

$$\gamma'_r = \frac{g(\gamma_0 + \gamma'_2)}{g + (1 - n)},$$

где  $\gamma'_r$  — объемный вес пульпы, тс/м<sup>3</sup>;

$g$  — удельный расход воды, т/м<sup>3</sup>;

$n$  — пористость;

$\gamma_0$  — объемный вес воды, тс/м<sup>3</sup>;

$\gamma'_2$  — объемный вес породы в естественном сложении, тс/м<sup>3</sup>.

**Консистенции гидросмесей.** Под консистенцией гидросмеси понимают степень насыщенности гидросмеси твердым веществом. Выделяют весовую и объемную консистенции.

**Весовая консистенция** представляет отношения:

веса твердого вещества к весу воды, входящей в состав гидросмеси; веса твердого вещества к весу всего объема гидросмеси.

Максимально возможные объемные консистенции гидросмеси при гидротранспортировании составляют:

- для грубодисперсных суспензий ( $d = 0,1-2$  мм) и неоднородных дисперсных систем ( $d > 1,5-2$  мм)  $S = 0,35$ ;

- для гидросмесей, содержащих кусковой материал,  $S = 0,25-0,29$ .

Рекомендуемые значения консистенции гидросмеси для систем

гидротранспорта] приведены в табл. 6.

Таблица 6

Порода	Крупность частиц, мм	Консистенция гидросмеси
Породы вскрыши (рыхлые песчано-глинистые отложения) . . . . .	—	1 : 3
Песок . . . . .	$d_{cp} < 1,5$	1 : 3
Песчано-глинистая смесь с содержанием гравия до 40% . . . . .	—	1 : 4
Концентрат железной руды . . . . .	$d_{cp} < 1,0$	1 : 5 — 1 : 4

### 10. Безнапорный самотечный гидротранспорт

Безнапорный гидротранспорт при правильно выбранных параметрах является наиболее экономичным и надежным видом транспорта. Области применения безнапорного транспорта при гидравлической разработке россыпей:

- перемещение размытых пород (песков) от забоя до зумпфа землесоса или гидроэлеватора (расстояние транспортирования 20-150 м);
- перемещение размытых песков по канаве до промывочного прибора (расстояние перемещения может достигать 2 км);
- перемещение размытых пустых пород по канаве от забоя до отвала;
- перемещение хвостов на отвале.

При самотечном перемещении размытых пород средняя скорость потока должна быть такой, чтобы обеспечивалось перемещение наиболее крупной фракции породы, при этом глубина потока должна превышать диаметр наиболее крупных; кусков в полтора-два раза.

#### Методика расчета канавы для перемещения размытых пород.

Исходные данные: производительность канавы по пескам в плотном теле  $L$ , м<sup>3</sup>/сутки; наибольший диаметр транспортируемого куска  $d_T$ , мм; удельный вес породы  $\gamma$ , удельный расход воды на размыв  $g$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> [10].

1. Определяют критическую скорость в канаве.  $v_K$  по формуле

$$v_K = K \sqrt{d_T (\gamma_T - 1)},$$

где  $v_K$  — критическая скорость скольжения гальки, м/сек;

$K$  — коэффициент окатанности, зависящей от формы гальки (при коэффициенте трения гальки о дно  $f = 0,6$  коэффициент  $K = 2,8$  для хорошо окатанной гальки, 3,5 — для среднеокатанной, 4,7 — для плохо окатанной и плоской);

$d_T$  — диаметр гальки, м;

$\gamma_T$  — удельный вес гальки.

2. Среднюю скорость потока  $v_{cp}$  принимают на 15% больше критической.

3. Определяют секундный расход размытых песков в канаве

$$Q = \frac{A}{t \cdot 3600} (g + 1), \text{ м}^3/\text{сек},$$

где  $t$  — число часов чистой работы разреза в сутки.

4. Рассчитывают площадь поперечного сечения потока

$$F = \frac{Q}{v_{cp}}, \text{ м}^2.$$

5. Принимают величину угла откоса стенок канавы  $\beta$  в зависимости от характеристики пород.

6. Глубину потока  $h$ , обеспечивающую наименьший смоченный периметр и наибольшую скорость потока, определяют по формуле

$$h = \sqrt{\frac{F \sin \beta}{2 - \cos \beta}}, \text{ м}.$$

7. Определяют ширину основания канавы

$$b = 2h \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}, \text{ м}.$$

8. Гидравлический радиус  $R$  при наименьшем смоченном периметре

$$R = \frac{h}{2}, \text{ м}$$

или в обычных условиях

$$R = \frac{bh}{b + 2h}.$$

9. Величину коэффициента Шези определяют по уравнению Н. Н. Павловского

$$C = \frac{1}{n} R^{1,5} \sqrt{n},$$

где  $n$  — коэффициент шероховатости стенок и дна канавы.

10. Определяют необходимый уклон канавы  $i$

$$i = \frac{v_{cp}^2}{\delta^2 C^2 R},$$

где  $\delta$  — коэффициент, учитывающий влияние консистенции гидро-смеси;  $\delta = 0,90 \div 0,98$  при соотношении  $T : Ж = 1 : 12 \div 1 : 30$ .

**Уклоны канав** для перемещения размытых песков на гидравлических разрезах при расходе потока 1-1,2 м<sup>3</sup>/сек составляют 0,15-0,017. В обычных условиях на гидравлических разрезах наиболее распространен уклон канав 0,02-0,03, а при повышенной валунистости или небольших расходах воды он повышается до 0,04-0,06.

В табл. 7 приведены уклоны пульпосточных канав при гидротранспорте вскрышных пород.

Таблица 7

Уклон дна пульпосточной канавы, необходимый для гидротранспорта вскрышных пород

Транспортируемая порода	Уклон дна канавы
Мелкая глина, ил . . . . .	0,008—0,015
Глина с песком (15%), суглинок . . . . .	0,010—0,015
Мелкий песок, суглинок с гравием . . . . .	0,015—0,025
Крупный песок . . . . .	0,025—0,035
Крупный песок с гравием . . . . .	0,030—0,060
Гравий и галька . . . . .	0,040—0,070
Булыжник . . . . .	0,060—0,080

## 11. Напорный гидротранспорт пород по трубам землесосами

Приближенная формула для расчета мощности землесоса при работе на гидросмеси

$$N = N_0 \frac{\gamma_r}{\gamma_0},$$

где  $N$  — мощность землесоса при работе на гидросмеси;

$N_0$  — то же, при работе на воде;  $N_0 = \frac{Q_0 H_0 \gamma_0}{102 \eta_0}$ ;  $Q_0$ ,  $H_0$  и  $\eta_0$  определяют по совместной характеристике землесоса и трубопровода при работе на воде;

$\gamma_0$ ,  $\gamma_r$  — удельный вес воды и гидросмеси.

**Необходимый напор землесоса**

$$H_{\pi} = h_{\pi} + h_{\text{в}} + h_l + h_{\text{м}} + h'_{\text{в}} + h_{\text{изг.}}$$

где  $H_{\pi}$  — необходимый расчетный напор землесоса, м;

$h_{\pi}$  — расчетная высота подъема, приведенная к напору по воде;

$$h_{\pi} = H_1 \gamma_r, \text{ м};$$

$H_1$  — разность высотных отметок оси выпускного отверстия пульповода на отвале и оси землесоса, м;

$h_{\text{в}}$  — расчетная высота всасывания, приведенная к величине высоты всасывания по воде, м;  $h_{\text{в}} = h_1 \gamma_r$ , м;

$h_1$  — разность высотных отметок оси землесоса и уровня гидросмеси в зумпфе, м;

$\gamma_r$  — удельный вес гидросмеси;

$h_l$  — потери напора по длине напорного трубопровода м;  
 $h_m$  — местные потери напора, м;  $h_m \approx 0,1h_l$ ;  
 $h'_v$  — потери напора во всасывающем трубопроводе, м;  
 $h_{изб}$  — остаточный напор при выпуске гидросмеси из напорного трубопровода, м;  $h_{изб} = 3 \div 5$  м.

**Производительность землесоса по гидросмеси**

$$Q_r = V(1 - n + g),$$

где  $Q_r$  — производительность землесоса по гидросмеси, м<sup>3</sup>/ч;  
 $V$  — производительность размыва по породе или пескам, м<sup>3</sup>/ч;  
 $n$  — пористость пород (0,25—0,40);  
 $g$  — удельный расход воды при размыве, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

**Кавитационная характеристика землесоса** представляет зависимость вакуумметрической высоты всасывания  $H_{\text{вак}}$  от производительности землесоса  $Q$  при постоянном числе оборотов  $H_{\text{вак}} = f(Q)$ .

**Вакуумметрическая высота всасывания землесоса при работе на воде**

$$H_{\text{вак}} = h_1 + h'_v + \frac{v_s^3}{2g},$$

где  $H_{\text{вак}}$  — вакуумметрическая высота всасывания, м;  
 $h_1$  — геометрическая высота всасывания (разность между высотными отметками оси землесоса и уровня воды в зумпфе);  
 $h'_v$  — потери напора во всасывающей трубе, м;  
 $v_s$  — скорость жидкости во входном отверстии рабочего колеса, м/сек (в землесосах, построенных в СССР,  $v$  изменяется от 4,75 до 6,5 м/сек).

Для землесосов средних напоров со всасывающим патрубком диаметром 200 мм и выше рекомендуется следующая эмпирическая зависимость [23]:

$$v_s = 4,6 + 0,36Q,$$

где  $Q$  — производительность землесоса по воде, м<sup>3</sup>/сек.

**Полный к. п. д. землесоса**

$$\eta = \frac{N_{\text{п}}}{N},$$

где  $N_{\text{п}}$  — полезная мощность;  $N_{\text{п}} = \gamma_r Q_r H$ ;  
 $N$  — потребляемая мощность;  
 $\gamma_r$  — удельный вес гидросмеси;  
 $Q_r$  — производительность землесоса по гидросмеси;  
 $H$  — напор, развиваемый землесосом.

**Совместная работа землесоса и трубопровода.** Для установления рабочих параметров землесоса при работе с определенным трубопроводом первоначально пересчитывают характеристику землесоса с воды на гидросмесь и вычерчивают его измененную характеристику  $Q - H$  и  $N - Q$ . На этот же график наносят в том же масштабе изменение сопротивления напорного трубопровода в зависимости от  $Q$  при заданной консистенции гидросмеси.

Точка пересечения характеристики  $Q - H$  землесоса и характеристики трубопровода определяет рабочий режим землесоса при работе на данный трубопровод (рис. 2).



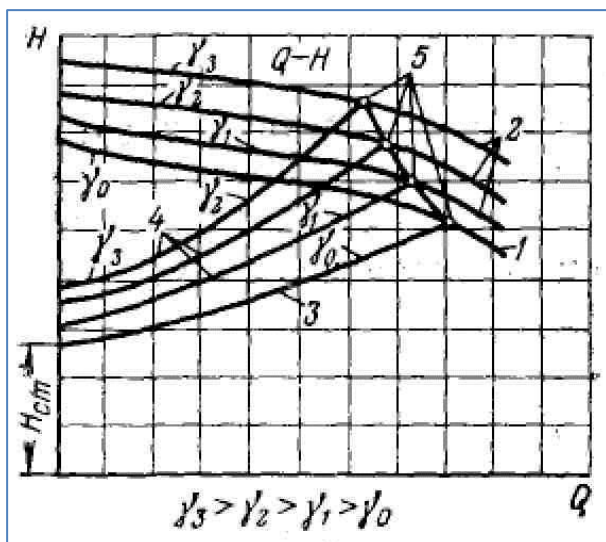


Рис. 2. Характеристика работы землесоса и трубопровода при подаче воды и гидросмеси:

1 — характеристика землесоса при работе на воде; 2 — то же, при работе на гидросмеси с удельным весом  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ; 3 — характеристика трубопровода при подаче воды; 4 — то же, при подаче гидросмеси; 5 — рабочие точки

С увеличением консистенции гидросмеси характеристики  $Q - H$  располагаются на графике выше, поэтому фактически будет уменьшаться производительность землесоса и увеличиваться его напор.

С увеличением консистенции гидросмеси снижается допустимая высота всасывания, и режим кавитации может наступить при расходе  $Q_k$ , который значительно меньше расхода, определяемого пересечением характеристик  $Q - H$  землесоса и трубопровода.

Совместная последовательная работа двух землесосов применяется, когда напор, развиваемый одним землесосом, недостаточен для преодоления геодезической высоты и гидравлических сопротивлений в пульповоде. Возможны две схемы компоновки землесосов.

**Первая схема.** Землесосы расположены в непосредственной близости друг от друга, и короткий напорный трубопровод первого землесоса служит всасывающим трубопроводом второго. Значительное увеличение напора на всасывании для второго землесоса затрудняет подачу промывочной воды, увеличивает давление на корпус машины.

**Вторая схема.** Землесосы, работающие последовательно, удалены друг от друга. Целесообразна установка землесоса второй ступени в точке напорного трубопровода, где напор землесоса первой ступени будет почти погашен. При этой схеме увеличивается штат обслуживающего персонала, но работа второго землесоса протекает в лучших условиях. Для последовательной работы обычно устанавливают одинаковые землесосы. Характеристику совместной работы двух последовательно соединенных землесосов строят путем суммирования напоров землесосов при одинаковом расходе (рис. 3),

Параллельная работа землесосов на общий трубопровод обычно производится для увеличения производительности действующего пульповода (в практике она встречается значительно реже, чем последовательная). Для параллельной работы выбирают землесосы с одинаковой характеристикой

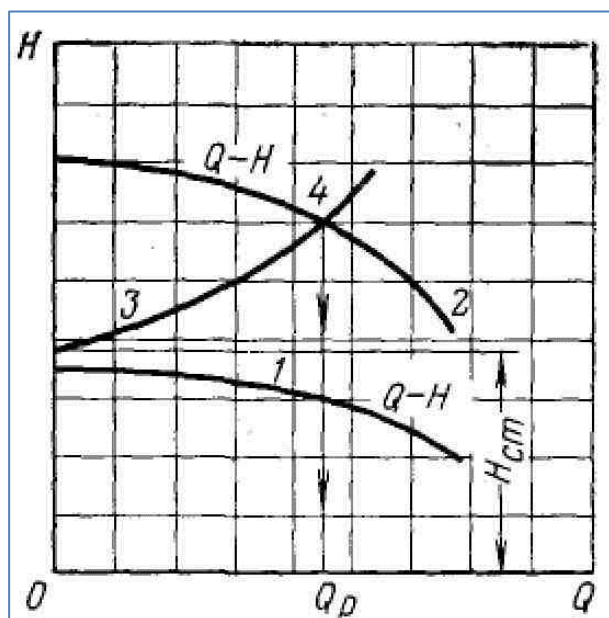


Рис. 3. Характеристика двух последовательно соединенных землесосов при совместной работе:

1 - характеристика каждого землесоса; 2 - характеристика двух последовательно соединенных землесосов; 3 - характеристика трубопровода; 4 - рабочая точка

Суммарный расход двух землесосов, параллельно работающих на общий пульповод, меньше суммы расходов землесосов, работающих на отдельные пульповоды (рис. 4).

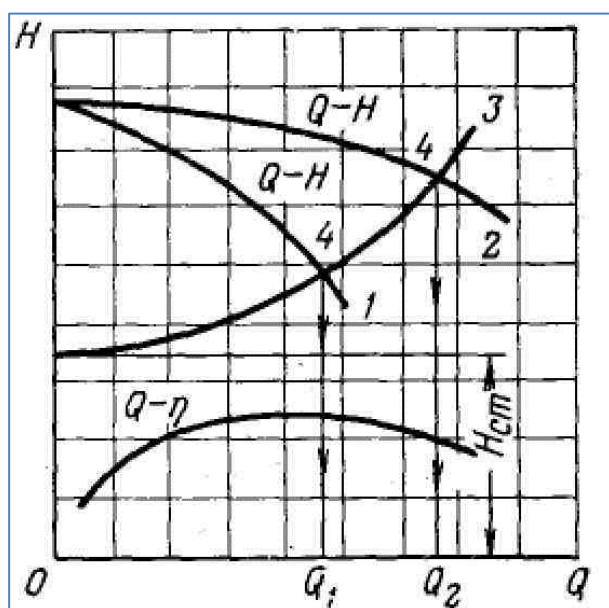


Рис. 4. Характеристика двух параллельно работающих землесосов:

1 - характеристика каждого землесоса; 2 - характеристика двух параллельно работающих землесосов; 3 - характеристика трубопровода; 4 - рабочая точка.

## 12. Напорный транспорт пород гидроэлеваторами

Наряду с землесосами для гидротранспорта пород широко используют гидроэлеваторы. Схема устройства гидроэлеватора показана на рис. 5.

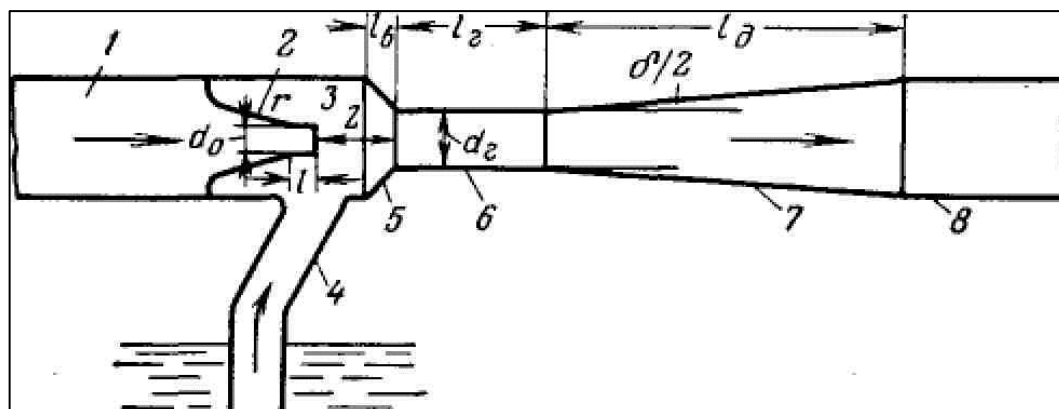


Рис. 5. Схема гидроэлеватора: 1 - водовод; 2 - насадка; 3 - приемная камера; 4 - всасывающий патрубок; 5 - конический переход; 6 - горловина; 7 - диффузор; 8 - нагнетательный трубопровод

Достоинства гидроэлеваторов: простота конструкции, монтажа и эксплуатации, возможность индивидуального изготовления для любых условий и быстрой замены износившихся частей, небольшой вес.

Недостатки: низкий к. п. д. (не более 30%, обычно 15-20%), ограниченная высота подъема (6-20 м), большой расход напорной воды. Ниже приведены основные рекомендации и уравнения для расчета параметров водоструйных насосов.

**Насадка.** Длину цилиндрической части насадки рекомендуется принимать равной  $l = (0,25-0,5) \cdot d_0$ , где  $d_0$  - диаметр выходного отверстия насадки. Радиус сопряжений между цилиндрическими участками насадки  $r = (3-5) \cdot d_0$ . Насадку желательно делать съемной.

**Приемная камера** обычно делается цилиндрической. Величина угла сопряжения всасывающего патрубка и приемной камеры, как показывают исследования, не оказывает существенного влияния на эффективность работы гидромонитора. Однако при транспортировании пульпы целесообразно предохранить насадку от ударов и истирания, задавая этот угол по возможности меньшим. В приемной камере следует предусматривать герметически закрывающееся окно (лаз) для осмотра камеры, насадки и горловины.

Гидроэлеваторы некоторых конструкций выполняются без приемной камеры (так называемый «открытый» тип гидроэлеватора). Насадка и горловина

соединены с помощью стяжных болтов, которыми регулируется расстояние между насадкой и горловиной.

Для уменьшения потерь энергии приемную камеру и горловину рекомендуется соединять с помощью входного конического перехода длиной не более диаметра горловины.

**Расстояние между насадкой и горловиной** значительно влияет на эффективность работы водоструйного насоса и его к. п. д. Это расстояние целесообразно принимать равным  $z = 2d_0$ . При транспортировании пульпы расстояние  $z$  должно быть достаточным, чтобы пропустить наиболее крупные куски породы. Если галька крупная,  $z$  принимают фактически равным  $(2,3-3) d_0$ .

**Горловина (смесительная камера).** Диаметр горловины должен в 1,5-2,5 раза превышать диаметр выходного отверстия насадки, т. е.  $d_r = (1,5-2,5) \cdot d_0$  и максимальный размер транспортируемого куска.

Минимальное соотношение  $d_r/d_0 = \Delta_{\min}$  для гидроэлеваторов, используемых на приисках Северо-востока, составляет в среднем 1,3-1,35. Как ориентировочные рекомендуются следующие значения  $\Delta_{\min}$  для различных условий работ гидроэлеваторов, используемых на промприборах:

$\Delta_{\min} = 1,2-1,25$  - при окатанном материале, мелкофракционном составе его и гидровиппердней гравитационной яагру.чке;

$\Delta_{\min} = 1,5$  - при угловатой обломочной форме транспортируемого материала, большом количестве крупных фракций, особенно при работе на всасывание.

Длина горловины  $L_r$  может быть принята в соответствии с расчетными величинами, предложенными различными исследователями (табл. 8).

Таблица 8

К расчету смесительной камеры

Расчетная формула
$l_r = 4,65 d_0^{0,2} d_r^{0,8}$ $l_r = (9 \div 12) (d_r - d_0)$ $l_r = (5 \div 6) d_r$ $l_r = (3,5 \div 4) d_r$

**Диффузор (расширитель)** обычно имеет вид усеченного конуса. Угол конусности, или угол расширения диффузора  $\delta$ , рекомендуется принимать равным  $6-8^\circ$ . Наибольший к.п.д. обеспечивают диффузоры с переменным углом расширения. Рекомендуют изготавливать диффузор из трех частей с углом

конусности соответственно равным  $\delta_1 = 2^\circ$ ;  $\delta_2 = 4^\circ$  и  $\delta_3 = 13^\circ$ .

#### Коэффициент подсасывания

$$\alpha = \frac{G_1}{G_0} = \frac{Q_1 \gamma_1}{Q_0 \gamma_0},$$

где  $G_1$  — весовой расход подсасываемой гидросмеси, кг/сек;  
 $G_0$  — весовой расход воды через насадку, кг/сек;  
 $Q_1$  — объемный расход подсасываемой гидросмеси, м<sup>3</sup>/сек;  
 $Q_0$  — объемный расход воды через насадку, м<sup>3</sup>/сек;  
 $\gamma_1$  и  $\gamma_0$  — соответственно удельный вес подсасываемой пульпы и воды.

**Коэффициент отношения напоров** (отношение напора за диффузором  $H$  к полному напору выхода из насадки  $H_0$ )

$$\beta = \frac{H}{H_0}$$

Коэффициент  $\beta$  изменяется в пределах 0,1—0,4.

#### Отношение $m$ площадей поперечного сечения горловины и насадки

$$m = \frac{F_r}{F_0} = \frac{d_r^2}{d_0^2},$$

где  $F_r$  и  $d_r$  — соответственно площадь поперечного сечения и диаметр горловины;  
 $F_0$  и  $d_0$  — площадь поперечного сечения и диаметр выходного отверстия насадки.

Как показывают исследования, для гидроэлеваторов с наивыгоднейшими геометрическими размерами при определенных конструктивных условиях соблюдается соотношение  $\beta^*m = 1$ .

#### Коэффициент полезного действия гидроэлеватора

$$\eta = \frac{\gamma_1 Q_1}{\gamma_0 Q_0} \cdot \frac{\beta}{1-\beta},$$

где  $Q_1$  — объемный расход подсасываемой гидросмеси, м<sup>3</sup>/сек;  
 $Q_0$  — объемный расход воды через насадку, м<sup>3</sup>/сек;  
 $\gamma_1$  и  $\gamma_0$  — соответственно удельный вес гидросмеси и воды;  
 $\beta$  — коэффициент отношения напоров.

Характеристика гидроэлеватора состоит из графических зависимостей

$$\beta = f(\alpha) \text{ и } \eta = \frac{\beta}{1-\beta} \alpha = f(\alpha)$$

На рис. 6 представлены характеристики гидроэлеваторов, имеющих значения  $m$  1,95; 2,61; 6,2; 23,2

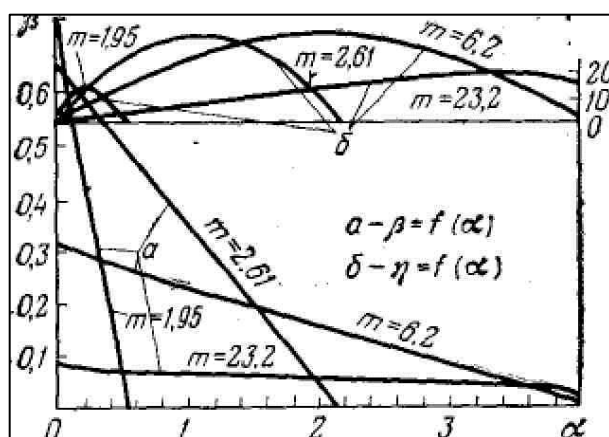


Рис. 6. Характеристика гидроэлеваторов

### 13. Расчет напорного гидротранспорта пород по трубам

Расчет напорного гидротранспорта пород включает выбор диаметра пульповода, соответствующего заданным параметрам, подбор транспортирующего оборудования, определение критической скорости транспортирования, потерь напора по длине трубопровода.

Исходными данными чаще всего являются производительность гидроустановки, длина транспортирования, геодезическая высота подъема, физико-механические свойства пород.

**Диаметр напорного трубопровода** выбирают с учетом следующих положений: он должен в 2,5-3 раза превышать максимальный размер транспортируемых по нему кусков породы, обеспечивать перемещение гидросмеси со скоростями, позволяющими проводить транспортирование в установленном режиме и с заданной производительностью. Потери напора должны находиться в допустимых пределах.

**Упрощенный метод расчета гидротранспорта.** Необходимая критическая скорость в первом приближении может быть определена; на основании обобщенных данных, связывающих изменение критических скоростей с характером транспортируемого материала, диаметром пульповода и расходом пульпы (табл. 8).



Таблица 8

Зависимость критической скорости от материала, диаметра пульповода и расхода  
пульпы

Диаметр пульпо- вода, мм	Вид транспортируемого материала							
	глины и суглин- ки, не дающие при разработке комков		супеси, пески мелкие и средние		пески крупные с небольшим количеством гравия		пески крупные с большим количеством гравия	
	$v$ , м/сек	$Q$ , м³/сек	$v$ , м/сек	$Q$ , м³/сек	$v$ , м/сек	$Q$ , м³/сек	$v$ , м/сек	$Q$ , м³/сек
250	1,7	0,080	2,0	0,100	2,5	0,120	2,8	0,135
300	1,8	0,130	2,1	0,150	2,8	0,200	3,1	0,220
350	2,1	0,200	2,2	0,210	3,0	0,290	3,4	0,320
400	2,2	0,275	2,4	0,300	3,3	0,410	3,7	0,460
450	2,3	0,375	2,6	0,415	3,6	0,575	4,0	0,640
500	2,5	0,490	2,9	0,540	3,9	0,765	4,3	0,840
600	2,7	0,760	3,2	0,900	4,2	1,180	4,6	1,300

Потери напора - по длине пульповода при транспортировании<sup>^</sup> песков  $d_{cp} > 0,40$  мм можно определить по табл. 9.

Таблица 9

Потери напора на  $i$  и длины пульповода при движении гидросмеси

Диаметр пульпо- вода, мм	v, м/сек	Q, м³/сек,	Гидравлические уклоны				
			Т : Ж				
			1 : 12	1 : 10	1 : 8	1 : 5	1 : 3
Пески среднезернистые							
250	2,0	0,100	0,0165	0,0180	0,0196	0,0210	0,0225
300	2,1	0,150	0,0143	0,0156	0,0169	0,0182	0,0195
350	2,2	0,210	0,0132	0,0143	0,0155	0,0167	0,0180
400	2,4	0,300	0,0132	0,0143	0,0155	0,0167	0,0180
450	2,6	0,415	0,0143	0,0156	0,0169	0,0182	0,0195
500	2,9	0,540	0,0154	0,0168	0,0182	0,0196	0,0210
600	3,2	0,900	0,0154	0,0168	0,0182	0,0196	0,0210
Пески крупнозернистые с небольшим количеством гравия							
250	2,5	0,120	0,0253	0,0276	0,030	0,0322	0,0345
300	2,8	0,200	0,0253	0,0276	0,030	0,0322	0,0345
350	3,0	0,290	0,0253	0,0276	0,030	0,0322	0,0345
400	3,3	0,410	0,0253	0,0276	0,030	0,0322	0,0345
450	3,6	0,575	0,0253	0,0276	0,030	0,0322	0,0345
500	3,9	0,765	0,0275	0,0300	0,0325	0,0350	0,0375
600	4,2	1,180	0,0242	0,0264	0,0286	0,0308	0,0330

Потери напора на трение в пульповоде определяют по формулам чистой воды (см. гл. V) с учетом поправочного коэффициента, учитывающего влияние консистенции пульпы:

Соотношение Т : Ж	Поправочный коэффициент
1 : 3	1,5
1 : 5	1,4
1 : 8	1,3
1 : 10	1,2
1 : 12	1,1

Приведенные данные наиболее соответствуют условиям, когда транспортируемый материал весьма неоднороден по крупности. Для мелкого однородного материала указанные гидравлические уклоны будут несколько завышены.

ВНИИГидроуголь рекомендует определять удельные потери напора в пульповоде  $i_n$  по формуле

$$i_n = i_0 + \Delta i,$$

где  $i_0$  — потери напора на единицу длины пульповода для чистой воды;

$\Delta i$  — дополнительные потери в пульповоде, вызванные наличием в воде твердого материала.

Значения  $\delta i$  в зависимости от соотношения Т:Ж в пульпе приведены ниже, С. А. Коржаев предлагает вычислять потери напора для пульпы по формуле

$$i_n = i_0 + K \Delta \gamma,$$

где  $i_n$  — удельные потери напора при движении пульпы;

$i_0$  — то же, для воды;

$\Delta \gamma = \gamma_n - 1$ ;

$\gamma_n$  — удельный вес пульпы;

$K$  - коэффициент транспортабельности, зависящий от крупности транспортируемой породы, диаметра пульповода и угла его наклона (значение  $K$  при транспортировании песчано-гравийных смесей, гравия и щебня изменяется от 0,38 до 0,83).

Значения $\Delta i$	
Соотношение Т : Ж	Величина добавочного уклона
1 : 2,5	0,012—0,015
1 : 4	0,01
1 : 5 ÷ 1 : 6	0,009
1 : 8 ÷ 1 : 10	0,007



В табл. 10 приведены скорости, рекомендуемые при транспортировании пород в пульповодах разных диаметров.

Таблица 10

## Рекомендуемые скорости

Транспортируемый материал	Диаметр пульповода, мм								
	150	200	250	300	400	500	600	700	800
	Рекомендуемые скорости, м/сек								
Мелкий песок . . . . .	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,1
Рядовой крупно-зернистый песок . . . . .	2,5	2,7	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,4	4,7
Щебень, гравий до предельной крупности . . .	3,1	3,3	3,5	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8

Данные таблицы относятся к пульпам наименьшей концентрации.

#### IV. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗМЫВА И ГИДРОТРАНСПОРТА ПОРОД

##### 14. Гидромониторы и гидромониторные установки

Гидромониторы ГДШ-250, ГМН-250с и ГМ-2. При гидравлической разработке россыпей наиболее широко используются гидромониторы с ручным управлением ГЛШ-250 и ГМН-250с, а также ГМ-2.

##### Техническая характеристика гидромониторов ГМН-250 и ГМН-250с

Тип гидромонитора	ГМН-250	ГМН-250с
Диаметр входного отверстия, мм . . . . .	250	250
Угол поворота ствола в горизонтальной плоскости, град. . . . .	360	360
Угол поворота ствола в вертикальной плоскости, град:		
вверх . . . . .	32	27
вниз . . . . .	28	27
Диаметры выходного отверстия насадок, мм . . . .	51; 63,5; 76,5; 89; 102	50; 70; 90; 100
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	12	20
Размеры, мм:		
длина (с насадкой Ø 70 мм) . . . . .	—	3200
ширина . . . . .	—	570
высота . . . . .	—	1460
Масса гидромонитора с насадкой, кг . . . . .	175	196

**Гидромониторные установки ГУЦ.** Установка состоит из двух самоуравновешенных гидромониторов, управляемых дистанционно с помощью гидравлической или электрогидравлической системы.

**Гидромониторная установка ГУЦ-6** (рис. 7) оснащена двумя самоуравновешенными гидромониторами ГМЦ-250м и имеет электрогидравлическое управление. Электрогидропривод устанавливается непосредственно у гидромонитора. Управление гидромонитором производится с переносного пульта, соединенного кабелем с электроприводом. Напряжение питания приборов дистанционного управления 36 в.

Гидромонитор ГМЦ-250м имеет каретку с гидравлическим зажимом для поворота ствола в горизонтальной плоскости на любой угол и устройство для автоматического реверсивного поворота ствола гидромонитора в горизонтальной плоскости.

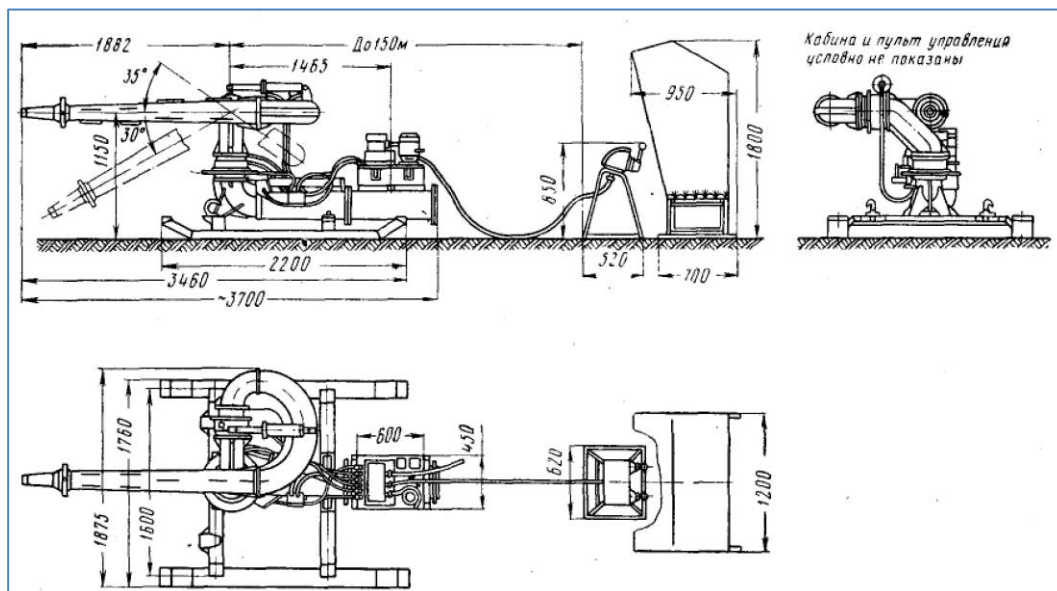


Рис. 7. Гидромониторная установка ГУЦ-6 (показан один из двух гидромониторов ГМЦ-250м)

Техническая характеристика гидромониторных установок ГУЦ-4 и ГУЦ-6

Тип установки	ГУЦ-4	ГУЦ-6
Тип гидромонитора (марка)	ГМЦ-250	ГМЦ-250м
Предельное рабочее давление воды, кгс/см <sup>2</sup>	12	16
Наибольшее расстояние дистанционного управления	35	100—150
Рабочий угол поворота ствола гидромониторов в горизонтальной плоскости, град:		
без перехвата	120	115
с перехватом	—	360
Угол поворота ствола в вертикальной плоскости, град:		
вверх	30	35
вниз	31	30
Диаметр выходного отверстия насадок, мм	51; 63; 76; 89; 100	51; 63; 76; 89; 100

<b>Размеры гидромонитора, мм:</b>		
длина . . . . .	2800	3460
ширина . . . . .	1750	1875
высота . . . . .	1350	1410
Водопроизводительность гидромонитора, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	—	250—800
Масса одного гидромонитора, кг . . . . .	320	230
Давление в маслосистеме, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	20	До 25
Общая масса установки, кг . . . . .	880	660

**Гидромониторы ГМСД.** Серия гидромониторов ГМСД, включает несколько модификаций:

**Самоходный гидромонитор ГМСД-300** имеет гусеничный ход с электрическим приводом. Управляют им при помощи электрогидравлической системы с пульта, расположенного от него на расстоянии до 50 м. Гидромонитор подключают к водоводу посредством высоконапорного шланга. Он может быть максимально приближен к забою при размыве.

Техническая характеристика гидромонитора ГМСД-300

Диаметр входного отверстия, мм . . . . .	300
Допускаемое рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	16
Диаметры выходного отверстия насадок, мм . . . . .	100—140
Водопроизводительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	1200—2900
<b>Возможный угол поворота ствола, град:</b>	
вверх . . . . .	35
вниз . . . . .	15
в горизонтальной плоскости . . . . .	±180
Удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	0,28
Общая мощность электродвигателей, кВт . . . . .	83
<b>Размеры гидромонитора, м:</b>	
длина . . . . .	9
высота . . . . .	2,2
ширина . . . . .	2,1
Общая масса, т . . . . .	7,6

**Шагающие гидромониторы ГМСДШ-300 и ГМСДШ-500** главным образом для размыва труднопромывистых глинистых пород. Они имеют дистанционное управление и специальную конструкцию, позволяющую максимально приближать гидромониторы к забою по время работы (рис. 8).

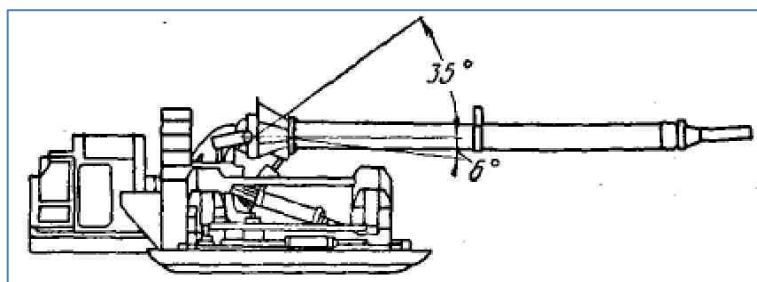


Рис. 8. Шагающий гидромонитор ГМСДШ-300 с дистанционным управлением

### Техническая характеристика шагающих гидромониторов

Тип гидромонитора	ГМСДШ-300	ГМСДШ-500
Длина ствола, м . . . . .	5,4; 10,9	18
Диаметр входного отверстия монитора, мм . . . .	300	500
Допускаемый рабочий напор, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	16	20
Диаметр выходного отверстия насадок, мм . . . .	100—140	140—220
Водопроизводительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	1200—2900	3200—6300
Угол поворота ствола, град:		
вверх . . . . .	35; 35	35
вниз . . . . .	6; 3	0
в горизонтальной плоскости . . . . .	±180; ±30	±24
Максимальная скорость передвижения при авто- матическом шагании, м/ч . . . . .	58	50
Размеры в рабочем положении, м:		
длина . . . . .	8,26 14,85	37
ширина . . . . .	3,62 3,62	8
высота . . . . .	1,93 2,48	3,4
Мощность электродвигателя, квт . . . . .	10	40
Расстояние от пульта управления до гидромо- нитора, м . . . . .	50	100
Общая масса гидромонитора, т . . . . .	6,95 8,5	39

**Гидромонитор ГМДУЭГ-250.** Рассчитан на рабочее давление до 16 кгс/см<sup>3</sup>. Диаметр входного отверстия 250 мм. Гидромонитор снабжен комплектом насадок диаметром 75, 90, 100, 110 и 125 мм.

Управляется дистанционно с помощью электрогидравлической системы. В гидравлической масляной системе использован лопастной насос Г12-12А, развивающий давление 65 кгс/см<sup>3</sup>. Масса установки (без кабины и управления) 1080 кг. Наибольшая водопроизводительность 2300 м<sup>3</sup>/ч.

**Гидромонитор КУГУ-350/200.** Гидромеханизация. Рабочее давление до 16-18 кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр насадок 125-170 мм. Максимальная производительность по воде 4500 м<sup>3</sup>/ч. Управление гидромонитором электромеханическое, дистанционное. Длина ствола до 4,5 м. Диаметр входного отверстия 350 мм. Создана также конструкция гидромонитора большей производительности - КУГУ-500/225 с входным отверстием диаметром 500 мм.



## 15. Землесосы

Основным оборудованием для напорного гидротранспортирования пород являются землесосы (грунтовые центробежные насосы), конструкция которых позволяет перекачивать абразивные породные и угольные пульпы. Наряду с ранее освоенными землесосами НЗ, ЗГМ, Р, промышленность выпускает центробежные грунтовые насосы Гр нескольких типоразмеров, предназначенных для перекачивания гидросмесей. Это землесосы типа Л - легкие однокорпусные, Р - легкие с футеровкой из резины, Т - тяжелые двухкорпусные с защитной футеровкой и износостойчивых металлов.

В обозначение типоразмера входят: первые цифры - диаметр входного патрубка (в миллиметрах), уменьшенный в 25 раз; буквенное обозначение назначения насоса (Гр - грунтовый, Гру - грунтовый с увеличенным проходным сечением проточной части) и его исполнения (соответствующей буквой Л, Р или Т обозначают тип насоса, для насоса с вертикальным валом добавляют букву В); цифры после буквенного обозначения - коэффициент быстроходности насоса, уменьшенный в 10 раз и округленный. Например, марка 20Гр-8т обозначает грунтовый насос с нормальным проходным сечением, тяжелого типа, с входным патрубком диаметром 500 мм и коэффициентом быстроходности 80.

В табл. 11 приведена техническая характеристика землесосов различных типов и параметры электрооборудования для привода.

Таблица 11

Техническая характеристика землесосов (грунтовых центробежных насосов) и электродвигателей к ним														
Марка землесоса	Производительность по воде, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м вод. ст.	Диаметр рабочего колеса, мм	Наибольший размер твердых включений, пропускаемых землесосом, мм	Допускаемая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Масса землесоса, кг	К. п. д., %	Электродвигатель				Размеры агрегата, мм		
								тип	мощность, кВт	скорость вращения, об/мин	напряжение, в	длина	ширина	высота
ЗГр-8	50	15	225	40	8,5	185	53	АО-62-4	10	1450	220/380	1315	485	605
5Гр-8	150	33	325	55	7,8	350	60	А-81-4	40	1450	380	1858	856	848
5Гру-12	150	16	254	70	8,0	350	57	А-71-4	20	1450	380	1681	650	736
8Гр-8т	400	38	500	85	7,5	1 012	62	А-102-6м	125	985	380	2765	995	1215
8Гру-12	380	19,5	400	110	7,5	983	67	АО-93-6	55	985	380	2630	911	1133
10Гру-8л	740	39	700	150	8,0	1 885	70	АК-112-8	160	730	380	3233	1069	1410
12Гр-8т	1330	58	840	140	7,0	3 079	66	АК-13-52-8	500	730	6000	3895	1570	1830
12Гру-12л	1320	28	650	180	7,4	2 212	67	АК-12-42-8	250	750	6000	3950	1509	1495
16Гру-8л	2140	58	1030	230	7,2	6 650	68	АКН-14-46-10	630	590	6000	5105	1833	1959
20Гр-8т	4000	68	1390	230	6,5	15 290	73	СДНЗ-16-51-12	1600	500	3000/6000	8310	2410	2365
20Гр-8т	3380	56	1250	230	6,5	15 240	71	СДН-16-41-12	1250	500	6000	7216	2385	2385
8НЗу	850	28	620	150	6,8	2 790	60	ЗД6	150 л. с.	735	—	4850	1330	1660
8НЗм	800	25	610	150	4,5	1 485	60	АК-104-8	135	750	220/380	1666	1220	1160
ЗГМ-1-350А	1900	43	910	210	5,5	4 010	70	АК-13-62-10	500	590	6000	4140	1790	1790
ЗГМ-1м	1500	37	700	200	6,0	3 825	66	СД-12-52-8А	320	740	6000	3846	1650	1935
ЗГМ-2м	1900	53	850	190	5,7	3 400	65	АК-13-62-8	630	740	6000	4256	1580	1795
20Р-11	3600	45	1100	220	5,0	9 250	68	СДН-15-39-12	800	500	6000	—	—	—
20Р-11м	3800	62	1250	220	3,0	10 532	59	СДН-16-41-12	1250	500	6000	6820	2420	2065

На рис. 9, 10 представлены чертежи грунтовых центробежных насосов 12Гру-8т и ЗГМ-1-350А. Для удобства передвижения землесос, укрепленный на раме, с двигателем и пусковой аппаратурой монтируется на деревянных или металлических санях либо на корытообразном металлическом основании.

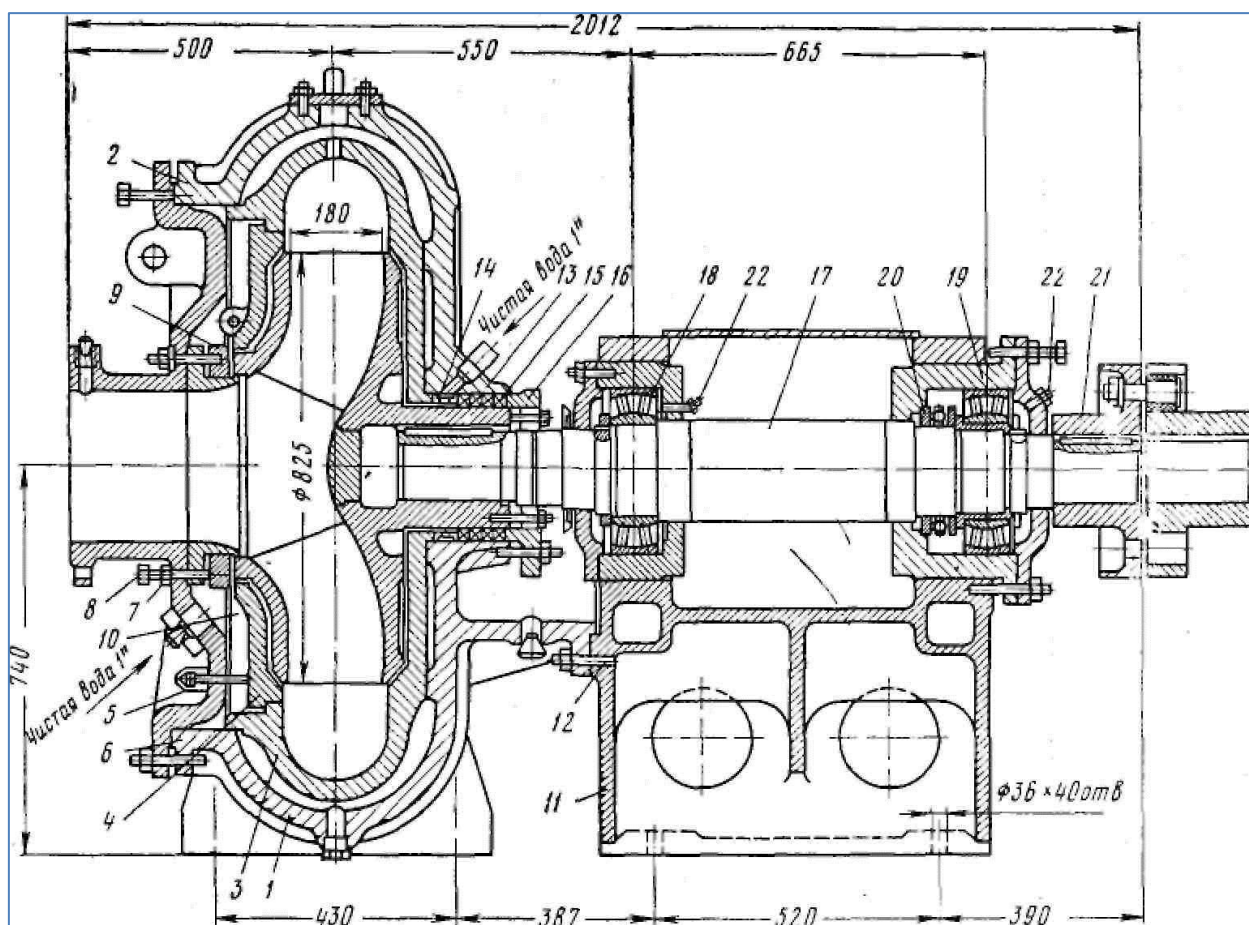


Рис. 9. Конструкция грунтового центробежного насоса 12Гру-8т:

1-нижняя половина наружного корпуса; 2 - верхняя половина наружного корпуса; 3 - внутренний корпус; 4 - передний бронедиск; 5 - прижимная шпилька; 6 - передняя крышка; 7 - установочное кольцо; 8 - шпильки; 9 - уплотнительное кольцо; 10 - рабочее колесо; 11 - консольная опора корпуса; 12 - шпилька; 13 - корпус сальника; 14 - водораспределительное кольцо; 15 - сальниковая набивка; 16 - крышка сальника; 17 - вал; 18 - радиальный сферический роликоподшипник; 19 - радиальный шарикоподшипник; 20 - упорный шарикоподшипник; 21 - упругая муфта; 22 - пресс-масленка

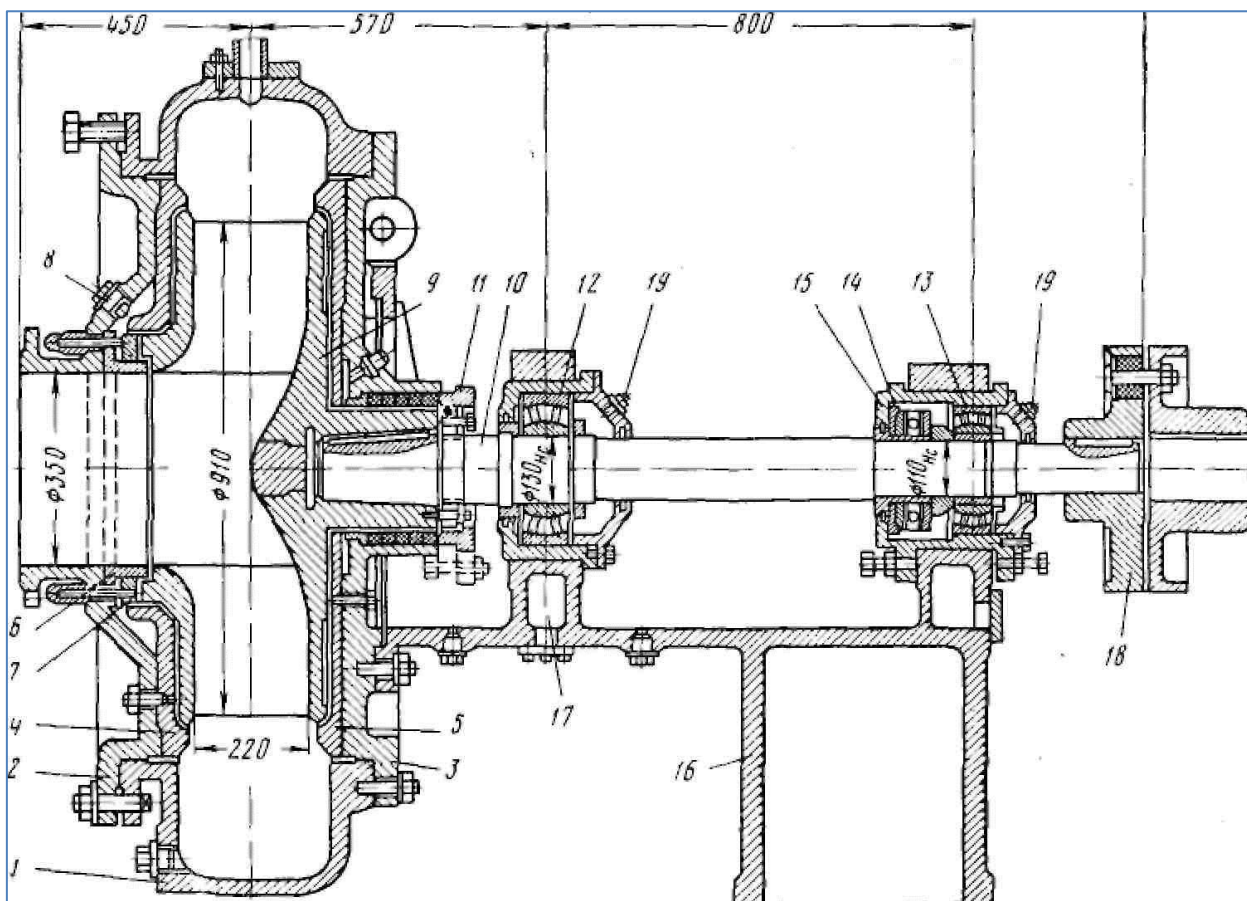


Рис. 10. Конструкция грунтового центробежного насоса ЗГМ-1-350А:

1 - корпус; 2 и 3 - передняя и задняя крышки; 4 и 5 - бронедиск; 6 - установочное кольцо; 7 - уплотнительное кольцо; 8 - полость для чистой воды; 9 - рабочее колесо; 10 - вал; 11 - крепежная гайка; 12 и 13 - радиальные двухрядные роликовые подшипники; 14 - упорный шарикоподшипник; 15 - регулировочный стакан; 16 - кронштейн (консольная опора); 17 — полость консольной опоры; 18 – упругая муфта; 19 - пресс-масленка

## 16. Трубы

Для изготовления напорных трубопроводов при гидротранспорте используют преимущественно стальные трубы различного сортамента (табл. 12-14). Стальные электросварные трубы со спиральным швом поставляются длиной от 10 до 18 м, обычные электросварные длиной не менее 5 м, диаметром более 152 мм. Диаметр труб определяют расчетом, толщину стенки выбирают с учетом абразивности транспортируемых пород и сроков изнашиваемости стенок трубы, исходя из срока службы пульповода.



Таблица 12

## Стальные электросварные трубы со спиральным швом

Условный проход, мм	Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Теоретическая масса 1 м труб, кг								
400	426	42,25	52,69	63,08	73,41	83,70	—	—	—	—
450	480	47,66	59,45	71,18	82,87	94,51	—	—	—	—
500	530	52,66	65,70	78,69	91,63	104,52	117,4	—	—	—
600	630	—	78,22	93,71	109,1	124,5	139,9	155,2	—	—
700	720	—	89,48	107,2	124,9	142,6	160,2	177,7	195,2	212,6
800	820	—	102	122,3	142,4	162,6	182,7	202,7	222,7	242,7
900	920	—	—	—	—	182,6	205,2	227,8	250,3	272,7
1000	1020	—	—	—	—	202,6	227,7	252,8	277,8	302,8
1200	1220	—	—	—	—	—	—	—	332,9	362,8

Таблица 13

## Стальные электросварные трубы

Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм									
	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14
	Теоретическая масса 1 м труб, кг									
426	51,91	57,03	62,14	72,33	82,46	92,56	102,59	112,58	122,52	—
480	58,57	64,36	70,13	81,65	93,12	104,52	115,90	127,22	138,49	—
530	—	—	77,53	90,28	102,98	115,62	128,23	140,78	153,29	—
630	—	—	92,33	107,54	122,71	137,81	152,89	167,91	182,88	—
720	—	—	—	123,1	140,5	157,8	175,1	192,3	209,5	—
820	—	—	—	140,3	160,2	180,0	199,8	219,5	239,1	278,3
920	—	—	—	157,6	179,9	202,2	224,4	246,6	268,7	312,8
1020	—	—	—	—	199,7	224,4	249,1	273,7	298,3	347,3
1120	—	—	—	—	219,4	246,6	273,7	300,8	327,9	381,9
1220	—	—	—	—	—	268,8	298,4	328,0	357,5	416,4
1320	—	—	—	—	—	291,0	323,0	355,1	387,1	450,9
1420	—	—	—	—	—	—	347,7	382,2	416,7	485,4

Таблица 14

## Стальные бесшовные горячекатаные трубы

Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм							
	6	7	8	9	10	11	12	14
	Теоретическая масса 1 м труб, кг							
203	29,14	33,83	38,47	43,05	47,59	52,08	56,52	65,94
219	31,52	36,60	41,63	46,61	51,54	56,43	61,26	70,78
245	—	41,09	46,76	52,38	57,95	63,48	68,95	79,76
273	—	45,92	52,28	58,60	64,86	71,07	77,24	89,42
299	—	—	57,41	64,37	72,27	78,13	84,93	98,40
325	—	—	62,54	70,14	77,68	85,18	92,63	107,38
351	—	—	67,67	75,91	84,10	92,23	100,32	116,35
377	—	—	—	81,68	90,51	99,29	108,02	125,33
402	—	—	—	87,21	96,67	106,06	115,41	133,94
426	—	—	—	92,55	102,59	112,58	122,52	142,25



### Износ землесосов и трубопроводов

В табл. 15 приведены данные по износу деталей (за трехгодичный период работы) землесосов ЗГМ-1 и ЗГМ-2. Детали были изготовлены в приисковых механических мастерских. Землесосы транспортировали супесчаные, суглинистые и глинистые породы с незначительным количеством гали.

Таблица 15

Износ деталей землесосик ЗГМ-1 и ЗГМ-2

Деталь	Количество деталей в землесосе	Расход деталей всего, шт.	В том числе реставрировано, шт.	Срок службы одной детали в среднем, ч	Объем горной массы, перемещенный за период службы одной детали, тыс. м <sup>3</sup>
Корпус землесоса . . . . .	1	22	8	1260	72,5
Рабочее колесо . . . . .	1	22	—	1260	72,5
Бронедиски . . . . .	2	32	—	866	50,0
Уплотнительное кольцо . .	1	22	—	1260	72,5
Бронекольцо . . . . .	1	5	—	5544	319,0
Крышки . . . . .	1	23	13	1205	69,3
Упорный подшипник . . . .	1	11	—	2524	145,0
Опорный подшипник . . . .	2	20	—	1386	79,7
Обратный клапан . . . . .	1	4	—	6930	399,0
Сальниковый шарнир . . .	1	6	—	4620	266,0

Объемы породы, приходящиеся на период эксплуатации отдельных деталей землесоса до их ремонта, полученные на основании данных практики, даны в табл. 16.

Таблица 16

Износостойкость деталей землесосов

Деталь	Объем перемещенных пород до ремонта, тыс. м <sup>3</sup>			
	8НЗ		ЗГМ-1	
	Песчано-глинистые, слабокаменистые породы	Алмазоносные речники с кварцевой галькой	Легкие породы	Алмазоносные речники с кварцевой галькой
Рабочее колесо . . . . .	40	7	160	10
Бронедиск передний . . . .	35	3	70	15
Колесо всасывающей трубы	90	20	200	30
Уплотнительное кольцо	40	3	80	—
Корпус (улиты) . . . . .	60	10	130	15

В табл. 17 приведены нормативные данные о сроках службы запасных частей землесосов.

К легким породам (табл. 17), относят глинистые и суглинистые породы, к средним - мелко- и среднззернистые пески с примесью глины. К тяжелым породам относят крупнозернистые пески с гравием до 20%, к очень тяжелым - сильно абразивные породы с содержанием гравия до 50% и больше.

Таблица 17

## Нормативные сроки службы запасных частей землесосов

Деталь	Срок службы при перемещении различных пород, ч			
	легких	средних	тяжелых	очень тяжелых
Рабочее колесо . . . . .	2500	1250	840	630
Уплотнительное кольцо . . . . .	2500	1250	840	630
Установочное кольцо . . . . .	2500	1250	840	630
Кольцо сальника . . . . .	2500	1250	840	630
Крышка сальника . . . . .	5000	5000	5000	5000
Нажимная втулка сальника . . . . .	2500	2500	2500	2500
Грундбукса . . . . .	2500	1250	840	630
Бронедиск всасывающей стороны . . . . .	1250	630	420	390
Бронедиск со стороны станины . . . . .	2500	1250	840	830
Всасывающий патрубок . . . . .	5000	2500	1680	1250
Корпус улитки . . . . .	—	—	2500	1680
Шарикоподшипник упорный . . . . .	5000	5000	5000	5000
Роликоподшипники . . . . .	5000	5000	5000	5000

Данные по износу стальных труб на вскрышных работах на угольных разрезах при работе без заиления трубопровода приведены в табл. 18.

Таблица 18

## Износ стальных труб

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Объем пропущенных пород, тыс. м <sup>3</sup>					
		Глинистый песок		Песок		Мелкая галька — гравий	
		при износе стенки на 1 мм	При полном износе и повороте трубы	при износе стенки на 1 мм	при полном износе и повороте трубы	при износе стенки на 1 мм	при полном износе и повороте трубы
200	8	115	460	104	416	58	290
300	10	260	1560	234	1400	130	780
400	11	463	3000	417	2700	230	1610
500	12	735	5500	652	4380	370	2960

Затраты на сооружение и содержание пульповодов достигают 20-50% стоимости всей гидротранспортной установки. В значительной степени на величину этих затрат влияет износ трубопроводов. При транспортировании абразивных материалов (песок, щебень) износ пульповодов значителен.

## **V. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **17. Схемы и расчет водоснабжения**

Выделяют две схемы водоснабжения: прямоточную и с оборотом воды.

При водоснабжении по прямоточной схеме расход воды источника должен превышать потребляемое количество воды вместе с потерями при подаче от источника к месту разработки.

При использовании оборотной воды гидравлическая разработка может быть организована при относительно небольших расходах воды из источника, составляющих 10-40% от общей потребности разреза.

При создании запасов воды в водоемах, заполняемых в период весеннего снеготаяния и паводка, гидравлические работы можно проводить и при меньших расходах воды из источника.

Прямоточную схему водоснабжения используют преимущественно на гидравлических разрезах с естественным напором, а также на разрезах с искусственным напором в условиях достаточной водообеспеченности. Водоснабжение с оборотом применяют исключительно на гидравлических разрезах с искусственным напором.

Предполагаемые расходы воды в источниках, а также годовой сток определяют водохозяйственными расчетами.

**Потребность гидравлического разреза в воде.** Количество воды, потребляемой гидравлическим разрезом в единицу времени,

$$Q = \frac{V_{\text{сут}} q}{24 \cdot 3600 \eta_{\text{в}}}, \text{ м}^3/\text{сек},$$

где  $V_{\text{сут}}$  - суточная производительность разреза по горной массе,  $\text{м}^3$ ;  $q$  - удельный расход воды,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;  $\eta_{\text{в}}$  - коэффициент использования рабочего времени при работе гидромониторов.

Удельный расход воды должен быть принят с учетом расходов воды на размыв и транспортирование горной массы, на зачистку плотика и вспомогательные цели, а также с учетом потерь воды в технологическом процессе. Обычно эту величину устанавливают на основании практических данных по

предприятиям-аналогам.

### Водоснабжение гидравлических разработок с естественным напором.

Схема водоснабжения предусматривает водозабор из источника и подвод воды к месту разработки по канаве, пройденной с меньшим уклоном, чем уклон долины реки, в результате чего в месте разработки создается естественный напор воды (рис. 11).

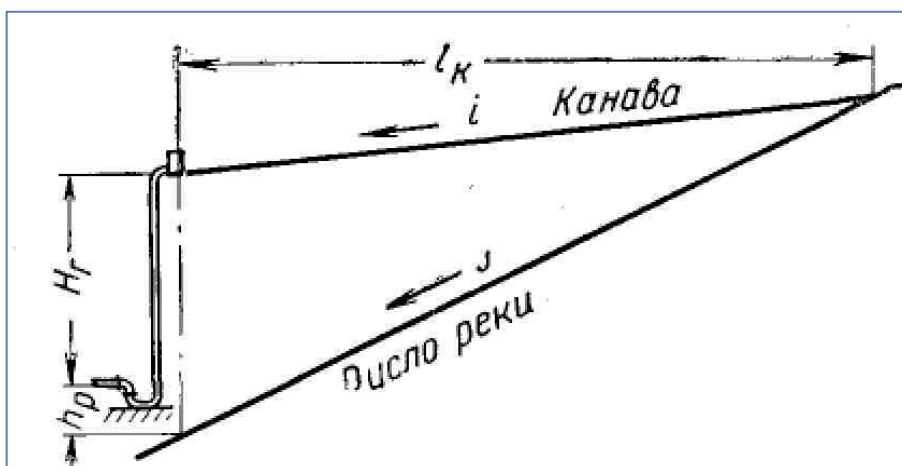


Рис. 11. Схема создания естественного напора

Зависимость между длиной водозаводной канавы  $L_k$ , ее уклоном  $i$ , величиной геодезического напора  $H_r$  и уклоном долины  $J$

$$L_k = \frac{H_r + h_p}{J - i},$$

где  $h_p$  — высота расположения насадки гидромонитора над уровнем воды в реке.

**Водозаводная канава** рассчитывается на пропуск необходимого количества воды со скоростями, не допускающими заиления и размыва стенок и дна канавы.

**Гидравлический расчет канавы трапецеидального сечения** заключается в определении ее сечения (ширины по дну и по верху, глубины наполнения), расхода  $Q$  и скорости воды  $v_k$ , уклона канавы  $i$ . Обычно некоторые из перечисленных параметров бывают заданы, а остальные определяют расчетом.

Расход воды определяют по формуле

$$Q = \omega C \sqrt{Ri}, \text{ м}^3/\text{сек},$$

где  $R$  — гидравлический радиус;  
 $C$  — коэффициент Шези;  
 $i$  — гидравлический уклон канавы;  
 $\omega$  — площадь живого сечения.  
 Скорость воды в канаве

$$v_k = \frac{Q}{\omega}, \text{ м/сек}.$$

Основные размеры поперечного сечения канавы:  
 скоростная характеристика

$$W = \frac{v_k}{\sqrt{i}};$$

по таблицам функций  $W = C\sqrt{R} = f(R)$  находят гидравлический радиус  $R$  канавы;

определяют площадь живого сечения канавы  $\omega = \frac{Q}{v_k}$  и величину смоченного периметра  $x = \frac{\omega}{R}$ ;

вычисляют глубину наполнения канавы  $h$  по формуле

$$h = \frac{x}{2(m' - m)} - \sqrt{\frac{x^2}{4(m' - m)^2} - \frac{\omega}{m' - m}},$$

$$\text{где } m' = 2\sqrt{1 + m^2}.$$

Если подкоренное выражение отрицательное, это значит, что при заданных расходе и уклоне принятая скорость не может быть обеспечена, в этом случае необходимо изменить уклон канавы или скорость потока;

определяют ширину канавы по дну

$$b = x - m^* h.$$

**Наивыгоднейший уклон канавы**, при котором объем работ по проходке земляной канавы и затраты на проходку минимальны, рекомендуется определять по уравнению

$$i_n = \frac{J}{3,5 + 1,5 \sqrt{n}},$$

где  $J$  - средний уклон долины;

$n$  - коэффициент шероховатости стенок канавы.

**Водоснабжение гидравлических разработок с искусственным напором.**

При схеме с прямоточным водоснабжением сооружают водозабор, насосную станцию, трубопроводы, отстойники или другие осветляющие сооружения.

При схеме водоснабжения с оборотом сооружают основное водохранилище

(часто совмещено с гидроотвалом), основную насосную станцию подпитки, трубопроводы (основной и подпиточный), отстойные сооружения. Запасы оборотной воды создают за счет сбора весенних и паводковых вод, а также за счет подачи воды из ближайших водных источников в подготовленные водоемы. В табл. 19 приведена характеристика водоотстойников на некоторых гидравлических разрезах приисков.

Таблица 19

Характеристика водоотстойников на гидравлических разработках россыпей

Площадь гидроотвала, тыс. м <sup>2</sup>	Площадь пруда-отстойника, тыс. м <sup>2</sup>	Объем воды, тыс. м <sup>3</sup>			Водообеспеченность по условиям потребления, сутки	Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /ч	Расстояние подачи воды от насоса к забоям, м	Расстояние подачи пухляк от землесоса на отвал, м	Способ подачи дополнительной воды
		пруд-отстойник	отстойное водохранилище	всего					
90,4	45,4	91	—	91	7	25	120	120	Самотечный
85,2	75,2	445	152	597	10	25	450	300	То же
62,8	18,8	10	160	170	3	18	850	200	»
129,2	97,6	100	—	100	4	10	350	100	»
101,6	30,5	15	86	101	17	10	200	200	Напорный
29,2	9,0	14	40	54	8	14	500	150	Не подается
40,0	36,0	—	126	126	18	10	200	350	Напорный
119,0	55,9	56	—	56	9	10	350	200	То же
79,7	7,5	71	166	237	8	20	400	100	Не подается
190,0	79,0	—	102	102	3	20	350	250	То же
206,0	152,0	—	—	—	—	23	250	300	Самотечный
11,6	5,2	30	165	195	20	12	300	200	Не подается

Насосные станции сооружают стационарными или плавучими, на специальном понтоне. Плавучие насосные станции обычно используют для подачи осветленной воды из прудов-отстойников гидроотвалов, намываемых кольцевым способом, а также в тех случаях, когда уровень воды в водохранилище подвержен большим колебаниям.

На рис. 12 показаны схемы оборотного водоснабжения и размещения отвалов и отстойников, применяемые при гидравлической разработке россыпей. На схемах а и б пруд-отстойник гидроотвала служит одновременно основным водохранилищем. В схеме а подпитка осуществляется подпиточным насосом, а в схеме б - самотеком. В схеме в загрязненная вода дополнительно отстаивается в основном водохранилище. При оборотном водоснабжении по схеме г основное



водохранилище обслуживает два гидравлических разреза. В условиях, когда водохранилище вытянуто в длину, устраивают дамбы, перегораживающие отвальные емкости на отсеки и способствующие осаждению взвеси и лучшему осветлению воды (схема д).

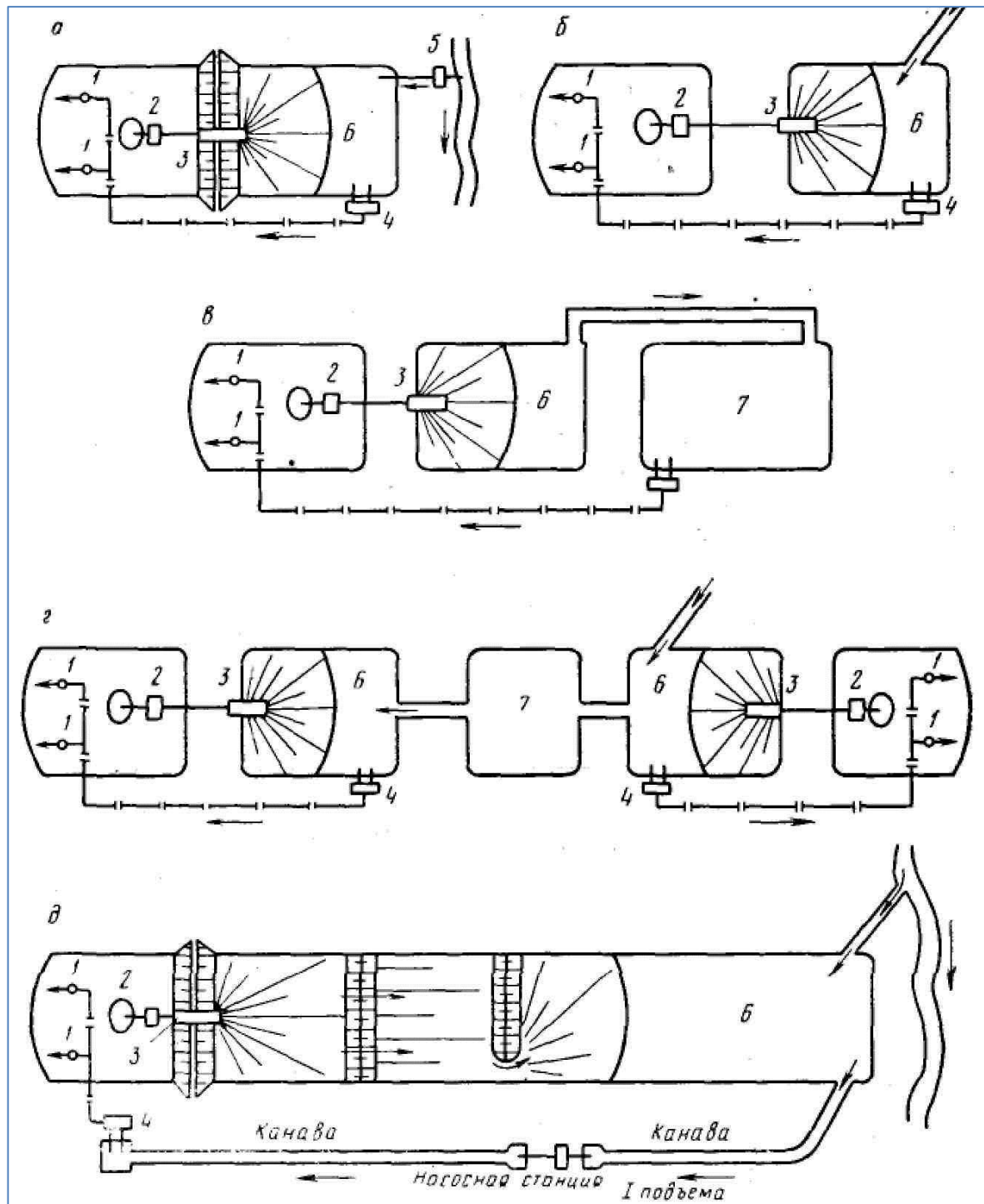


Рис. 12. Схемы обратного водоснабжения и отвалообразования при гидравлической разработки россыпей: 1 - гидромониторы; 2 - землесос; 3 - обогатительный прибор; 4 - насосная станции; 5 - насосная станция подпитки; 6 - пруд-отстойник гидротвала; 7 - основное водохранилище

## 18. Освещение воды

Гидравлические разработки являются источником интенсивного загрязнения окружающих водоемов и водных источников мелкими взвешенными частицами глины и ила (табл. 20). Для охраны природы и обеспечения рационального использования природных ресурсов предприятия, ведущие гидравлическую разработку, обязаны проводить мероприятия, улучшающие водный режим и предотвращающие вредные воздействия вод.

Таблица 20

### Загрязненность оборотной воды

Место взятия пробы	Глубина взятия пробы, м	Способ взятия пробы	Загрязненность воды твердыми частицами, г/л
В зумпфе насосной станции	0,7; 1,45 0—1,4	Точечный Интеграционный	0,59; 0,71 0,14—0,22
В водоподводящем лотке	1; 2; 3; 0—1,1	Точечный Интеграционный	23,9; 43,4; 43,5 23,1
Из напорного водовода	—	—	40,6
В зумпфе насосной станции	0—1,25 1,5; 2,8	Интеграционный Точечный	0,08 1,41; 1,76
Из водоподводящей канавы	0,5	То же	0,07
В зумпфе насосной станции	0,2	»	0,05
Из насоса основной насосной станции	0—0,4	Интеграционный	0,10
Из насоса	—	—	24,2
Из напорного водовода перекачной насосной станции	—	—	0,25
Из насоса основной насосной станции	—	—	0,82
			0,21

Прииск обязан сооружать на гидравлических разработках, сбрасывающих загрязненную воду, отстойники или очистные устройства с естественной или искусственной очисткой во избежание загрязнения окружающих водоемов и водных источников. Эти мероприятия должны быть предусмотрены проектом гидравлических работ.

## 19. Потери напора в трубопроводах

Потери напора по длине трубопровода определяются величиной гидравлических сопротивлений. Различают сопротивления по длине и местные сопротивления. Режим потока может быть ламинарным и турбулентным. Критерием, определяющим режим потока, является число Рейнольдса (Re),



которое для труб круглого сечения равно

$$Re = \frac{vD}{\nu},$$

где  $v$  — средняя скорость потока, см/сек;

$\nu$  — кинематический коэффициент вязкости, см<sup>2</sup>/сек;

$D$  — диаметр трубы, см.

Принято считать режим течения ламинарным, если  $Re < 2320$ , и турбулентным при  $Re > 2320$ .

Потери напора при ламинарном режиме течения пропорциональны первой степени скорости и могут быть определены по формуле

$$h_{\omega} = \frac{32\nu lv}{gD^2},$$

где  $h_{\omega}$  — потери напора в трубопроводе длиной  $l$ ;

$g$  — ускорение силы тяжести.

При турбулентном режиме движения потери напора изменяются пропорционально квадрату скорости и определяются формулой

$$h_{\omega} = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{v^2}{2g},$$

где  $\lambda$  — коэффициент сопротивления по длине водовода.

Для определения коэффициента  $\lambda$  при турбулентном движении потока известен ряд формул. Коэффициент  $\lambda$  может быть выражен через коэффициент Шези

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}.$$

Если определить коэффициент Шези по формуле Н. Н. Павловского  $C = \frac{1}{n} R^y$ , то коэффициент сопротивления  $\lambda$  для труб диаметром  $D < 4$  м может быть выражен следующей формулой:

$$\lambda = 8gn^2 \left( \frac{4}{D} \right)^3 \sqrt[n]{n},$$

где  $g$  — ускорение силы тяжести;

$D$  — диаметр трубопровода;

$n$  — коэффициент шероховатости (в ориентировочных расчетах для металлических сварных труб может быть принят равным 0,012, для более точных расчетов могут быть исполь-

зованы данные табл. 21).

Таблица 21

Значения коэффициентов шероховатости  $n$  для напорных трубопроводов [17]

Характеристика поверхности водовода	Значения $n$			Примечания
	среднее	максимальное	минимальное	
Металлические напорные трубопроводы:				При наличии ржавчины и наростов в трубе коэффициент шероховатости увеличивается
со сварными поперечными и продольными швами без всякого стеснения живого сечения . . . . .	0,012	0,0125	0,011	
со сварными продольными швами и клепаными поперечными с одним рядом заклепок . . . . .	0,013	0,014	0,0115	
Деревянные напорные трубопроводы из клепок . . . . .	0,011	0,012	0,010	

Значения  $\lambda$  для круглых труб различного диаметра приведены в табл. 22.

Таблица 22

Значения коэффициентов сопротивления  $\lambda$  для круглых труб

D, мм	Коэффициент шероховатости $n$				
	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015
200	0,021	0,026	0,033	0,039	0,050
300	0,019	0,024	0,029	0,035	0,044
400	0,017	0,022	0,026	0,033	0,039
500	0,016	0,020	0,025	0,030	0,036
600	0,016	0,019	0,024	0,028	0,034
700	0,015	0,019	0,023	0,027	0,032
800	0,015	0,018	0,022	0,026	0,031
900	0,014	0,017	0,021	0,025	0,029
1000	0,013	0,017	0,020	0,023	0,028
1200	0,013	0,016	0,019	0,022	0,026
1500	0,012	0,015	0,018	0,021	0,025

Коэффициент сопротивления  $\lambda$  для гидравлически гладких труб можно определить по формуле

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \operatorname{Re} - 1,5)^2},$$

где  $\operatorname{Re}$  — число Рейнольдса для рассматриваемых условий.

Учитывая наличие стыков и сварных швов в трубах, для производственных условий значения  $K$  рекомендуется увеличить на 10%.

Для стальных труб в обычных условиях эксплуатации трубопроводов значения  $L$  могут быть приблизительно установлены по формуле

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{K_s}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25},$$

где  $K_s$  - эквивалентная равномернозернистая шероховатость; эквивалентная шероховатость стальных труб, не бывших в эксплуатации, изменяется от 0,02 до 0,2 мм в зависимости от технологии изготовления труб, срока их хранения и других факторов.

**Величина абсолютной шероховатости  $\epsilon$**  для новых бесшовных стальных труб колеблется в пределах 0,04-0,17 мм, для старых заржавленных труб - 0,60-0,67 мм.

**Местные сопротивления** в напорных трубопроводах, которые возникают при входе в трубу от внезапного расширения или сужения потока, при повороте трубы, в клапанах и задвижках и т. п., определяют по формуле

$$h_{\omega} = \xi \frac{v^2}{2g},$$

где  $\xi$  - коэффициент местных сопротивлений;

$v$  - средняя скорость в сечении, расположенном ниже по течению за данным сопротивлением.

В приближенных расчетах рекомендуется принимать значения коэффициентов местных сопротивлений из табл. 22.

Таблица 22

Коэффициент местных сопротивлений

Место сопротивления	Величина коэффициента $\xi$
Вход в трубу при острых кромках . . . . .	0,5
Плавный вход в трубу . . . . .	0,2
Резкий поворот трубы на 90° . . . . .	1,2
Плавный поворот трубы на 90° . . . . .	0,15
Задвижка при полном открытии . . . . .	0,11 ÷ 0,12
Всасывающий клапан с сеткой в насосах . . . . .	10
Выход из трубы под уровень . . . . .	1

В прикидочных и приближенных расчетах величину местных сопротивлений иногда принимают равной 10% от общей величины потерь по длине водовода.

## 20. Расчет напорных водоводов

В расчетах водоводов большой длины можно пренебречь скоростным напором  $v^2/2g$  и местными сопротивлениями. Тогда расчет удобно производить по формулам:

$$h_{\omega} = \frac{Q^2}{K^2} l$$

и

$$Q = K \sqrt{i} = K \sqrt{\frac{h_{\omega}}{l}},$$

где  $Q$  — расход воды, м<sup>3</sup>/сек;

$K = \omega C \sqrt{R}$  — расходная характеристика, м<sup>3</sup>/сек;

$\omega$  — площадь поперечного сечения трубы;

$C$  — коэффициент Шези;

$R$  — гидравлический радиус;

$i = \frac{h_{\omega}}{l}$  — гидравлический уклон.

В табл. 23 приведены значения расходной характеристики  $K$  для водопроводных труб, вычисленные для нормальных расчетных условий ( $n \sim 0,0125$ ). При этом коэффициент  $C$  определяли по формуле

$$C = \frac{1}{n} R^y \left( y = \frac{1}{6} \right).$$

Таблица 23

Расходная характеристика  $K$

Диаметр трубы, мм	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$K$ , л/сек	Диаметр трубы, мм	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$K$ , л/сек
200	0,03142	341,10	500	0,19635	$3,927 \cdot 10^3$
250	0,04909	418,50	600	0,28274	$6,386 \cdot 10^3$
300	0,07068	$1,006 \cdot 10^3$	700	0,38485	$9,632 \cdot 10^3$
350	0,09621	$1,517 \cdot 10^3$	800	0,50266	$13,75 \cdot 10^3$
400	0,12566	$2,166 \cdot 10^3$	900	0,63617	$18,83 \cdot 10^3$
450	0,15904	$2,965 \cdot 10^3$	1000	0,78540	$24,93 \cdot 10^3$

## 21. Оборудование для водоснабжения

**Насосы.** Для подачи воды под напором от места водозабора к гидромониторам используют преимущественно центробежные одноступенчатые насосы высокого и среднего давления - НД и Д.

В обозначении насосов типа Д (14Д-6, 20Д-6 и др.) первая цифра - диаметр входного патрубка (в миллиметрах), уменьшенный в 25 раз; буква Д означает, что

рабочее колесо двустороннего входа, цифра после тире - примерная быстроходность насоса, уменьшенная в 10 раз и округленная.

В обозначении насосов типа НД (8НДв, 14НДс, 20НДн и др.) первые цифры имеют то же значение, прописные буквы обозначают, что насос двустороннего входа, строчная буква в конце указывает на тип насоса (в - высоконапорный, с - средненапорный, н - низконапорный).

В табл. 24 приведены технические характеристики наиболее распространенных при гидравлической разработке центробежных насосов.

Таблица 24

## Техническая характеристика горизонтальных центробежных насосов

Марка насоса	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор		Диаметр рабочего колеса, мм	Предельная вакуумметрическая высота всасывания, м	Мощность электродвигателя, кВт	Скорость вращения, об/мин	К.п.д. насоса, %	Внутренний диаметр напорного патрубка, мм
		м вод. ст.	Н/м <sup>2</sup>						
8НДв	720	89	87,3 · 10 <sup>4</sup>	525	1,4	240	1450	81	200
8НДв	720	67	65,7 · 10 <sup>4</sup>	470	1,4	180	1450	80	200
8НДв	540	94	92,2 · 10 <sup>4</sup>	525	4,0	195	1450	78	200
10НМК × 2	900	150	147,1 · 10 <sup>4</sup>	545	2,5	500	1450	86	—
12Д-6	790	90	88,3 · 10 <sup>4</sup>	—	4,5	295*	1450	77	—
12Д-19	790	21	20,6 · 10 <sup>4</sup>	300	5,5	75	1450	84	250
12НДс	1080	68	66,7 · 10 <sup>4</sup>	460	4,8	260	1450	87	300
12НДс	1260	64	62,8 · 10 <sup>4</sup>	460	3,6	270	1450	88	—
14НДс	1260	37	36,3 · 10 <sup>4</sup>	540	5,0	160	960	87	350
14Д-6	1250	125	122,0 · 10 <sup>4</sup>	660	4,6	650	1450	76	—
16Д-9	1650	93	91,2 · 10 <sup>4</sup>	—	4,5	615*	1450	84	—
20Д-6	1900	100	98,1 · 10 <sup>4</sup>	855	4,0	840—900	970	70	300
18НДс	2700	58	56,9 · 10 <sup>4</sup>	700	1,3	520	960	91	450
22НДс	3600	52	51,0 · 10 <sup>4</sup>	860	4,4	600	730	89	500

\* Максимальная мощность, потребляемая насосом, кВт.

При комплектации насосных станций выбирают обычно насосы с одинаковой характеристикой. Стационарные насосные станции комплектуют различным числом насосов в зависимости от водопроизводительности разреза и типоразмера насосов. На плавучих насосных станциях обычно устанавливают 1-2, в отдельных случаях 3 насоса.

Техническая характеристика плавучих насосных станций приведена в табл. 25.



Таблица 25

## Техническая характеристика плавучих насосных станций

Тип насоса	Число насосов	Соединение насосов	Производительность насосной станции, м³/ч	Напор, м вод. ст.	Осадка понтона, м	Число понтонов в корпусе	Мощность электродвигателя, кВт	Тип заливочного насоса	Масса насосной станции, т
8НДв	1	—	540	74	0,5	2	155	КВН-4	11,25
8НДв	1	—	720	76	0,6	4	220	КВН-4	18,66
8НДв	1	—	720	89	0,6	2	250	КВН-4	11,74
12НДс	1	—	1100	60	0,63	1	250	КВН-4	11,09
12НДс	2	Параллельное	2160	48	0,5	6	407	КВН-4	29,2
12Д-19	2	То же	1240—1860	24—18	0,5	3	167	ЗКМ-6	18,38
3В-200 × 2	3	»	750—1350	92—64	0,6	4	475	ЗК-6а	26,64
14НДс	1	»	1080	40	0,5	4	175	ЗК-6	25,20
14НДс	2	Параллельное	3240	68	0,42	6	808	КВН-8	32,0
18НДс	1	—	2600	60	0,53	2	646	ЗК-6	30,70
20Д-6	1	—	1450—2300	108—89	0,62	3	797	ЗКМ-6	24,65
22НДс	2	Последова-	3600	104	0,95	1	1217	4НДв	80,00

**Водоводы.** Водоводы разделяют на магистральные, разводящие и забойные. Магистральные и разводящие водоводы монтируют из труб, соединяемых сваркой, реже фланцевыми соединениями. Забойные водоводы часто монтируют из труб с помощью быстроразъемных соединений (рис. 13).

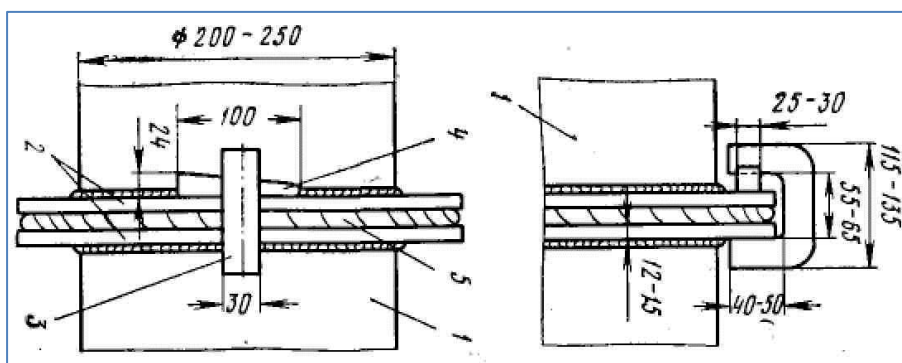


Рис. 13. Быстроразъемное соединение забойных водоводов, применяемое на Уральских гидравлических разрезах: 1 - труба; 2 - фланцы соединяемых труб; 3 - скоба; 4 — клин; 5 - прокладка

Для изготовления магистральных водоводов используют электросварные трубы большого диаметра. Сортаменты этих труб определены ГОСТ 10704-63 и ГОСТ 8696-62.

Для разводящих и забойных водоводов используют трубы меньшего диаметра, выбирая их из вышеуказанных сортаментов, а также из серии

бесшовных горячекатаных труб. Сортамент стальных бесшовных горячекатаных труб определяется ГОСТ 8732-58.

Выбирая трубы для водоводов, ориентируются обычно на тонкостенные трубы, так как износ труб при водоподаче незначителен, если загрязненность воды механическими абразивными примесями в допустимых пределах.

**Арматура.** Основной арматурой, устанавливаемой на водоводах при гидравлической разработке, являются задвижки, обратные клапаны.

В табл. 26 приведена характеристика клиновых и параллельных задвижек с ручным и электрическим приводом.

Таблица 26

## Задвижки

Условный диаметр $D_{\text{усл}}$ , мм	Длина, мм	Масса, кг	Условное давление $P_{\text{усл}}$ , кгс/см <sup>2</sup>	Условное обозначение	Вид привода
<b>Клиновые с невыдвижным шпинделем</b>					
150	280	75	10	30ч 30бк	Ручной
200	330	130	10	То же	То же
250	450	200	10	»	»
300	500	270	10	»	»
400	600	480	10	»	»
500	700	740	10	»	»
600	800	1060	10	»	»
500	700	1460	25	30с 927бр	Электрический
600	800	2240	25	То же	То же
800	1000	5150	25	»	»
<b>Клиновые двухдисковые с выдвижным шпинделем</b>					
500	350	890	2,5	30ч 6бк	Ручной
600	390	1260	2,5	То же	То же
800	470	2150	1,5	»	»
1000	550	3250	1,0	»	»
<b>Параллельные с выдвижным шпинделем</b>					
100	230	41,5	10	»	»
150	280	73	10	»	»
200	330	125	10	»	»
250	450	185	10	»	»
300	500	260	10	»	»
400	600	490	10	»	»
500	700	655	6	30ч 29бк	»
600	800	1000	6	То же	»
100	230	74	10	30ч 906бр	Электрический
150	280	110	10	То же	То же
200	330	184	10	»	»
250	450	300	10	»	»
300	500	312	10	»	»
400	600	540	10	»	»

В табл. 27 приведена техническая характеристика чугунных литых обратных клапанов, устанавливаемых на напорных водоводах.

Таблица 27

Клапаны обратные поворотные фланцевые

Условный диаметр $D_{\text{усл}}$ , мм	Длина, мм	Масса, кг	Условное давление $P_{\text{усл}}$ , кгс/см <sup>2</sup>	Условное обозначение
100	300	42	16	19ч 16бр
150	480	82	16	То же
200	500	110	10	»
250	600	143	10	»
300	700	217	10	»
400	900	468	10	»
500	1100	730	10	»
600	1300	1130	10	»

## VI. ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКИ РОССЫПЕЙ

### 22. Вскрытие

На гидравлических разработках применяют следующие основные способы вскрытия: канавой, котлованом, независимое.

Вскрытие канавой — наиболее экономичный и широко применяемый способ. Канаву проходят с уклоном, достаточным для самотечного перемещения размывшихся песков ( $i = 0,015 — 0,04$ ). Место заложения канавы выбирают таким образом, чтобы имелась возможность разместить за устьем канавы хвосты обогащения, транспортируемые по канаве самотеком (рис. 14).

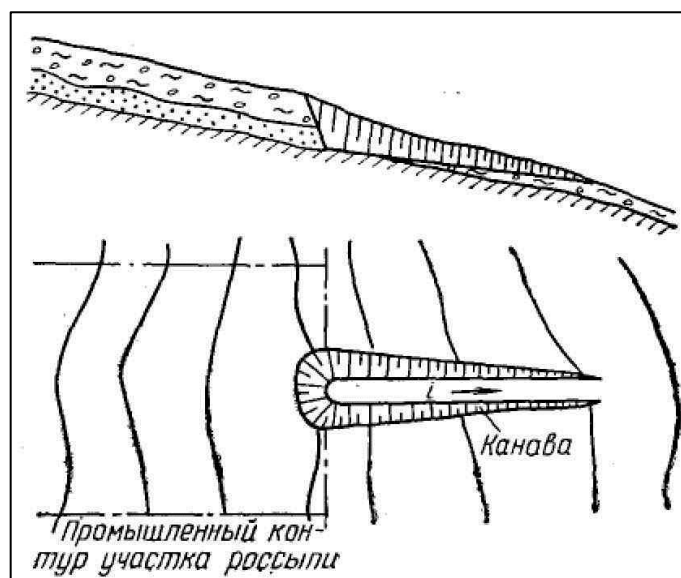


Рис. 14. Схема вскрытия канавой]

Длина выносных канав в пределах разреза колеблется от 40 до 1500 м,



длина внешней части канавы за пределами промышленного контура 10-300 м. Расстоянии между выносными канавами зависит от размеров вскрываемой россыпи, размеров самой канавы, объема отвальной емкости для складирования хвостов промывки и колеблется от 40 до 600-1000 м.

Канавы глубиной до 5-6 м проводят с помощью гидромонитора, устанавливаемого на поверхности россыпи, в голове канавы или на одном из бортов (при глубине канавы до 2 м). Гидромонитор может быть установлен и на промежуточном горизонте. Для проведения канав используют также и бульдозеры. Глубокие канавы наиболее эффективно проводить экскаватором.

**Вскрытие котлованом** (рис. 15) производят в условиях сложного залегания россыпи, когда она имеет неровный плотик с невыдержанным уклоном, когда отсутствует возможность размещения хвостов в пойме или объем работ по проходке канавы чрезмерно велик и т. д. Котлован размещают, на участке, где плотик имеет наиболее низкие отметки. Размеры котлована определяют из условия размещения на его дне землесосной установки или гидроэлеватора, зумпфа и гидромониторов с трубопроводами. При размещении в котловане землесосной установки ЗГМ-2м площадь дна котлована составляет 1200-1500 м<sup>2</sup>.

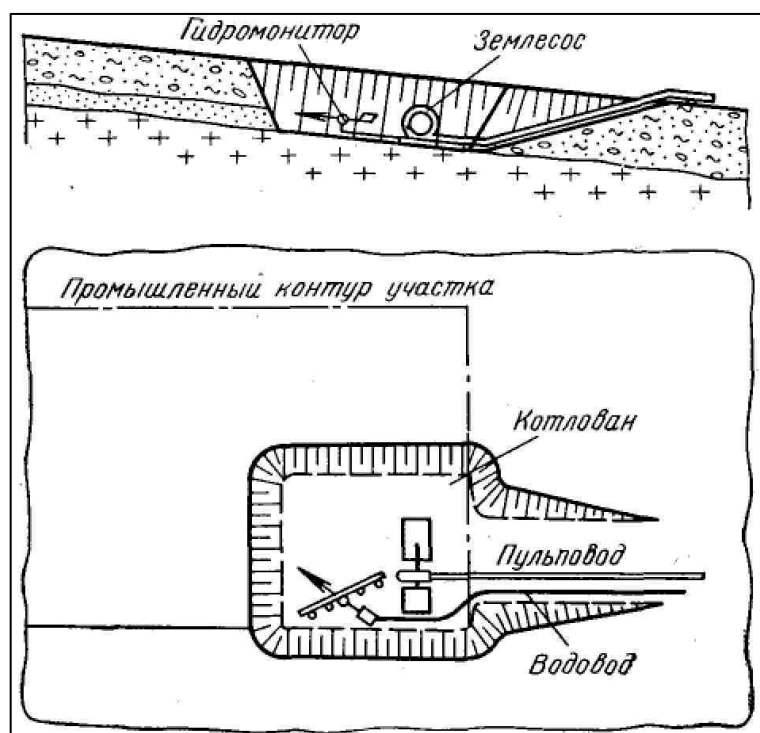


Рис. 15. Схема вскрытия котлованом

Котлован может быть сооружен экскаватором-драглайном, бульдозером (при небольшой глубине россыпи), а также с использованием гидромониторов и землесосной установки. В последнем случае гидромониторами с поверхности

постепенно углубляют зумпф землесоса, а саму землесосную установку перемещают по мере углубки сначала на промежуточный горизонт, а затем и на дно котлована.

**Независимое вскрытие** горизонтов россыпи относится к комбинированным способам. К каждому горизонту россыпи здесь проводят самостоятельную выработку вскрытия. Число горизонтов составляет обычно два, реже - три. Верхний горизонт можно, например, вскрывать канавой или без выработок, нижний - котлованом. Существует несколько разновидностей этого способа вскрытия при сочетании бульдозерной, скреперной и гидравлической разработки горизонтов. Применение вскрытия без выработок или вскрытия выносной канавой для верхнего горизонта позволяет сократить затраты на подъем размытых песков и повышает эффективность независимого вскрытия.

Рассматриваемый способ целесообразно применять для вскрытия при большой мощности, а также при необходимости отдельной выемки отдельных слоев (например, с целью снижения разубоживания песков).

Наряду с отмеченными выше способами вскрытия, при разработке россыпей применяется также вскрытие штольной, канавой и котлованом (которые проходят на одном горизонте) и другие способы

### ***23. Системы разработки***

Системы гидравлической разработки россыпей классифицируют по основному признаку, который характеризует направление движения папорпой струи гидромонитора при размыве забоя по отношению к направлению потока размытых песков. По этому признаку выделяют следующие системы: с попутным забоем, со встречным забоем, с боковым забоем.

**Система с попутным забоем** (рис. 16) - позволяет более рационально использовать ударную силу струи гидромонитора. Наряду с размывом струей осуществляется и выгонка размытых песков.

Перед началом очистных работ проводят нарезную канаву, по которой в дальнейшем производят самотечный гидротранспорт песков. Длина канавы соответствует длине блока, обрабатываемого с одной установки землесоса (или гидроэлеватора), и составляет от 30 до 140 м. При малых уклонах плотика длина канавы не превышает 70 м. С увеличением глубины россыпи объем работ по проведению канавы значительно возрастает.

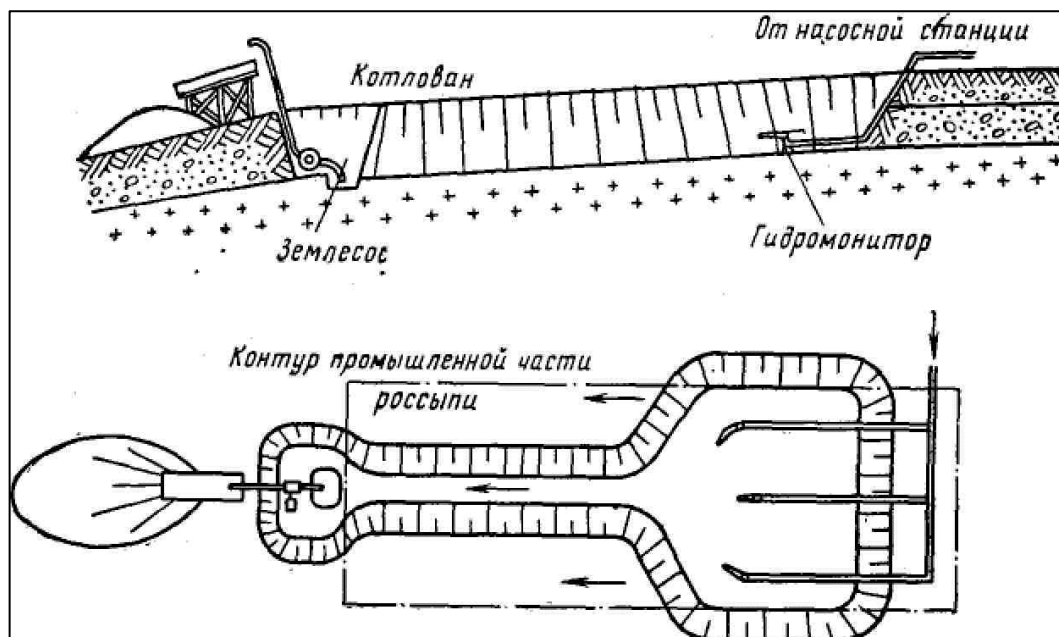


Рис. 16. Система с попутным забоем

Система с попутным забоем преимущественно применяется **для** разработки россыпей мощностью от 2 до 8 м, шириной более 40 м и является **весьма** эффективной и экономичной.

Наряду с обычным вариантом системы на россыпях глубиной до 2-3 м, применяют вариант с отступающим забоем и расположением гидромониторов на поверхности.

**Система со встречным забоем** - распространена меньше при гидравлической разработке россыпей и широко применяется на вскрышных работах в карьерах. В этой системе направление потока размываемых песков противоположно направлению движения напорной струи гидромонитора, размывающего забой (рис. 17). Ударная сила струи не способствует транспортированию размываемых пород от забоя к землесосу.

В связи с этим для транспортирования размываемых песков от забоя необходим повышенный уклон канавы (более 0,02). В противном случае гидромониторщик вынужден периодически прерывать размыв и производить выгонку размываемых песков.

Система со встречным забоем характеризуется повышенными удельными расходами воды по сравнению с системой с попутным забоем. Его достоинство заключается в отсутствии необходимости проведения каких-либо нарезных работ. Систему преимущественно используют при разработке россыпей большой мощности (до 20-30 м).

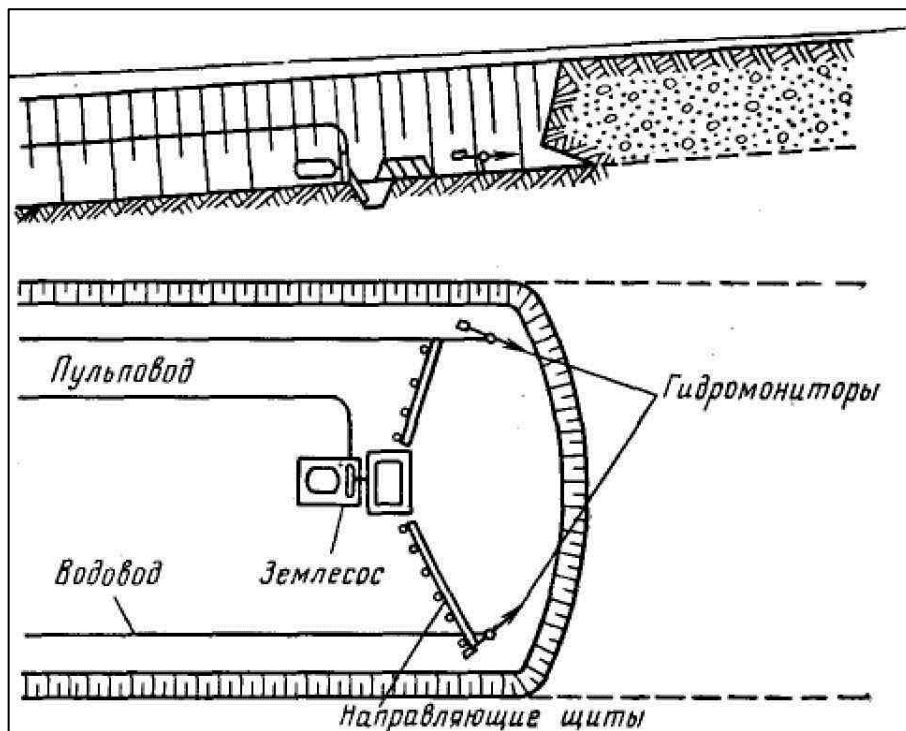


Рис. 17. Система со встречным забоем

**Система с боковым забоем** представляет рациональное сочетание элементов систем с попутным и встречным забоем. В этой системе наибольшая часть размываемых пород разрабатывается попутным забоем, а меньшая - встречным. В первоначальной стадии на участке блока с наиболее высокими отметками плотика проходят опережающую выработку длиной 6-20 м. Для этого используют систему со встречным забоем (рис. 18).

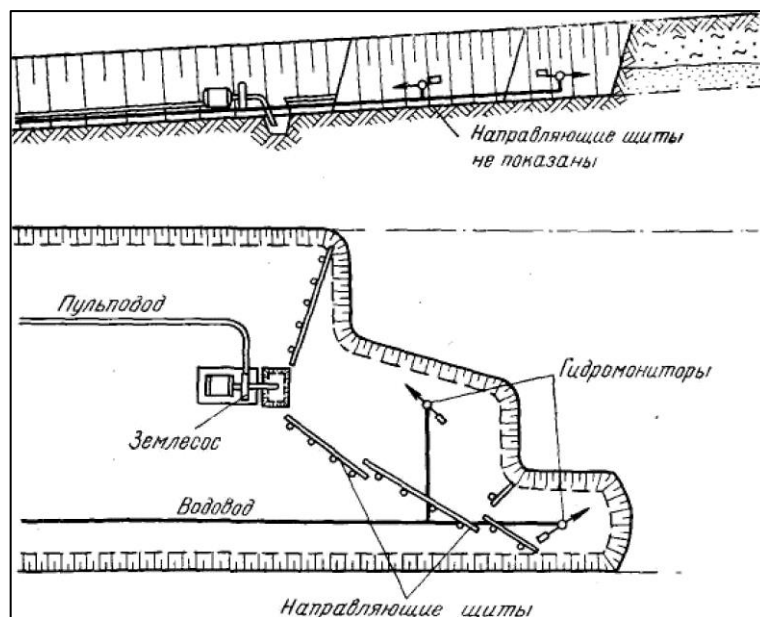


Рис. 18. Система с боковым забоем

В дальнейшем размывают оставшуюся большую часть пород из опережающей выработки. При размыве оставшейся части блока ударная сила струи способствует транспортированию пород из забоя к землесосной установке. При разработке относительно широких россыпей можно проходить две опережающие выработки (по обоим бортам россыпи или блока).

Распространенным вариантом этой системы является, разработка веерным забоем - **веерная система разработки**. Этот вариант широко применяется на Южном Урале.

Для веерной системы разработки характерны повышенные объемы пород, размываемых с одной установки землесоса, возможность использования ударной силы струи для выгонки пород, усовершенствованная схема передвижки водоводов и относительно высокие показатели. Фронт забоев по этой системе движется по вееру. Различают разработку полным веером и полувеером (рис. 19).

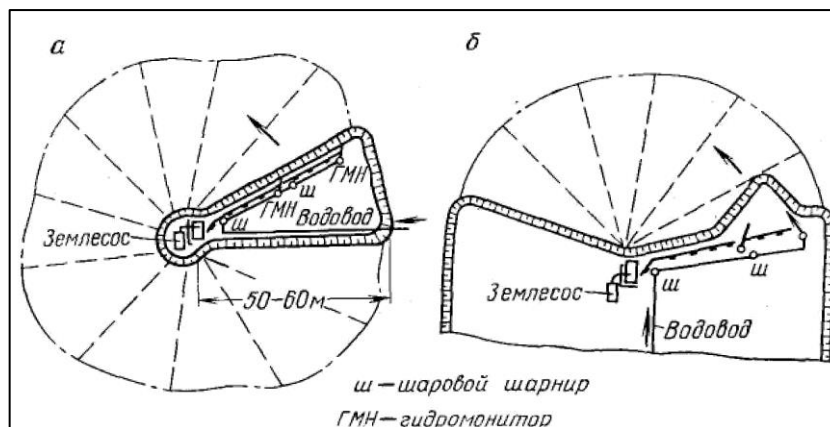


Рис. 19. Веерная система разработки: а – полным веером; б - полувеером

Полный веер применяют на россыпях мощностью 1,5-2 м с малым уклоном плотика (менее 0,001). В этом случае фронт забоев перемещается вокруг землесосной установки на 360°. Разработку россыпей с более крутым уклоном плотика при мощности россыпи более 2 м целесообразно вести полувеером. При этом фронт забоя составляет 60-180°. Забойный водовод присоединяется к разводящему водоводу у землесоса через шаровой шарнир.

Наибольшее распространение получил односторонний вариант разработки двумя гидромониторами (рис. 20).

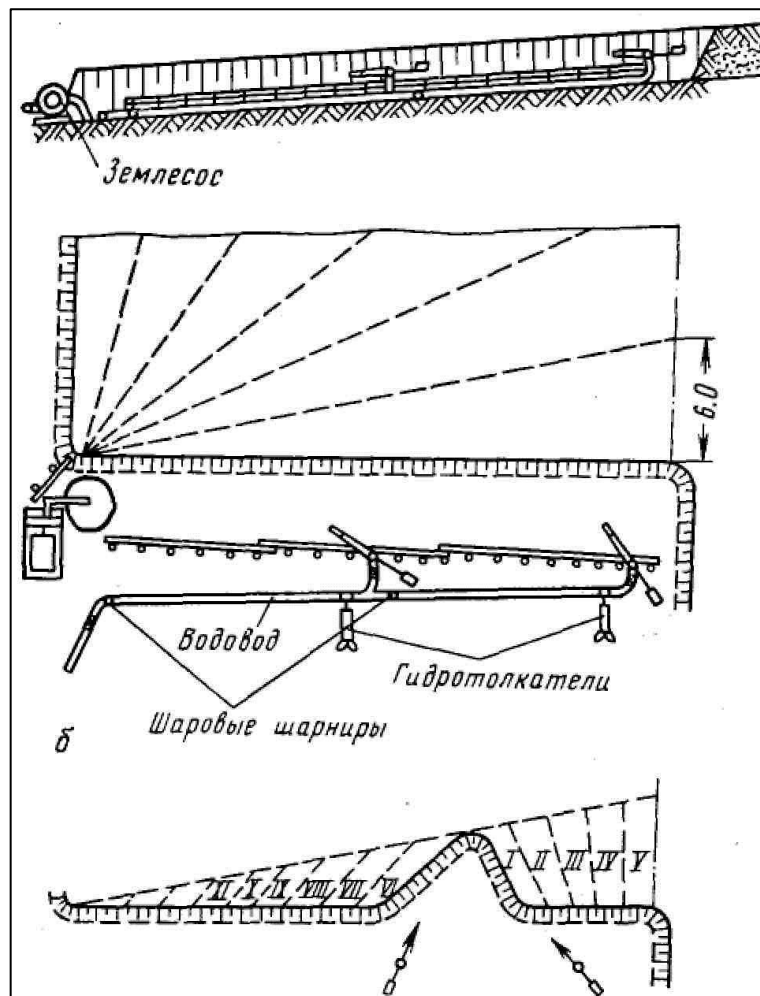


Рис. 20. Односторонний вариант веерной системы: а - общий вид системы; б - образование вруба и порядок отработки сектора

В этом варианте к ветви забойного водовода присоединяются два гидромонитора. Между гидромониторами на водоводе устанавливается второй шаровой шарнир. Во избежание растекания пульпы вдоль забойного водовода устанавливают направляющие деревянные щиты.

Для удобства отработки сектора оба гидромонитора образуют вруб на глубину сектора. Затем размыв сектора ведут отдельными секциями шириной 0,5—1,0 м (рис. 20, б). Сначала обрабатывают периферийную часть сектора, начиная от вруба: затем часть сектора, расположенную ближе к зумпфу землесоса.

Веерная система позволяет механизировать трудоемкие вспомогательные работы. Передвижку гидромониторов и забойного водовода после отработки сектора производят с помощью гидравлического толкателя (рис. 21).

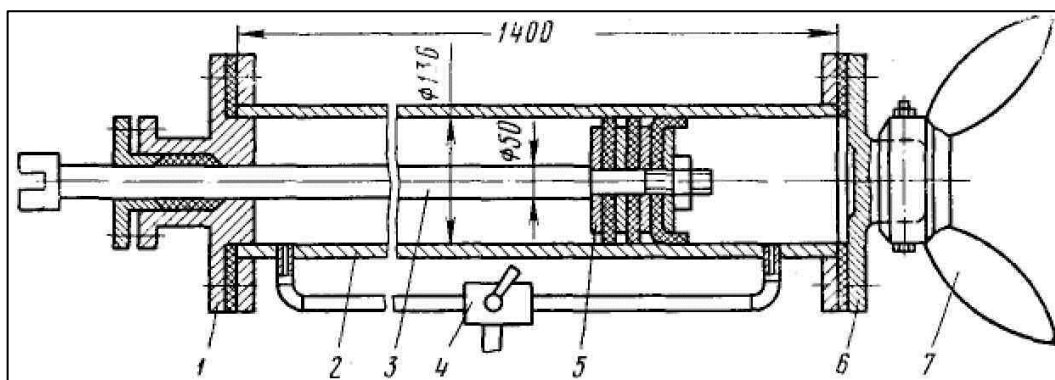


Рис. 21. Конструкция гидравлического толкателя для передвижки забойных водоводов: 1 - верхняя крышка с сальником; 2 - цилиндр; 3 - шток; 4 - четырехходовой кран для подачи воды; 5 - поршень; 6 - нижняя крышка; 7 - упор

В северных и северо-восточных районах получила широкое применение так называемая бульдозерно-гидравлическая (комбинированная) разработка россыпей. Выемку и транспортирование песков к месту промывки осуществляют бульдозерами, а дезинтеграцию песков, подъем на промывной прибор и укладку хвостов выполняют средствами гидромеханизации.

#### **24. Технико-экономические показатели применения гидравлического способа разработки россыпей**

Производительность наиболее крупных гидравлических предприятий при разработке россыпей достигает 1400-1700 тыс. м<sup>3</sup> горной массы в год. При этом производительность отдельных гидравлических разрезов, входящих в состав прииска, составляет 450-800 тыс. м<sup>3</sup>. Они укомплектованы землесосами производительностью 1600-2000 м<sup>3</sup>/ч, развивающими напор до 60 м.

Основные направления совершенствования технологии и организации гидравлической разработки на россыпях:

- укрупнение гидравлических разрезов;
- увеличение относительного числа разрезов с искусственным напором;
- совершенствование конструкций гидромониторного оборудования;
- переход на дистанционное управление гидромониторами и применение гидромониторов уравновешенной конструкции;
- повышение мощности насосного и землесосного оборудования;
- автоматизация работы насосных станций;
- механизация вспомогательных работ по уборке крепи и камня из разрезов и работ по перемещению забойных водоводов;

- проведение мероприятий по осветлению загрязненной воды, использованной для размыва пород и обогащения;
- применение гидромеханизации в комбинации с другими способами.

Таблица 28

Показатели работы гидроустановок золото-платиновой промышленности

Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Удельный расход электроэнергии, квт·ч/м <sup>3</sup>	Производительность труда рабочего, м <sup>3</sup> /чел-смену
27,9	10,8	27,5
27,5	9,4	30,4
25,3	8,5	32,6

Таблица 29

Показатели гидравлической разработки россыпей на Южном Урале

Средняя сезонная добыча на землесос, тыс. м <sup>3</sup>	Средняя производи- тельность труда рабочего, м <sup>3</sup> /чел-смену	Расход электроэнергии, квт·ч/м <sup>3</sup>
105,2	33,6	7,24
114,5	38,4	7,22
121,0	42,3	7,18



## РАЗДЕЛ IV. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ

### I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ (ГРОХОЧЕНИЕ)

#### 1. Терминология

**Обогащение** - совокупность технологических процессов, осуществляемых с целью выделения из твердого ископаемого сырья промышленно ценных минеральных продуктов.

**Дезинтеграция** - разъединение (разрыхление) ископаемого сырья, состоящего из слабосвязанных между собой составных частиц, без нарушения их целостности.

**Классификация** - разделение ископаемого сырья, неоднородного по величине его частиц, на относительно однородные по крупности продукты.

**Грохочение** - классификация, основанная на использовании различий линейного размера частиц ископаемого сырья и осуществляемая на просеивающей поверхности (решетах, ситах и т. д.).

**Класс по крупности или класс** - продукт, получаемый в результате классификации ископаемого сырья по крупности. Остаток продукта на сите называется «верхним классом» или «надрешетным продуктом». Продукт, прошедший через сито, называется «нижним классом» или «подрешетным продуктом». Класс, крупность которого является промежуточной между крупностью верхнего и нижнего классов, называется «промежуточным».

**Избыточное зерно** - частицы ископаемого сырья, максимальные размеры которых превышают заданную крупность.

**Трудное зерно** - частицы ископаемого сырья, размер которых примерно равен размеру отверстия просеивающей поверхности.

**Концентрат** - продукт операций обогащения (или группы операций), в котором содержание данного полезного компонента больше по сравнению с содержанием его в исходном материале и в остальных продуктах той же операции (тех же операций).

В случае необходимости характеризовать концентрат по содержащемуся в нем полезному компоненту или по процессу, продуктом которого он является, к термину «концентрат» добавляют соответствующие определяющие слова, например «оловянный концентрат», «золотой концентрат», «концентрат шлюзов»,

«концентрат отсадки» и т. д.

**Хвосты** - продукт операции обогащения (или цикла операций), в котором содержание данного полезного компонента меньше по сравнению с остальными продуктами той же операции (того же цикла операций).

В случае, когда процесс обогащения состоит из двух и более циклов, к термину «хвосты» можно добавлять определяющие слова, указывающие цикл, продуктом которого они являются (например «хвосты основной концентрации»), или компонент, подлежащий последующему извлечению (например «пиритные хвосты»).

**Промежуточный продукт** - продукт операции обогащения (или цикла операций), в котором содержание данного полезного компонента является промежуточным между содержанием в концентрате и в хвостах той же операции (того же цикла операций).

**Оборотный продукт** - продукт операции (или группы операций) обогащения, возвращаемый для повторной обработки в начальную операцию той же группы.

**Пески россыпных месторождений** - рыхлые отложения или образования, содержащие полезные компоненты.

**Галька** - кусковой материал, отделяемый в виде надгрохотного продукта в дражных бочках, на грохотах скрубберов и плоских грохотах обогатительных установок для обогащения песков.

При наличии нескольких приемов грохочения может быть несколько видов гальки. Тогда ей присваивают следующие названия: при трех приемах грохочения - крупная, средняя, мелкая, при двух приемах грохочения - крупная, мелкая. Обычно к гальке относят материал крупнее 15-20 мм.

**Эфеля** - подгрохотный материал, выделяемый на грохотах обогатительных установок для последующего обогащения.

**Шлих** - концентрат минерала большого удельного веса, получаемый отмывкой водой природных рыхлых отложений при геологическом опробовании и поисках полезных ископаемых. Шлих, полученный из дробленых плотных пород, называют искусственным.

Различают серый и черный шлихи, представляющие собой концентрат на разной стадии промывки породы. Название связано с окраской концентрата.

**Серый шлих** получается на ранней стадии промывки в лотке, когда контрольный минерал - гранат должен оставаться в концентрате.

**Черный шлих** - конечный концентрат, состоящий преимущественно из

гематита.

**Шлихи** - термин, видимо, заимствованный старателями от геологов на ранних этапах развития золотодобывающей промышленности. В разных промышленных районах имеет разное значение. На Урале и в Сибири тождествен геологическому термину «шлих». В районах Северо-Востока характеризует все промежуточные продукты, получаемые при добыче россыпного золота и подвергающиеся дополнительной обработке. Различают (как и геологи) серые, черные, вашгердные и эфельные шлихи. В современных условиях при механизированном сполоске, применении новых обогатительных аппаратов и централизованной обработке концентратов на шлихообогатительных установках эти термины теряют смысл. Более правильно пользоваться обычными обогатительными терминами «концентрат», «хвосты», «промпродукты».

**Шлюзовой концентрат, шлиховой концентрат, недоведенный шлих** - грубый первичный концентрат, получаемый на шлюзах с жесткими трафаретами.

**Черные шлихи** - конечный продукт, получаемый в результате дополнительной обработки грубых концентратов, снимаемых со шлюзов и подлежащих последующей обработке для выделения из них золота. В некоторых случаях черные шлихи получают сразу при сполосках основных шлюзов.

По определению Б. В. Невского и К. В. Соломина, черные шлихи - это продукт, получаемый после окончательной доводки серых шлихов до металла (на вашгерде или на лотке).

**Серые шлихи** - отходы (хвосты) от дополнительной обработки концентратов, снимаемых со шлюзов, и грубые концентраты, снимаемые с последних секций основных шлюзов.

По определению Б. В. Невского и К. В. Соломина, серые шлихи - материал, получаемый после первичной доводки на небольшом шлюзе с грохотом в голове (американке, бутаре) недоведенного шлиха (грубого концентрата).

**Вашгердные шлихи** - отходы (хвосты), получаемые после выделения золота из черных шлихов на вашгерде.

**Лотошные шлихи** - отходы (хвосты), получаемые после выделения золота из черных шлихов на лотке.

**Эфельные шлихи** - концентраты, получаемые во втором приеме обогащения эфелей на эфельных подшлюзках. Иногда эфельные шлихи называют серыми шлихами.

**Доводка концентрата, доводка до шлихов** - сокращение грубых шлюзовых

концентратов на доводочных устройствах (доводочных шлюзах, вашгердах, концентрационных столах).

**Черновое золото** - золото, получаемое после отделения его из шлиховых концентратов или после отпарки амальгамы и требующее дополнительной обработки.

**Шлиховое золото** - неочищенное золото, получаемое при гравитационном обогащении золотосодержащих песков или руд, прошедшее первичную обработку в золотоприемных кассах.

**Лигатура** - металлы, входящие в сплав с благородными металлами.

**Лигатурное золото** - золото в лигатуре - сплав золота с другими металлами, очищенные от механических примесей самородки.

## ***2. Дезинтеграция и грохочение***

Пески россыпных месторождений представляют собой массу обломочного или окатанную материала, в различной степени сцементированного глиной.

К глинистым относятся частицы, размер которых не превышает 0,005 мм. В зависимости от содержания таких частиц породы разделяются на песок (менее 3%), супеси (от 3 до 10%), суглинки (от 10 до 30%) и глины (> 30%).

При содержании частиц крупнее 2 мм от 10 до 33% пески называют гравелистыми, от 33 до 50% - песчаным гравием и более 50% - гравием. Пески всех трех типов относятся к гравелистым грунтам.

Полезные ископаемые находятся в основном в связывающей массе песков, поэтому перед обогащением их необходимо освободить путем дезинтеграции.

По степени сопротивляемости песков дезинтеграции они разделяются на легко-, средне- и труднопромывистые.

Степень промывистости может характеризоваться коэффициентом промывистости

$$K_{\text{пр}} = \frac{P\gamma_1}{\gamma_2\omega},$$

где  $P$  — коэффициент пластичности, %;  
 $\gamma_1$  — выход иловой фракции (< 0,1 мм), %;  
 $\gamma_2$  — выход фракции крупностью + 8 мм, %;  
 $\omega$  — влажность материала, %.

Коэффициент пластичности

$$L = \omega_{\text{в}} - \omega_{\text{н}},$$

где  $\omega_{\text{в}}$  — влажность глинистых фракций при верхнем пределе текучести, %;

$\omega_{\text{н}}$  — влажность глинистых фракций при нижнем пределе текучести, %.

Влажность следует определять по ГОСТ 5179-49.

При  $K_{\text{пр}} < 1$  пески относят к легкопромываемым,  $K_{\text{пр}} = 1-1,5$  — к среднепромываемым и  $K_{\text{пр}} > 1,5$  — к труднопромываемым.

Промывистость песков можно определить также по результатам мокрого отсева в течение 2 мин пробы объемом 20 л (в рыхлой массе) в испытательном барабане диаметром 1 м, длиной 0,2 м с перфорацией 15 или 3 мм, скоростью вращения 30 об/мин при расходе воды 0,7 л/сек.

После такой обработки по количеству мелкой фракции в надрешетном материале, отнесенному к общему весу исходной навески (в %), можно характеризовать промывистость песков (табл. 1).

Таблица 1

Граничные пределы содержания

Категория промывистости песков	Содержание мелких фракций в надрешетном продукте, %					
	при перфорации 15 мм			при перфорации 3 мм		
	< 1,2 мм	< 0,6 мм	< 0,2 мм	< 1,2 мм	< 0,6 мм	< 0,2 мм
Легкая . . . . .	< 0,8	< 0,5	< 0,3	< 1	< 0,8	< 0,4
Средняя . . . . .	1—1,5	0,5—1	0,3—0,5	1,5—2	1—1,5	0,8—1
Трудная . . . . .	> 2	> 1,5	> 1	> 3	> 2	> 1,5

Для ориентировочного определения категории промывистости можно пользоваться следующим положением:

Категория промывистости	Выход фракций, %	
	— 0,2 мм	— 0,074 мм
Легкая . . . . .	До 5	До 3
Средняя . . . . .	5—15	3—12
Трудная . . . . .	15	12

В промышленных условиях дезинтеграцию осуществляют на шлюзах, ручной протиркой, на гидровашгердах, в барабанных грохотах, в специальных аппаратах — скрубберах, чашах, корытных мойках, промывочных машинах и т. д.

Имеется ряд аппаратов, в которых одновременно осуществляются дезинтеграция и грохочение: скрубберы с грохотами, барабанные грохоты разных конструкций, дражные бочки. Описание их приведено в специальном разделе.

В специальной литературе часто упоминаются разные чаши, воронки, промывочные машины. Конструктивно эти аппараты устарели. Промышленностью они не выпускаются, и описание их имеет только чисто исторический интерес.

Эффективность грохочения (к.п.д.) можно определить по формуле

$$\varepsilon = \frac{g_1}{g} 100,$$

где  $g_1$  — количество подрешетного материала;

$g$  — количество материала этой крупности в исходном питании.

Эффективность работы грохотов определяется рядом факторов: временем грохочения, скоростью движения материала относительно решета, живым сечением решет, отношением отверстий в решетках к граничному размеру зерен, по которому должно идти разделение, формой отверстий, состоянием материала, формой его зерен и некоторыми другими факторами.

При разной скорости движения материала относительно отверстий решета можно получить подрешетный материал разной крупности.

Для повышения эффективности выделения зерен заданного размера можно применить отверстия большего размера, но в этом случае следует увеличить скорость движения материала. Зависимость указанных факторов показана в табл.

2.

Таблица 2

Величина критической скорости при разных отношениях размеров отверстий грохота и зерна

Отношение диаметра отверстий грохота к размеру зерна	Общее выражение для определения критической скорости, мм	Величина критической скорости, мм/сек				
		Размер зерен $d$ , мм				
		5	10	25	50	75
1,0	$73,5 \sqrt{d}$	165	232	368	520	636
1,2	$83,2 \sqrt{d}$	186	262	417	588	720
1,4	$94,3 \sqrt{d}$	211	297	472	667	815
1,6	$104,0 \sqrt{d}$	233	328	520	735	900
1,8	$113,9 \sqrt{d}$	256	359	571	805	987
2,0	$125,3 \sqrt{d}$	281	395	627	885	1083

Влияние времени грохочения описывается формулой

$$\varepsilon = \frac{t^a}{t^a + b},$$

где  $t$  — время грохочения;

$a$  — постоянная величина, зависящая от конструкции грохота (берется в пределах 0,5—0,7);

$b$  — коэффициент, определяемый для конкретных условий грохочения путем эксперимента или расчетом при известных  $t$  и  $\varepsilon$ .

Зависимость эффективности грохочения от времени рассева показана в табл. 3, при рассеве на сите с увеличенным размером отверстий в табл. 4.

Таблица 3

Зависимость эффективности грохочения от времени рассева

Продолжительность грохочения, сек	Эффективность грохочения, %	Продолжительность грохочения, мин	Эффективность грохочения, %
2	13,7	4	96,5
4	26,8	8	97,3
8	43,2	16	98,0
16	66,0	32	98,4
32	86,0	64	99,0
60	92,2	128	99,7
120	95,1	256	99,9

Таблица 4

Эффективность грохочения при увеличенном размере отверстий

Продолжительность грохочения на сетке 4,7 мм, сек	Эффективность грохочения по классу 3,33 мм, %
2	20,83
4	40,64
8	64,05
16	91,41
32	99,75
60	100,0

При одном и том же размере решета эффективность грохочения определяется количеством отверстий на площади этого решета (живым сечением решета). Влияние положения решета и необходимый в этом случае размер отверстий видны из табл. 5.

Таблица 5

Необходимый размер отверстий для получения материала заданной крупности

Максимальная крупность зерен в подрешетном продукте, мм	Рекомендуемые размеры отверстий круглой формы		
	горизонтальное положение решета	наклон решета 40–45°	барабанный грохот
9,53	1,47 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>
12,70	1,50 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>	1,75 <i>d</i>
19,05	1,33 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>	1,67 <i>d</i>
25,40	1,50 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>	1,88 <i>d</i>
31,75	1,40 <i>d</i>	2,0 <i>d</i>	1,80 <i>d</i>
50,80	1,37 <i>d</i>	1,87 <i>d</i>	1,75 <i>d</i>

В практике обогащения россыпей чаще всего применяют неподвижные или барабанные грохоты. Часто барабанные грохоты конструктивно соединены в один аппарат с цилиндрическими дезинтеграторами (глухими бочками, глухими ставами). В этом случае их называют скрубберами.

Таблица 6

Рекомендуемая классификация и названия аппаратов для дезинтеграции и грохочения россыпей

Заводские и местные названия аппаратов	Характеристика аппаратов	Рекомендуемое название
Скруббер, глухая бутара, промывальный барабан	Глухой барабан на опорных роликах с прямоточным или с противоточным движением пульпы	Дезинтегратор глухой
Барабанный грохот, бутара, дражная бочка, бурат, грохот барабанный промывочный, вибрационная пескомойка	Барабанный грохот с центральным валом или на опорных роликах. Вся поверхность перфорирована	Дезинтегратор перфорированный
Скруббер, скруббер-бутара, комбинированная бутара	Аппарат, состоящий из глухого и перфорированного ставов на опорных роликах	Дезинтегратор комбинированный
Корытная мойка, пескомойка, лог-ушер	Усиленный механический классификатор спирального или дражного типа	Дезинтегратор корытный
Открытый гидроэлеватор, гидравашгерд	Устройство, использующее энергию водяной струи на решетках, грохотах и в желобах	Дезинтегратор гидравлический

Все машины, применяемые для дезинтеграции и грохочения россыпей, учитывая путаницу в названиях аппаратов одного назначения, более правильно называть одним термином - дезинтеграторы, с добавкой определения, характеризующего технологические особенности аппарата.



Техническая характеристика дезинтеграторов, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Техническая характеристика глухих и перфорированных дезинтеграторов для обогащения россыпей

Показатели	Тип дезинтегратора			
	глухие		перфорированные	
	скруббер С-1,3	бугара О-89	грохот барабанный промывочный ГБ-1,5	грохот барабанный АБГ-1-1000
Производительность, т/ч . . .	30	75	90	120
Наклон аппарата, град . . .	3,5	6	3—8	3
Размер глухого става, мм:		Конструк- тивно над опорными роликами		
диаметр . . . . .	1300		Нет	Нет
длина . . . . .	2800			
Размер перфорированного става, мм:				
диаметр . . . . .	—	1328	1500	1500
длина . . . . .	—	8300	4200	3300
Размер перфорации грохота, мм . . . . .	—	По заказу	50 и 10	20
Скорость вращения, об/мин	20	16	10—42	19
Максимальная крупность пи- тания, мм . . . . .	150	—	300—350	200
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	7	28	4,5	10
Масса, кг . . . . .	5465	14 252	5050	1810

Таблица 8

Техническая характеристика комбинированных дезинтеграторов для обогащения россыпей					
Показатели	Скруббер- бугара СБ-1,3	Скруббер ДГ-53	Скруббер ДГ-55	Скруббер АСК-1-1200	Скруббер АСК-1-700
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . .	30	40	40	75	45
Наклон аппарата, град . . .	3,5	3	2—3	0—5	0—5
Размер глухого става $L \times D$ , мм . . . . .	3000× ×1300	2500× ×1400	2900× ×1300	3300× ×1600	2400× ×1600
Размер перфорированного ста- ва, мм:					
основного . . . . .	2200× ×1300	3000× ×1400	2100× ×1300	2040× ×1600	1360× ×1600
концевого . . . . .	—	600× 1400	500× ×1300	690× ×1600	650× ×1600
наружного . . . . .	—	—	2100× ×1600	2220× ×2100	1660× ×1900
Размер перфорации грохотов, мм:					
основного . . . . .	16	15	30	50	50
концевого . . . . .	—	50×50	50×50	104×137	100×100
наружного . . . . .	—	—	16—20	20—30	20—30
Скорость вращения, об/мин	20	16—20	20	15,5	13—15
Максимальная крупность пи- тания, мм . . . . .	150	200—250	200—250	600	600
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	7	14	14	30	17
Масса, кг . . . . .	5514	5090	8580	14 021	10 800

## II. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОД

### 3. Дезинтеграция на шлюзе потоком воды

При движении потока воды по шлюзу первоначально крупные глыбы породы, двигаясь со значительно меньшей скоростью, чем поток, размываются им; образующиеся более мелкие куски породы увлекаются турбулентным потоком и при движении, задерживаясь трафаретами, подвергаются ударам друг о друга, о дно и о стенки жёлоба. При этом порода постепенно поглощает воду, а крепость ее понижается. При движении водный поток совершает в единицу времени работу, т. е. развивает мощность, равную:

$$N = \frac{Q \Delta h}{75} \text{ л. с.}, \quad (3)$$

где  $Q$  — количество воды в единицу времени, л/сек;

$\Delta h$  — разница отметок начала и конца жолоба, м (условно принимая одинаковую скорость воды в начале и в конце жолоба);

$Q$  определяется разжижением пульпы и равно  $\frac{q \cdot K}{3,6}$ ,

где  $q$  — количество проходящей через жолоб породы, м<sup>3</sup>/час, а  $K$  — разжижение пульпы (по объему);

$\Delta h = Li$ , где  $L$  — длина шлюза, м, а  $i$  — уклон, % (100).

Подставляя указанные значения, получаем следующее выражение мощности потока.

$$N = \frac{q \cdot K \cdot L \cdot i}{3,6 \cdot 75} = \frac{q \cdot K \cdot L \cdot i}{270} \text{ л. с.} \quad (4)$$

Удельный расход энергии равен  $N_0 = \frac{N}{q}$ , т. е.

$$N_0 = \frac{K L i}{270} \text{ л. с.-час/м}^3, \quad (5)$$

т. е. эффективность дезинтеграции в жёлобе определяется удельным расходом воды, длиной жёлоба и его уклоном.

Удельный расход энергии водного потока при дезинтеграции в жёлобе колеблется обычно от 0,05 л.с. час/м<sup>3</sup> для легкопромывистых пород, до 0,8 л.с. час/м<sup>3</sup> для месниковатых, составляя в среднем 0,3 л.с. час/м<sup>3</sup>. Для дезинтеграции месниковатых пород этот метод малопригоден, так как требует громадного расхода воды и большой длины шлюза.

Обычно для усиления дезинтеграции в жёлобе применяют перегребание породы гребками, которое создает дополнительную затрату механической энергии на дезинтеграцию, измеряемой, правда, небольшими величинами (порядка 0,05-0,1 л.с. час/м<sup>3</sup>, принимая среднюю, мощность одного протирщика в 0,07 л.с.). При промывке месниковатых пород перегребание служит также для задержания движения комков породы в жёлобе (перегребают навстречу потоку), что позволяет

пропустить значительно большее количество воды на единицу породы (т. е. увеличивается значение  $K$ ), чем это необходимо для транспортирования ее по шлюзу.

При промывке несвязанных пород для дезинтеграции требуется меньше воды, чем необходимо для транспортирования крупной гали. В этом случае породу перегребают по направлению потока или делают протирочную колоду короче, но с большим уклоном. Обычно расход воды  $K$  для дезинтеграции в жёлобе составляет в зависимости от характера породы от 10 до 30 м<sup>3</sup> (в среднем 15-20) на 1 м<sup>3</sup> породы. Длина собственно протирочной части шлюза составляет (в зависимости от характера породы и производительности) от 9 до 12 м, ширина шлюза от 0,45 до 0,71 м и уклон соответственно колеблется от 0,11 до 0,18. Количество протирщиков составляет от 0,1 до 0,3 чел. на 1 м<sup>3</sup> породы в час. Практические данные по дезинтеграции пород на шлюзах приведены в табл. 9.

Таблица 9

Практические данные по дезинтеграции пород на шлюзах

Прииск	Красноар- мейский, Лензолото	Гатчин- ский, Лен- золото	Оровилл, Калифор- ния	Оровилл Вашингтон	Маммотс Бар, Кали- форния	Еллоу Нагетт, Орегон	Хейн Идехо
Длина шлюза, м . . .	50	60	7,4	29	11	12	38
Уклон (средний) . . .	0,12	0,12	0,083	0,083	0,062	0,083	0,052
Ж : Т (по объему) . .	18	31	20	40	22,5	16,5	25
Удельный расход энергии, л. с. час/м <sup>3</sup>	0,4	0,8	0,05	0,035	—	0,055	0,21
Число протирщиков, чел. . . . .	—	—	2	4	—	—	—
Общий расход энер- гии, л. с. - час/м <sup>3</sup> .	—	—	0,15	0,7	—	—	—
Характер пород . .	Легкие	Сред- ние	Не свя- занные	Связан- ные	Лег- кие	Связан- ные	Сред- ние

Когда порода, задержанная первым затвором, будет частично размыта, то его поднимают и перепускают породу ко второму затвору, затем опускают первый затвор и загружают в голову колоды новую порцию породы и т. д. Последний затвор выпускает уже чисто промытую крупную гальку. Таким образом, благодаря наличию затворов комки месниковатой породы дольше задерживаются в колоде и в течение более длительного срока подвергаются действию воды. Вследствие этого дезинтеграция месниковатых пород производится более полно, чем на обычной кулибине и с меньшей затратой рабочей силы (протирщиков), но с большим расходом воды на 1 м<sup>3</sup> породы. На описанной кулибине на протирке работало всего

2 человека, на обычной кулибине такого же размера при промывке таких пород требуется минимум 8 протирщиков. На обычной кулибине порода находится около 10 сек. (если ее не задерживают при протирке гребками), на кулибине с граблевым затвором примерно 4 мин., т. е. в 24 раза дольше по времени. Производительность описанной кулибины составляет до 100 м<sup>3</sup> в смену (8 час). Для улучшения работы такой кулибины целесообразно постепенно уменьшать расстояние между зубьями затворов по длине бутары (т. е. первый затвор - более редкий, последний - более частый). По извлечению золота кулибина Кропачева также давала хорошие результаты, ибо в хвостах при контрольной промывке обнаруживались лишь следы золота.

Старателем Ровневым (1937 г.) в Ойротии был применен бутильный ларь, представляющий (рис. 1) колоду, со скошенными бортами установленную перед основным шлюзом. Ларь сделан из плах толщиной 75-100 мм и выложен по дну трафаретом. В нижнем конце ларя имеется торцевой люк с вертикальной решеткой, которая задерживает непромытые комья породы.

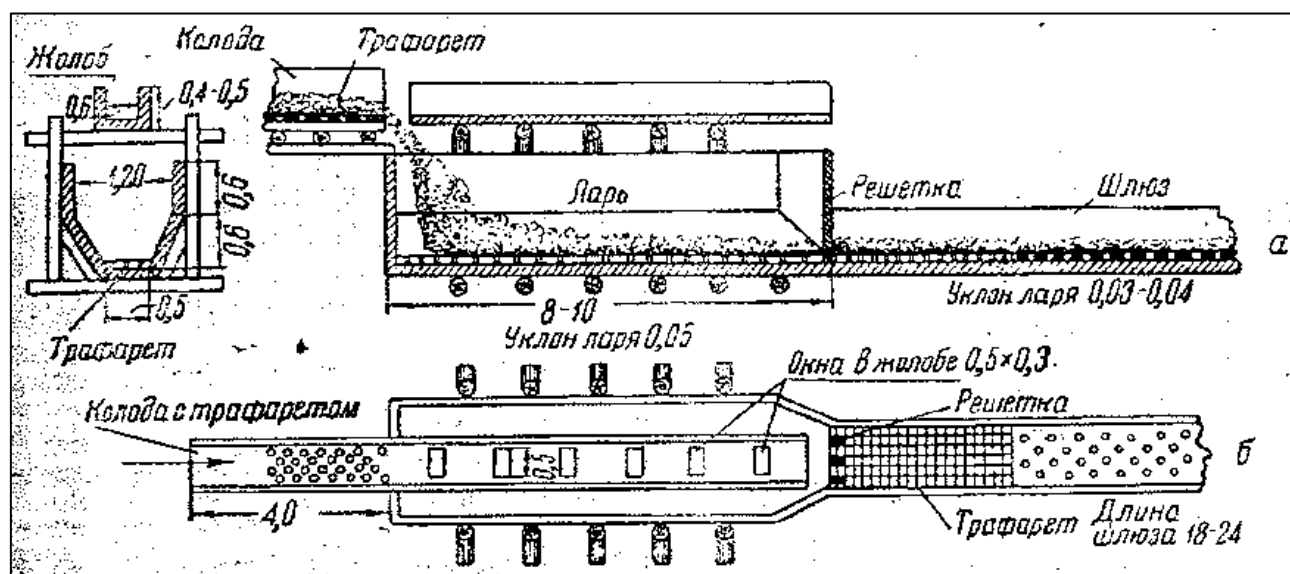


Рис. 1. Бутильный ларь (размеры в метрах): а - жёлоб отодвинут от колоды для загрузки ларя материалом; б - жёлоб придвинут к колоде для обработки материала водой через окна.

Загрузка ларя производится с верхнего конца через загрузочную колоду шириной 600 мм и длиной 4-5 м. Загруженный в ларь материал орошается водой из распределительного жёлоба и выдерживается в воде необходимое для размягчения породы время, затем люк открывается, и порода постепенно выпускается на шлюз, при этом она перемешивается гребками, благодаря чему достигается хорошая дезинтеграция даже самых месниковатых песков. Сменная

производительность прибора не менее 8 м<sup>3</sup> самых трудных песков; обслуживают его 3-4 чел.; промывка таких песков на обычной колоде требует 7-9 чел. Применение бутильного ларя повысило валовую производительность по артели с 1,4 до 2,1 м<sup>3</sup> за смену.

#### 4. Дезинтеграция струей воды из насадки

Дезинтеграция струей воды из насадки применяется при добыче песков гидравлическими работами, на промывочных приборах (гидравлические вашгерды) и в качестве вспомогательной операции в ряде других аппаратов (в бочках, чашах Комарницкого и т. п.). Мощность струи воды, выходящей из насадки, равна:

$$N = \frac{Q \cdot H}{75} \text{ л. с.}, \quad (6)$$

где  $Q$  - количество воды, л/сек;

$H$  - напор, м.

Удельный расход энергии равен:

$$N_0 = \frac{N}{q} = \frac{K \cdot H}{270} \text{ л. с.-час/м}^3. \quad (7)$$

Обычно расход воды на гидрорашерде  $K$  равен 10 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы, напор воды от 15 до 25 м, т. е. удельный расход энергии колеблется в зависимости от характера породы от 0,4 до 1,0 л. с.-час/м<sup>3</sup>. Чем больше напор воды, тем менее ее необходимо для дезинтеграции породы, и наоборот.

Скорость истечения воды из насадки равна:

$$v = \varphi \sqrt{2gH} \text{ м/сек}, \quad (8)$$

где  $H$  — напор, м;

$g$  — 9,81;

$\varphi$  — скоростной коэффициент (зависит от формы и размера насадки; обычно его принимают для небольших насадок равным 0,9, т. е.  $v \approx 4\sqrt{H}$  м/сек).

Количество истекающей воды равно  $Q = 1000 \cdot f \cdot v$  л/сек, где  $v$  — скорость м/сек;  $f$  — площадь отверстия, м<sup>2</sup>;  $\psi$  — коэффициент сжатия струи, для небольших насадок обычно 0,9, или

$$Q = 0,00283 d^2 \sqrt{H} \text{ л/сек}, \quad (9)$$

где  $d$  — диаметр насадки, мм.

Расход воды через различные насадки при различных напорах приведен в табл. 10.

Таблица 10

Расход воды через насадки, л/сек

Напор, м	При диаметре, мм							
	13	19	25	38	50	75	100	125
20	2,2	5	9	20	37	84	148	233
30	2,7	6	11	25	45	103	182	285
40	3,2	7	13	30	52	119	210	333
50	3,5	8	14	32	58	133	235	372

Дезинтеграция струей воды на плоском грохоте применяется на ряде аппаратов как в качестве основной, так и в качестве вспомогательной операции. На небольших ручных бутарах вода подается без напора (из жёлоба); совершаемая ею работа не велика (перепад потока 0,2-0,5 м), и дезинтеграция в основном достигается ручной протиркой гребком. Расход воды на таких бутарах составляет 10-20 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы; производительность труда одного протирщика 0,25-0,5 м<sup>3</sup> час, т. е. удельный расход энергии равен от 0,15 до 0,30 л.с. час/м<sup>3</sup>. На больших бутарах протирочному грохоту обычно предшествует протирочная колода, в которой и совершается в основном дезинтеграция, а грохот служит главным образом для классификации породы и лишь частично для дезинтеграции (протираются мелкие комки). На аппаратах с механической протиркой (чаше Комарницкого и боронке) дезинтеграция породы производится перегребанием породы механическими гребками и лишь отчасти действием струи воды.

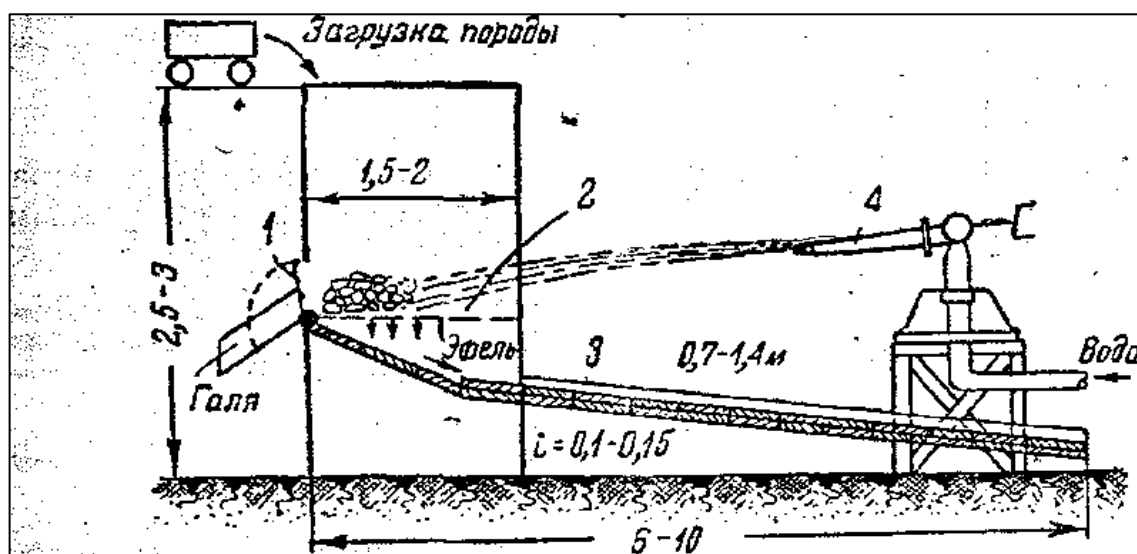


Рис. 2. Гидравлический вальгер (размеры в метрах): 1 - галечный люк; 2 - грохот; 3 - шлюз; 4 - монитор

Самостоятельными аппаратами для дезинтеграции породы струей воды является гидравлический вашгерд и открытый гидравлический элеватор типа Рабль. Обычный гидровашгерд (рис. 2) состоит из приемного бункера для породы, имеющего днище в виде плоского грохота с отверстиями от 10-15 мм, площадью 1,5-3 м<sup>2</sup>, в котором отсутствует одна из стенок, а в противоположной стенке имеется откидной люк для разгрузки промытой гали. Под грохотом располагается ординарный или двойной шлюз с уклоном 0,1-0,15, длиной 6-10 м, покрытый дражным трафаретом и матами. Напротив открытой стенки бункера на расстоянии 5-10 м (в зависимости от напора) устанавливается гидромонитор с насадкой 25-50 мм и напором воды от 10 до 30 м. Порода загружается порциями на грохот и размывается на нем струей из монитора; мелкий материал (эфеля) вместе с водой проходит через грохот и поступает на шлюз, а гали остаются на грохоте и собираются у люка. По мере накопления на грохоте гали последняя тщательно промывается струей воды и затем разгружается струей монитора через откидной люк в отвал или в вагонетку. Производительность гидравлического вашгерда обычно составляет 25-50 м<sup>3</sup> в смену в зависимости от размера грохота, количества и напора подаваемой воды и характера породы. Необходимую площадь грохота можно определять, исходя из производительности его на 1 м<sup>2</sup> поверхности от 0,15 до 0,3 м<sup>3</sup> породы в час на 1 мм диаметра отверстий (в зависимости от характера породы). Количество и напор воды можно определять исходя из удельного расхода энергии на дезинтеграцию породы от 0,4 до 1,0 л.с. час/м<sup>3</sup> (в зависимости от промывистости породы) по формуле (8), при этом количество воды должно обеспечивать необходимое разжижение эфеля на шлюзе (от 10 до 20 в зависимости от уклона и наполнения).

Преимущества гидровашгерда следующие:

- а) хорошая дезинтеграция самых вязких песков;
- б) высокая производительность, на средних песках;
- в) наличие предварительной классификации с удалением гали крупнее 15-20 мм;
- г) высокая производительность труда на промывке (до 30-40 м<sup>3</sup> в смену); д) простота конструкции аппарата и возможность изготовления его на месте силами старателей. Благодаря этим преимуществам гидровашгерд является основным прибором для промывки месниковых песков.

Недостатками гидровашгерда являются:

- а) цикличность процесса, вызывающая неравномерность загрузки шлюзов

эфелями (в начале промывки породы иногда получается заэфеливание шлюза, что может быть, впрочем, легко устранено подачей в этот период дополнительной воды на шлюз);

б) необходимость иметь высоконапорную воду, что, как правило, требует установки насосов с напором до 20-40 м (если вода не берется из деривационных сплотов с достаточным превышением).

При небольшом масштабе работ и при небольших подъемах (до 3-5 м), необходимых для образования галечного отвала, применяются открытые элеваторы (или элеваторы типа Рабль, рис. 3), которые, в отличие от обычного гидравлического элеватора или землесоса являются не только подъемно-транспортным аппаратом, но и обогатительным.

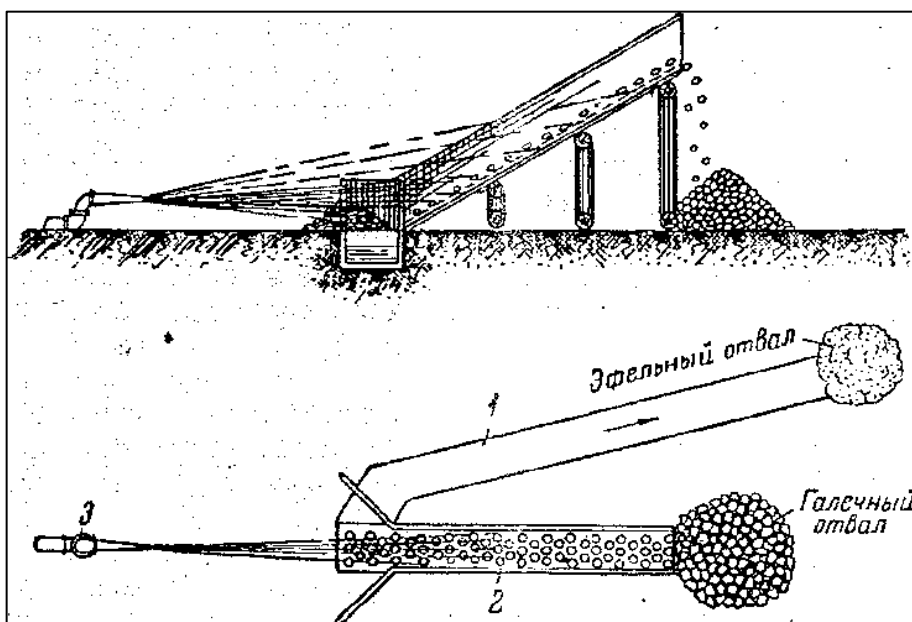


Рис. 3. Открытый гидроэлеватор-вашгерд с заглубленным шлюзом: 1 - эфельный шлюз; 2 - открытый гидроэлеватор-вашгерд; 3 - гидромонитор

Открытый гидроэлеватор - это шлюз, установленный с подъемом в  $17-35^{\circ}$ , так что хвосте конец его выше головного на 3-5 м. В литературе иногда его называют также гидравлическим вашгердом, так как он выполняет отчасти те же функции, однако он представляет отличный от последнего аппарат, так как основной функцией его все же является подъем породы.

В голове открытого элеватора устраивается зумпф, закрытый перфорированной решеткой, через которую проваливается основное количество эфеля и почти вся вода, поступающая на эфельный шлюз, установленный с небольшим уклоном, транспортирующий затем эфеля в эфельный отвал.

Подъемный шлюз элеватора покрыт также перфорированным грохотом



(отверстия 10-25 мм), находящимся на расстоянии 30-50 мм от полотна шлюза. Порода подается к зумпфу и затем силой струи воды из обычного гидравлического монитора поднимается вверх по шлюзу. При этом порода дезинтегрируется в основном на решетке над эфельным зумпфом; частично обмывка гали происходит и на наклонном шлюзе; при этом мелочь вместе с частью воды проваливается через отверстия грохота и по полотну шлюза стекает обратно в зумпф. Если уклон плотика недостаточный, то эфельный шлюз устанавливается над землей, в этом случае решетка для отбора эфелей делается не перед шлюзом, а в самом шлюзе на необходимой высоте (рис. 4).

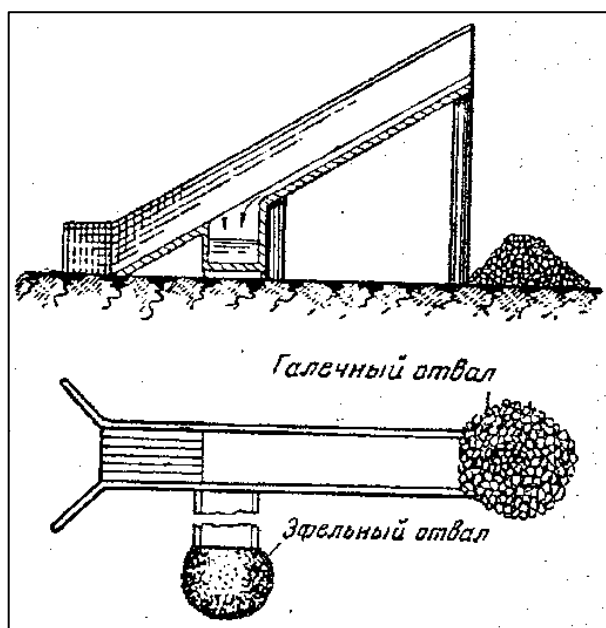


Рис. 4. Открытый гидрозлеватор с поднятым шлюзом

При промывке на открытом элеваторе необходимо соблюдать те же предосторожности, что и на гидравлическом вашгерде, с тем, чтобы не удалить вместе с галей в отвал комки сцементированной глины. Обычно рекомендуется поднять породу струей, на половину шлюза, затем опустить ее вниз, повторяя эту операцию до тех пор, пока на шлюзе не останется чистая галка, которую затем струей удаляют в отвал. Чем меньше угол подъема, тем лучше работает элеватор. Ширина шлюза открытого элеватора определяется количеством воды, выбрасываемой монитором; при среднем напоре в 25-40 м и при насадке монитором 75-100 мм (т. е. при расходе воды через монитор в 100-200 л/сек) ширина его должна быть 0,7 м, при меньших напорах и насадках следует брать меньшую ширину. Минимальный напор, при котором может работать открытый элеватор, равен 10-15 м; минимальная насадка у монитора 50 мм, т. е.

минимальное количество воды, необходимое для его работы, составляет около 25-30 л/сек.

Грохот над зумпфом эфельного шлюза лучше выполнять в виде колосниковой решетки со щелями от 10 мм до 35 мм, в зависимости от желаемой крупности эфелей (определяется возможным уклоном эфельного шлюза). Длина подъемного (галечного) шлюза обычно делается около 12 м (два звена).

Расход воды на открытом элеваторе составляет 25-50 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы при напоре 25-40 м, т. е. расход энергии составляет 3-8 л.с. час/м<sup>3</sup> породы. В основном он определяется высотой подъема гали и ее выходом.

## ***5. Различные аппараты для механической дезинтеграции***

**Чаша Комарницкого** (рис. 5) состоит из плоского круглого грохота диаметром 2-3,5 м с бортами высотой 0,5-0,8 м, в центре которого проходит вертикальный вал, имеющий в верхней части крестовину, на которой укреплен ряд железных пестов (8-16 шт.); в нижней части вал имеет коническую шестерню, приводящую его во вращательное движение (от 20 до 36 об/мин). Грохот имеет отверстия размером 9-15 мм и один откидной сектор, служащий для разгрузки с него гали. По периферии чаши располагается труба с брызгалами для орошения породы водой. Песты, служащие для дезинтеграции породы, имеют на концах массивные башмаки размером 270 x 90 x 90 мм. Высота расположения пестов над грохотом может регулироваться в зависимости от характера породы (обычно 100-150 мм); детали подвески пестов показаны на рис. 5. Под грохотом расположен сборный кожух, подающий эфеля вместе с водой на шлюзы; под опрокидным сектором грохота имеется перфорированный желоб для отвода гали. Загрузка породы в чашу производится или периодически или непрерывно; выгрузка гали - периодически. Вал и крестовина; чаши могут изготавливаться или из дерева, (чаще) или из металла.

Основные показатели; чаш Комарницкого различных размеров приведены в табл. 11.

Чаши Комарницкого дают хорошие результаты при промывке месниковатых песков с крупной галей. Расход воды в них составляет от 10 до 20 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы (в зависимости от ее характера).

Удельный расход энергии около 0,5-0,8 л.с. час/м<sup>3</sup>. Преимуществом чаши Комарницкого является возможность изменения в любых пределах времени дезинтеграции в зависимости от характера породы, меньший расход воды и



до  $60^\circ$  (20 качаний в минуту) с помощью тяг и коленчатого вала. Гребок состоит из деревянного бруска 4, на котором укреплено несколько дезинтегрирующих зубьев, подвешенного на двух досках 3. Дно жёлоба в головной части глухое, далее оно состоит из решета с отверстиями от 6 до 12 мм; над жёлобом по его краям проходят две трубы 5 с отверстиями для орошения породы водой. Порода загружается в верхнюю часть жёлоба и вследствие наличия уклона, а также под действием движения гребков и струй воды постепенно продвигается в нижнюю часть жёлоба, подвергаясь при этом дезинтеграции.

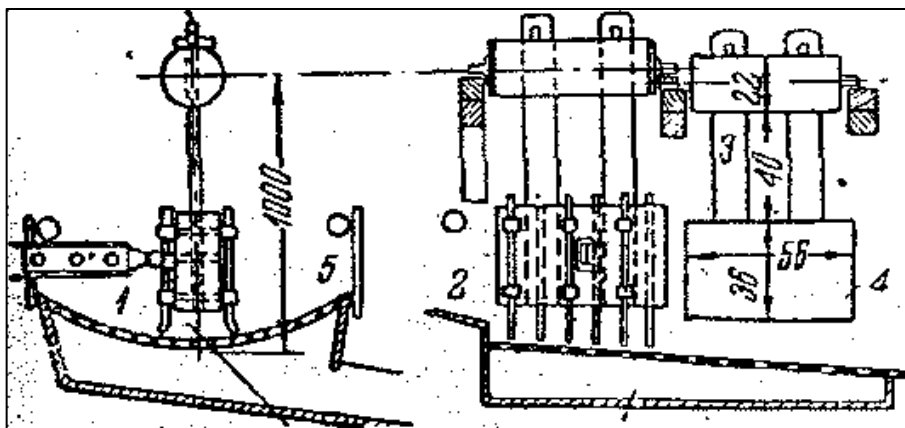


Рис. 6. Боронка

1 - жёлоб; 2 - гребки; 3 - доски; 4 - бруски; 5 - трубы

Эфеля вместе с водой проходят через отверстия грохота и поступают на шлюзы; обмытая галля разгружается в отвал через нижний конец жёлоба. Потребная для работы боронки мощность составляет 1-2 л. с. на один двойной гребок (т. е. всего 6-8 л. с.); производительность боронки равна 10-18 м<sup>3</sup>/час, или 0,4-0,6 л.с. час на 1 м<sup>3</sup>.

В настоящее время боронки применяются, редко из-за низкой производительности, большого расхода энергии и недостаточно удовлетворительной дезинтеграции месниковатых пород.

**Логуюшер** (рис. 7) служит для дезинтеграции особо вязких пород и одновременной гидравлической классификации материала (обесшламливания). Лог-уюшер состоит из наклонного корыта (уклон 0,06-0,12) длиной 5,5-9,5 м, шириной 1,2-2,1 м и глубиной в нижней части до 1,2 м, с полукруглым дном, по продольной оси которого расположены один или два вала в виде квадратных деревянных брусьев или стальных труб, снабженных чугунными лопастями, расположенными под углом 30-45°, чем достигается перемещение материала к разгрузочному (верхнему) концу корыта и одновременная дезинтеграция его.

Диаметр мешалок (между краями лопастей) 600-750 мм, число оборотов их 8-20 в минуту. Если имеются две мешалки, то они вращаются в противоположных направлениях. Порода поступает вблизи нижнего конца корыта, которое примерно на  $\frac{2}{3}$  длины наполнено водой. При движении породы в сторону разгрузки она орошается струями воды под давлением. Расход воды составляет  $4-8 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  породы. Избыток воды уходит в слив в нижнем конце корыта и уносит с собой ила и тонкие эфеля.

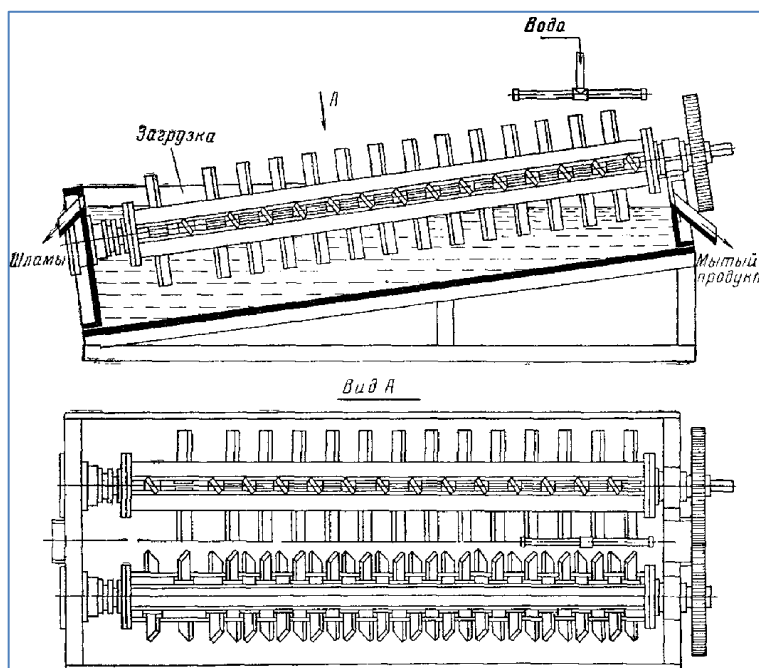


Рис. 7. Логошер

Производительность логошеров составляет от  $5 \text{ м}^3$  в час для ординарной машины малого размера (6 x 1,2 м) при исключительно вязких глинах и до  $30 \text{ м}^3$  в час для двойной машины большого размера (9 x 2 м) на более промывистых материалах. Потребная мощность составляет соответственно 5-25 л.с. час или около 1 л.с. час на  $1 \text{ м}^3$  породы. В обогащении песков лог-ушеры применяются сравнительно редко: известно их применение на некоторых оловянных драгах: в порядке опыта они применялись на некоторых уральских приисках.

**Мойка Осина** представляет видоизмененный логошер, в котором на конце лопастей имеются дезинтегрирующие породу зубья, укрепленные на пружинах, чем устраняется заклинивание крупной гали между мешалкой и стенками корыта. Такая мойка с корытом шириной 1000 мм и длиной 3000 мм, с мешалкой, делающей 20-25 об/мин, промывала в час около  $10 \text{ м}^3$  месниковатых песков при потребляемой мощности в 15 л.с. Дезинтегрированные эфеля с мойки поступали на два параллельных шлюза размером 720 мм x 10 м каждый. По

сравнению с конной бутарой такая установка требует на 30% менее рабочей силы.

### ***6. Дезинтеграция породы в барабанных грохотах (бочках)***

Наиболее распространенным, эффективным и производительным аппаратом для дезинтеграции пород являются барабанные грохоты специальной конструкции, так называемые «бочки» (рис. 8). Отличительными особенностями «бочек» от обычных барабанных грохотов является применение в них продольного и кольцевого наборов для усиления дезинтеграции, а также глухих ставов (особенно головного) и более массивная конструкция. Наиболее распространенной конструкцией бочек является одинарная цилиндрическая, с опорой и приводом через ролики.



Рис. 8. Промывочная бочка (дражного типа)

Бочки меньших размеров имеют иногда с нижнего конца опору на полуоси и привод через шестерню (укрепленную или на самом барабане бочки или же, для самых малых бочек, на конце полуоси). Применяются иногда ступенчатые бочки (с уменьшением диаметра к выходному концу), а также конические бочки. В некоторых случаях, когда обогатительные приборы требуют более мелкого питания, применяют также концентрические бочки с двумя и даже иногда с тремя поверхностями.]

Сеющая поверхность бочек большей частью выполняется в виде перфорированных листов с круглыми отверстиями (с раззенковкой к наружной стороне для устранения забивания их). В некоторых случаях применяют длинные прямоугольные отверстия (в случае мелких отверстий). В бочках с весьма крупными отверстиями (применяются для предварительной дезинтеграции и грубой классификации вязких пород) выполняют сеющую поверхность в виде колосникового грохота с расположением образующих его брусков по поверхности цилиндра.

Необходимый размер сеющих отверстий определяется в основном максимально допустимой крупностью питания последующего обогащательного прибора: для шлюзов с большим наполнением это может быть 25-30 мм, для шлюзов с малым наполнением (так называемых «столов»), обычно применяемых на бочечных обогащательных установках – 15-20 мм, для отсадочных машин – 10-13 мм и для центробежных сепараторов – 4-9 мм.

В большинстве случаев размер основной массы зерен ценных минералов значительно меньше, чем указанные выше пределы крупности просева, и обычно не превосходит 3-5 мм. Нагрузка на сеющую поверхность при грохочении (если порода полностью дезинтегрирована) может быть очень большой, поскольку коэффициент эффективности грохочения по крупным классам может быть низким, так как это не влечет за собой потерю ценных минералов

Эффективность грохочения равна:

$$E = \frac{a}{q \cdot f_a} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $a$  — выход нижнего продукта грохота (эфелей), м<sup>3</sup>/час;  
 $q$  — питание грохота (исходная порода), м<sup>3</sup>/час;  
 $f_a$  — содержание «проходящих зерен» в питании, % (100).

Обычно эффективность грохочения  $E$  не превосходит 80-90% для весьма промывистых песков и 75-80% для труднопромывистых. По отдельным классам крупности эффективность грохочения резко падает с увеличением крупности класса (табл. 12).

Производительность бочки определяется пропускной способностью барабана (как трубчатого транспортера), размером сеющей поверхности, необходимой для отгрохочивания всей мелочи (эфелей) и производительностью бочки как дезинтегратора породы.

Таблица 12

Эффективность грохочения в дражной бочке по классам крупности

Драга	Эффективность грохочения (E) для классов:								Наиболь- шие от- верстия мм
	-0,25	+0,25	+1	+4	+8	+12	+16	суммар- но	
Драга А Якутзо- лото . . . . .	93,7	93,95	93,05	87,5	50	6,8	10,2	80,8	20
Драга Б Якутзолото . .	98,4	99,48	99,2	93,56	75	57	39,8	89,2	20
Зейская драга . .	98,6	99,5	93,3	69,8	17	—	—	91	12
Среднее . . . . .	97	99	98	89	60	40	15	85	20

В литературе детально освещен вопрос о производительности бочки, как вращающегося трубчатого транспортера, которая равна:

$$Q = 600 \pi \operatorname{tg} 2\alpha \sqrt{R^3 h^3} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (11)$$

где  $\pi$  — число оборотов бочки в минуту;  
 $\alpha$  — угол наклона оси бочки к горизонту;  
 $R$  — радиус барабана бочки, м;  
 $h$  — высота слоя материала в бочке, м.

Производительность бочки, вычисленная по этой формуле, является максимальной, но еще не определяет, насколько бочка выполняет свои основные функции, т. е. дезинтеграцию и грохочение породы.

Наименее освещенным является вопрос о производительности бочки как дезинтегратора. Обычно при решении его исходят из эмпирических данных о необходимом времени пребывания материала в бочке, длине проходимого им пути и т. д. Но время дезинтеграции еще не определяет ее завершения, ибо большую роль играет интенсивность процесса, т. е. затрата энергии на 1 м<sup>3</sup> породы.

По Левинсону, расход мощности для барабанного грохота на роликах (к которым относится большинство бочек) равен:



$$N = \frac{R \cdot n (G + 25 G_0)}{21\,500} \text{ л. с.},$$

где  $R$  — радиус бочки, м;

$n$  — число оборотов бочки в минуту;

$G$  — вес барабана бочки, кг;

$G_0$  — вес породы в бочке, кг.

Вес породы, находящейся в бочке, равен:

$$G_0 = 1,9 \gamma_v \sqrt{R \cdot h^3 \cdot L} \text{ т},$$

где  $\gamma_v$  — насыпной вес породы, кг/м<sup>3</sup>;

$h$  — высота слоя породы в бочке, м;

$L$  — длина барабана бочки, м.

Подставляя значение  $G_0$ , имеем:

$$N = \frac{R \cdot n (G + 47,5 \gamma_v \sqrt{R h^3 \cdot L})}{21\,500} \text{ л. с.} \quad (12)$$

и после преобразования:

$$N = \frac{R \cdot n \cdot G}{21\,500} + \frac{47,5 R n \gamma_v \sqrt{R h^3 \cdot L}}{21\,500},$$

где первое слагаемое выражает мощность холостого хода бочки, а второе — мощность, потребляемую на полезную работу, т. е. на дезинтеграцию породы. Обозначив последнее через  $N'$ , заменив усредним его значением для разрыхленных пород (1600 кг/м<sup>2</sup>), получим:

$$N' = 3,54 n \sqrt{R^3 h^3 L} \text{ л. с.}, \quad (13)$$

т. е. мощность пропорциональна числу оборотов, длине бочки, радиусу ее в степени 1,5 и высоте слоя материала в той же степени. Заменяя значение ряда множителей на  $Q$ , получим другое выражение полезной мощности:

$$N' = \frac{Q \cdot L}{170 \operatorname{tg} 2\alpha} \text{ л. с.}, \quad (14)$$

т. е. полезная мощность пропорциональна производительности, длине бочки и обратно пропорциональна тангенсу двойного угла наклона.

Удельная мощность бочки, т. е. мощность, потребляемая на единицу ее объема, колеблется от 1 л.с. для весьма крупных бочек до 2,8 л.с. для небольших бочек (на 1 м<sup>3</sup> объема), в среднем около 1,52 л.с./м<sup>3</sup>. Следует заметить, что устройство продольного набора, а особенно кольцевых порогов, повышает удельную мощность, отсутствие таковых снижает ее.

Указанные данные могут быть положены в основу подбора бочки для заданной производительности с проверкой по максимальной производительности по формуле (11). Необходимую площадь секущей поверхности определяют исходя

из указанных выше нагрузок.

Обычный угол наклона оси бочки составляет 5-7°; необходимый уклон для данной бочки при заданной производительности может быть определен также по формуле (11).

Число оборотов бочки может быть определено по формуле:

$$n = \frac{K}{\sqrt{R}}, \quad (15)$$

где  $K$  — коэффициент, изменяющийся от 8 до 14 (в среднем 12).

Если бочка имеет запас производительности по дезинтеграции, то целесообразно уменьшить число оборотов. Если требуется более сильная дезинтеграция и имеется запас по пропускной способности, то целесообразно уменьшить уклон бочки, но повысить обороты. При наличии продольного набора лучше брать меньшие обороты. Кольцевые пороги, наоборот, требуют повышения числа оборотов (и обычно повышения угла наклона).

Периферическая скорость бочек колеблется от 50 м/мин для небольших бочек до 60 м/мин для больших. Отношение диаметра бочки к ее длине (общей) колеблется от 1/3 до 1/8, составляя в среднем 1/5-1/6. Для промывистых песков большая часть бочки по длине (за исключением небольших конструктивно необходимых головного и концевого глухих ставов) делается перфорированной; для месниковатых песков значительная часть бочки делается глухой (с кольцевым порогом в конце).

## **7. Дезинтеграция породы в барабанных дезинтеграторах (скрубберах)**

Дезинтеграция породы в барабанных дезинтеграторах (скрубберах) производится по тому же принципу, что и в барабанном грохоте. В отличие от бочки, имеющей перфорации, барабан скруббера глухой. При дезинтеграции породы в скруббере последующая классификация ее производится в другом аппарате, обычно в барабанном грохоте, причем часто этот грохот укрепляется непосредственно на выходной горловине скруббера (комбинированный скруббер-бочка). Глухая часть обычной бочки, имеющая в конце кольцевой порог, также в сущности является скруббером. Такого, рода конструкцию, называют бочкой со скруббером.

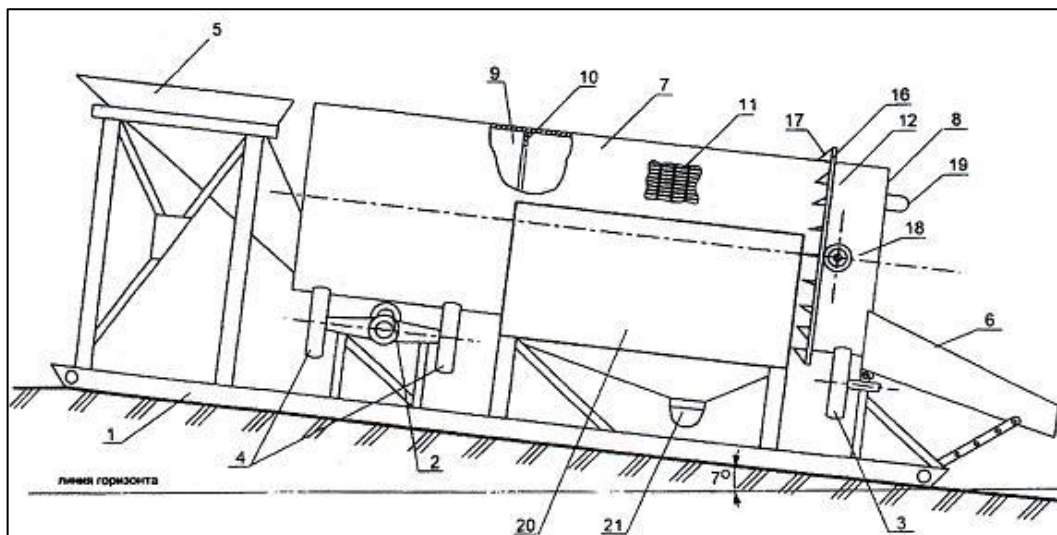


Рис. 9. Схема скруббер-бута́ры одногрохотной

1 – рама – сани; 2 – двигатель; 3 – опорное пневмоколесо; 4 – ведущие пневмоколеса; 5 – загрузочно – приемный бункер; 6 – лоток разгрузочный для гали; 7 – цилиндрический корпус; 8 – выходной став; 9 – дезинтегрирующий став; 10 – кольцевой порог; 11 – сеющий став; 12 – участок трубы выходного става; 16 – обод; 17 – ребра жесткости; 18 – ролик упорный; 19 – труба оросителя; 20 – бункер приемный; 21 – лоток отводящий для эфеля.

На внутренней поверхности барабана скруббера имеются устройства для подъема породы (набор). Таким образом, по принципу своего действия барабанный дезинтегратор аналогичен также шаровой мельнице, но скорость вращения его значительно меньше (обычно 35-40% от критической скорости

$$\left( n = \frac{42,5}{\sqrt{D}} \text{ об/мин} \right).$$

Дезинтеграция породы в нем производится в основном перетиранием и в меньшей степени ударом.

Порода в барабанном дезинтеграторе все время погружена в воду, что делает его особенно пригодным для дезинтеграции глинистых пород, крепость которых уменьшается при набухании водой, а также для отмывки глинистой примазки с поверхности гали. Барабанные дезинтеграторы удобны также для дезинтеграции и одновременной оттайки мерзлых пород, что обеспечило им широкое распространение для дезинтеграции пород в северо-восточных районах Советского Союза, где обрабатываются богатые мерзлые пески. Обычно барабанный дезинтегратор комбинируют с барабанным коническим грохотом, укрепляемым на выходной горловине аппарата (рис. 10).

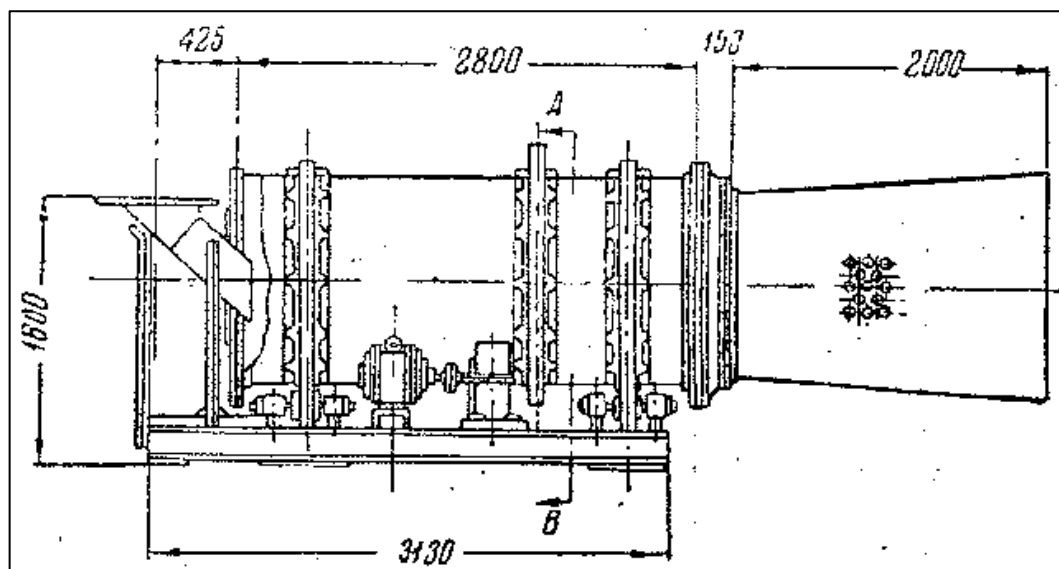


Рис. 10. Скруббер с бочкой

Барaban дезинтегратора обычно изготавливается сваркой из стали. Он вращается на полых цапфах, чаще же на опорных роликах (иногда применяют комбинацию обоих методов) с приводом через шестерню или фрикционный ролик. Диаметр барабана обычно колеблется от 1,5 до 2,1 м, длина - 2,4-7,2 м.

Максимальная крупность питания обычно не превышает 300-150 мм. Производительность барабанного дезинтегратора для вязких пород равна:

для диаметра:

1,5 м.....10-15 м<sup>3</sup>/час

1,8 м.....35-55 м<sup>3</sup>/час

2,1 м.....90-130 м<sup>3</sup>/час

Необходимая мощность мотора соответственно равна:

для дезинтегратора размером:

1,5 x 2,4 м.....10 л.с.

1,8 x 6,1 м.....40 л.с.

2,1 x 7,2 м.....125 л.с.

Удельный расход энергии на дезинтеграцию в скрубберах составляет около 0,7-1 л.с. час/м<sup>3</sup>. Полный вес машины (с футеровкой) составляет от 9 т для малого размера (1,5 x 2,4 м) до 38 т для наибольшего размера (диаметр 2,1 x 7,2 м).

Минимальный расход воды колеблется от 0,5 до 2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> в зависимости от характера породы. Подача воды может быть или прямоточная или противоточная (т. е. навстречу движению дезинтегрируемого материала); противоточная подача воды обеспечивает лучшую обмывку гали при меньшем расходе воды.

Производительность скруббера может быть определена аналогично бочке по формуле (13).

Скорость продольного движения песков в барабане выражается следующей формулой (применимой также и к бочкам):

$$v = 0,105 Rn \operatorname{tg} 2\alpha \quad \text{м/мин.} \quad (16)$$

Обозначения те же, что и в формуле (11)

Обычные углы наклона скрубберов в практике Колымы  $3^{\circ}20'$  (0,06); число оборотов 14-18. Влияние изменения уклона и числа оборотов типового колымского скруббера (диаметр 1312 x 2806 мм) показано в табл. 13.

Таблица 13

Влияние изменения уклона и числа оборотов скруббера на его производительность

Уклон, ‰	Скорость перемещения песков м/сек	Время дезинтеграции сек	Производительность м³/час	Примечание
число об/мин				
1°/0,017	0,03	93	9,9	Число оборотов 18 в минуту, высота слоя 0,2 м
2°/0,034	0,06	47	20,1	
3°/0,052	0,09	31	30,6	
4°/0,069	0,12	23	40,8	
5°/0,087	0,15	19	51,3	
6°/0,1	0,18	16	61,8	
10	0,03	93	11,3	Уклон 2° (0,034), высота слоя 0,2 м
12	0,04	70	13,5	
16	0,053	53	18,1	
20	0,066	42	22,6	
24	0,079	35	21,1	

Фактическая производительность скрубберов, при которой обеспечивается хорошая дезинтеграция песков, составляет обычно не более 400 м³ в сутки (т. е. около 20 м³/час), достигая по отдельным приборам 600-700 м³ в сутки (30-35 м³/час). При этих условиях потеря металла при промывке не превышала 0,14-0,5% (с галей).

Расход воды при дезинтеграции породы в скрубберах составляет около 2-3

м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы; увеличение расхода воды увеличивает пропускную способность скруббера, но ухудшает дезинтеграцию вследствие сокращения времени пребывания материала в нем.

Дополнительная подача воды на грохот скруббера определяется необходимым разжижением пульпы на шлюзах, которое при крупности эфеля от 50 до 20 мм должно быть не менее 12-10. Во избежание завалки головы шлюза (непосредственно под грохотом скруббера) необходимо придавать ей несколько больший уклон, чем самый шлюз, и делать ее гладкой (без трафарета) и если возможно суженной. Удельный расход энергии в скрубберах ДС составляет около 0,2-0,3; л.с. час/м<sup>3</sup> (для промывистых пород). Внутри скруббера устанавливается набор для лучшей дезинтеграции породы (штыри, рельсы).

Основные технические данные скрубберов ДС даны в табл. 14.

Таблица 14

Характеристика скрубберов с грохотом конструкции Дальстроя

Т и п	Малый	Большой
Производительность (максимальная), м <sup>3</sup> /час . . . . .	15	50
Число оборотов в минуту . . . . .	20	15—20
Установленная мощность, кВт . . . . .	4,5	7,3
Перфорация грохота, мм . . . . .	20—50	20—50
Размер барабана скруббера (D), мм . . . . .	800 × 3200	1312 × 2900
Размер грохота (D), мм . . . . .	800/1200 × 2000	1100/1300 × 2000
Габариты (L × B × H), мм . . . . .	6070 × 1250 × 1185	6100 × 1520 × 2100
Вес, кг . . . . .	1900	3500

«**Ножевая мельница**» является разновидностью барабанного скруббера, характерной особенностью которой является наличие выступов (ножей) на внутренней поверхности, способствующих лучшей дезинтеграции вязких пород. Обычный диаметр ножевых мельниц 1,8-2,1 м, длина 4,8-9,1 м; производительность 90-130 м<sup>3</sup>/час. На выходной горловине мельницы обычно устраивают двойной барабанный грохот (конический). Техническая характеристика «ножевой мельницы» Аллис-Чальмерса размером 1,3 x 2,6 дана в табл. 15.

Таблица 15

## Характеристика ножевой мельницы типа Аллис-Чальмерс

Размер барабана ( $D \times L$ ), мм	1300 × 2600
Объем барабана, м <sup>3</sup> . . . . .	3,7
Размер внутреннего грохота ( $D_1/D_2 \times L$ ), мм . . . . .	930/1030 × 1000
перфорации, мм . . . . .	20
Размер внешнего грохота ( $D_1/D_2 \times L$ ), мм . . . . .	1150/1200 × 800
перфорации, мм . . . . .	10
Производительность, м <sup>3</sup> /час . . . . .	10—15
Число оборотов в минуту . . . . .	24
Вес машины, кг . . . . .	2825
Размеры, мм: . . . . .	—
длина . . . . .	4730
ширина . . . . .	1620
высота . . . . .	1905

**Сверхскруббер**, применяемый для особо труднодезинтегрируемых (сцементированных) пород, аналогичен обычному барабанному дезинтегратору, но имеет более тяжелую конструкцию и вращается со значительно большей скоростью (до 80-90% от критической), благодаря чему в нем дезинтеграция в основном производится ударом. Расход энергии в сверхскруббере в два раза выше, чем в нормальном скруббере того же размера, а производительность обычно ниже,

**Противоточный скруббер фирмы Аллис-Чальмерс** имеет барабан с закругленными торцами, вокруг загрузочного отверстия которого расположена периферическая решетка, через которую выходит вода с илами и мелким эфе́лем. Набор со стороны загрузочного отверстия располагается по спирали, так что передвигает материал в сторону разгрузки и не дает ему заглушать решетку для выпуска воды; далее набор расположен по образующим цилиндра. На разгрузочной цапфе скруббера имеется барабанный грохот для отделения крупной гали. Через разгрузочную цапфу внутрь скруббера введена труба для подачи воды, снабженная рядом насадок, направленных внутрь скруббера, с дефлекторами для сплющивания струй воды, чем достигается более равномерное орошение материала. Этого типа скрубберы изготавливаются диаметром 1,5-2,1 м и длиной 1,5-3,6 м.

**Скруббер Гумбольдта** состоит из горизонтального барабана, вращающегося на двух бандажах на четырех опорных роликах, загружаемого породой через жёлоб, входящий внутрь барабана, с выгрузкой гали и эфелей с противоположного конца барабана с помощью улиточного устройства и удаления илового слива через кольцевой порог у загрузочного конца барабана. На

разгрузочной горловине барабана укреплен двойной конический грохот, разделяющий выгружаемый материал на три класса: +30 мм и +8 мм и эфель -8 мм. Внутри грохота проходит оросительная труба, имеющая ряд брызгал для промывки гали и подающая также воду внутрь барабана. Таким образом, промывка дезинтегрируемой породы внутри барабана происходит по принципу противотока.

Таблица 16

Оптимальные режимы работы скрубберов (барабанных грохотов)

Показатель	МПД-6М (ДС-53)	ПКС-1-700 (АСК-1-700)	ПКС-1-1200 (АСК-1-1200)	ПБШ-40 (ГДБ-40)	ПКБШ-50 (ГДБ-50)	ПКБШ-100 (ГДБ-100-20/60)	ПБШ-10 (ГДБ-10)	ПБШ-20 (ГДБ-20)	ПГБ-75 (АБГ-20)
Пропускная способность, м³/ч	40	45	75	40	50	100	10	20	75
Частота вращения грохота, об./мин	20	13–15	15,5	19	19	16	22,6	19	19
Угол наклона грохота, °	3–3,5	2,5–3	2,5–3	3	3	3	3	3	3
Максимальная крупность питания, мм	250	600	600	300	300	350	250	300	Регламентируется гидроэлеватором
Отношение Ж:Т (по объему)	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	От 3:1 до 5:1	
Грохочение	Двухфракционное	Трехфракционное		Двухфракционное	Трехфракционное		Двухфракционное		
Размер подрешетной фракции, мм	-30	-20; +20–60	-20, +20–60	-30	-20; +20–50	-20; +20–60	-30	-30	-20
Мощность двигателя, кВт	14	17	30	15	15	30	5	7,5	11

## 8. Современные скруббер-бутары

### Общие сведения о скруббер-бутарах

Скруббер-бутара представляет собой цилиндрический барабан, вращаемый вдоль своей продольной оси колёсным приводом. Барабан состоит из двух частей – глухой и сеющей. Исходный материал подаётся в барабан с большим количеством воды. В глухой части барабана (скруббере), снабжённой рыхлителями и порогами, происходит дезинтеграция материала и размыв содержащейся в нем глины. В сеющей части барабана (бутаре) материал рассеивается по классам крупности и освобождается от растворённой в воде глины. Скруббер-бутары применяются на первичном этапе при обогащении рудных пород, природных песков и техногенных отложений драгметаллов и иных полезных ископаемых, а также при карьерной разработке песка, щебня, угля и других полезных промышленных материалов с



целью получения готового продукта или полуфабриката для последующей переработки.

### **Преимущества скруббер-будар**

В сравнении с иными приборами аналогичного назначения (например, вибрационными или инерционными грохотами) скруббер-будары имеют целый ряд преимуществ:

- простота конструкции, обслуживания и ремонта износившихся деталей;
- надёжность в эксплуатации и высокая производительность;
- универсальность применения при работе с различными материалами;
- возможность мокрого грохочения труднопромывистых крупнокусковых материалов без предварительного дробления.

### **Скруббер-будары ООО НПФ «ГеоПром»**

ООО НПФ «ГеоПром» проектирует и выпускает скруббер-будары производительностью до 150 т/час с учетом индивидуальных требований технического задания заказчика. Приемный бункер изготавливается заданной емкости, под указанные средства погрузки исходного материала, а также по требованию заказчика снабжается колосниковой решёткой для отсортировки наиболее крупногабаритных кусков исходного материала. При необходимости переработки труднопромывистых материалов, с целью дополнительной предварительной дезинтеграции материала в приёмном бункере, в комплект поставки включается гидромонитор, а бункер снабжается дополнительным арочным оросителем.

В зависимости от заданного количества классов крупности при отсеиве (два или три класса) скруббер-будар может быть выполнена с односитной или двухситной сеющей частью барабана. Для повышения износостойкости, увеличения производительности и улучшения качества отсева внешнее сито может быть выполнено в щелевом (шпальтовом) варианте из нержавеющей стали, с шириной щели от 2 мм. Конструкция скруббер-будар нашего производства предусматривает двухсторонний привод, что позволяет избегать пусковых перегрузок при частично заполненном барабане и обеспечивает его равномерное вращение во время работы. Фрикционная или клиноременная передача (для скруббер-будар малой мощности) осуществляет передачу мощности от привода на

вращающие барабан колеса. Приводные и опорные колеса выполняются из цельковой суперэластичной резины, на скруббер-бутары большой мощности они устанавливаются в спаренном варианте для увеличения площади соприкосновения с поверхностью барабана. Рама выполняется разъемной, для удобства транспортировки скруббер-бутар на большие расстояния. Нижняя (опорная) часть рамы представляет собой санную базу, что позволяет легко перемещать прибор на небольшие расстояния волоком с помощью различных транспортных средств.



Скруббер-бутара СБС-0,8



Скруббер-бутара СБС-1,2

### Технические характеристики скруббер-бутар

Параметры	СБС-0,8	СБС-1,2	СБС-1,2-1,6	СБК-1,4	СБК-1,6	СБК-1,6-2,1
Производительность по исходному материалу, т/час	8-12	20-58	20-58	60-80	80-100	80-150
Крупность питания бутары, мм	60-100	100-150	100-150	100-150	100-200	100-200
Диаметр барабана внутреннего сита, м	0,8	1,2	1,2	1,4	1,6	1,6
Диаметр барабана наружного сита, м	-	-	1,6	-	-	2,1
Диаметр сеющих отверстий (ширина шпальной щели) внутреннего сита, мм	2-10	3-10	8-12	3-15	3-15	8-15
Диаметр сеющих отверстий (ширина шпальной щели) наружного сита, мм	-	-	3-8	-	-	3-10
Угол наклона барабана, град	2-3	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
Тип передачи привода	клиноременная		фрикционная			
Установленная мощность, кВт	4,0	11	22	22	22	22
Габаритные размеры*, мм:						
длина	4150	4950	6030	7000	7070	8630
ширина	1200	2020	2160	2110	2210	2510
высота	2130	3000	3190	3350	3240	4100
Масса*, кг	1480	3500	7120	6200	6800	13000

\* Габариты и масса приведены для базовых моделей оборудования.

## Скруббер-бутара «ИТОМАК-СБ-5»

### Краткое описание

Бутара предназначена для промывки, механической дезинтеграции, классификации в водной среде аллювиальных песков или руд с целью их последующего обогащения на обогатительных аппаратах.

Принцип действия бутары заключается в дезинтеграции песков, руд и отмывки зерен ценных минералов от глинистых примазок. Дезинтеграция в бутаре осуществляется путем разрыхления исходного материала в воде вращающимися пальцами или пластинами, закрепленными в определенном порядке на внутреннюю поверхность глухой части бутары. Наличие в материале галечника усиливает эффект дезинтеграции за счет ударного и истирающего воздействия падающих и скользящих камней.



Скруббер-бутара «ИТОМАК-СБ-5»

Обрабатываемый материал, через промежуточный приемный бункер, подается в загрузочное окно вращающейся скруббер-бутары. Одновременно в бутару подается вода, которая может поступать как с исходным материалом, так и отдельно через трубу-ороситель, установленную внутри бутары.

В глухой части скруббер-бутары происходит процесс дезинтеграции и отмывки исходного материала. Далее отмытый материал поступает на грохочение в барабанный грохот (сеющая часть бутары). Материал классом крупности меньше размера перфорации под действием центробежных сил просеивается через перфорированную стенку в бункер, материал классом крупности более размера перфорации поступает в разгрузочный лоток.

### Технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Мощность электродвигателя, кВт	3,0
Максимальная производительность по исходному материалу, м <sup>3</sup> /ч,	5,0
Частота вращения, об/мин	24,5
Угол наклона бутары, не более	3°
Длина глухой части бутары, мм	1225
Диаметр глухой части бутары, мм	800
Длина сеющей части бутары, мм	958
Диаметр сеющей части бутары, мм	600
Диаметр отверстий на сеющей части бутары, мм	15-16
Максимальная крупность исходного материала, мм	100
Масса изделия, кг, не более	1000
<b>Габаритные размеры изделия, мм, не более:</b>	
Длина	2820
Ширина / ширина с водяным коллектором	950/1084
Высота	1797

### Скруббер-бутары ЗАО "Тормашэкспорт"

ЗАО "Тормашэкспорт" производятся типоразмерный ряд скруббер-бутар с производительностью от 10 до 400 т/ч.

Скруббер-бутары выпускаются в большом количестве модификаций и вариантов исполнения, с применением современных материалов и комплектующих. Наряду с традиционными вариантами исполнения просеивающих поверхностей бутар, используются как сварные, так и наборные шпальтовые и полиуретановые сита. Минимальный размер ячеей сит используемых в настоящее время снизился с 8 до 1-3 мм. Использование сит с малым размером ячеей, позволяет осуществлять как контрольное грохочение песков, перед подачей их на оборудование рассчитанное для работы с песковым продуктом, так и осуществлять дополнительную промывку и обезвоживание надрешетного продукта.



### Технические характеристики скруббер-будар ЗАО "Тормашэкспорт"

	СБ-9	СБ-12	СБ-15	СБ-18	СБ-22
Диаметр барабана внутренний, м	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2
Максимальная крупность питания, мм	100	150	200	300	300
Производительность расчетная, т/ч	10	60	100	200	400
Количество классов разделения дезинтегрированного продукта	2,3	2	2,3	2,3	2,3
Масса, кг	5200*	6000	15000*	25000	39000

\*масса с учетом загрузочного и разгрузочного бункеров, укрытия.

## III. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

### 9. Методы гравитационного обогащения

Основным методом, применяемым в настоящее время для обогащения россыпей, является гравитационное обогащение, что обусловливается, с одной стороны, благоприятными природными условиями для его применения (большой удельный вес и окатанность зерен ценных минералов), а с другой - простотой и дешевизной гравитационного метода обогащения по сравнению с другими. Прочие методы обогащения: флотация, магнитная и электростатическая сепарация, амальгамация и химические методы обогащения применяются главным образом при доводке концентратов, получаемых гравитационным обогащением.

Гравитационные методы обогащения основаны на разделении минеральных зерен различного удельного веса под действием сил тяжести и инерции (а также центробежной силы) и силы сопротивления проникновению этих частиц в различные среды (воздух, воду или суспензию твердых частиц в воде) под

действием вертикальных или горизонтальных импульсов движущейся среды. Основные свойства среды, влияющие на процесс обогащения - это удельный вес и вязкость. Предварительная классификация обогащаемого материала по крупности частиц или же по удельному весу способствует гравитационному обогащению. Критерием легкости разделения минеральных зерен методами гравитационного обогащения является следующее отношение:

$$K_g = \frac{\delta_r - \delta_c}{\delta_n - \delta_c}, \quad (17)$$

где  $K_g$  — показатель обогатимости гравитационными методами;  
 $\delta_r$  — удельный вес зерен тяжелых минералов;  
 $\delta_n$  — удельный вес зерен легких минералов;  
 $\delta_c$  — удельный вес среды.

Если значение  $K_g$  более 2,5, то разделение минералов легко осуществимо при любой крупности материала; при значении его в 1,75 оно практически возможно только до +65, + 100 меш; при 1,5 - до +10 меш; при 1,25 - только при крупности в несколько мм, при  $K_g < 1,25$  гравитационное обогащение материала практически невозможно (за исключением обогащения в тяжелых суспензиях).

Из табл. 17 видно, что показатель обогатимости для золота и платины имеет максимальное значение и примерно в три раза более чем для всех остальных минералов. Поэтому золото и платина исключительно легко поддаются извлечению их методами гравитации и практически не требуют предварительной классификации.

Таблица 17

Значение показателя обогатимости  $K_g$  для различных минералов при  $\delta_c = 1$  и

$$\delta_n = 2,7$$

Минерал	Средний удельный вес, $\delta_r$	Показатель обогатимости, $K_g$	Предельная крупность обогащения, мм
Золото . . . . .	17	9,4	Не ограничена
Платина . . . . .	18	10	То же
Касситерит . . . . .	6,9	3,5	, ,
Вольфрамит . . . . .	7,3	3,7	, ,
Монацит . . . . .	5,1	2,4	+ 100 меш
Колумбит . . . . .	6,0	2,9	Не ограничена
Магнетит . . . . .	5,2	2,5	+ 100 меш
Гранат . . . . .	3,9	1,7	+ 48 меш
Алмаз . . . . .	3,5	1,47	(+ 20 меш, 1/50 карата)

Современная теория гравитационного обогащения кладет в основу сопротивление проникновению минеральных частиц в «разделяющую среду», представляющую совокупность, всех этих частиц, в большей или меньшей степени взвешенную в воде.

«Разделяющая среда» может быть подвижная, оказывающая воздействие на минеральные частицы главным образом своим движением, и неподвижная, воздействующая на минеральные частицы лишь удельным весом и вязкостью.

Подвижная среда может двигаться в вертикальном направлении, что бывает в гидравлических классификаторах, или же в горизонтальном направлении, что наблюдается в большинстве обогатительных приборов (шлюзы, столы, отсадочные машины).

Неподвижная среда имеется при обогащении в тяжелых жидкостях или же в суспензиях мельчайших тяжелых частиц, размеры которых несоизмеримо малы по сравнению с размерами частиц обогащаемого минерала, а поэтому сила их ударов на обогащаемые частицы практически равна нулю.

В большинстве обогатительных приборов применяется разделяющая среда в виде так называемой «постели» (bed - в английской литературе). «Постель» представляет суспензию частиц самого различного размера (от крупных до мелких), которая подвергается возмущению (агитации) обычно прерывистыми импульсами. «Постель» характерна тем, что все частицы в ней находятся в большей или меньшей степени в соприкосновении между собой, и она приобретает свойства жидкости только в состоянии «разрыхления», когда частицы несколько отходят друг от друга, а силы соприкосновения их ослабляются. «Неподвижная постель» - не разрыхлена; «полуподвижная постель» - разрыхлена.

«Плывучий песок» (quicksand) имеет более мелкие частицы и находится в более разрыхленном (разжиженном) состоянии, чем обычная «постель».

Агитация «постели», создающая ее «разрыхление», происходит вследствие, превращения кинетической энергии водного потока в статическое давление, воздействующее на твердые частицы. Агитация производится посредством сотрясательных (вибрационных) движений в вертикальном или горизонтальном потоке, или посредством вращательного движения, а также под действием турбулентных потоков, возникающих в горизонтальном потоке жидкости. Сопротивление проникновению частицы в постель зависит от размера, формы и расстояния между частицами в постели, от свойства жидкости, пронизывающей постель, и от характера и скорости ее движения и, наконец, от удельного веса,

размера и формы проникающей частицы. Сопротивление постели вообще аналогично сопротивлению жидкости, но отличается тем, что: а) сопротивление постели уменьшается с усилением ее агитации; б) относительное сопротивление имеет максимальную величину для среднего размера частиц, меньших чем частицы постели, но больших, чем промежутки между ними.

Удельный вес среды (вес единицы объема, включая находящиеся в ней различные твердые частицы) в сочетании с сопротивлением проникновению в нее твердых частиц вследствие трения (вязкое сопротивление) - определяют эффективную плотность среды. Эффективная плотность среды может быть определена удельным весом частицы (данного размера), находящейся в равновесном взвешенном, состоянии в смеси (т. е. частица не опускается и не всплывает). Разрыхление постели во всех случаях уменьшает ее эффективную плотность.

При разделении минеральных зерен в «постели» наблюдается обратная классификация, когда крупные частицы располагаются выше, чем мелкие частицы того же удельного веса, так как «сопротивление» постели больше для крупных частиц, чем для мелких, ибо крупные частицы заклиниваются между частицами постели (образуют «своды»), а мелкие частицы проваливаются между ними. Явление «обратной классификации» имеет большое значение при обогащении на шлюзах и столах.

При постоянном перемешивании постели получается "возмущенная постель". Достигается это потоком, вращающим постель вокруг горизонтальной оси (шлюзы с трафаретами) или вокруг вертикальной оси (алмазные чаши). Возмущенная постель имеет сравнительно невысокую плотность и пригодна лишь для грубой концентрации (по принципам «обратной классификации» и разделению по удельному весу).

#### **Разделение в постели:**

- 1) плотная (неподвижная) - не применяется (приближается - искусственная постель при отсадке);
- 2) разрыхленная (полуподвижная).
  - а) пульсирующая (отсадка);
  - б) трясущаяся (концентрационные столы, ваннеры, роккер, в некоторых случаях лоток);
  - в) возмущенная (шлюзы с трафаретами, алмазная чаша).



## **IV. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ НА ЛОТКЕ**

### ***10. Промывка на лотке***

Лоток является одним из наиболее древних приборов для обогащения песков, нашедших применение при опробовании песков, а также на мелких старательских работах. Лоток - это универсальный прибор, в котором последовательно проводятся все стадии обогащения песков, т. е. дезинтеграция, классификация, концентрация и доводка шлихов.

Концентрация минералов на лотке (так же как и на концентрационных столах) производится по принципу разделения в полуподвижном сотрясающемся слое (постели), характеризующемся наличием в нем явления «обратной классификации», при которой частицы данного удельного веса располагаются слоями с уменьшением среднего диаметра их по глубине слоя. Частицы большего удельного веса располагаются в более низких слоях, чем частицы меньшего удельного веса того же размера и, таким образом, в нижних слоях концентрируются наиболее мелкие частицы тяжелых минералов.

Необходимым условием для образования такой постели является движение поверхности (на которой она лежит) с толчками достаточной силы для ее разрыхления, но недостаточной для полного отделения частиц постели от поверхности. Направление этих толчков при промывке на лотке параллельно поверхности лотка (как на концентрационном столе) или же составляет небольшой угол к ней.

Эффективная плотность такой постели тем больше, чем меньше классифицирован материал (т. е. чем более крупные частицы находятся в ней наряду с мелкими). Подвижность и проницаемость такой постели возрастает на более узкоклассифицированном (т. е. мелком) материале.

Лоток при правильной работе дает высокое извлечение как золота, так и других минералов (касситерита, вольфрамита и даже алмазов). Поэтому он широко применяется при опробовании россыпей во время разведки и эксплуатации (для контроля извлечения), а также при исследовательских работах. Как эксплуатационный прибор он применяется только на богатых песках. Уметь пользоваться лотком необходимо всем специалистам, работающим на россыпях (геологам, горнякам и обогатителям).

Лоток в опытных руках может дать большее извлечение, чем самая совершенная промышленная установка по гравитационному обогащению, но с меньшей степенью концентрации, т. е. с большим выходом концентрата. Поэтому

для контроля и исследовательских работ лоток применяют не только при обогащении россыпей, но и при обогащении руд (для отмывки сульфидов и других тяжелых минералов).

### **11. Конструкция лотков и работа на них**

**«Азиатский ковш»** является наиболее примитивной формой лотка (рис. 11). Этот лоток имеет следующие недостатки: а) небольшой объем; б) медленность промывки, так как смыв песков происходит сравнительно узкой струей в нижней точке кромки ковша; в) узкую сливную струю большой скорости, могущую сносить мелкие частицы тяжелых минералов; г) протирать комки возможно только руками, что замедляет промывку; д) крутой угол между дном и бортом ковша, забивающийся глиной при промывке месникообразных песков; е) промывка требует большой затраты мускульной энергии.

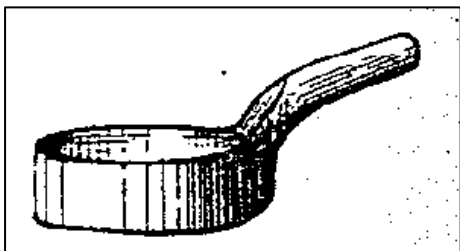


Рис. 11. Азиатский ковш

**«Таджикский лоток».** Таджикским лотком называется прямоугольная слегка вогнутая на 20-30 мм доска длиной 500 мм и шириной 300 мм. На него высыпают около 2 кг песка, который затем тщательно протирают с водой. После этого легкими сотрясениями в вертикальном и горизонтальном направлениях достигают расслоения минеральных зерен по удельному весу и крупности. Затем вращательным движением смывают верхний слой легкого песка и вновь повторяют операцию расслаивания и смывания, пока на лотке не останется достаточно богатый шлик с золотом, которое затем отделяется отбивкой. Производительность этого прибора низкая (около 2 кг песка за операцию), качество промывки плохое (большой снос золота, особенно в начале промывки).

**Лотки китайского и корейского типа** - это прямоугольные лотки, выдолбленные из целого куска толстого сырого дерева. Изготовление такого лотка требует большого мастерства, а также хорошей древесины (без сучьев и трещин). Чем шире и объемистее лоток, тем больше его производительность, но труднее изготовление; предельная ширина лотка 600-650 мм. Такие лотки требуют бережного обращения, хранить их необходимо в тени, в сыром месте, так как они легко дают трещины от усыхания и ударов.

**Корейский лоток** отличается большей глубиной и более резким углом схождения плоскостей (без закругления). Лотки этого типа широко распространены в Сибири. Изготовление корейского лотка из цельного куска дерева требует большой затраты рабочей силы (около 5 час на один лоток).

**Якутский лоток** является разновидностью корейского лотка и изготавливается из дерева и из железа. Деревянный лоток применяется чаще, так как, благодаря шероховатой поверхности дерева золото лучше удерживается на ней, и смыв породы можно вести более быстро, но получать чистые концентраты тяжелых минералов на нем затруднительно. Для разведки и исследований чаще применяются железные лотки, позволяющие производить более точную промывку.

**Якутский деревянный лоток** (рис. 12) состоит из четырех частей (двух плоскостей и двух бортов), тщательно пригнанных друг к другу и соединенных на клею и шурупах или гвоздях, причем соединение двух плоскостей делается впаз (без шурупов).

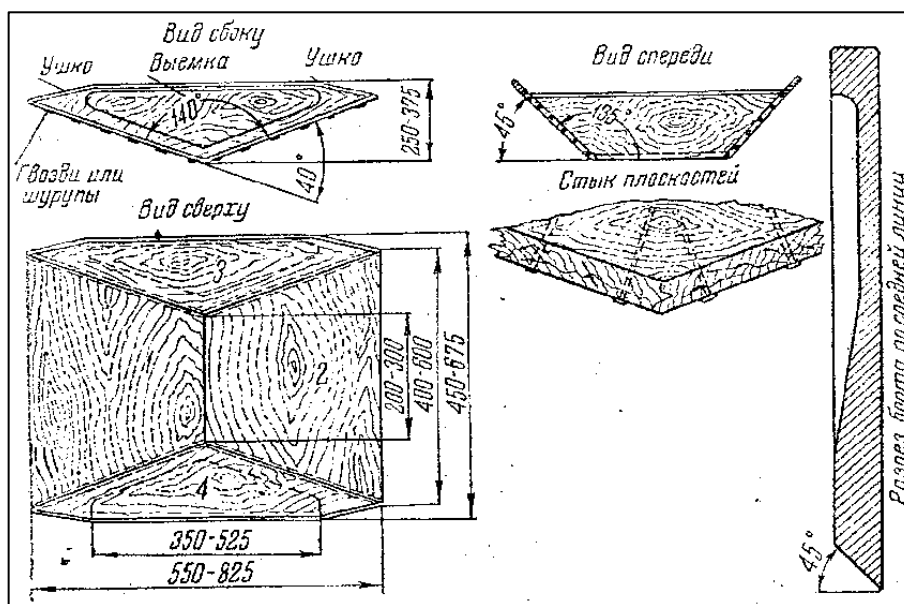


Рис. 12. Деревянный якутский лоток: 1 - задняя плоскость; 2 - передняя плоскость; 3 - левый борт; 4 - правый борт

В бортах с наружной стороны делаются углубления с бортиком у верхнего края, чтобы лоток было удобно держать в руках; кроме того, по углам верхней кромки бортов просверливают отверстия для привязывания лотка, к спине несущего его человека или к седлу, если переезд совершается верхом. Кромки досок заравнивают и закругляют. Рекомендуется все щели и поры зашпаклевать замазкой. Окрашивать лоток надо масляной краской светлого тона (лучше светло-голубого). Старатели обычно не шпаклюют и не красят лоток, а иногда для

прочности внутреннюю поверхность его обжигают; для разведочных и исследовательских целей последнее недопустимо, так как выделение шлихов на черной поверхности затруднительно.

**Металлический лоток** (рис. 13) изготавливают из листового железа, толщина которого обеспечивает достаточную жесткость его. Обычно для маленьких лотков берут железо 0,8 мм, для средних 1 мм и для больших 1,2 мм. Хорошо пользоваться оцинкованным железом, на котором лучше заметно золото и шлихи (но на нем нельзя работать с ртутью) или дюралюминием. Кустарным способом металлический лоток изготавливают, вырезая из железа выкройку. Выкройку сгибают по намеченным линиям. Для увеличения жесткости лотка по краю его закатывают телеграфную проволоку (диаметром 6-7 мм). Чтобы лоток было удобно переносить или перевозить, по бортам с обеих сторон приклепывают кольца. Если же лотки изготавливают на заводе, то их можно штамповать из железа толщиной 1,5-2 мм. Обычные размеры лотка: ширина по верху 450-675 мм, длина 550-825 мм, угол между плоскостями  $140^\circ$ , борт  $40-45^\circ$ .

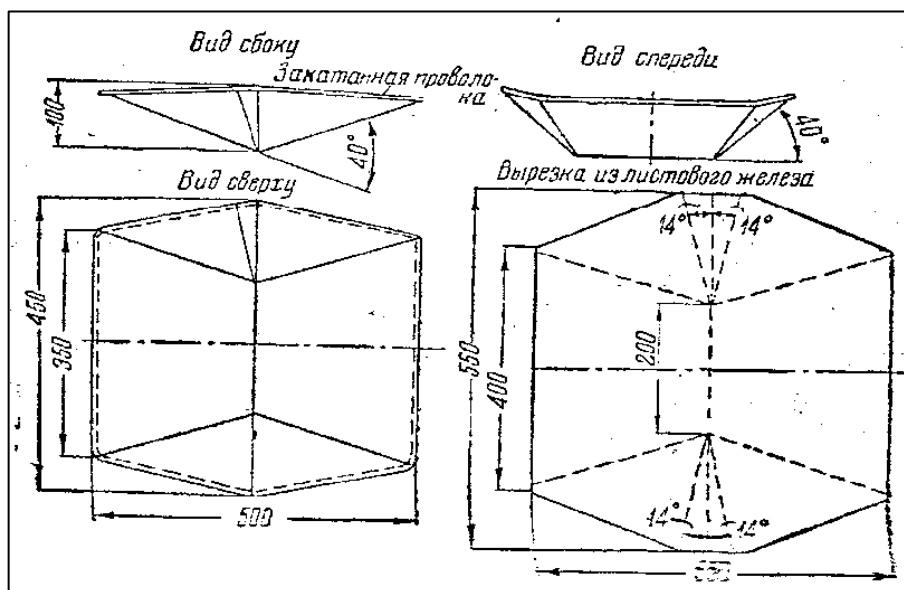


Рис. 13. Металлический якутский лоток

Для протирки породы на прямоугольном лотке необходим гребок, изготовленный из куска листового железа размером 150 x 200 мм с вырезанными зубцами, высотой 75 мм, насаженный на ручку длиной 750 мм (рис. 14).

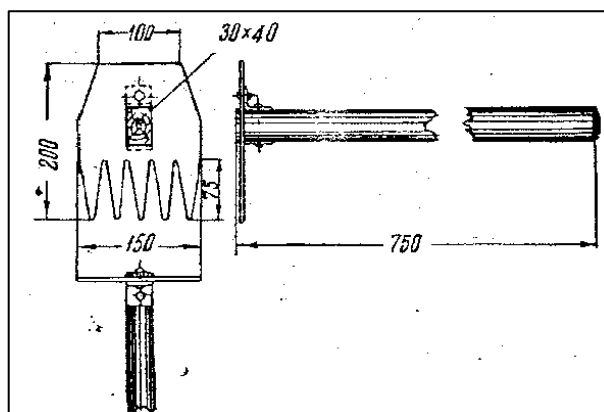


Рис. 14. Гребок для промывки на лотке.

Работа на корейском или якутском лотке состоит из следующих операций: 1) установка лотка; 2) дезинтеграция (протирка) гребком; 3) удаление гали; 4) осаждение золота; 5) смывание эфеля; 6) доводка шлихов; 7) отбивка золота; 8) выгрузка шлихов.

Промывка может производиться или в естественном водоеме или в искусственном (в «зумпфе»). Естественный водоем желательно иметь проточный, с тихим течением и с пологим берегом. Для промывки проб зимой применяют зумпф, сделанный из листа железа размером 710 x 1420 мм с боковыми бортами из досок высотой 250-300 мм. Этот зумпф ставят на две жерди, между которыми разводят костер (рис. 15). Воду можно получить из снега или льда и нагреть до 20-25°.

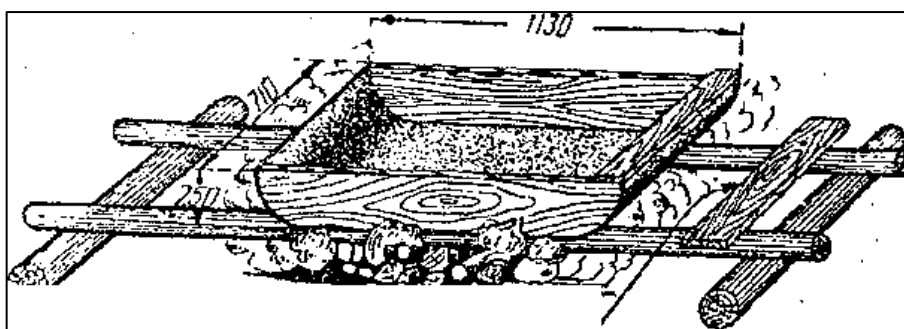


Рис. 15. Зумпф для зимней промывки на лотке

Загрузка лотка берется максимальной лишь при эксплуатационной промывке небогатых и легкопромывистых песков; при необходимости же особо тщательной промывки (при опробовании), а также при промывке месниковатых пород следует загружать лоток не более чем на 60% от этой величины. Время промывки одного лотка зависит от характера породы, от характера извлекаемых минералов (крупность, форма, удельный вес), от необходимой тщательности промывки, от

размера лотка и, наконец, от уменьшения и физической выносливости промывальщика. Оно колеблется от 3 мин. при наиболее благоприятных условиях промывки (для небольших лотков) до 12 мин. при неблагоприятных условиях (и для больших лотков). Промывка при извлечении золота из песков идет более быстро, чем при извлечении шлихов. Обычно при промывке золотосодержащих песков промывальщик промывает за смену до 100 лотков, а при особо благоприятных условиях - даже до 200. Рекомендуемые размеры лотков даны в табл. 18.

Таблица 18

Основные данные рекомендуемых размеров лотков якутского типа

Размеры лотка, мм		Максимальная загрузка породы л	Время промывки одной порции на песках мин.			Производительность <sup>1</sup> за 8-часовую смену на песках, м <sup>3</sup>		
ширина	длина		промывистых	средних	месниковатых	промывистых	средних	месниковатых
450	550	6	3	4	5	0,67	0,50	0,40
550	675	10	4,5	6	8	0,74	0,56	0,42
675	825	15	6	8	10	0,84	0,63	0,51

<sup>1</sup> Чистое время промывки 70%.

Дезинтеграция (протирка) породы производится посредством быстрого и энергичного (примерно раз в секунду) перегребания материала из нижней части лотка на верхнюю плоскость; при этом разминаются комки материала, и пески взмучиваются, после чего ила остаются во взвешенном состоянии, а пески просеиваются через галю, которая вытесняется в верхний слой (явление обратной классификации). Дезинтеграция заканчивается, когда при лерегребании прекращается заметное загрязнение взмучиваемой воды илами. Дезинтеграцию надо производить с известной осторожностью, чтобы не вывалить пески за край лотка. При промывке материалов с тонким золотом (например коксовым), также недопустима слишком энергичная протирка, ибо при этом может быть потеряно плавучее золото. При промывке особо ответственных проб (например, из буровых скважин) ведут протирку без гребка, растирая породу пальцами.

Галю удаляют, осторожно вытаскивая лоток из воды и медленно сливая воду. После этого снимают гребком верхний чистый слой гали (на галечный отвал).

Если на лотке осталось еще много не вполне протертого песка, то операцию протирки и удаления гали повторяют с сокращением количества песков на лотке до 1-2 кг.

Золото осаждается при горизонтальном положении лотка на поверхности воды (лоток плавает), при энергичных поперечных движениях лотка с амплитудой колебаний примерно 100 мм и возможно большей частотой. Лоток при этом держат свободно тремя пальцами каждой руки. После этого такие же колебательные движения производятся в продольном направлении. Под действием этих колебаний материал отрывается от лотка и разрыхляется. В результате материал расслаивается по удельному весу и крупности, причем золото и шлихи собираются в стыке двух плоскостей лотка.

При вязких и труднопромывистых песках можно применять вращательное движение лотка, резко изменяя его направление то в одну, то в другую сторону.

Смывание эфеля является наиболее трудной и ответственной операцией и производится путем возвратно - поступательного движения лотка в комбинации с наклоном его. При каждом наклонении лоток забирает определенную порцию воды, которая устремляется к задней плоскости и взмучивает песок, затем она откатывается вперед и смывает часть песка через переднюю кромку лотка. Эту операцию повторяют несколько раз, пока не будет смыт весь, легкий материал. В конце операции ее надо производить более осторожно (набирать меньшее количество воды и сливать ее с меньшей скоростью).

Для отбивки золота лоток вытаскивают из воды, причем ему придают небольшой наклон вперед. Вода при этом распределяется тонким слоем по плоскости и начинает стекать через передний край лотка. Лоток приводят в вибрационное движение (медленно к себе и резко от себя), время от времени набирая в него воду небольшими порциями. Под действием инерции при резком изменении направления движения лотка, золото отбивается к задней плоскости лотка, а за ним располагается наиболее тяжелый шлик (черный). Отбивка золота наиболее трудная операция.

Шлих и золото смывают, наклоня лоток в сторону одного из углов, при этом сплесками воды смывают материал в подставленную чашку. Затем лоток тщательно осматривают, обмывают в воде и приступают к промывке следующей порции. Золото отделяют от шлихов в конце смены, перемывая их в лотке два-три раза.

Амальгамацию на лотке обычно применяют для окончательной доводки

шлихов, содержащих тонкое золото. Для этого промывку каждой порции песков ведут не до золота, а до темного шлиха, который накапливают в течение смены. Затем около 2,5 кг этого шлиха загружают на лоток, заливают на него около 30 г ртути и перетирают ее со шлихами в течение некоторого времени, пока все золото не будет поглощено ртутью. Затем шлик осторожно смывают с лотка, без потерь капель ртути или амальгамы. Если в шлихе много тяжелых минералов и он очень богатый, то для амальгамации берут меньшую порцию материала.

**Американским лотком** называется металлический таз с пологими (под углом 30-40°) бортами (рис. 16), диаметром по верхнему краю от 300 до 450 мм, глубиной 50-70 мм. Обычно лоток изготавливают из тонкой листовой стали (0,5-0,6 мм). Для жесткости в кромку его закатывают стальную проволоку (диаметром 4-5 мм). В некоторых случаях в бортах лотка выдавливают две-три концентрические канавки, которые, с одной стороны, увеличивают жесткость лотка, а с другой, задерживают при промывке зерна тяжелых минералов, не давая им уходить вместе с легким песком. Вес лотка 0,6-0,9 кг. В некоторых случаях (для извлечения золота - из черных шлихов) применяют лотки с дном из медного амальгамированного листа. Были попытки изготавливать эмалированные лотки (для устранения ржавления), а также алюминиевые (для уменьшения веса), но результаты, получались плохие: эмаль трескалась и давала осколки, которые попадали в шлик и искажали результаты промывки; алюминиевые же лотки быстро прогибаются и изнашиваются.



Рис. 16. Американский лоток

За операцию американский лоток промывает 5-12 кг песков (т. е. 3-6 л). В смену (8 час.) рабочий промывает обычно до 100 лотков.

**Батеа** (иногда «бателъ») (рис. 17) является разновидностью лотка, имеющего коническую форму. Применяется в Центральной и Южной Америке, а также в Юго-Восточной Азии. Обычно батеа изготавливают из дерева, реже из листового железа. Считают, что для улавливания тонкого золота батеа, как и лоток,



лучше делать из дерева. Обычные размеры батеа: диаметр 350- 510 мм, глубина 40-62 мм, угол у вершины конуса 150-155°



Рис. 17 Лоток батеа

**Металлический батеа** имеет в центре небольшое углубление для сбора концентрата, а по периферии небольшой кольцевой порог, предотвращающий снос тяжелых минералов. Батеа диаметром 495 мм весит 1,8 кг. Батеа такого размера промывает около 10 кг (5 л) за операцию.

**Механический лоток Денвера** (рис. 18) предназначен для промывки несвязанных легкопромывистых материалов (эфельные отвалы, косовые россыпи и пр.). На раме из швеллерного железа установлен золотопромывной аппарат, состоящий из трех лотков и загрузочной воронки с двумя ситами, расположенными одно под другим, 25-миллиметровый центробежный насос производительностью до 5 м<sup>3</sup>/час и бензиновый двигатель (1,5 л.с. при 2200 об/мин). Загрузочная воронка имеет верхнюю сетку с отверстиями в 9 мм и нижнюю в 2,5 мм; над сетками расположена оросительная труба с рядом отверстий. Диаметр сеток и лотков 900 мм; верхний лоток покрыт медным амальгамированным листом, два нижних — резиновыми рифлеными матами и металлической сеткой. Сетки и лотки устанавливают друг над другом и укрепляют откидными болтами к крестовине, связанной с приводным эксцентриком, с помощью которого всей системе сообщается вращательно-колебательное движение (от 20 до 100 колебаний в минуту). Габаритные размеры машины: длина 1350 мм (В), ширина 800 мм (А) и высота 725 мм (С); общий вес 247 кг. Производительность аппарата от 1 до 2 м<sup>3</sup>/час. Для обработки сколько-либо связанных материалов этот прибор не пригоден (потери золота с галей достигают 20-30%).

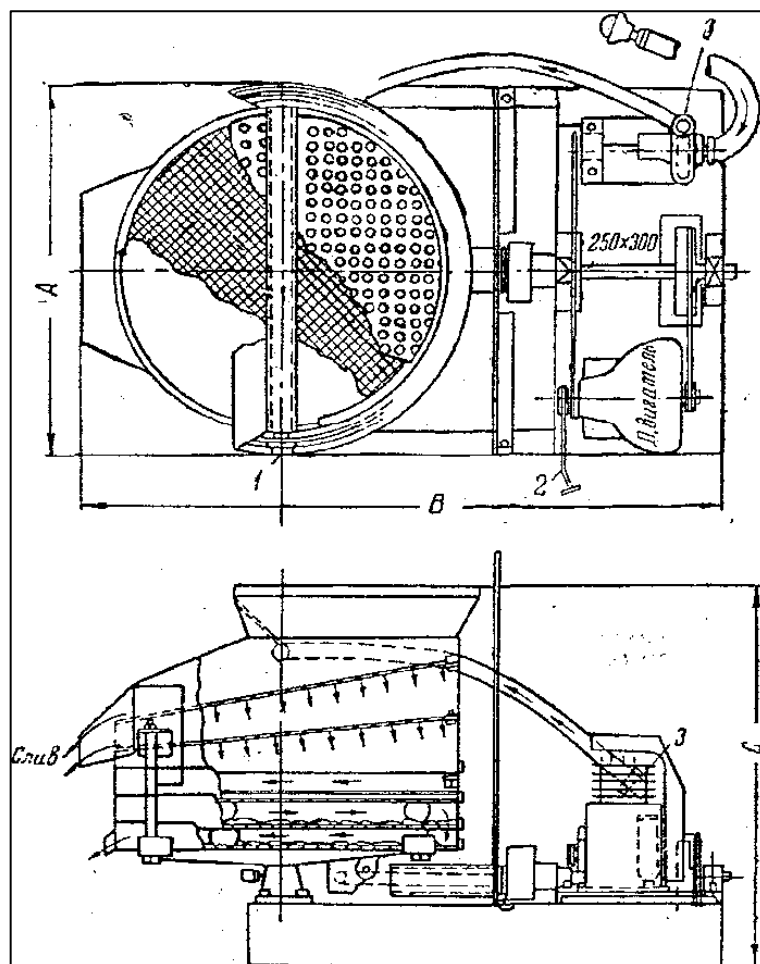


Рис. 18. Механический лоток Денвера

1 - оросительная труба; 2 - пусковая рукоятка; 3 - пробка насоса

## V. КОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛОВ НА ШЛЮЗАХ

### 12. Общие принципы

Шлюз является простейшим аппаратом для грубой концентрации, весьма эффективным для обогащения неклассифицированного и убогого материала, которым обычно представлены россыпи. Шлюзы эффективны при значении показателя обогатимости  $K_g$  не менее 3,5 (т. е. удельного веса ценного минерала более 6,6) и обычно применяются при обогащении россыпного золота и платины где являются основным обогатительным аппаратом.

Шлюз представляет наклонный жёлоб, имеющий на дне «трафареты» (т. е. выступы, углубления и пороги) той или иной конструкции, по которому движется поток пульпы.

Первой стадией процесса является выпадение из потока и осаждение в нижние слои его мелкого содержащего металл песка и унос более крупной гали и валунов, которые катятся по дну шлюза, а также мельчайших частиц (шлама),

находящихся во взвешенном состоянии. Осевшие пески скопляются в углублениях трафаретов и находятся под действием турбулентных потоков в состоянии разрыхления, образуя таким образом, «возмущенную постель». В дальнейшем, в углублениях трафаретов скапливаются более тяжелые минералы, образующие среду с эффективной плотностью, не позволяющей проникать в эту среду частицам легких минералов, которые двигаются, таким образом, поверх трафаретов, образуя слой первичной концентрации. Эти трафареты свободно пропускают частицы более тяжелых минералов, например золота или платины. По мере накопления тяжелых минералов (шлихов) в углублениях трафаретов эффективная плотность среды постели увеличивается, вследствие чего частицы относительно более легких минералов уже не проникают в нее, а уносятся в нижней части слоя предварительной концентрации. Если шлюзы должны улавливать не только золото или платину, но и шлиховые минералы (касситерит и особенно монацит), то споласкивать их надо чаще. Кроме того, конструкция трафаретов должна обеспечивать возможность накопления в них большего количества шлихов. Необходимость споласкивать шлюзы через некоторые промежутки времени при извлечении золота и платины обуславливается тем, что накопление тяжелых минералов в постели между трафаретами настолько повышает ее эффективную плотность, что турбулентные потоки уже не могут разрыхлять ее в достаточной степени. При этом постель уплотняется настолько, что мелкие частицы металла не проникают в нее; при дальнейшем уплотнении постели может наступить полное **«заглушение трафаретов»**, при котором они плотно забиваются осевшими тяжелыми минералами. В таком состоянии шлюзы плохо улавливают даже золото и платину.

При споласкивании снимают трафареты и смывают часть осевшего материала, который при этом перечищается по принципу обогащения на неровной поверхности.

Для нормальной работы шлюза как обогатительного прибора необходимо, чтобы скорость потока была достаточна для транспортирования материала. Она должна быть достаточно большой, чтобы создать турбулентные потоки, поддерживающие в состоянии разрыхления постель из более тяжелых минералов, скопляющихся в углублениях трафаретов. Как правило, на классифицированном материале эта скорость бывает большей, чем требуется для транспортирования материала. Она зависит также и от конструкции трафарета: чем больше углубления, тем выше должна быть скорость. Чем менее разжижение пульпы и чем

больше в материале тяжелых минералов, тем также больше должен быть уклон шлюза и выше скорость потока. Увеличение скорости усиливает разрыхление постели, что благоприятствует улавливанию тяжелых минералов. Увеличение скорости движения слоя первичной концентрации сокращает время пребывания в нем обогащаемых зерен, которые не успевают пройти через него и не улавливаются в постели между трафаретами. Чем больше скорость потока, тем вообще длиннее должны быть шлюзы. При обработке материала с большим количеством мелких зерен ценных тяжелых минералов требуется меньшая глубина и скорость потока или же значительное, увеличение длины шлюзов. Недогрузка шлюзов пульпой недопустима, так как вызывает падение скорости ниже критического минимума (при котором заглушаются углубления трафаретов). Перегрузка же их до известного предела мало сказывается на эффективности улавливания (при значительной перегрузке длина шлюзов должна быть увеличена). Чем крупнее частица тяжелого минерала (особенно это относится к золоту и платине), тем скорее она проникает через слой первичной концентрации и улавливается постелью. между трафаретами. Обычно на шлюзах более 50-75% всего золота или платины, представленного более крупными зернами, улавливается на первом метре шлюза. Чем тоньше частицы, тем медленнее они проникают через слой первичной концентрации, а иногда и вновь выносятся из него восходящими потоками (на шлюзах имеется возмущенная постель), а поэтому они дольше движутся по шлюзу, прежде чем осядут между трафаретами. При бесконечно большой длине шлюза теоретически на нем должны быть уловлены все зерна тяжелых минералов за исключением находящихся в состоянии истинной суспензии, т. е. мельчайших частиц. Вероятность осаждения тяжелой частицы в каком-либо углублении тем меньше, чем меньше частица. Количество частиц, улавливаемых на данном участке шлюза, пропорционально их количеству в проходящей пульпе, поэтому оно резко убывает по длине шлюза по закону убывающей геометрической прогрессии, причем знаменатель этой прогрессии тем менее, т. е. тем более быстро улавливается металл, чем крупнее его зерна и ниже скорость и наполнение пульпы на шлюзе.

В табл. 19 приведены данные по распределению золота и крупности его на шлюзе гидравлики ле-Гранжа. По этой таблице видим, что последние секции (длина по 3,6 м) улавливают ничтожное количество тонкого золота.

## Распределение золота и его крупность по длине гидравлического шлюза

№ секции	Количество золота, г	Сиговый анализ золота, ‰					
		+ 10 меш	—10+50	—50 + +100	—100+ +150	—150+ +200	—200 меш
5	3150	45,4	51,1	1,38	0,36	0,31	1,45
с 6 по 16							
включительно	3400	17,0	78,8	2,18	0,94	0,30	0,78
22	830	6,51	76,0	11,59	2,63	0,94	2,33
48	170	4,82	58,1	28,25	3,2	1,35	4,28
88	20	2,79	18,55	72,70	1,24	4,17	0,77
136	4,5	—	36,80	18,70	29,90	7,65	6,95

Движение по шлюзам пульпы, которая обычно имеет разжижение не менее 10:1 (по объему), происходит практически по тем же законам, что и движение воды.

Интенсивность разрыхления постели может быть примерно определена по мощности потока на единицу ширины шлюза и равна:

$$N_0' = 0,278 q_0' (2 + K) i \quad \text{кгм/сек/м}, \quad (18)$$

где  $q_0'$  — удельная нагрузка по породе  $\text{м}^3/\text{м}$  ширины шлюза:

$$q_0' = \frac{q}{\Sigma B}$$

где  $q$  — производительность,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$\Sigma B$  — суммарная ширина шлюзов, м;

$K$  — разжижение пульпы (Ж:Т) по объему;

$i$  — уклон, ‰ (100).

Удельная мощность потока  $N_0'$  должна быть тем более чем больше крупность материала и удельный вес его, чем менее разжижена пульпа и чем больше углубления между трафаретами.

### 13. Расчет шлюзов

При расчете шлюзов прежде всего определяют разжижение пульпы на шлюзах  $K$ . В большинстве случаев оно определяется количеством воды, необходимым для дезинтеграции породы в бочке, протирачной колоде или на головном грохоте, а также выходом эфелей в случае грохочения породы. При гидравлических шлюзах оно определяется расходом воды на отбойку породы в забое, а на элеваторных гидравликах — расходом воды на элевацию породы. Минимальные разжижения пульпы на шлюзах  $K$  приведены в табл. 20.

Таблица 20

## Минимальное разжижение пульпы на шлюзах К

Крупность материала (наибольших частиц), мм . . . . .	< 6	6—12	12—25	25—50	50—100	> 100
Минимальное отношение Ж:Т (по объему)	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—20

Меньшие разжижения допустимы при больших уклонах и наличии в породе известного количества глины (около 5-10%) и мелкого эфеля, а также при гладких трафаретах; большие разжижения необходимы при малых уклонах и чисто зернистых пульпах (без шлаков).

Исходя из того принципа, что чрезмерные разжижения и скорости потока гораздо менее опасны, чем недостаточные, следует принимать для расчета большие разжижения. Если разжижение пульпы после процессов дезинтеграции и классификации получается менее указанных в табл. 21 величин, то следует дать на шлюзы добавочную воду.

Объем пульпы, протекающей по шлюзам, равен:

$$W = q(1 - K) \text{ м}^3/\text{час}, \quad (19)$$

где  $q$  - количество эфелей или породы, поступающих на шлюзы,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;  $K$  - разжижение пульпы Ж:Т (по объему). Минимальная глубина потока пульпы на шлюзах равна:

$$h = ad \text{ мм}, \quad (20)$$

где  $h$  - глубина, мм;

$d$  - наибольший размер частиц породы, мм;

$a$  - отношение глубины потока к размеру наибольшей частицы породы (коэффициент глубины потока), определяемое по табл. 21

Таблица 21

## Минимальная глубина потока пульпы на шлюзах

Крупность материала (наибольших частиц), мм	< 6	6—12	12—25	25—50	50—100	100—200	> 200
Коэффициент глубины потока $a$	2,5—3	2—2,2	1,7—2	1,5—1,7	1,3—1,5	1,2—1,3	1,0—1,2

Меньшие значения  $a$  берут для более крупных частиц, особенно, когда процент их в смеси невелик (< 5-10%).

Минимальная средняя скорость потока пульпы  $v$  определится по табл. 22.

Таблица 22

Минимальная скорость пульпы на шлюзах  $v$

Крупность материала (наибольших частиц), мм . . . . .	<6	6—12	12—25	25—50	50—100	100—200	> 200
Минимальная скорость пульпы (средняя), м/сек . . . . .	1—1,2	1,2—1,6	1,4—1,8	1,6—2	1,8—2,2	2—2,5	2,5—3

Минимальная скорость потока равна:

$$v = 0,1 \sqrt{d\delta} \text{ м/сек,} \quad (21)$$

где  $d$  — диаметр наибольшей частицы, мм;

$\delta$  — удельный вес частицы.

Необходимая скорость потока выражается эмпирической формулой (в зависимости от размера частиц  $d$ , мм):

$$v = (8 \div 10) d \text{ м/сек,} \quad (22)$$

дающей несколько заниженные результаты для мелкого материала (<10 мм).

Необходимая скорость потока для перемещения материала различной крупности выражается следующими цифрами:

Однако указанные скорости не могут быть во всех случаях приняты для расчета шлюзов (особенно для мелкого материала), так как транспортирующая скорость не создает достаточной агитации постели между трафаретами.

При определенных значениях глубины и скорости потока пульпы на шлюзах общая ширина шлюзов равна:

$$\Sigma B = \frac{0,278 \cdot W}{h \cdot v} + \frac{0,278 q (K - 1)}{h \cdot v} \text{ м,}$$

где  $W$  — расход пульпы по шлюзам, м<sup>3</sup>/час;

$h$  — глубина потока, мм;

$v$  — скорость потока (средняя), м/сек;

$q$  — количество эфеля или породы, м<sup>3</sup>/час;

$K$  — разжижение пульпы Ж:Т (по объему).

По общей ширине шлюзов определяют их число, деля ее на ширину одной секции, т. е. число шлюзов равно:

$$n = \frac{\Sigma B}{B_0} \text{ шт.}$$

Ширину секции  $B_0$  принимают, исходя из конструктивных соображений, от 0,5 до 1,5 м; наиболее распространенной для шлюзов с малым наполнением является ширина  $B_0 = 0,7-0,75$  м. Если должен быть только один шлюз (для гидравлических шлюзов и пр.), то берут его большей ширины. Уклон шлюза определяется по формуле Куттёра:

$$v = \frac{100}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{Ri} \text{ м/сек,} \quad (24)$$

где  $R$  - гидравлический, радиус, равный частному от деления величины поперечного сечения потока на смоченный периметр, т. е.

$$R = \frac{\omega}{p} = \frac{B_0 h}{B_0 + 2h};$$

$i$  — уклон шлюза (отношение разности отметок к длине), т. е.

$$i = \frac{\Delta H}{L} = \sin \alpha;$$

$\Delta H$  — разность отметок начала и конца шлюза, м;

$L$  — длина шлюза, м;

$\alpha$  - угол наклона шлюза;

$\gamma$  - коэффициент шероховатости, определяемый по табл. 23.

Таблица 23

Значение коэффициента шероховатости  $\gamma$

№ по пор.	Тип трафарета	Значение
1	Венгерские трафареты 50×50 мм с промежутком 25 мм, незаиленные	0,266
2	То же, заиленные	0,316
3	Трафареты из уголкового железа 35×35×5 мм с промежутками 30 мм	0,335
4	Персидские ковры	0,471
5	Персидские ковры, покрытые панцирной сеткой (ячейка 16 мм)	0,564



Следует также заметить, что значение коэффициента шероховатости  $\gamma$  увеличивается с уменьшением наполнения шлюза (табл. 24).

Таблица 24

Значение коэффициента шероховатости  $\gamma$  при различных наполнениях шлюза

$R$ м	$h$ мм	Значения $\gamma$		
		венгер- ский тра- фарет	уголко- вый тра- фарет	сукно с панцыр- ной сет- кой
0,006	5	—	—	1,88
0,01	10	—	—	0,78
0,014	15	0,325	0,397	0,615
0,0184	20	0,308	0,36	0,534
0,0226	25	0,306	0,35	0,5
0,0285	30	0,302	0,344	0,49
0,0307	35	0,305	0,335	0,485
0,0348	40	0,311	0,35	0,503
0,0391	45	0,325	0,36	0,52
0,0433	50	0,34	0,374	—

При расчете шлюзов необходимо сверять полученные цифры с практическими данными. Особенно это относится к уклонам шлюзов. При этом нужно также учитывать форму частиц транспортируемого материала. Хорошо окатанная галля требует меньшего уклона, чем плохоекатанная щебенка, а особенно сланцевая плитка. Для средних условий уклон шлюзов с большим наполнением составляет 0,042-0,045, при большом количестве вязкой глины - 0,062-0,083 (необходимо для ее дезинтеграции).

В Гвиане обычно применяют уклоны шлюзов: 0,05 - для несвязанных песков без гали; 0,1 - для песков с галей и 0,12-0,15 - для тяжелого железистого гравия. Для глинистых грунтов обычно применяют больший уклон, но несколько меньшую подачу воды, чтобы достичь лучшей протирки породы (с ручным перегребанием).

При промывке без грохочения уклон шлюзов должен быть равен примерно 0,125. Эфелистые пески с тонким золотом требуют большего уклона для лучшего разрыхления постели между трафаретами.

Гладкие желоба, применяемые при гидравлическом транспортировании пород, требуют меньших уклонов, чем шлюзы (см. табл. 25).

Таблица 25

## Минимальный уклон гладких желобов

Характер грунта	Уклон при различном отношении Ж:Т (по объему)				
	8	10	15	20	30
Чистые глины . . . . .	0,01	0,009	0,006	0,0045	0,0036
Суглинки . . . . .	0,0275	0,0225	0,015	0,011	0,0072
Песок с мелким гравием . . . . .	0,055	0,044	0,030	0,0225	0,015

Приведенные, данные позволяют определить поперечное сечение шлюза и оптимальный режим его работы (разжижение, уклон), но не определяют размера его по длине. Чем больше длина шлюза, тем больше время пребывания на нем материала, т. е. тем больше должен быть процент извлечения минерала.

Полнота извлечения минерала очевидно будет определяться двумя факторами: а) скоростью улавливания его, зависящей, с одной стороны, от удельного веса и крупности улавливаемого минерала (чем крупнее и тяжелее, тем скорее улавливается), а с другой стороны, от эффективной плотности постели между трафаретами (чем она меньше, тем скорее происходит улавливание); б) временем пребывания материала на шлюзе.

Эффективная плотность постели является обратной функцией скорости потока, т. е. чем больше скорость, тем сильнее разрыхление постели, причем при некоторой скорости (критической) плотность постели возрастает до такой величины, что она перестает улавливать минеральные зерна. Чрезмерное увеличение скорости, с другой стороны, сокращает время пребывания материала на шлюзе, что в свою очередь ведет к постепенному снижению извлечения. Величина критической скорости и скорость улавливания минеральных зерен будут зависеть от характера и крупности частиц пустой породы и от характера и крупности зерен, улавливаемого минерала, типа трафаретов и от ряда других факторов.

Примерная зависимость между скоростью потока и процентом извлечения иллюстрируется гипотетической (безразмерной) кривой (рис. 19).

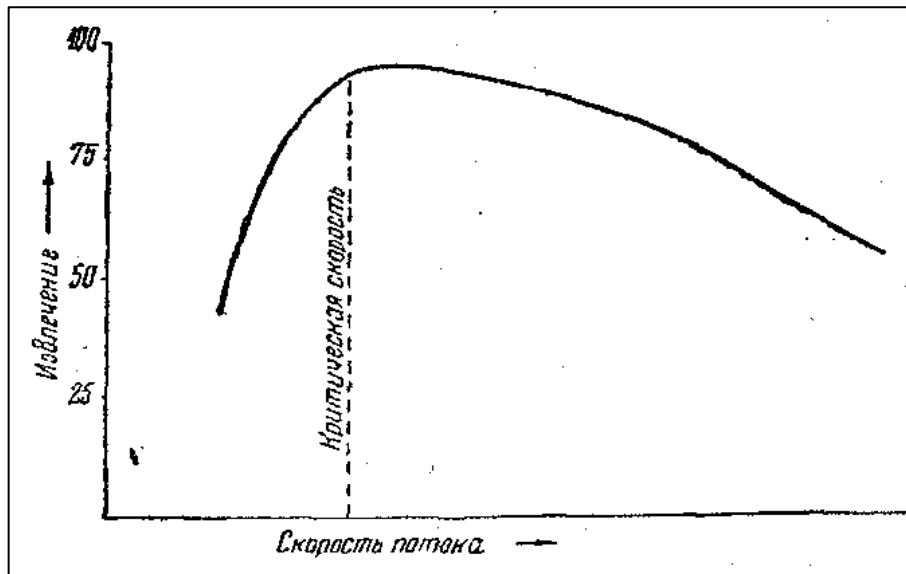


Рис. 19. Гипотетическая кривая зависимости между извлечением и скоростью потока на шлюзах

При слишком больших скоростях турбулентные восходящие потоки могут быть настолько сильны, что будут вызывать нарушение постели между трафаретами и вынос наиболее мелких частиц минералов. Падение кривой при больших скоростях для мелких зерен будет более интенсивно.

Чем шире шлюз при заданной производительности, тем меньше наполнение и тем меньше скорость потока. С другой стороны, при данной скорости при малых наполнениях получается более энергичное разрыхление постели, и, следовательно, металл лучше улавливается. Кроме того, при малой глубине потока минеральная частица скорее достигает слоя первичной концентрации и затем постели между трафаретами, чем при большой глубине. Это наглядно видно из схематической траектории движения минеральной частицы на шлюзе (рис. 20).

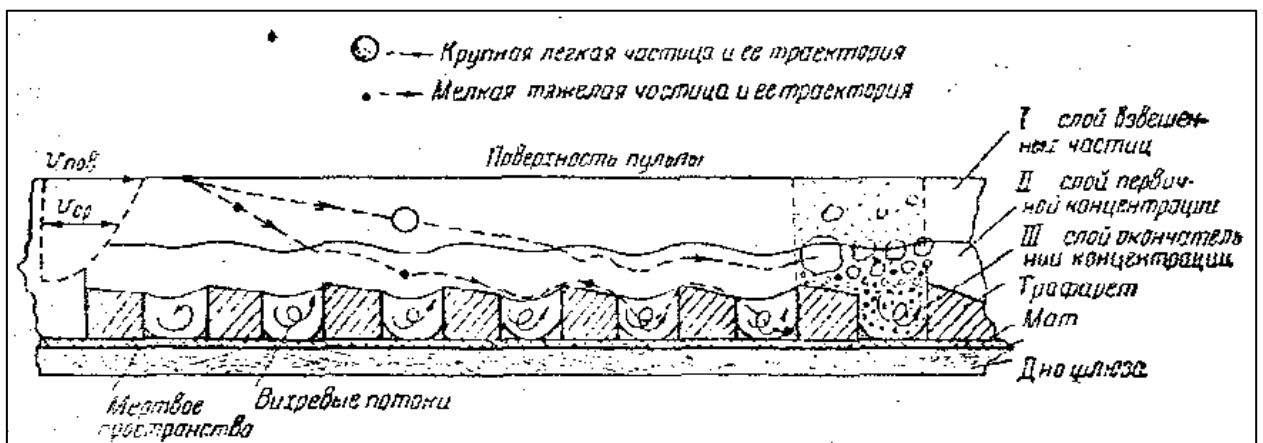


Рис. 20. Схематический разрез потока пульпы на шлюзе и траектории движения частиц в нем

Чем шире шлюз, тем вообще более эффективно идет улавливание минералов (если только на шлюзе поддерживается достаточная скорость). Эффективность улавливания минералов может быть охарактеризована произведением ширины на длину, т. е. площадью шлюза, деленной на часовую производительность его, или удельной площадью, равной:

$$f_0 = \frac{F}{q} \text{ м}^2/\text{л м}^3/\text{час.} \quad (29)$$

Часто применяют также обратную величину, или удельную нагрузку на шлюз, равную,

$$q_0 = \frac{q}{F} \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{час.}, \quad (30)$$

где  $q$  - производительность шлюза по твердому,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$F$  - площадь шлюза,  $\text{м}^2$ .

Чем мельче и легче зерна улавливаемого минерала, чем больше разжижение пульпы, наполнение шлюза и скорость потока, тем большие должны приниматься удельные площади, и наоборот. Исходя из принятой удельной площади и определенной по производительности расчетом ширины шлюза, определяют необходимую длину шлюза.

Увеличение ширины шлюза (если это позволяет скорость, уклон и разжижение) всегда эффективнее, чем увеличение его длины.

#### **14. Разновидности шлюзов**

Шлюзы представляют собой прямоугольные желоба, на дне которых укладывают покрытия (специальные решетки, мягкие коврики, крупные камни, деревянные торцы, рельсы). Желоба эти устанавливают с уклоном к линии горизонта от 0,05 до 0,15.

Важную роль в работе шлюза имеет скорость движения пульпы. Она должна быть достаточной для того, чтобы транспортировать самые крупные куски породы, промывать постель от мелких зерен породы, и вместе с тем недостаточной для транспортирования крупных и вымывания из постели мелких зерен полезного ископаемого.

Для определения верхнего предела крупности питания следует найти максимальную крупность взвешенных зерен полезного ископаемого и по этой величине при помощи коэффициента равнотоксности рассчитать

максимальную крупность пустой породы, которую Можно направлять в шлюз при заданном режиме и скорости движения пульпы. В зависимости от назначения шлюзы делают от 1 до 150 м длиной и от 0,4 до 1,5 шириной. По назначению шлюзы разделяют на гидравлические, приборные, дражные, доводочные, специальные и автоматические.

**Гидравлические шлюзы** применяют при гидравлической разработке россыпей. Они отличаются большой длиной - от 100 до 150 м, малым наклоном - 0,05-0,07 и большим наполнением - до 0,4-0,5 м. Эти шлюзы изготавливают в виде отдельных звеньев по 3-4 м.

**Приборные шлюзы** применяют на обогатительных установках при механической разработке россыпей (бульдозерами, скреперами и т. д.). Длина их не превышает 25-30 м, ширина 0,7-1 м, наклон 0,08-0,12, наполнение - от 0,03 до 0,12 м. Приборные шлюзы имеют еще несколько разновидностей: головные шлюзы, протилочные шлюзы и подшлюзки.

**Головные шлюзы** устанавливают в первом приеме обогащения для улавливания самородков и крупного золота. Длина их колеблется от 2 до 10 м, наклон 0,12-0,2, наполнение 0,10-0,15, ширина назначается по конструктивным соображениям.

**Протилочные шлюзы (колоды)** – это такие аппараты, в которых производят ручную дезинтеграцию песков (протирку, пробуторку). Их устанавливают также в первом приеме обогащения. Длина их 10-15 м, наполнение 0,10-0,15 м, наклон 0,06-0,08, ширина определяется объемом пульпы.

**Подшлюзки** - разновидность шлюзов, предназначены для обогащения мелких фракций песков (мельче 10-12 мм). Устанавливают их во втором приеме обогащения. Как правило, каждый подшлюзок состоит из нескольких параллельно расположенных шлюзов (от 3 до 8), Длина их - до 10 м, ширина 0,6-0,8 м, наклон 0,10—0,12, наполнение - до 0,03 м.

**Дражные шлюзы** имеют много общего с приборными шлюзами. Длина их зависит от схемы установки, обычно 4,5-6,5 м, наклон 0,10-0,12, наполнение определяется размером отверстий в листах дражной бочки, ширина чаще всего 0,6 м. В последнее время для драг созданы саморазгружающиеся шлюзы. Разработаны две конструкции этих шлюзов: с резиновой лентой, движущейся перпендикулярно оси бочки, и с металлической цепью, движущейся параллельно оси бочки. Преимущество их заключается в том, что они позволяют отказаться от трудоемкого ручного сполоска и способствуют повышению извлечения.

**Доводочные шлюзы** предназначены для обработки (доводки) концентратов, снимаемых с основных шлюзов (гидравлических, приборных, дражных). Длина их редко бывает более 3 м, ширина колеблется от 0,4 до 0,6 м. Часто для сокращения расхода воды и повышения эффективности работы на этих шлюзах устанавливают решетки или сетки. Иногда доводочные шлюзы без решеток называют американками, с решетками - бутарами.

Пользоваться этими терминами не рекомендуется, так как они не имеют копкротного значения. Американками в разных золотодобывающих районах называют не только доводочные шлюзы, но и целые обогатительные установки с примитивной схемой обогащения, а также длинные шлюзы, установленные на козлах. Бутарами же называют кроме доводочных шлюзов цилиндрические грохоты, небольшие переносные аппараты для промывки разведочных проб, старательские устройства и крупные обогатительные установки с коническими грохотами (золотопромывальные машины),

**Проходнушки** - короткие шлюзы, ширина которых не превышает 0,3-0,35 м. В головке шлюза для протирки песков устанавливают стальной перфорированный лист с отверстиями 10-12 мм. Армируют проходнушки мягкими покрытиями и трафаретами с мелкими зазорами. Применяют при старательских работах, на промывке разведочных и контрольных проб.

**Специальные шлюзы** объединяют группу аппаратов, применяющихся при старательской добыче золота, промывке разведочных проб, опробовании отвалов, промывке мелких (менее 3-5 мм) фракций породы и т. д.

В старательской практике и при промывке проб чаще всего используют шлюзы доводочного типа самых разнообразных размеров, которые определяются в зависимости от опыта руководителей и наличия материалов для изготовления. Для обогащения мелких фракций породы чаще всего применяют ворсистые шлюзы. Они представляют собой короткие (2-3 м) широкие (0,8-1,2 м) желоба, дно которых покрыто сукном или каким-либо другим ворсистым материалом, иногда резиновыми ковриками с соответствующей поверхностью. Пульпа на эти шлюзы подается слоем 3-5 мм. Чаще всего их делают опрокидывающимися на одну из боковых сторон.

**Автоматические шлюзы** также применяют для обогащения мелких фракций. Отличительная особенность их заключается в частом (через несколько минут) автоматическом сполоске. Техническая характеристика шлюзов приведена в табл. 26.

Таблица 26

## Техническая характеристика автоматических шлюзов

Показатели	Шлюз 34КН	Шлюз ША-1М
Производительность по твердому, т/ч . . . . .	3	3—5
Число дек . . . . .	5	5
Размеры дек, мм:		
длина . . . . .	1800	1800
ширина . . . . .	1800	900
Полный цикл работы шлюза, мин . . . . .	5	5
Электродвигатель, кВт . . . . .	1	1,7
Масса, кг . . . . .	2280	2441

По технологическим признакам шлюзы разделяют на две группы: при глубине потока пульпы менее 0,050 м их относят к шлюзам мелкого наполнения, при большей глубине потока - к шлюзам глубокого наполнения.

### 15. Армирование шлюзов

**Трафареты** применяют для армирования приборных, дражных и доводочных шлюзов. Предпочтение во всех случаях следует отдавать металлическим трафаретам с наибольшей площадью живого сечения.

При крупном материале в питании шлюзов высота трафарета должна быть равной размеру максимальных кусков породы, при мелком (мельче 15 мм) - утроенному размеру максимального куска.

**Деревянные торцы, рельсы, камни** в первую очередь применяют в тех случаях, когда одновременно с созданием постели необходима дезинтеграция песков на шлюзах. Чаще всего их используют для армирования гидравлических шлюзов. Камни, рельсы, деревянные торцы обладают высокой износостойкостью, поэтому они незаменимы в тех случаях, когда на шлюзы поступают крупные камни и валуны.

При большой длине шлюзов (более 40-50 м), когда в результате сполоска получается значительное количество концентрата, также целесообразно применять эту арматуру. Создавая постель с меньшими живыми сечениями при достаточно большой общей ее площади вследствие большой длины шлюза, она позволяет значительно сократить выход концентрата и облегчить все последующие операции.

**Цельнотянутые решетки** используют для армирования дражных шлюзов и подшлюзков, на которые подается питание мельче 15 мм. Армирование в этом

случае производят следующим образом: на дно желоба укладывают резиновые коврики или маты с сукном и накрывают их решетками. Применение цельнотянутых решеток без мягких покрытий не рекомендуется: вследствие специфической формы ячеек, малой высоты и неровного прилегания ко дну желоба они не могут создать постель требуемой высоты.

**Резиновые коврики** используют не только с цельнотянутыми решетками, но и самостоятельно на автоматических и ворсистых шлюзах. Резиновые коврики с ячейками специального типа используют также для заливки ртути, когда она применяется на шлюзах.

**Сукно, маты из разных материалов** самостоятельно используют для покрытия ворсистых шлюзов и в комбинации с цельнотянутыми решетками на дражных шлюзах, подшлюзках, доводочных шлюзах.

Резиновые коврики, маты, сукно часто укладывают на дно шлюза, под трафареты. Трафареты хорошо образуют постель и без мягких покрытий, поэтому применение их в таком сочетании не обязательно.

Использование мягких покрытий совместно с трафаретами может быть целесообразно в тех случаях, когда из-за плохого изготовления трафареты неплотно укладываются в шлюз или доводку концентрата производят на основных шлюзах.

**Крепление арматуры** в шлюзах производят следующим образом. Трафареты всех типов и цельнотянутые решетки крепят плинтусами, которые прибивают гвоздями (в деревянных желобах) или затягивают при помощи клиньев и уголков, закрепленных на бортах желобов.

Торцы укладывают рядами поперек шлюза и после каждого ряда укладывают доски, которые прибивают к торцам гвоздями. Сверху все это приспособление крепят плинтусами. Иногда торцы при помощи досок набирают в блоки, которые укладывают в шлюзы.

Каменную кладку набирают из плоских камней, которые устанавливают на ребро. Для удержания камней в заданном положении ко дну желоба прибивают через определенные промежутки поперечные брусья или доски.

Применение специальных улавливающих покрытий - трафаретов и подстилающих тканей - это основное, чем шлюзы, как обогащительные приборы, отличаются от транспортирующих желобов. Характер покрытия определяет не только эффективность улавливания металла, но и другие показатели работы шлюза (уклон, наполнение, скорость потока, частота сполоска, выход концентрата



и пр.), а также и стоимость его эксплуатации. Удельный расход покрытия, зависящий от срока его службы, составляет довольно заметную статью в сумме эксплуатационных расходов.

Общий принцип при выборе покрытий (с учетом достижения достаточного разрыхления постели) - это отношение их глубины к глубине потока (наполнению), которое не должно быть более 1, обычно же оно составляет 0,4-0,6. **Чем меньше скорость потока, тем меньше должна быть глубина трафарета.**

Если в песках имеются крупные валуны (неклассифицированная порода), то трафарет должен быть особо прочным, но он все же не должен задерживать их движения (крупные валуны катятся по дну шлюза). Последнее особенно важно при ограниченном уклоне и разжижении.

Наоборот, если в породе имеются комки вязкой глины, то трафареты должны задерживать их движение для лучшей дезинтеграции. Трафареты, создающие наименьшее сопротивление движению породы, обуславливают наибольшую производительность шлюза при минимальном уклоне и расходе воды, но обычно они менее эффективны не только для дезинтеграции породы, но и для концентрации минералов. Углубления трафаретов должны создавать энергичные вихревые потоки воды в них при минимальной скорости потока и, кроме того, не должны иметь больших мертвых объемов, которые не участвуют в процессе обогащения, но увеличивают бесполезный выход концентрата.

### Устройство трафаретов

**Продольные жердевые (реечные)** трафареты а делают из очищенных от коры жердей диаметром 50-75 мм, располагаемых с промежутками в 38-75 мм и скрепленных по концам (на гвоздях) (поперечными брусьями 50 x 50 мм. Трафареты обычно изготавливают секциями длиной 1,8 м. Вместо жердей применяют также квадратные брусья (рейки) сечением 75 x 75 мм.

Трафаретами такого типа часто пользуются на небольших шлюзах. Они позволяют транспортировать наибольшее количество породы с наименьшим количеством воды. Такие трафареты хорошо улавливают сравнительно крупное золото. Они быстро изнашиваются, но стоят очень дешево. Трафареты из квадратных брусьев обычно сверху защищают полосовым или угловым железом. Буви описывает продольные трафареты из плах 38 x 150 мм, поставленных на ребро, с зазорами в 38 мм и покрытых по верхней грани железными полосами 25 x 38 мм. Хэтчинс приводит описание продольного трафарета, в брусья которого

забивали по диагонали железные пластины 50 x 50 x 1,6 мм, торчащие углы которых дезинтегрировали комья глины.

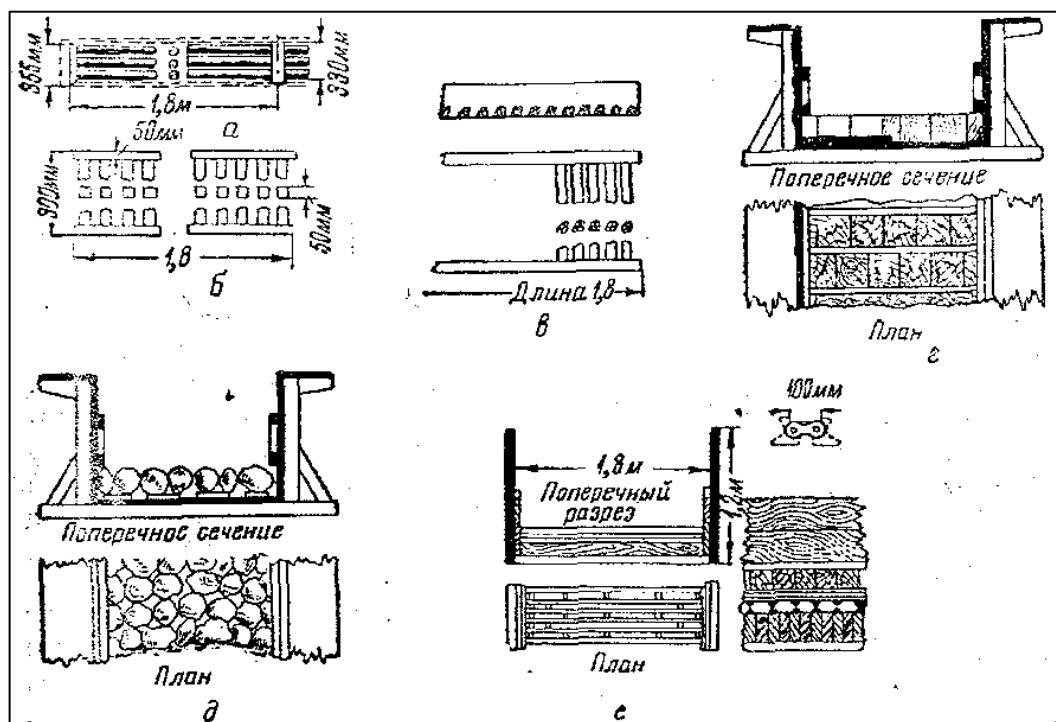


Рис. 21. Типы трафаретов для улавливания золота на шлюзах

**Поперечный брусковый или венгерский трафарет** состоит из квадратных брусьев размером от 20 x 20 до 60 x 50 мм с промежутками в 25-50 мм. Квадратные брусья заделаны по концам в продольные брусья того же сечения. Ширину трафарета берут по ширине шлюза (от 300 до 1000 мм); по длине его изготовляют секциями длиной 1,2-1,8 м. На шлюзах с малым наполнением берут брусья меньшего сечения (обычно от 20 x 20 до 30 x 30 мм) и часто располагают их с промежутками, несколько большими, чем ширина брусьев (до 80 мм). Для защиты от износа верхнюю грань брусьев обычно обшивают листовым железом толщиной около 3 мм, так что оно огибает на 10-20 мм верхнее ребро бруска (по направлению потока). В результате получаются плинтусы со стороной 25-75 мм. В практике США (на дражных шлюзах) вместо железа брусья обивают листовой резиной (1-2 мм), которая лучше противостоит истиранию эфелями. Наиболее удачная конструкция венгерских трафаретов показана на рис. 21 в, имеющая брусья со скошенными гранями, так что высокое ребро направлено навстречу потоку, что обеспечивает лучшее разрыхление постели в углублениях трафаретов. При этом острое ребро обязательно должно быть защищено от износа железом или резиной. Величина скоса должна быть от 1/5 до 1/7 от ширины бруска.

**Плентусовый трафарет** представляет разновидность венгерского трафарета, в котором поперечные брусья изготовляют, распиливая на четыре части круглые жерди диаметром 50-150 мм. В результате получают плентусы со стороной 25-75 мм, закрепляемые концами в продольных брусьях, с промежутками между плентусами в  $1/2$ - $3/4$  от высоты плентуса. Для создания вихревых потоков между трафаретами их располагают ребром навстречу потоку. На гидравлических шлюзах плентусовый трафарет обычно применяют при наличии в россыпи самородков и располагают на небольшом участке в начале шлюза. В этом случае пользуются плентусами со стороной в 75 мм (из леса диаметром 150 мм), с промежутками в 50 мм. Плентусовый трафарет плохо защищает от износа днище шлюза и плохо улавливает мелкое золото (особенно при больших наполнениях и больших скоростях, имеющихся на гидравлических шлюзах).

**Торцевый трафарет** (21 а) обычно применяют на гидравлических шлюзах. В США торцы пилят из четырехугольных брусьев в виде кубиков со стороной от 200 до 400 мм. Торцы устанавливают на дно шлюза поперечными рядами, между которыми оставляют щель шириной 25-37 мм; между рядами ставят на дно планку шириной 50- 75 мм, к которой торцы прибивают гвоздями. Сверху ряды торцев удерживаются прижимами из досок, прибитых к бортам шлюзов. Часто между торцами в одном ряду оставляют зазоры до 25 мм.

В Сибири торцы пилят из круглого леса самой разнообразной толщины (100-400 мм). Торцы высотой 200-300 мм подбирают в ряды (торцы должны быть примерно одинакового диаметра) длиной, равной ширине шлюзов и сколачивают одной-двумя планками («лентами»), прибиваемыми к верхней части так, что кромка ленты находится на одной линии с краем торцев. Сколоченные торцы устанавливают на полотно шлюзов лентами навстречу течению и тщательно расклинивают. Ленты делают толщиной 25 мм и шириной 100-150 мм. Их прибивают к торцам 75-миллиметровыми гвоздями. Иногда применяют другую конструкцию без лент и гвоздей, стягивая торцы нагелем (рис. 22).

Поперечное сечение карманов у сибирских торцевых трафаретов больше, чем у американских, вследствие чего при сполоске их получается большее количество концентрата. Это обеспечивает несколько большее извлечение металла, но вызывает и большую затрату рабочей силы на его доводку. Сибирский тип торцевого трафарета более прост и дешевле в изготовлении, чем американский.

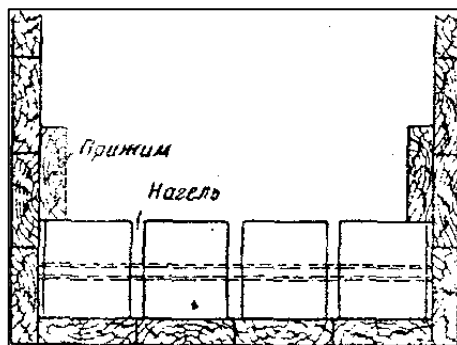


Рис. 22. Торцевый трафарет

Торцевые трафареты сравнительно быстро изнашиваются. Общее количество породы, которое могут пропустить торцевые трафареты равно:

$$Q_{\Sigma} = 0,4 \cdot b \cdot h \cdot \tau \quad (31)$$

где  $b$  — ширина, мм;

$h$  — высота торца, мм.

На гидравлике Лагранжа срок службы торцевых трафаретов высотой 325 мм при уклоне шлюза в 0,021 колебался от 1,5 до 3 мес. (в среднем около 2 мес.). За это время через них проходило около 65 млн. м<sup>3</sup> воды. На гидравликах с небольшой производительностью торцевой трафарет обычно служит в течение всего рабочего сезона. После переворачивания их хватает и на второй сезон.

Торцевой трафарет весьма прост и дешев, эффективен по улавливанию золота, хорошо защищает дно шлюза от износа и вместе с тем создает необходимые турбулентные потоки в углублениях между блоками, что обеспечивает получение достаточно богатого концентрата. Недостатками торцевого трафарета являются значительное сопротивление движению породы, требующее достаточного уклона шлюза, слабое дезинтегрирующее действие на породу и сравнительно быстрый износ. Головная часть гидравлических шлюзов, на которой улавливается основная масса золота, как правило, все-же выкладывается торцевым трафаретом, так как сполоск его требует сравнительно небольшой затраты времени и рабочей силы.

Торцы необходимо изготовлять из дерева не очень твердых пород (сосна, лиственница) с крупными волокнами, создающими при износе неровную поверхность, способствующую улавливанию золота; твердые породы (дуб, бук), шлифующиеся при износе, не рекомендуются для изготовления таких трафаретов. В щелях и порах деревянных торцев набивается много золота, поэтому после смены изношенных торцев их тщательно прочищают железными щетками, а затем

сжигают и промывают золу для извлечения поглощенного деревом золота. Поглощению золота древесиной способствует также смола, смачивающая золото.

**Булыжные трафареты.** Вместо торцевых трафаретов иногда применяют булыжные трафареты (рис. 21, д), изготавливаемые из плоских удлиненных камней длиной 200-250 мм (весом не менее 8 кг). Камни укладывают ребром на полотно шлюза (длинной стороной поперек его) с небольшим наклоном по направлению потока. Чтобы они не съезжали вниз, через некоторые интервалы на дно шлюза набивают поперечные брусья. Срок службы таких трафаретов большой, но они требуют большего уклона шлюзов и большего расхода воды, а также значительной затраты времени на съемку золота, ибо разбирать и обратно укладывать трафарет — весьма трудоемкая операция. Булыжный трафарет обычно применяют на хвостовой части шлюзов (при достаточном уклоне плотика), на которой улавливается весьма небольшое количество золота и сполоск которых можно производить лишь раз в сезон.

Булыжный трафарет требует в полтора раза большего уклона, чем торцевой при всех прочих равных условиях (для торцевого трафарета обычный уклон 0,04-0,045, для булыжного 0,06-0,065). Булыжный трафарет обладает хорошей дезинтегрирующей способностью. Поэтому иногда делают небольшой участок булыжного трафарета в голове шлюза. Булыжники для трафаретов необходимо подбирать примерно одинакового размера и одинаковой твердости. Золото на булыжном трафарете улавливается примерно в три раза менее интенсивно (растягивается на большую длину), чем на торцевом трафарете. Это объясняется вымыванием золота и движением его вдоль шлюза в промежутках между булыжниками.

На крупных гидравлических шлюзах обычно применяют рельсовые трафареты (рис. 21, е), располагаемые большей частью вдоль шлюза, а частично и поперек (при достаточном уклоне и необходимости усиленной дезинтеграции породы). Рельсы употребляют тяжелого типа (вес 1 пог. м - 20 кг). Промежутки между ними делают от 75 до 175 мм, обычно от 100 до 150 мм (меньшие промежутки - для поперечного трафарета). Их фиксируют деревянными прокладками соответствующей толщины, зажимаемыми между рельсами или специальными чугунными прокладками, показанными на фигуре. Продольный рельсовый трафарет обычно изготавливают секциями длиной 1,8 м. Для предохранения дна шлюза от изнашивания продольный рельсовый трафарет кладут поверх невысокого торцевого (рис. 23).

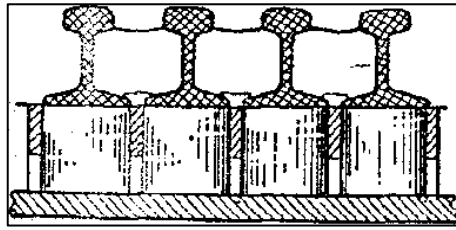
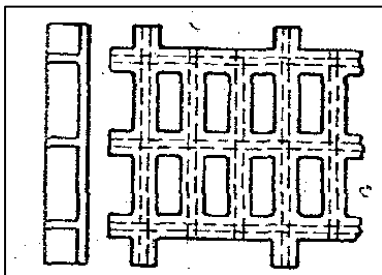


Рис. 23. Рельсовый трафарет с подстилкой из торцов

Продольный рельсовый трафарет имеет большой срок службы и требует сравнительно небольшого уклона шлюза (особенно при крупных валунах), но дезинтегрирующее действие его слабое, вследствие этого его применяют обычно в комбинации с поперечным трафаретом (на небольшом участке в голове шлюза или на некотором расстоянии от нее). На гидравлике Лагранжа поперечный трафарет на шлюзе с уклоном 0,056, шириной 1,83 м и глубиной потока 0,3-0,45 м (при скорости потока около 2,4 м/сек.) пропускал около 65 млн. м<sup>3</sup> воды (т.е. около 1500 тыс. м<sup>3</sup> породы). На другой гидравлике продольный трафарет с промежутками в 125 мм пришел в негодность после пропуска 650 млн. м<sup>3</sup> воды (примерно 15 млн. м<sup>3</sup> породы), а поперечный трафарет пропустил 940 млн. м<sup>3</sup> воды (примерно 20 млн. м<sup>3</sup> породы). Срок службы рельсового трафарета тем более, чем менее промежутки между рельсами. У поперечного трафарета изнашиваются только головки рельсов, а у продольного - также шейка и подошва.

Трафареты всех типов больше изнашиваются посередине шлюза. При большой производительности шлюзов иногда защищают от износа и борта шлюзов, дополнительно закрывая их досками или изношенными рельсами.

На Аляске часто применяют **литые чугунные решетчатые трафареты** (рис. 24). Они легки, портативны и удобны при сполоске. Применяют также поперечный трафарет из литых брусков из марганцовистой стали, который на одной из гидравлик пропускал до 350 млн./м<sup>3</sup> воды (10-12 млн./м<sup>3</sup> породы).



Фиг. 24. Чугунный литой трафарет

На хвостовых шлюзах часто применяют **перфорированный трафарет** (рис. 25) из твердых стальных листов (0,5-0,6% С), толщиной около 12 мм с отверстиями 6-12 мм, лежащих на деревянных брусках высотой 50-100 мм. Листы располагают с некоторыми уступами (примерно 12 мм).

Это достигается тем, что верхний конец деревянных брусьев имеет высоту меньшую, чем нижний. Уступы увеличивают турбулентность потока, что способствует лучшей дезинтеграции породы, а также ослабляет заиливание углублений в трафаретах. Перфорированный листовой трафарет требует минимального уклона и дает наибольшую производительность при данном уклоне, но обладает наименьшим дезинтегрирующим действием.

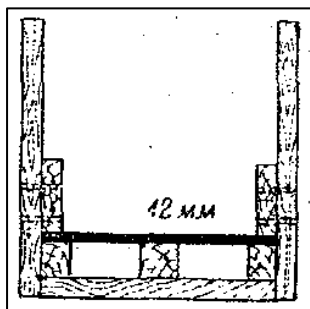


Рис. 25. Перфорированный трафарет

На одной из гидравлик в США производительность шлюза увеличилась на 40% при замене булыжного трафарета листовым перфорированным. Максимальный размер валунов, которые могут транспортироваться по шлюзу, при этом увеличился с 500 до 750 мм, а вес более (примерно) чем в три раза. Для шлюзов с малым наполнением обычно применяют венгерские трафареты из брусков 25-30 мм или же различные конструкции металлических трафаретов.

**Угловой трафарет** (рис. 26) обычно изготавливают из однобоких уголков размером от 25 х 25 х 4 до 63 х 63 х 10 мм в зависимости от наполнения шлюза и от крупности транспортируемого материала. На гидравлических шлюзах (главным образом элеваторных) применяют угловой трафарет с малыми зазорами.

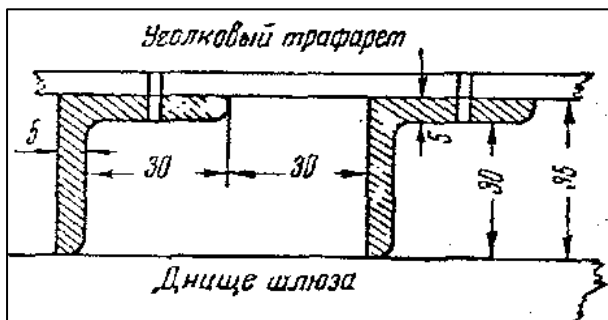


Рис. 26. Угловой трафарет с большими зазорами

**Железный клепаный трафарет** (рис 27) используют на шлюзах бутар и подшлюзках кулибин, имеющих небольшое наполнение.

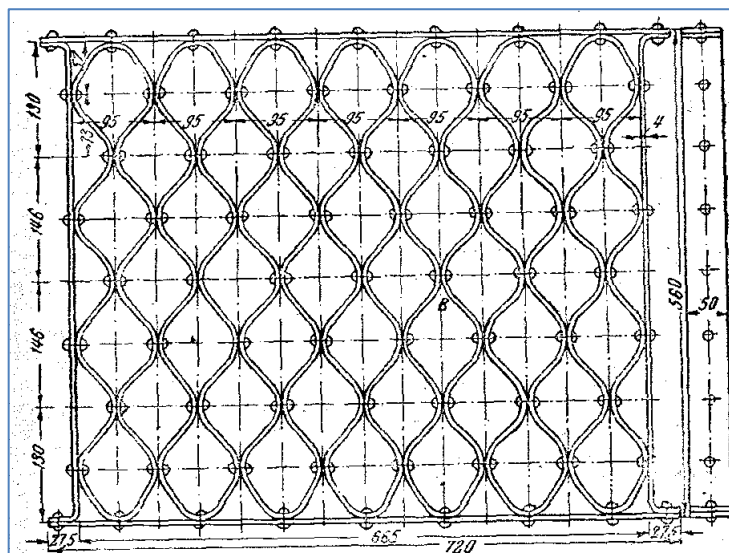


Рис. 27. Железный клепаный трафарет

**Цельнотянутые ромбические трафареты** наиболее распространены на дражных шлюзах. По форме эти трафареты напоминают клепаный трафарет. Их изготавливают из 2-2,5-миллиметрового железа, которое высекается специальным приспособлением на прессе и затем вытягивается, образуя ромбовидные ячейки размером от 50 x 80 до 36 x 111 мм (длинная сторона поперёк потока), с наклонными стенками высотой 10-15 мм (укладывают их наклоном навстречу потоку).

**Панцирные сетки** (рис. 28) с отверстиями в 12-16 мм и толщиной проволоки 2-3 мм часто применяют для застилки шлюзов с малым наполнением (плосконей).

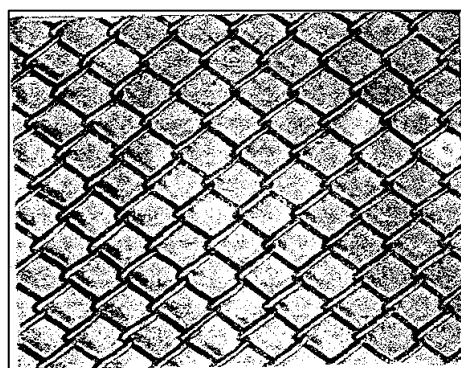


Рис. 28. Панцирная сетка для застилки шлюзов

Применяют также трафареты в виде досок с высверленными отверстиями или углублениями различной формы, в которые часто наливают ртуть.

На небольших старательских промывных приборах в качестве улавливающего покрова часто пользуются трафаретами из круглых поперечных палочек диаметром 10-15 мм, набранных в решетки и скрепленных зажимающими



их продольными брусьями. При малых наполнениях применяют также коврики из поперечных прутиков диаметром 5-8 мм, связанные проволокой.

Выбор типа трафарета должен производиться с учетом условий работы шлюза (наполнения, уклона, скорости, разжижения, крупности материала, крупности золота, производительности и пр.), с учетом требований транспортирования материала, достаточного разрыхления постели и механической прочности. Трафареты должны иметь максимальную живую площадь (т.е. разрыхляемую поверхность постели). При правильном режиме работы шлюза и правильном подборе типа трафаретов они все улавливают золото примерно с одинаковой эффективностью. Неправильный выбор трафаретов может повести к значительному сносу золота.

Головная часть шлюзов, на которой улавливается основная часть золота, должна быть защищена от возможности его хищения. Для этого шлюз сверху закрывается предохранительной сеткой или же, что проще, делается устройство, не позволяющее производить бесконтрольный подъем трафаретов (без чего нельзя извлечь уловленное им золото, за исключением крупных самородков). Для этого в прижимных брусках, удерживающих трафарет, делают отверстия, через которые пропускают (сквозь борта шлюза) металлический прут, имеющий с одного конца кольцо, а с другого (несколько расплющенного) - отверстие, куда вставляют дужку небольшого замка или чеку с пломбой.

**Подстилка под трафаретами.** При шлюзах с малым наполнением (дражных, плосконях) и неглубоких трафаретах (цельнотянутых или венгерских) турбулентные вихревые потоки достигают дна углублений между трафаретами и могут вымывать при длительной работе шлюза оседающее в углублениях тонкое золото. Для устранения этого подстилают под трафареты рыхлую ткань, в порах которой задерживается золото. Наиболее распространена подстилка под трафареты на дражных шлюзах из кокосовых матов, имеющих максимальную прочность и не теряющих своей упругости в воде.

При тонком золоте, которое проваливается через маты насквозь и по полотну шлюза может смываться вдоль шлюза, применяют так называемые подматники из тонкой плотной ткани (бязь, холст и пр.). На шлюзах с весьма малым наполнением, покрываемых панцирными сетками, обычно применяют подстилку из персидских ковров, грубошерстных сукон и тому подобных материалов. Для этой же цели широко применяются резиновые покровы.

**Резиновые** маты имеют углубления в форме усеченного шара диаметром 10 мм, получаемые отливкой мягкой резины на стальную плиту с большим числом шарообразных выступов. Вода, текущая по шлюзам, приходит в этих углублениях во вращательное движение и вымывает даже крупные песчинки, но оставляет частицы тяжелых минералов.

В механическом лотке Денвера применяют застил губчатой резиной. На опрокидных шлюзах Денвер-Бекмана используют резину с углублениями в форме ячеек сот. Можно употреблять также рифленую резину (с рифлами поперек потока), которая дает хорошие результаты при концентрации золота на шлюзах с весьма малым наполнением (менее 8-10 мм). При указанных наполнениях ворсистый или рифленый покров применяется самостоятельно без настила сверху каких-либо трафаретов.

### ***16. Трафареты металлические, дражные и шлюзовые***

Сварные металлоконструкции, используются в шлюзах (колодах), лотках различных промывочных приборов для придавливания ко дну прибора резиновых ковриков, на которых оседают наиболее тяжелые частицы золота.

Технологические и конструктивные параметры шлюзов определяются в первую очередь максимальной крупностью  $d_{\max}$  кусков в перерабатываемом материале. При увеличении ее с 6 до 100 мм скорость потока возрастает с 1,2-1,6 до 2,0-2,5 м/с, а разжижение пульпы (Ж:Т по объему) — с 8-10 до 16-20. Минимальная высота потока не превышает  $1,3 d_{\max}$  для самого крупного и  $10 d_{\max}$  для самого тонкого материала.

Шлюзы глубокого наполнения (с высотой потока более 30-40 мм) применяют для обогащения материала крупнее 20 (16) мм; шлюзы мелкого наполнения (с высотой потока менее 30-40 мм) - для более мелкого материала.

При крупном питании ( $d_{\max} > 20$  (16) мм) и необходимости дополнительной дезинтеграции материала трафаретом в шлюзах служат деревянные торцы, камни или рельсы, укладываемые поперек потока; при средней крупности питания ( $d_{\max} < 20$  (16) мм) - металлические и деревянные решетчатые конструкции с высотой поперечных планок 25-55 мм и расстоянием между ними 25-150 мм. При обогащении мелких песков (-3 мм) и тонкоизмельченных руд применяют ворсистые покрытия из войлока, грубошерстного сукна, плюша,

холста, рифленой резины и других материалов; пульпа на шлюзы в этом случае подается слоем 3-5 мм.

Производительность шлюзов с трафаретным покрытием составляет 0,4-1,5 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·ч, с ворсистым - от 0,1 до 0,3 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> ч. Она может быть увеличена примерно в 2 раза за счет интенсификации разрыхления материала потока вибрацией всего шлюза (при оборудовании его амортизаторами и вибраторами, например С-414).

Объем гнезд трафаретов ( $q$ , м<sup>3</sup>) составляет

$$q = B \times L \times h - B \times h \times b \times n = B \times h \times (L - b \times n)$$

Где  $B$  - ширина шлюза или подшлюзка, м;

$L$  - длина шлюза, м;

$h$  - высота трафаретов, м;

$b$  - толщина планок трафаретов, м;

$n$  - количество планок в трафаретах:

$$n = L / (l_1 + b) + 1$$

$l_1$  - расстояние между планками трафаретов.

В практике промывки песков часто принимают расстояние между планками трафаретов в шлюзах и подшлюзках равным **50-70 мм**. Для шлюзов расстояние между планками трафаретов должно быть увеличено в отдельных случаях до **100 мм**, что будет способствовать лучшему разрыхлению материала в шлюзе. **При малых расстояниях между планками в шлюзах происходит интенсивное уплотнение пескового материала и заиливание трафаретов.**

Табл.

Значения параметров трафаретов для шлюзов и подшлюзков

Параметры	Шлюзы	Подшлюзки
Максимальная крупность обогащаемого материала, мм	30	10-12
Ширина секции, мм	520-720	520-720
Число секций, шт.:	1-2	4-5
Длина, м:	18-20	6
Уклон на 1 м длины, мм:	110	100-110
Высота трафаретов, мм	50-55	25-30
Расстояние между планками трафаретов, мм	90-150	30-50
Расположение планок трафаретов по течению потока под углом, град	45	45
Граничный размер улавливаемых зерен золота мм:	0,20	0,10
Минимальное разжижение пульпы - отношение Ж:Т (по объему)	10-12	-

Для разделения и дезинтеграции золотосодержащих песков в шлюзах (колодах) различных промприборов и драг используются трафареты ШГН (шлюзы глубокого наполнения) и СШМН (сократительные шлюзы мелкого наполнения) лестничного и ПВЛ (просечено-высечные) видов. В таблице приведены наиболее распространенные виды трафаретов для шлюзов шириной 750 мм и 1000 мм.

### Трафареты ПВЛ (просечено-высечной лист)

Представляют собой металлические листы, имеющие сквозные просечки заданной формы и размера, выполненные в определенной последовательности.

Изготавливаются из ПВЛ406 или ПВЛ306 стали Ст3пс5.

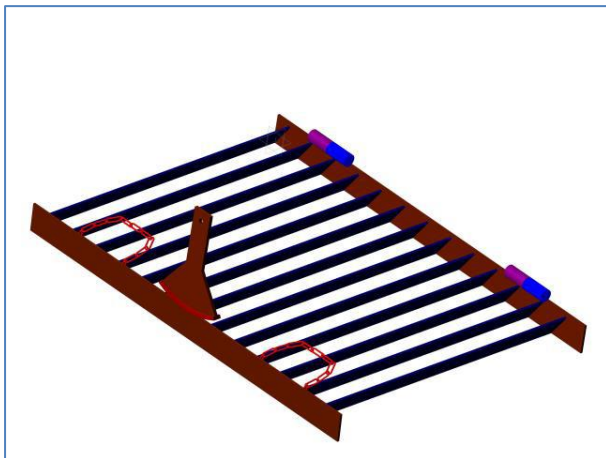
№ п/п	Крупность материала	Тип шлюза	Вид трафарета	Ширина шлюза, мм	Ширина трафарета, мм	Длина трафарета, мм	Тип ковra, название трафарета
1	12	ШМН	Просеч	1000	985	800	ТП366/12



Марка	Толщина заготовки, мм	Толщина перемычки (подача), мм	Размеры ячеей (в*ш)	Шаг ячеей, мм	Толщина сетки, мм	Размер вытяжки, мм	Вес 1м2
306	3	6	25x64,3	90	12,4	12,5	10,2
406	4	6	25x62,2	90	16,3	12,5	12,7

### Трафареты лестничные

Высокие ребра полезной модели, выполненные как одно целое с дражным ковром, позволяют создать максимально благоприятный режим работы шлюза, образуя турбулентные завихрения в потоке которые способствуют концентрации частиц драгоценных металлов в ячейках дражного ковра.



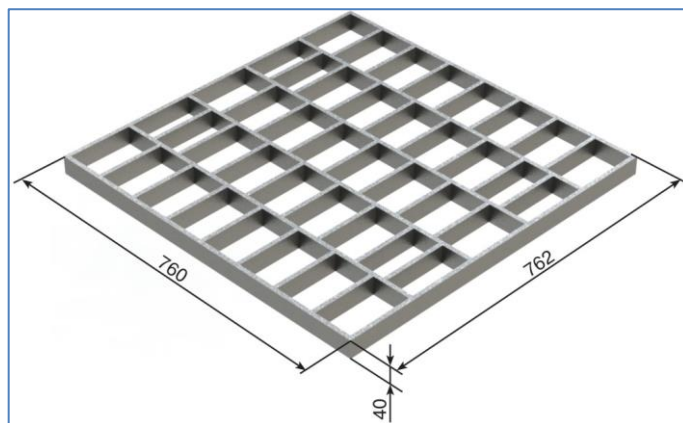
Крупность материала	Тип шлюза	Вид трафарета	Ширина шлюза, мм	Ширина трафарета, мм	Длина трафарета, мм	Шаг, мм	Угол наклона полки	Ширина полки	Тип ковра, название трафарета
80	ШГН	Лест-ый	750	735	1000	75	57	70	ТЛ362/80
80	ШГН	Лест-ый	1000	985	800	75	57	70	ТЛ366/80
70	ШГН	Лест-ый	750	735	1000	65	57	60	ТЛ362/70
70	ШГН	Лест-ый	1000	985	800	65	57	60	ТЛ366/70
50	ШГН	Лест-ый	750	735	1000	45	57	60	ТЛ362/50
50	ШГН	Лест-ый	1000	985	800	45	57	50	ТЛ366/50
20	СШМН	Лест-ый	750	735	1000	18	53	20	ТЛ362/20
20	СШМН	Лест-ый	1000	985	800	18	53	20	ТЛ366/20

### Гнутая полка

Крупность материала	Тип шлюза	Вид трафарета	Ширина шлюза, мм	Ширина трафарета, мм	Длина трафарета, мм	Шаг, мм	Угол наклона полки	Ширина полки	Тип ковра, название трафарета
80	ШГН	Гнутая полка	1000	985	800	70	60	90	ТЛГ366/80
80	ШГН	Гнутая полка	750	735	1000	70	60	90	ТЛГ366/80

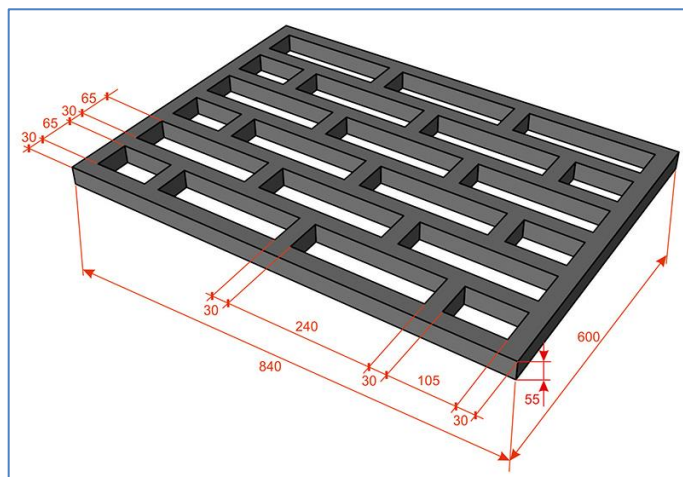
### Трафарет металлический дражный



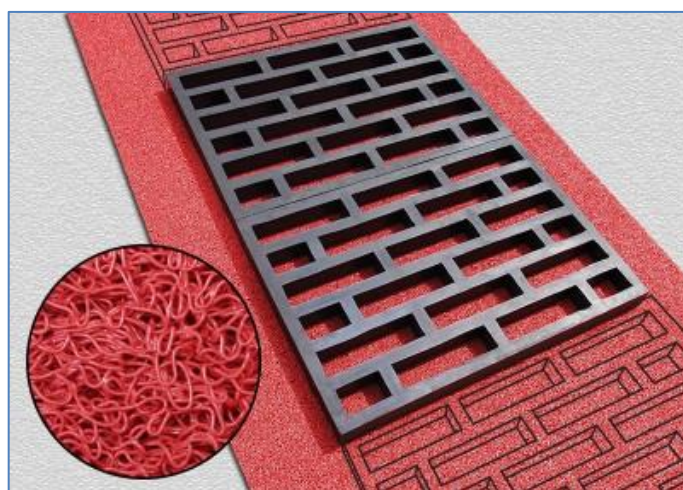


### Трафарет дражный резиновый

Трафарет дражный устанавливается в хвостовую колоду драги, поверх дражных ковров для лучшего улавливания мелкого золота.



Размер трафарета: 840\*600\*55 мм,  
размер ячеек: 240\*65 и 105\*65 мм.



## 17. Ковры резиновые, дражные и шлюзовые

Ковры дражные резиновые предназначены для укомплектования шлюзов при обогащении полезных ископаемых и является золотоулавливающим

средством при добыче россыпного золота, платиносодержащих песков, алмазов. Представляют собой цельнорезиновое полотно (изготовленное из полимеров/резины) с ячейками на внешней поверхности.

**Условия работы:** смесь песка с водой. По результатам восьмилетней эксплуатации можно говорить об увеличенном выходе мелкого дисперсионного и тонкого золота. Уменьшенное заиливание (эффект самоочищения), по сравнению с дражными коврами, имеющими прямую ячейку.

Технология и результаты использования ковров дражных варьируются в зависимости от гранулометрического состава песка, ситовых характеристик золота, глинистости грунта, наличия золотокварцевых агрегатов, конструкции шлюзов. Для наиболее эффективного применения на «хорошем» участке должна быть медианная крупность золота менее чем 4-5 мм (медианная крупность - это размер сита, через которое просеивается 50% массы золота). Способ изготовления ковров:

**Формовой** (дорогой, с большим сроком эксплуатации и высоким процентом извлечения). Размеры дражного ковра ограничены размерами пресс-формы.

**Неформовой** (дешёвый, с меньшим сроком эксплуатации и низким процентом извлечения). Размеры дражного ковра ограничены шириной вала.

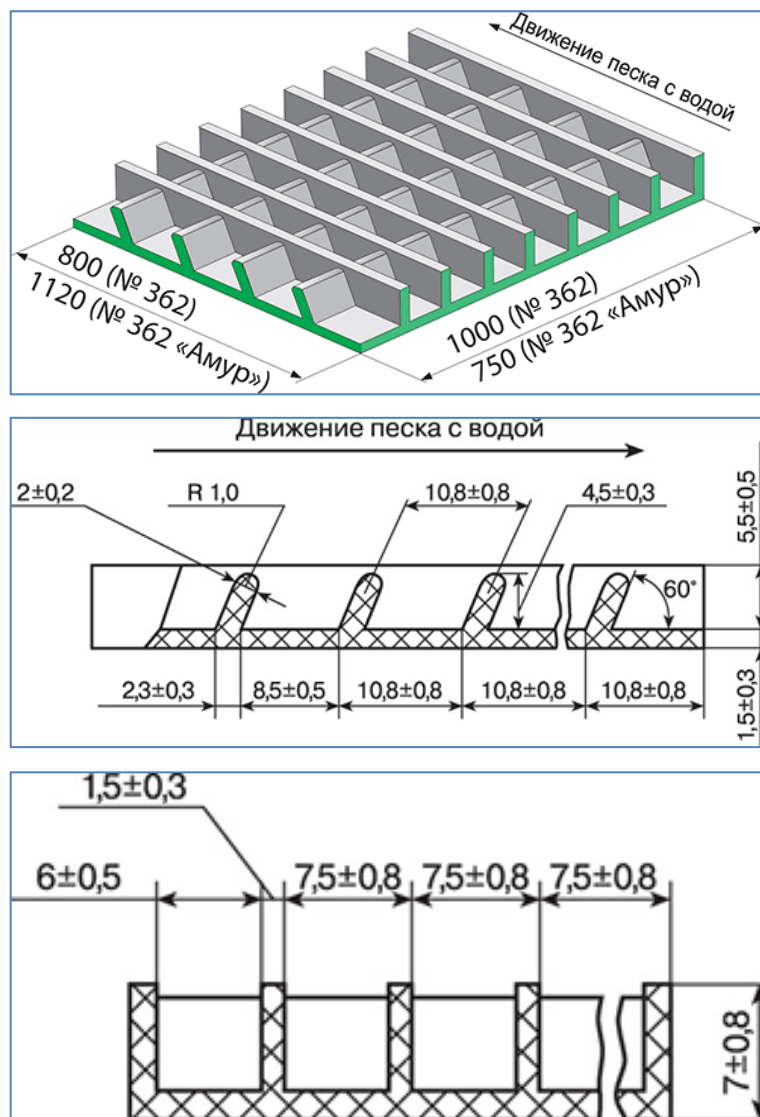
#### Типоразмеры ковров дражных

№	Размеры ковра			Размеры ячеек			
	ширина	длина	высота	ширина	длина	глубина	наклон
362	1000	800	7,8	8,5	6,0	5,5	60
362А	750	1120	7,8	8,5	6,0	5,5	60
363	500	960	9,0	8,0	8,0	4,5	Без наклона
364	750	1120	8,0	10,0	10,0	5,0	Без наклона
365	600	800	8,0	8,0	8,0	4,5	Без наклона
366	1000	800	8,0	8,0	8,0	4,5	Без наклона
369	1250	800	8,0	8,0	8,0	4,5	Без наклона

**Примечание:** Ковры дражные № 362 и № 363 являются совместной разработкой с Центром геотехнологических исследований «Прогноз» Красноярской академии цветных металлов и золота им. М. И. Калинина. При необходимости готовы разработать дражные ковры с необходимым форматом и размерами ячеек, в т.ч. из полиуретана.

#### КОВЕР ДРАЖНЫЙ (резиновый) - Наклонная ячейка

тип № 362 и № 362 “Амур”



**Ковер дражный №362**

Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	1000	ширина (мм)	8,5
длина (мм)	800	длина (мм)	6,0
высота (мм)	7,8	глубина (мм)	5,5
		наклон (градус)	60°

**Ковер дражный № 362 «Амур»**

Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	750	ширина (мм)	8,5
длина (мм)	1120	длина (мм)	6,0
высота (мм)	7,8	глубина (мм)	5,5
		наклон (градус)	60°

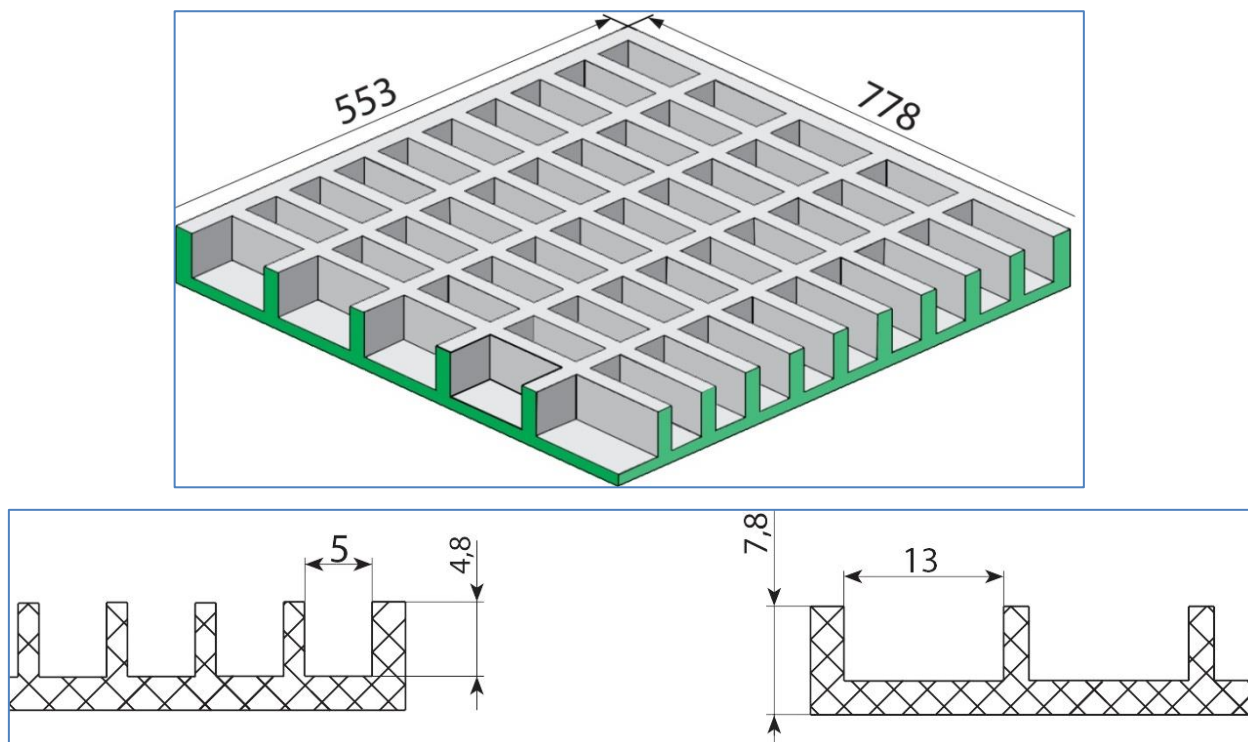
**КОВЕР ДРАЖНЫЙ (резиновый) - Прямая ячея**

**тип № 363, 364, 365, 366, 369**



Ковер дражный №363			
Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	500	ширина (мм)	8,0
длина (мм)	960	длина (мм)	8,0
высота (мм)	9,0	глубина (мм)	4,5
Ковер дражный №364			
Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	750	ширина (мм)	10,0
длина (мм)	1120	длина (мм)	10,0
высота (мм)	8,0	глубина (мм)	5,0
Ковер дражный №365			
Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	600	ширина (мм)	8,0
длина (мм)	800	длина (мм)	8,0
высота (мм)	8,0	глубина (мм)	4,5
Ковер дражный №366			
Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	1000	ширина (мм)	8,0
длина (мм)	800	длина (мм)	8,0
высота (мм)	8,0	глубина (мм)	4,5
Ковер дражный №369			
Размер ковра		Размер ячеи	
ширина (мм)	1250	ширина (мм)	8,0
длина (мм)	800	длина (мм)	8,0
высота (мм)	8,0	глубина (мм)	4,5

Щелевая прямая ячея, тип № 367



**Ковер дражный №363**

Размер ковра		Размер ячеек	
ширина (мм)	553	ширина (мм)	5,0
длина (мм)	778	длина (мм)	13,0
высота (мм)	8,0	глубина (мм)	4,5

### **18. Ковры виниловые (канадский, старательский, горняцкий мох)**

Канадский мох для извлечения золота и платины при промывке на шлюзах промприборов и золотодобывающих драг представляет собой полотно, образованное переплетением виниловых жилок, создающих этим хорошую турбулентность потока, «ловушки» для частиц золота, платины, других тяжелых металлов и минералов в шлюзовых системах золотодобывающих драг и промприборов.

Канадский (старательский, горняцкий) мох слабо подвергается заиливанию и цементированию в зависимости от гранулометрического состава песков, глинистости, промывистости песков, количества тяжелой фракции.

Высокая прочность винила на истирание позволяет использовать Канадский мох до трех сезонов. При грамотном и комбинированном использовании вместе с резиновыми и полиуретановыми дражными коврами с прямой и наклонной ячейкой повышает извлечение золота.

При съемке Канадский мох вытряхивается от золотосодержащих концентратов, и дополнительно споласкивается для извлечения оставшихся шламов. На дне шлюзов Канадский мох фиксируется стандартными трафаретами.

№	Наименование	Особенности применения
1	Легкое без основы 0,9*6 м	Стелются на резиновые или полиуретановые дражные ковры преимущественно в конце шлюзов
2	Легкое с основой 0,9*6 м	Стелются на дно шлюза
3	Тяжелое без основы 0,9*6 м	Стелются на резиновые или полиуретановые дражные ковры преимущественно в начале шлюзов
4	Тяжелое с основой 0,9*6 м	Стелются на дно шлюза



### **Без основы**

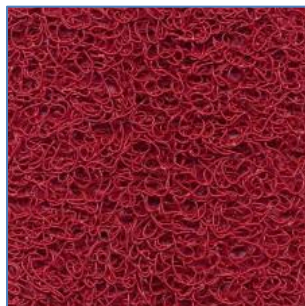
В комбинации с резиновыми и полиуретановыми дражными коврами с прямой и наклонной ячейей повышается съем шлюзового концентрата.

### **Легкий" (мелкий)**



**"Тяжелый" (крупный)****"Облегченный"****С основой**

Основа позволяет работать данному покрытию самостоятельно, без помощи подстилающей поверхности.

**"Легкий" (мелкий)**



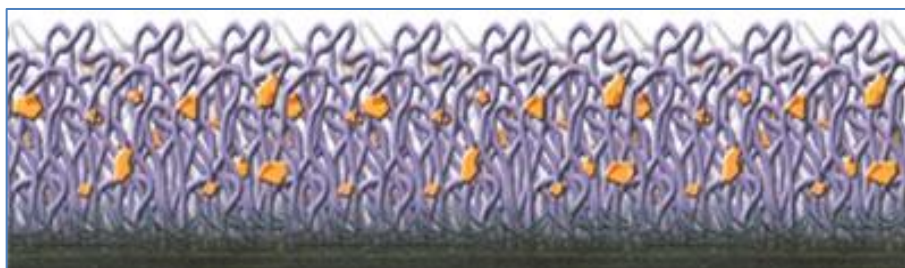
### "Тяжелый" (крупный)



Представляет собой полотно, образованное переплетением виниловых жилок, создающих этим хорошую турбулентность потока, «ловушки» для частиц золота, платины, других тяжелых металлов и минералов в шлюзовых системах драг и промприборов.



Виниловое покрытие слабо подвергается заиливанию и цементированию в зависимости от гранулометрического состава песков, глинистости, промывистости песков, количества тяжелой фракции.



На дне шлюзов виниловые покрытия фиксируются стандартными трафаретами.

## 19. Дrajные ковры 3M Nomad Scraper Terra (USA)

Высокопрочные и долговечные дражные ковры 3M™ Nomad™ Scraper Terra (N 1500, 6500, 8100, 8150) для промывки золота и платины на шлюзах драг и промприборов, виниловые, пористые (вернее, петельчатые, так как образованы петлями из виниловых жилок) с основой и без основы, толщиной 9 - 16 мм, в рулонах 3х20 футов (0.91м х 6.10 м) и 4х6 футов (1,21м х 1,82м). Известны также под названием Miner's moss (Горный мох, Старательский мох), Канадский мох.

При использовании вместе с резиновыми и полиуретановыми дражными коврами с прямой и наклонной ячейей повышает извлечение золота. Материал ковриков хорошо противостоит заиливанию и цементированию, обладает большой прочностью на истирание. Служат до 3 промывочных сезонов.



**Цвета ковров могут быть разными, но горняки обычно предпочитают синий, как наиболее контрастный с желтизной самородного золота.** Коврики 3M NOMAD (в переводе Кочевник) известны также под названием MINER'S MOSS, т.е. «горняцкий




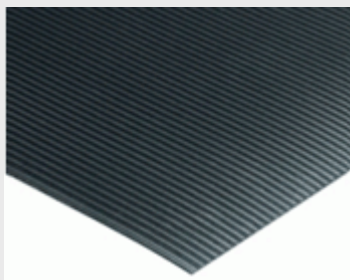
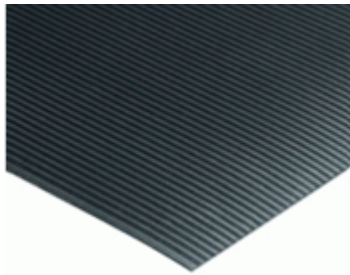
мох» или «старательский мох» и повсеместно используются горняками США и Канады для задержки мелких частиц золота, платины и других тяжелых металлов при промывке в шлюзовых системах драг и промприборов. Ячеистая структура, образованная переплетением виниловых жилок, образует хорошие «ловушки» для задержки тяжелых металлов. Этому способствует и создаваемое ячейками завихрение воды, при котором более легкие фракции (песок, глина, галька) вымываются водой, а наиболее тяжелые фракции и крупницы золота надежно оседают под ковриком и в его ячейках. Быстрая окупаемость затрат на приобретение ковриков в течение первых месяцев или даже недель. При этом высокая прочность материала на истирание позволяет использовать коврики в течение до трех промывочных сезонов.



Впервые в России виниловые ковры 3M начали применяться в Магаданской области в промывочный сезон 1997 года и немногим позднее золотодобывающими компаниями в Верхоянском районе Якутии в 2000 г, и на участках Северо-Енисейского района Красноярского края. Многие старательские артели оснастили различными

типами ковров NOMAD свои промприборы. По оценкам старателей, повышение извлечения золота при съемках в среднем достигает 20%, а на участках с мелким дисперсионным золотом может составлять сотни процентов. Коврики без основы укладываются поверх обычных резиновых российского производства, при этом в начале шлюза используют толстые 15 мм (N8100,8150) для извлечения относительно крупных фракций, а затем «средние» 10 мм, (N1500, 6500), которые изготовлены из более тонких и мягких жилок и образуют больше ячеек для извлечения мелкого золота. Коврики на основе укладываются прямо на дно шлюзов. Ковры нарезаются по длине на ширину колоды и укладываются поперек 90-сантиметровыми полосками. Сверху коврики прижимаются стандартными трафаретами шлюзовых систем. При съемке коврики просто вытряхиваются от золотосодержащих концентратов, после чего могут быть подвергнуты дополнительному споласкиванию для извлечения оставшихся шламов. Дальнейшее обогащение производится на шлихобогажительных установках (ШОУ). Технология и результаты использования ковров могут варьироваться в зависимости от ситовых характеристик золота, условий грунтов, конструкции шлюзов и т.д. Во всяком случае, при существующих запретах на использование ртути применение золотоулавливающих ковров «НОМАД» является хорошей и экологически чистой **альтернативой применению амальгамации для извлечения мелкого и тонкого золота**. С 1999 года коврики использовали уже во многих старательских артелях Колымы, а также на приисках Амурской области и Хабаровского края, в 2000 году начали применяться и в Красноярском крае, Хакасии, в Якутии и на Алтае.

Наименование	Внешний вид	Краткие характеристики	Цена, руб.
3М™ 1500		Аналог известных ранее дражных ковриков Medium Unbacked, синие, выпускаются с 2001 года, повышенной прочности и более плотной вязки, укладываются в шлюзах на резиновые коврики Российского производства. <u>Толщина - 9 мм, Без основы</u> Рулон 0,91м x 6,09м, вес 15 кг Цена за 1 п.м. при ширине 0,91 м	24 970 4 100
3М™ 6050		Пришли на замену выпускавшимся ранее коврикам Medium Backed, толщина 11мм, на пластмассовой основе, синие, укладываются непосредственно на дно шлюзовых систем, как правило, используются для промывки особо мелкого золота.	11 885 6 530

		<u>Толщина - 9 мм, На основе</u> Рулон 1,21м x 1,82м Цена за 1 п.м. при ширине 1,21 м	
3M™ 8100		Заменяли прежние коврики Heavy Duty Unbacked. Отличаются супер-прочностью на истирание и более плотным сплетением виниловых нитей. Могут быть синего, красного и серого цвета. Укладываются непосредственно на дно шлюзовых боксов. <u>Толщина - 15 мм, Без основы</u> Рулон 1,21м x 1,82м, вес 13 кг Цена за 1 п.м. при ширине 1,21 м	18 165 9 980
3M™ 8150		Заменяли прежние коврики Heavy Duty Unbacked. Отличаются супер-прочностью на истирание и более плотным сплетением виниловых нитей. Могут быть синего, красного и серого цвета. Укладываются непосредственно на дно шлюзовых боксов. <u>Толщина - 15 мм, На основе</u> Рулон 0,91м x 6,09м, вес 30 кг	36 500
EDU-PVC		Ковер для промывки золота в рулоне, <u>китайский аналог американских ковриков 3M™ 8100.</u> Рулон 1,22м x 12м Цена за 1 п.м. при ширине 1,22 м	32 700 2 725
DVGR		Коврики дражные черные, для извлечения золота на шлюзах драг и промприборов, с V-образными <u>глубокими рубчиками</u> Ширина 1,22 Стоимость за погонный метр	1 420
CRS-M		Коврики дражные черные, для извлечения золота на шлюзах драг и промприборов, с V-образными <u>неглубокими рубчиками</u> Ширина 1,22 Стоимость за погонный метр	2 575

## 20. Режим работы шлюзов

Для обеспечения эффективной работы шлюзов необходимо соблюдать определенные требования к их эксплуатации:



**1. Уклон шлюзов** определяет не только условия перемещения породы, но и уровень извлечения полезных ископаемых. Скорость передвижения по шлюзу невзвешенных кусков породы меньше, чем скорость движения пульпы. В связи с этим в шлюзе накапливается твердая фаза, которая перекрывает доступ взвешенным зернам к постели.

Разрежение этого слоя может быть достигнуто увеличением скорости движения породы, для чего необходимо увеличить наклон шлюза до определенного предела, устанавливаемого в каждом случае практикой.

Приборные и дражные шлюзы следует устанавливать с уклоном не менее 0,10. Влияние угла наклона на работу приборных шлюзов показано в табл. 27.

Таблица 27

Влияние наклона шлюзов на потери золота

Показатели	Результаты опробования		
Наклон шлюзов с мелким наполнением $\sin \alpha$	0,116	0,1	0,08
Разжижение на шлюзах, Ж:Т . . . . .	36,1	49,8	42,9
Потери золота, % . . . . .	4,65	7,71	8,98

В справочной литературе величина уклона шлюзов указывается в градусах, в долях от целого (в %) или в синусах угла. Ниже приведены переводные таблицы уклонов шлюзов.

Таблица 28

Таблица синусов

Угол	Sin	Угол	Sin	Угол	Sin	Угол	Sin	Угол	Sin	Угол	Sin
<b>1</b>	0,0175	<b>16</b>	0,2756	<b>31</b>	0,515	<b>46</b>	0,7193	<b>61</b>	0,8746	<b>76</b>	0,9703
<b>2</b>	0,0349	<b>17</b>	0,2924	<b>32</b>	0,5299	<b>47</b>	0,7314	<b>62</b>	0,8829	<b>77</b>	0,9744
<b>3</b>	0,0523	<b>18</b>	0,309	<b>33</b>	0,5446	<b>48</b>	0,7431	<b>63</b>	0,891	<b>78</b>	0,9781
<b>4</b>	0,0698	<b>19</b>	0,3256	<b>34</b>	0,5592	<b>49</b>	0,7547	<b>64</b>	0,8988	<b>79</b>	0,9816
<b>5</b>	0,0872	<b>20</b>	0,342	<b>35</b>	0,5736	<b>50</b>	0,766	<b>65</b>	0,9063	<b>80</b>	0,9848
<b>6</b>	0,1045	<b>21</b>	0,3584	<b>36</b>	0,5878	<b>51</b>	0,7771	<b>66</b>	0,9135	<b>81</b>	0,9877
<b>7</b>	0,1219	<b>22</b>	0,3746	<b>37</b>	0,6018	<b>52</b>	0,788	<b>67</b>	0,9205	<b>82</b>	0,9903
<b>8</b>	0,1392	<b>23</b>	0,3907	<b>38</b>	0,6157	<b>53</b>	0,7986	<b>68</b>	0,9272	<b>83</b>	0,9925
<b>9</b>	0,1564	<b>24</b>	0,4067	<b>39</b>	0,6293	<b>54</b>	0,809	<b>69</b>	0,9336	<b>84</b>	0,9945
<b>10</b>	0,1736	<b>25</b>	0,4226	<b>40</b>	0,6428	<b>55</b>	0,8192	<b>70</b>	0,9397	<b>85</b>	0,9962

<b>11</b>	0,1908	<b>26</b>	0,4384	<b>41</b>	0,6561	<b>56</b>	0,829	<b>71</b>	0,9455	<b>86</b>	0,9976
<b>12</b>	0,2079	<b>27</b>	0,454	<b>42</b>	0,6691	<b>57</b>	0,8387	<b>72</b>	0,9511	<b>87</b>	0,9986
<b>13</b>	0,225	<b>28</b>	0,4695	<b>43</b>	0,682	<b>58</b>	0,848	<b>73</b>	0,9563	<b>88</b>	0,9994
<b>14</b>	0,2419	<b>29</b>	0,4848	<b>44</b>	0,6947	<b>59</b>	0,8572	<b>74</b>	0,9613	<b>89</b>	0,9998
<b>15</b>	0,2588	<b>30</b>	0,5	<b>45</b>	0,7071	<b>60</b>	0,866	<b>75</b>	0,9659	<b>90</b>	1

Таблица 29

Таблица "градус – уклон"

Градус	Уклон	Градус	Уклон	Градус	Уклон
<b>1</b>	0,017	<b>16</b>	0,287	<b>31</b>	0,601
<b>2</b>	0,035	<b>17</b>	0,306	<b>32</b>	0,625
<b>3</b>	0,052	<b>18</b>	0,325	<b>33</b>	0,649
<b>4</b>	0,07	<b>19</b>	0,344	<b>34</b>	0,675
<b>5</b>	0,087	<b>20</b>	0,364	<b>35</b>	0,7
<b>6</b>	0,105	<b>21</b>	0,384	<b>36</b>	0,727
<b>7</b>	0,123	<b>22</b>	0,404	<b>37</b>	0,754
<b>8</b>	0,141	<b>23</b>	0,424	<b>38</b>	0,781
<b>9</b>	0,158	<b>24</b>	0,445	<b>39</b>	0,81
<b>10</b>	0,176	<b>25</b>	0,466	<b>40</b>	0,839
<b>11</b>	0,194	<b>26</b>	0,488	<b>41</b>	0,869
<b>12</b>	0,213	<b>27</b>	0,51	<b>42</b>	0,9
<b>13</b>	0,231	<b>28</b>	0,532	<b>43</b>	0,933
<b>14</b>	0,249	<b>29</b>	0,554	<b>44</b>	0,966
<b>15</b>	0,268	<b>30</b>	0,577	<b>45</b>	1

Таблица 30

Таблица " уклон – градус"

Уклон	Градус	Уклон	Градус	Уклон	Градус	Уклон	Градус
<b>0.01</b>	0,6	<b>0.16</b>	9,1	<b>0.31</b>	17,2	<b>0.46</b>	24,7
<b>0.02</b>	1,1	<b>0.17</b>	9,6	<b>0.32</b>	17,7	<b>0.47</b>	25,2
<b>0.03</b>	1,7	<b>0.18</b>	10,2	<b>0.33</b>	18,3	<b>0.48</b>	25,6
<b>0.04</b>	2,3	<b>0.19</b>	10,8	<b>0.34</b>	18,8	<b>0.49</b>	26,1
<b>0.05</b>	2,9	<b>0.20</b>	11,3	<b>0.35</b>	19,3	<b>0.50</b>	26,6
<b>0.06</b>	3,4	<b>0.21</b>	11,9	<b>0.36</b>	19,8	<b>0.51</b>	27
<b>0.07</b>	4	<b>0.22</b>	12,4	<b>0.37</b>	20,3	<b>0.52</b>	27,5
<b>0.08</b>	4,6	<b>0.23</b>	13	<b>0.38</b>	20,8	<b>0.53</b>	27,9
<b>0.09</b>	5,1	<b>0.24</b>	13,5	<b>0.39</b>	21,3	<b>0.54</b>	28,4
<b>0.10</b>	5,7	<b>0.25</b>	14	<b>0.40</b>	21,8	<b>0.55</b>	28,8

<b>0.11</b>	6,3	<b>0.26</b>	14,6	<b>0.41</b>	22,3	<b>0.56</b>	29,2
<b>0.12</b>	6,8	<b>0.27</b>	15,1	<b>0.42</b>	22,8	<b>0.57</b>	29,7
<b>0.13</b>	7,4	<b>0.28</b>	15,6	<b>0.43</b>	23,3	<b>0.58</b>	30,1
<b>0.14</b>	8	<b>0.29</b>	16,2	<b>0.44</b>	23,7	<b>0.59</b>	30,5
<b>0.15</b>	8,5	<b>0.30</b>	16,7	<b>0.45</b>	24,2	<b>0.60</b>	31

## 2. Частота сполоска неподвижных шлюзов.

Улавливающая постель на дне шлюза имеет определенную емкость, которая заполняется по мере работы. Скорость заполнения постели зависит от ее площади и содержания тяжелых фракций в песках. Для поддержания постели в рабочем состоянии производят сполоск. Таким образом, частота сполоска зависит от площади и скорости заполнения постели. Частоту сполоска для каждого типа шлюзов надо устанавливать отдельно в зависимости от их площади и характера промываемых песков.

Время работы шлюзов или подшлюзков без съема шлихов является чрезвычайно важным фактором, влияющим на снос зерен металла в отходы. Слишком длительные интервалы между съемами шлихов приводят к заиливанию (забиванию) гнезд трафаретов песками, к их уплотнению и к большому сносу зерен металла или полезного минерала в отвал.

Частота съема шлихов зависит от наличия металла и тяжелых минералов в промываемых песках и от объема гнезд трафаретов (емкости шлюзов).

Объем гнезд трафаретов ( $q$ ,  $m^3$ ) составляет

$$q = B \times L \times h - B \times h \times b \times n = B \times h \times (L - b \times n)$$

Где  $B$  — ширина шлюза или подшлюзка, м;

$L$  — длина шлюза, м;

$h$  — высота трафаретов, м;

$b$  — толщина планок трафаретов, м;

$n$  — количество планок в трафаретах:

$$n = L / (l_1 + b) + 1$$

$l_1$  — расстояние между планками трафаретов.

Объем металла и тяжелых минералов (шлихов) в песках, промытых в течение суток ( $q_1$ ,  $m^3$ ), равен:

$$q_1 = Q \times a / 100$$

где  $Q$  — объем песков, промытых в течение суток,  $m^3$ ;

$a$  — содержание тяжелой фракции (шлихов) в промываемых песках, %.

Частота съема шлихов в сутки ( $m$ ):

$$m = q_1/q = Q \times a_1 / 100 \times B \times h \times (L - b \times n)$$

Интервал времени между отдельными съемами шлихов ( $t$ , ч):

$$t = t_1/m$$

где  $t_1$  — продолжительность работы промывочного аппарата, ч.

Для золотосодержащих песков при  $a = 0,3\%$ ,  $Q = 400 \text{ м}^3 \text{ в сутки}$ ,  $B=0,72 \text{ м}$ ,  $L=15 \text{ м}$ ,  $h = 0,05 \text{ м}$ ,  $b = 0,005 \text{ м}$  и  $h = 0,15 \text{ м}$  число планок в трафаретах согласно формуле:

$$n = 15/(0,15 + 0,005) + 1 = 97,8 \approx 98 \text{ шт}$$

Частота съема шлихов в сутки:

$$m = 400 \times 0,3 / 100 \times 0,72 \times 0,05 (15 - 0,005 \times 98) = 2,3 \text{ раза в сутки}$$

При работе промывочных аппаратов в сутки 18 ч полный съем шлихов должен производиться примерно через каждые 8 часов ( $t = 18/2,3 = 7,8$ ).

Практика показала, что неплохие показатели по улавливанию металла получаются и при более частом съеме шлихов из головной части шлюза и несколько реже со всего шлюза.

При более высоком содержании тяжелых фракций в песках, большей производительности промывочного аппарата или быстром заиливании трафаретов съем шлихов должен производиться еще чаще. Однако частые съемы шлихов (через каждые 2 часа из головной части и через 4 ч со всего шлюза) требуют установки трехбортных шлюзов и увеличения обслуживающего персонала. Во избежание увеличения объема работ по съему шлихов часто прибегают к увеличению емкости шлюзов путем постепенного наращивания порожков во время их работы. В таких случаях съем шлихов производится раз в смену, сутки, неделю и даже в две недели в зависимости от емкости шлюза и содержания полезного металла или минерала в песках.

**3. Интенсивность внутренней циркуляции** в потоке пульпы на шлюзах, а следовательно, и активность участия постели и извлечении мелкого золота из потока пульпы зависят от его глубины (наполнения). С увеличением глубин и интенсивность снижается, с уменьшением - повышается. В связи с этим во всех случаях следует стремиться к минимальному наполнению в шлюзах.

**4. Степень извлечения мелкого золота**, находящегося в потоке пульпы во взвешенном состоянии, зависит от возможного количества циклов касания дна. Чем больше циклов, тем выше извлечение. Количество же циклов (при прочих

постоянных условиях) зависит от длины шлюза, поэтому ее следует выбирать в зависимости от количества мелкого золота в песках.

**5. Механизм извлечения золота** на шлюзах определяется законами свободного падения минеральных зерен в воде, а они сохраняют свое значение только при отношении  $Ж:Т \geq 10$ . В соответствии с этим, независимо от допустимого разжижения по условиям транспортирования, исходя из технологических требований  $Ж:Т$  должно быть не менее 10.

Приведенные выше расчетные данные основных элементов шлюзовых промывочных аппаратов в основном соответствуют данным, принятым в практике обогащения песков россыпных месторождений полезных ископаемых. Однако отдельные показатели требуют корректировки. Так, например, в практике промывки песков часто принимают расстояние между планками трафаретов в шлюзах и подшлюзках равным **50-70 мм**. Для шлюзов расстояние между планками трафаретов должно быть увеличено в отдельных случаях до **100 мм**, что будет способствовать лучшему разрыхлению материала в шлюзе. **При малых расстояниях между планками в шлюзах происходит интенсивное уплотнение пескового материала и заиливание трафаретов.**

При промывке золотосодержащих песков принимается уменьшенная длина шлюзов до 10-15 м вместо необходимых 18-20 м. Такое уменьшение длины шлюзов может быть оправдано лишь в случае установки дополнительно отсадочных машин или секционных подшлюзков для обогащения эфелей.

На основании расчетных данных и практики эксплуатации промывочных аппаратов ниже приведены следующие параметры для обогащения на шлюзах и подшлюзках (табл. 31).

Табл. 31

Значения параметров шлюзов и подшлюзков, применяемых в практике обогащения золотосодержащих песков

Параметры	Шлюзы	Подшлюзки
Максимальная крупность обогащаемого материала, мм	30	10-12
Ширина секции, мм	520-720	520-720
Число секций, шт.:	1-2	4-5
Длина, м:	18-20	6
Уклон на 1 м длины, мм:	110	100-110
Высота трафаретов, мм	50-55	25-30
Расстояние между планками трафаретов, мм	90-150	30-50
Расположение планок трафаретов по течению потока под углом, град	45	45
Средняя скорость движения потока, м/сек	1,67	0,70
Поверхностная скорость движения потока, м/сек	2,0	1,0

Частота съемки шлихов, раз в сутки при содержании тяжелых фракций 5 кг и меньше в 1 м <sup>3</sup> песков	2-3	1
Граничный размер улавливаемых зерен, мм:	0,20	0,10
Нагрузка на 0,72 м ширины, м <sup>3</sup> /ч	9,5	0,8
Нагрузка на 0,52 м ширины, м <sup>3</sup> /ч	6,8	0,6
Минимальное разжижение пульпы - отношение Ж:Т (по объему)	10-12	-

## VI. ШЛЮЗОВЫЕ ПРОМЫВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Шлюзовые промывочные приборы имеют самые различные конструкции и еще большее число различных названий, причем часто одинаково называют совершенно различные приборы и, наоборот, одному и тому же прибору дают различные названия.

Можно предложить следующую классификацию шлюзовых приборов:

а) простые шлюзовые приборы без классификации породы, на которых производится и дезинтеграция и концентрация (типа американских или ленских шлюзов); к этой же категории относятся и гидравлические шлюзы, но их мы рассматриваем в специальном разделе;

б) шлюзовые приборы с плоским грохотом в голове для предварительной дезинтеграции и классификации породы (типа бутар), в которых шлюз служит только для концентрации;

в) комбинированные приборы, в которых дезинтеграция производится и на шлюзе и на промежуточных грохотах (типа кулибин, по имени горного инженера Кулибина, предложившего этот тип промывочного прибора).

Следует заметить, что резко разграничить указанные выше типы трудно, ибо встречаются самые различные комбинации их; например, в конце ленского шлюза иногда устанавливают грохоты для отделения крупной гали и подшлюзки для обогащения эфелей, перед бутарой устанавливают небольшую протирачную колоду и т. д.

### **21. Простые шлюзовые приборы**

**Проходнушка малая** - шлюз шириной 200-400 мм, длиной 1-3 м. Устанавливается в зависимости от промывистости и крупности песков с уклоном  $i = 0,1-0,2$ . Производительность по пескам 1-1,5 м<sup>3</sup>/смену.

**Проходнушка большая** - шлюз шириной 300-500 мм, длиной 3-6 м. Устанавливается с уклоном  $i = 0,05-0,20$ . Производительность по пескам 2-3 м<sup>3</sup>/смену. Крупную фракцию песков (крупнее 100 мм) выбирают вручную.

Проходнушки используют при геологоразведочных и мелких старательских работах.

«Проходнушки» являются простейшими промывными приборами шлюзового типа, обычно покрытыми примитивным трафаретом. Породу загружают на проходнушку без всякой классификации (за исключением отбора вручную крупной гали +100, +150 мм.) и промывают с ручной протиркой, причем галю, которая не уносится потоком, сгребают с прибора гребком. Вода на проходнушку обычно подается самотеком по жёлобу. Извлечение металла на таком приборе невысокое, особенно при незначительно связанных песках (но более 75%).

#### **Примитивные промывочные приборы, применяемые в Таджикистане.**

Таджики-старатели обогащают золотосодержащие пески в четыре стадии. Первая стадия - отборка вручную в забое при добыче песков всей крупной гали +100 или даже +50 мм, выход, которой составляет от 20 до 50%. Вторая стадия - промывка оставшихся песков в грунтовой обогатительной канавке шириной 400 мм, глубиной 300 мм и длиной 5-7 м, с уклоном 0,02-0,03. Борты и дно канавки облицовывают плоской галькой, а в голове ее устраивают перепад высотой 200 мм. Промывают порциями по 150-200 кг небольшой струей воды, с перебуторкой песков и отборкой специальным черпаком («тавак»), состоящим из деревянной чашки, разрезанной пополам, всей гали +30 мм. При промывке уносятся также шламы и легкие эфеля. Остающийся обогащенный материал, составляющий 25-30% от загруженного в промывку, поступает затем в третью стадию. Третья стадия промывки производится на так называемой «золотопромывательной площадке» (рис. 29), состоящей из насыпанной на земле кучи песка, один из скатов которой образует прямоугольную площадку размером 400 x 700 мм с уклоном в  $30^{\circ}$ , покрываемую местным грубым сукном из козьей шерсти, прижатым по краям двумя деревянными брусками.

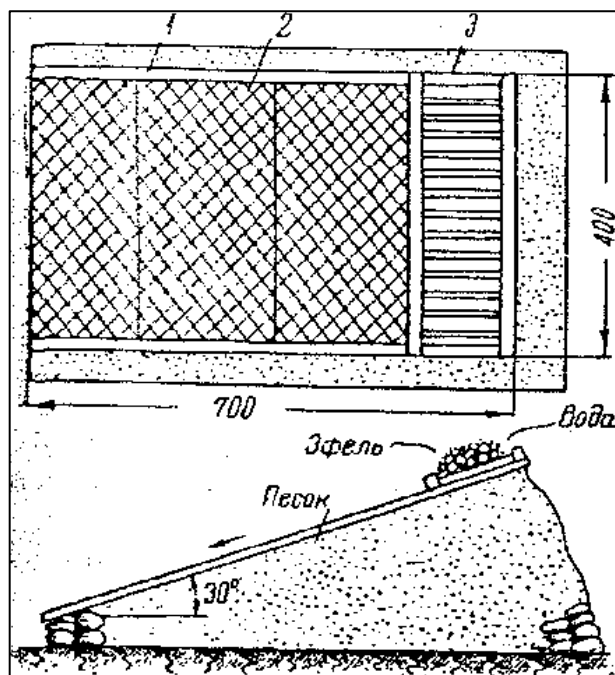


Рис. 29. Таджикская промывочная площадка: 1 - планки; 2 - грубошерстные козьи сукна; 3 - решетка

В головной части прибора поперек брусьев кладется деревянная решетка. Обогащенный эфель из канавки лопатой загружается на решетку и поливается водой из черпака («тыквянки»). После того как с решетки будет унесена вся мелочь, решетка приподнимается и с нее сбрасывается оставшаяся галька; затем на решетку загружается новая порция эфеля. При промывке косового золота обогащения в канавке не производится, а добытые пески непосредственно промываются на площадке, которая в этом случае выполняется в виде плетеного щита размером 400 x 1000 мм из ивняка, устанавливаемого под углом в 20-30° и также покрытого суконками.

Щит состоит из двух деревянных планок с просверленными через 70-100 мм отверстиями; в них вставлены толстые ивовые прутья, которые переплетены тонкими прутьями. На реках Вахш и Пяндж вместо грубошерстного козьего сукна для застилки золотопромывочных площадок применяют бараньи шкуры, которые предварительно подстригают лесенкой (рубчики располагают перпендикулярно к направлению потока).

Четвертая стадия обогащения заключается в доводке на лотках грубого шлиха, снимаемого с золотой промывочной площадки. Лотки применяются двух сортов: в виде прямоугольной, почти плоской ореховой доски, слегка выгнутой параллельно короткой ее оси, и в виде небольшого прямоугольного корыта с бортами.



**Вашгерд (промывочный стол)** (рис. 30) представляет короткий, но широкий шлюз шириной 800-1400 мм (обычно 1000 мм) длиной - 1,7-2,8 м с высотой бортов 350-500 мм в головной части и 300-400 мм в хвостовой. Изготавливают вашгерд из чистых гладко оструганных досок толщиной 30-40 мм. В конце стола вашгерда имеется сужение, в которое устанавливают съемный порог. Вашгерд применяют главным образом при окончательной доводке шлихов (после американки), но иногда и для промывки богатых песков, а также для опробования песков при разведке. При работе на доводке обычно работают на гладкой поверхности вашгерда; при промывке песков устанавливают на нем два-три поперечных плитуса, высотой 50-65 мм, выполняющих функции трафаретов.

Вашгерд устанавливают с уклоном в 0,02-0,04, при промывке песков и около 0,01 при доводке.

В головной части вашгерда по его ширине имеются две деревянные перегородки: одна не доходит до дна, другая не доходит до верха, а так же подвижный порог. В промежуток между первой перегородкой и стенкой вашгерда пускают воду, которая перетекает через порог и вторую перегородку и распределяется тонким слоем по поверхности вашгерда.

Подлежащий промывке материал загружается в головную часть вашгерда (у порога) в количестве 30-50 кг, после, чего на вашгерд пускают достаточно сильную струю воды и материал перегребают деревянным гребком навстречу потоку.

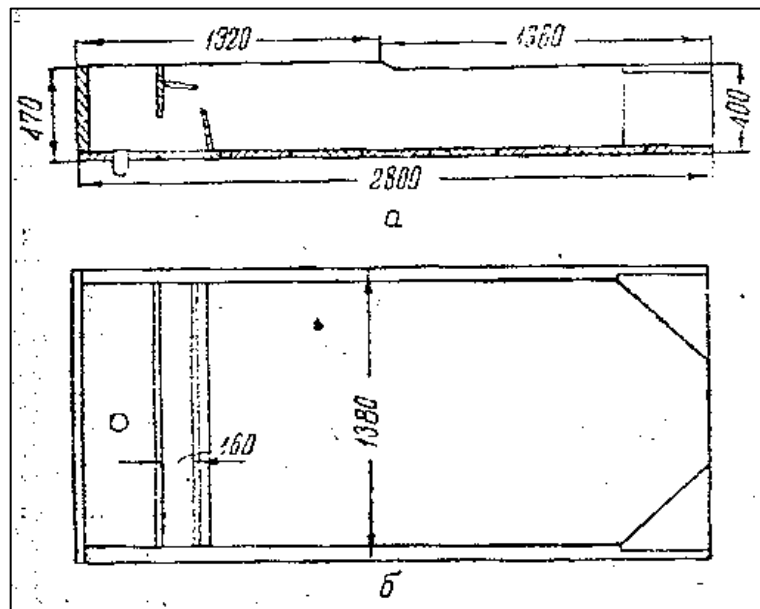


Рис. 30. Вашгерд: а-разрез; б - план

Чистую отмытую галю сбрасывают вниз вашгерда. Затем загружают следующую порцию песка и повторяют промывку ее, пока на вашгерде не

накопится достаточное количество первичного шлиха (после промывки шести - восьми порций, т. е. 200-300 кг). Далее приступают к доводке первичного шлиха на серый шлик, для чего уменьшают подачу воды и снимают первый плинтус (трафарет) и вновь перегребают материал навстречу потоку, сбрасывая вниз отмытый легкий материал. Полученный серый шлик доводят до черного, обычно на вашгерде меньшего размера.

**Баксы** (рис. 31) - железные желоба шириной 250-400 мм, высотой 150-200 мм и длиной звена 1,52 м, вставляемые один в другой и образующие цепь необходимой длины, обычно 30-60 м, укладываемую на земле вдоль линии забоя (обычно старые отвалы). Баксы изготовляют из 2-3-х миллиметрового железа (баксовое железо), с весом листа размером 0,8 x 1,6 м от 8 кг, из которого делается одна бакса 400 x 200 x 1600 мм; более тонкое железо быстро изнашивается.

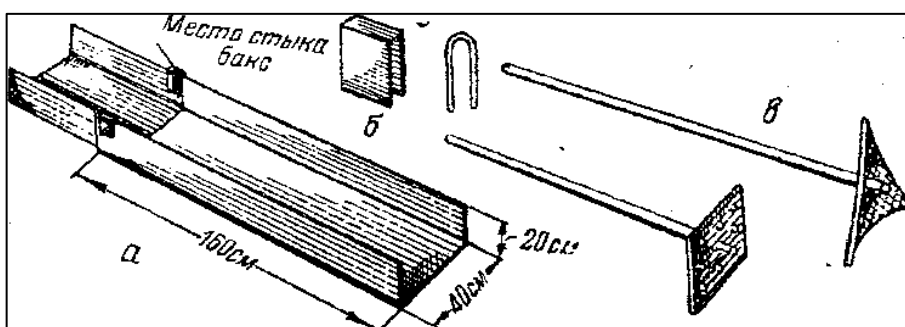


Рис. 31. Устройство баксовой цепи и гребка для перебутаривания породы на ней: а - баксы; б - зажимы для скрепления бакс в стыке; в - гребки

Породу загружают в баксы лопатами. Затем ее прогоняют и перебутаривают гребками. Назначение бакс транспортировать и попутно дезинтегрировать породу. Для улавливания золота в конце или в середине цепи (где уже закончилась дезинтеграция) устанавливают небольшую американку. Уклон баксовой цепи должен быть не менее 0,02, обычно 0,04, расход воды зависит от уклона бакс и от характера песков и в среднем составляет 20-30 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы. Баксы дают хорошие результаты на легкопромывистых породах. В основном их применяют для разработки старых эфельных или торфовых отвалов.

Производительность баксовой цепи стандартного размера (400 x 200 мм) составляет 5-10 м<sup>3</sup>/час при расходе воды в 40-60 л/сек.

**Переносная американка** (простейший прибор для небольших старательских артелей в три-пять человек) представляет жёлоб шириной 250-450 мм, глубиной около 200 мм и длиной 3-6 м, покрытый буторным железом (грохотами) с подстилкой из хворостового мата. Уклон американки в зависимости от

характера породы и количества воды колеблется от 0,05 до 0,2. Производительность, такого прибора обычно составляет 2-3 м<sup>3</sup> в смену. Вследствие отсутствия какой-либо классификации материала и малой длины снос золота на такого рода американках довольно велик и достигает 20-30%, а при месниковатых песках еще более.

**Американские шлюзы**, располагаемые на козлах высотой до 1,5-1,8 м непосредственно в забое и применяемые для промывки песков из открытых работ (аналогичны нашим баксовым работам), имеют ширину от 200 до 600 мм, уклон от 0,036 до 0,083 (в среднем 0,055). Они состоят из звеньев длиной от 3 до 6,7 м {общая длина цепи от 7 до 30}. В конце линии устраивают одно-два звена, покрываемых трафаретами и матами для улавливания золота. На шлюз загружается материал обычно не крупнее 125 мм. В голову линии шлюзов с помощью желобов или брезентовых рукавов диаметром 300-350 мм (из ткани весом 420-480 г/м, срок службы 4 мес.) подводится вода в количестве минимум 3,5-5 л/сек на каждые 0,1 м ширины шлюза. При недостатке воды применяют шлюзы с большим уклоном, или же в начале шлюзов помещают протирачный грохот. Галля удаляется при этом в отвал, в выработанное пространство. Производительность шлюзов (удельная) в зависимости от характера песков, уклона и количества воды составляет от 0,17 до 0,95, в среднем 0,5 м<sup>3</sup>/час на 0,1 м ширины шлюза. Расход воды соответственно составляет от 20 до 60, в среднем 25-30 м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup> песков (большой расход соответствует малой удельной производительности, и наоборот). При расстоянии от шлюзов до забоя не более 3,6 м валовая производительность по добыче и промывке составляет для Западных Штатов от 2,3-3 м<sup>3</sup> (за 8 час), на Аляске - от 1,9 до 7,6 м<sup>3</sup> (за 10 часов в период до 1918 г.).

**Американские шлюзы** для песков из подземных работ имеют ширину 350-800 мм и длину 15-90 м, уклон их равен 0,05-0,15. Для промывистых пород обычно головная часть шлюза имеет уклон 0,11, хвостовая - 0,06. Для труднопромывистых пород с валунами головная часть имеет уклон 0,16 и хвостовая - 0,08-0,1. Для лучшего улавливания золота часто устраивают подшлюзки шириной 750-1000 мм, длиной 5-10 м, с уклоном 0,04-0,05, покрываемые перфорированными листами с отверстиями в 10-15 мм. Для удаления крупной гали, которая заваливает шлюз, в голове устраивают колосниковый грохот со щелями в 100-150 мм.

**Ленский шлюз.** Ширина 0,45-0,75 м, длина при промывке легкопромывистых

песков 45-60 м, труднопромывистых - 70-90 м. Расход воды 65-85 л/сек на 1 м ширины шлюза. Производительность шлюза по пескам - до 22 м<sup>3</sup>/ч на 1 м ширины шлюза.

В зависимости от промывистости песков уклон  $i$  головной части принимают равным 0,11-0,18, средней - 0,08-0,12, концевой – м 0,06- 0,09.

Ленский шлюз - разновидность американского шлюза (иногда неправильно называют ленской кулибиной) - имеет длину при легкопромывистых грунтах 45-60 м, при тяжелых и труднопромывистых грунтах 70-90 м, ширину 450, 620 и 710 мм и высоту бортов от 500 до 900 мм.

Головка шлюза при вязких песках орошается через две-три трубы с насадками 13-19 мм, направленными навстречу потоку, с напором воды в 20-30 м (расход воды 30-60 л/сек). Уклоны шлюза характеризуются данными, приведенными в табл. 32.

Таблица 32

Уклоны ленского шлюза

Часть шлюза	Легкие грунты		Тяжелые грунты	
	длина м	уклон	длина м	уклон
1-я часть (головная) . . .	9	0,11—0,14	9—12	0,15—0,18
2-я часть . . .	20—25	0,08—0,1	25—35	0,1—0,12
3-я часть . . .	20—26	0,06—0,08	25	0,08—0,09
Подшлюзок . .	6—9	0,04	6—9	0,05

Шлюз обычно покрыт железным трафаретом, часто листами бутарного железа; под трафаретом застилается матами. Производительность шлюза на Красноармейском прииске составляла 2,26-3,38 м<sup>3</sup>/час при разжижении 14,4-21,0:1; на Гатчинское прииске - 6,72 м<sup>3</sup>/час, при разжижении 31,4:1.

Расход воды обычно составляет около 12 м<sup>3</sup> для промывистых пород, 20 м<sup>3</sup> - для средних и 30 м<sup>3</sup> - для связанных (на 1 м<sup>3</sup> породы).

Максимальная производительность ленского шлюза 150-200 м<sup>3</sup> в смену.

Распределение золота по шлюзу характеризуется цифрами, приведенными в табл. 33.

Таблица 33

Распределение золота на ленском шлюзе



шлюз устанавливается на брусках.

Песковые и галечные элеваторы, в зависимости от необходимой производительности, имеют черпаки емкостью от 50 до 100 л; число черпаний в минуту 12-20; потребная мощность 15-25 л. с.

## **22. Шлюзовые приборы с головным грохотом (бутары)**

**Желомейка.** В Миассзолоте применяются примитивные старательские бутары с местным названием «желомейка», состоящие из короткого шлюза длиной 1-1,5 м и шириной около 300 мм. в голове которого установлен ящик размером 600 х 600 мм с грохотом из бутарного железа толщиной 5 мм с отверстиями в 12 мм. Шлюз покрывается каким-либо трафаретом (металлическим или деревянным) или же ковриком из связанных между собой березовых прутьев (расположенных поперек шлюза). В начале шлюза на трафарет заливается небольшое количество ртути. Воду обычно подают ручным насосом («помпой»).

«Желомейка» имеет производительность до 1 м<sup>3</sup>/час, требует для своего обслуживания трех-четырех человек (с добычей песков и дает потери при мелком золоте до 40-50% (видимо, несколько завышены).

**Ручная бутара** широко применяется для промывки песков старателями при небольших артелях из четырех - десяти человек, а также при валовом опробовании песков при разведке. Конструкция ручных бутар бывает самая различная (рис. 33 и 34). В голове бутары имеется загрузочная воронка (часто съемная), в дно которой вделан грохот из перфорированного железа (бутарное железо) толщиной 5-8 мм, с отверстиями диаметром 10-18 мм (рассверливаются на-конус с расширением к нижней стороне). Порода загружается лопатой на грохот (на который из сплотов или помпой подается вода) и протирается на нем гребком. Галля, полностью обмытая от примазки, сбрасывается с грохота и на него загружается следующая порция породы (при малом выходе гали промывают две-три порции породы и потом разгружают галю). Обычные размеры протирачного грохота от 500 х 500 до 800 х 800 мм. Грохот устанавливается с небольшим уклоном (0,1-0,15) в сторону разгрузки гали. Эфеля, прошедшие через грохот, с водой поступают на одну-две (а иногда и три) плоскони (оборота), имеющие уклон 0,25-0,3, и затем идут на основной шлюз, имеющий ширину 0,6-0,8 от ширины грохота (т. е. 300-600 мм), длину 1,5-2,5 м и уклон от 0,10 до 0,25 (в зависимости от наличия воды и крупности отверстий в грохоте). Шлюз и плоскони покрываются тем или иным типом трафаретов (обычно хворостовые маты с подстилкой из сукна; при малых уклонах и

недостатке воды на главном шлюзе - бутарное железо).

Многооборотные (два-три оборота) бутары, имеющие большую площадь шлюзов (до  $4 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  эфеля в час), несколько лучше улавливают тонкое золото, но они имеют значительно большую высоту, что создает затруднения при загрузке на них породы. Однооборотные бутары имеют меньшую площадь (до  $2-3 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  эфеля), но удобнее в работе.

Производительность ручных бутар в зависимости от размера а главное от промывистости породы, колеблется от  $0,3$  до  $0,8 \text{ м}^3/\text{час}$ ; расход воды составляет  $10-15 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  породы, т. е.  $1-3 \text{ л/сек}$ . Для обслуживания процесса промывки на бутаре нужно от одного до трех человек (без добычи песков).

Получаемые на бутаре первичные концентраты сначала доводятся с помощью гребка на самой бутаре (на нижнем шлюзе, при снятых трафаретах) до серого шлиха, который собирается в ендовки и затем доводится до черного шлиха и металла на вашгерде или на лотке (в зависимости от количества).

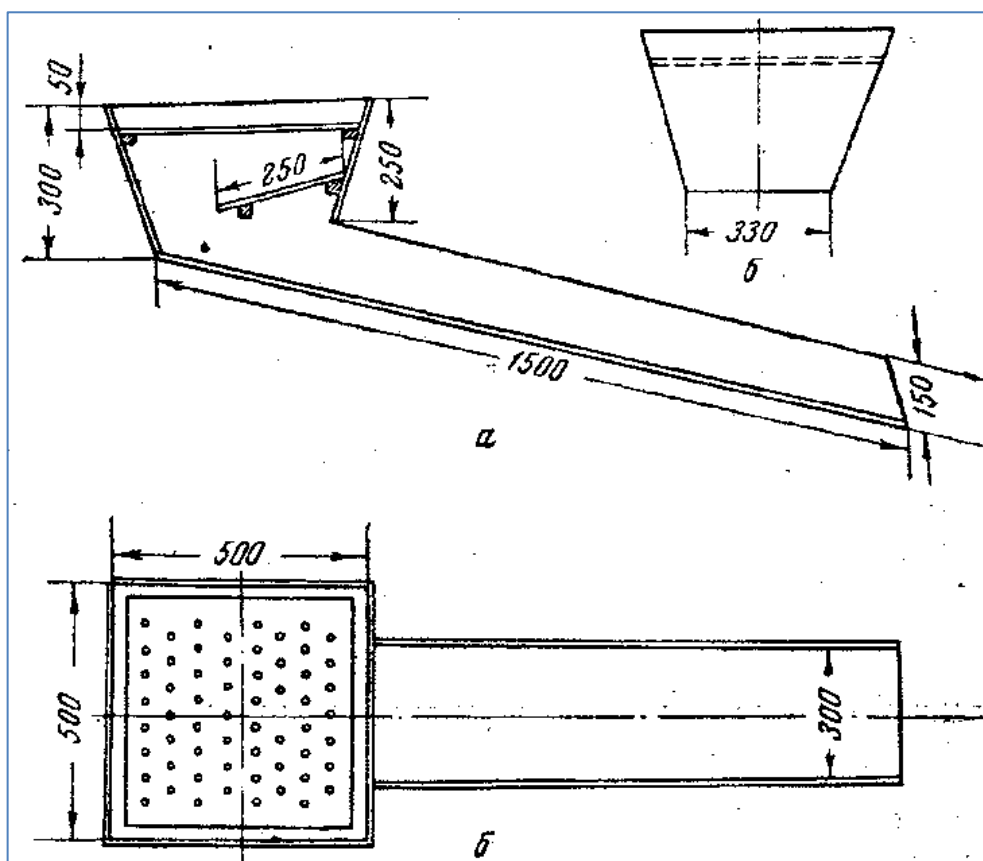


Рис. 33. Однооборотная ручная бутара: а - разрез; б - план

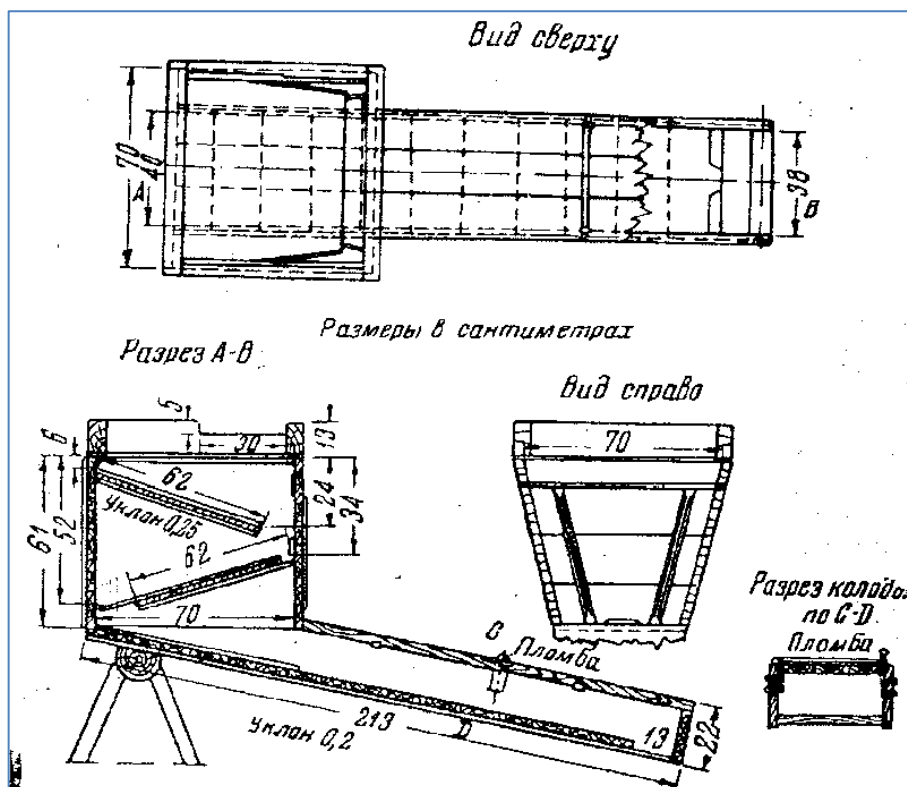


Рис. 34. Двухоборотная ручная бутара

**Американская качающаяся бутара (роккер)** по своему устройству (рис. 35) аналогична нашей бутаре, но установлена на двух полозьях-качалках, благодаря которым при работе ее можно приводить в поперечное качательное движение, создающее зигзагообразный путь движения материала по шлюзу (обеспечивающий более полное извлечение тонкого золота) и позволяющее вести промывку при меньшем количестве воды. Производительность роккера ниже, а затрата рабочей силы на промывку выше, чем на простой бутаре.

Загрузочная воронка роккера имеет грохот размером от 300 x 300 до 500 x 600 мм с отверстиями от 6 до 19 мм (обычно 12 мм), из железа толщиной 2-4 мм. Плосконь часто делается из холста, и имеет уклон в 0,125-0,15. Шлюз (корыто) роккера имеет ширину 300-450 мм и длину 0,9-1,8 м., уклон его от 0,04 до 0,12. Применение меньших, чем на бутаре, уклонов обусловлено наличием поперечных качаний. На дне шлюза обычно имеются поперечные деревянные трафареты сечением от 12 x 12 мм до 25 x 25 мм, а в конце его устраивается хвостовой порог высотой от 18 до 45 мм в середине и от 25 до 75 мм по бокам (вогнутый).

Производительность роккера 0,2-0,4 м<sup>3</sup>/час в зависимости от промывистости песков. Расход воды 5 -10 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы или 0,5-1 л/сек.





составляет всего 20-25 кг. Брезентовая бутара Деньгина весьма удобна для разведочных работ, а также для старательских работ в безлесных районах (Таджикистан, Казахстан).

### 23. Комбинированные шлюзовые приборы

Дезинтеграция песков на комбинированных шлюзовых приборах производится как воздействием водного потока в жёлобе (протирочной колоде), так и дополнительной протиркой их на грохотах, которые также служат и для классификации песков (отделение гали) перед основным концентрационным шлюзом. Комбинированные приборы имеют большую производительность, чем бутары, лучшее улавливание тонкого золота и меньший расход воды, чем простые шлюзовые приборы.

**Лонг-том**, часто называемый «американкой» (рис. 36), является простейшим типом комбинированного шлюзового прибора.

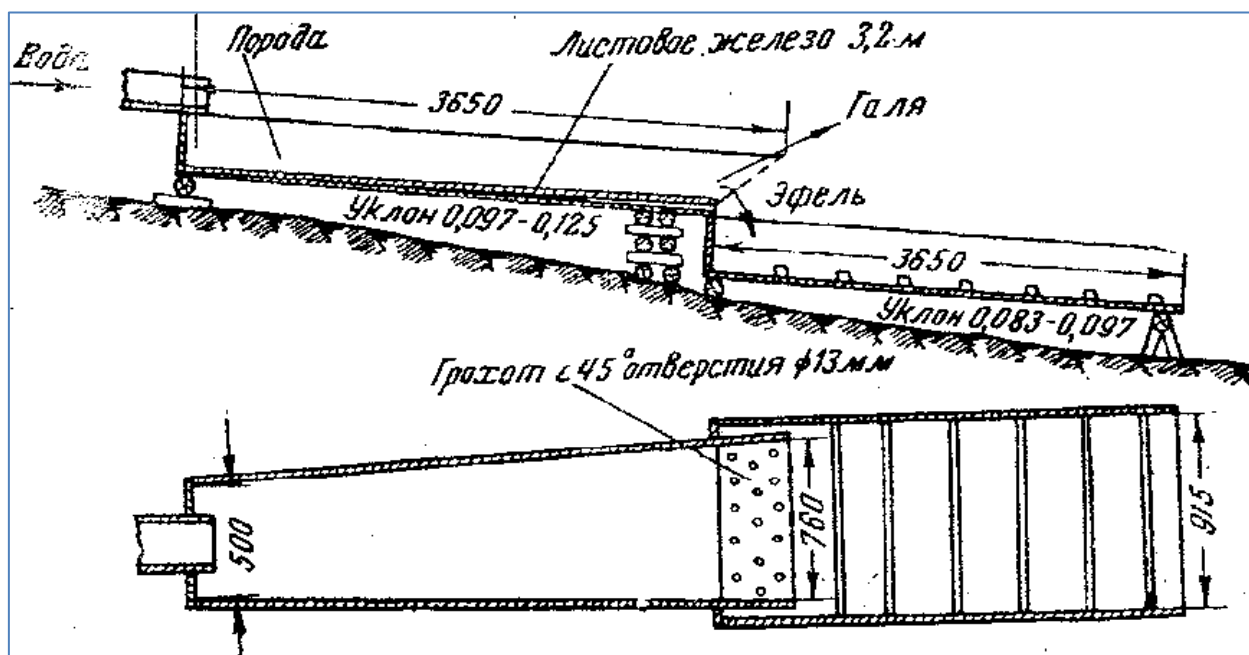


Рис. 36. Лонг-том

Лонг-том состоит из загрузочной (протирочной) колоды, длиной 3-4 м, с бортами высотой 200-300 мм и шириной от 300-350 мм в верхней части, до 400-500 мм в нижней, установленной с уклоном 0,08-0,3. В нижней части колоды имеется грохот с отверстиями в 10-13 мм, установленный с небольшим подъемом. На этом грохоте завершается, если необходимо, протирка породы и отделяется крупная галля. Эфеля вместе с водой поступают на основной улавливающий шлюз шириной 600-800 мм и длиной 1,5-2,5 м, установленный с уклоном 0,1-0,12.

Производительность лонг-тома составляет обычно 0,5-1 м<sup>3</sup> в час. Расход воды 10-15 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> породы или 2-4 л/сек. Обслуживают лонг-том один-два человека (только на промывке). Лонг-том можно применять в небольших артелях на старательских работах, а также на разведке.

**Бутара-колода конструкции Гипрозолота** производительностью при промывистых песках 0,5-1,0 м<sup>3</sup>/час состоит из загрузочной (протирочной) колоды размером 500 x 1200 мм, верхнего грохота 600 x 600 мм с продолговатыми отверстиями шириной 15 мм (живое сечение грохотов 40%), шлюза для крупного золота 600 x 600 мм с уклоном 0,1-0,2 в зависимости от количества воды и характера породы, нижнего грохота того же размера с отверстиями 5 x 30 мм и плоскони размером 780 x 4000 мм для обработки эфеля - 5 мм. Протирка породы начинается в загрузочной колоде и заканчивается на грохотах, что обеспечивает получение чистой гали и минимальную потерю с ней золота. Основное количество золота снимается с загрузочной колоды и с первого шлюза, который споласкивается ежесменно. Плосконь служит для контроля и может споласкиваться реже. Бутара вся изготавливается из дерева; на устройство грохотов и скрепления требуется около 50 кг железа.

**Кулибины** являются промывочным прибором большой производительности и состоят из головного (дезинтегрирующего) шлюза, промежуточных грохотов и хвостовых (обогачительных) шлюзов. На рис. 37 показана кулибина, применявшаяся в дореволюционное время на Енисейских приисках.

Состоит она из двух параллельных колод шириной по 550 мм и длиной 10 м с уклоном в 0,16, в конце которых имеется колосниковый грохот со щелями 12-20 мм и две галечные воронки с затворами для выгрузки гали в таратайки или вагонетки. Эфеля вместе с основной массой воды поступают на хвостовой (эфельный) шлюз-плосконь шириной 1250 мм и длиной 5 м с уклоном в 0,15. Протирочная колода сначала (на 1-1,5 м) застлана бутарным железом толщиной 6 мм с круглыми отверстиями диаметром 18 мм (на 1 м<sup>2</sup> около 300 отверстий), затем - трафаретом из полосового железа 6 x 25 мм с прямоугольными ячейками 178 x 132 мм (длинная сторона поперек потока). Эфельный шлюз застлан деревянным (венгерским) трафаретом. Кулибина установлена на эстакаде, максимальной высотой до 6-7 м; в голове ее имеется приемная площадка, на которую в конных таратайках подается порода; рядом с кулибиной имеется обслуживающая площадка, на которой расположена американка и вашгерд для доводки снимаемых со шлюзов кулибины

первичных шлихов. Вода подается в голову протирочных колод по сплоткам.

Максимальная производительность такой кулибины составляет 10-15 м<sup>3</sup> в час; расход воды около 40 л/сек, или 10-15 м<sup>3</sup> на 1 м.<sup>3</sup> породы.

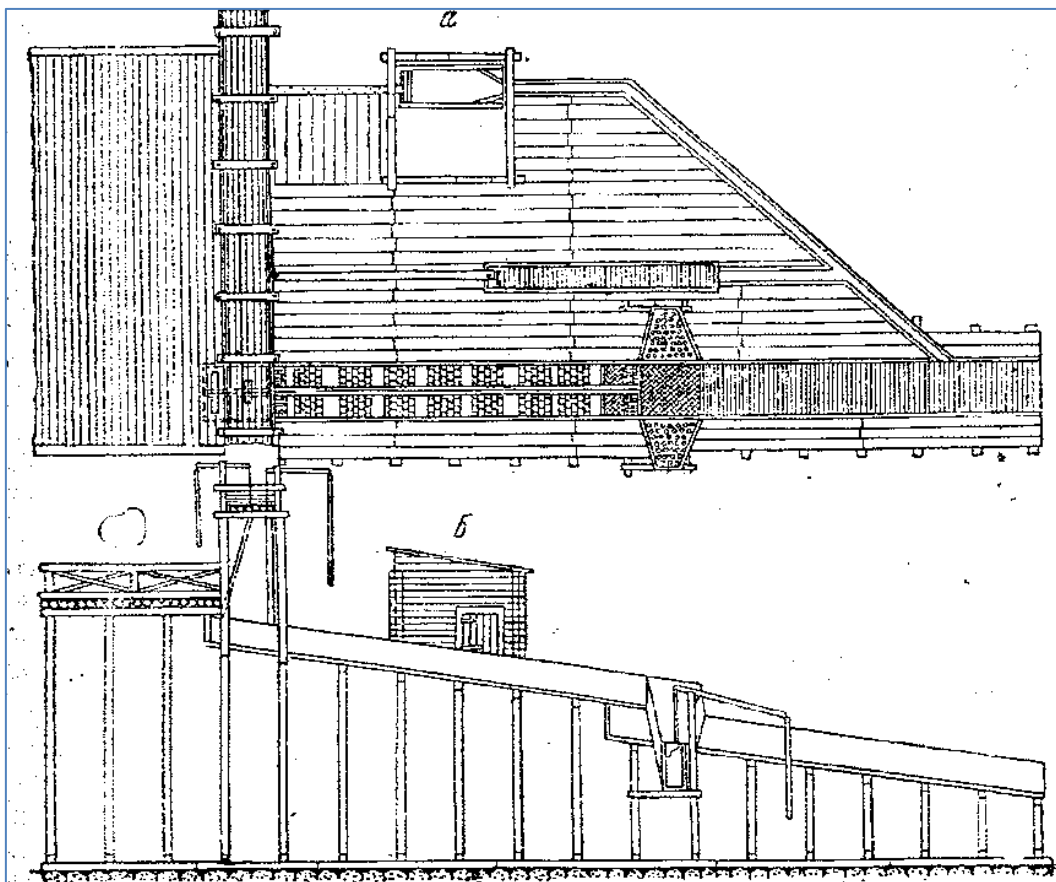


Рис. 37. Кулибина Енисейских приисков: а - план; б - боковой вид

**Кулибина Джалонской компании** имела две протирочные колоды 700 мм х 6,3 м, с уклоном в 0,135, покрытые бутарным железом с отверстиями в 10-18 мм, под которыми расположен трафарет и суконная подстилка, орошаемые водой из насадок (по четыре на колоду) с напором в 2-3 м. В конце каждой колоды имеются односкатные колосниковые грохота (колосники поперек шлюза) с галечными воронками. Эфельные шлюзы имеют размер 700 мм Х 4 м с уклоном в 0,05. Они покрыты деревянным (венгерским) трафаретом. В конце их имеются эфельные воронки глубиной 750 мм для отделения более крупного эфеля, который удаляется в отвал в таратайках; мелкий эфель и ила уходят в слив и транспортируются в отвал по жёлобу с небольшим уклоном. Под площадкой основных шлюзов расположена доводочная американка размером 500 х 8,5 м, с уклоном 0,146 и доводочный вашгерд (в отдельном помещении). Вода на все приборы подается из одного напорного ларя, установленного в голове прибора. Производительность кулибины Джалонской компания составляла до 20 м<sup>3</sup> песков в час. Прибор

обслуживают 16 рабочих и служащих (включая смотрителя и охрану), 5 лошадей работает на отвозке гали и эфелей.

**Кулибина б. Богословского горного округа** на Урале (рис. 38) имела одну протирачную колоду (головной шлюз) длиной 18 м, покрытую железным поперечным трафаретом из полосового железа 12 х 40 мм; в голове колоды установлен колосниковый грохот с отверстиями в 180 мм для отделения валунов.

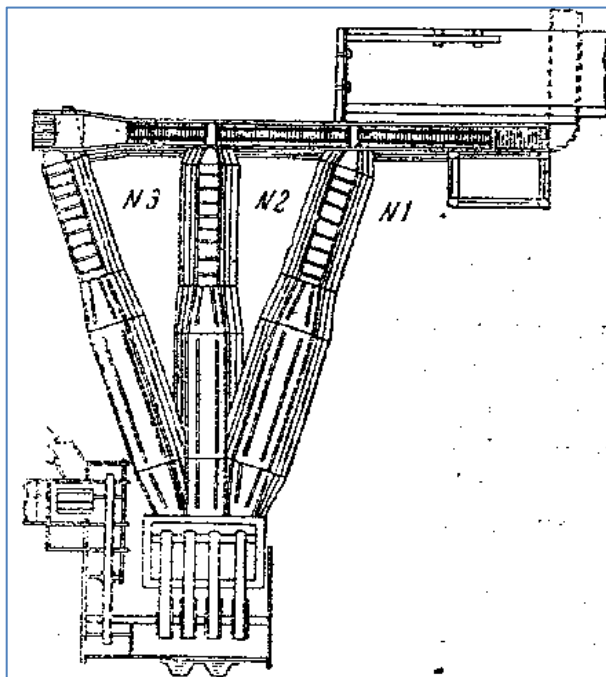


Рис. 38. Кулибина б. Богословского округа (план)

В дне колоды, через каждые 6 м, вделаны колосниковые решетки с отверстиями 16 мм, которые отделяют эфеля и подают их на три поперечных эфельных шлюза (плоскони) длиной около 20 м, имеющие ряд уступов. Хвосты эфельных шлюзов поступают в зумпф, из которого эфеля вычерпываются четырьмя небольшими ковшевыми элеваторами. Производительность кулибины достигала 50 м<sup>3</sup> в час.

**Колымские кулибины**, применяемые на Колыме для извлечения металла и шлиховых минералов, имеют головной шлюз шириной 720 мм и длиной 10 м уклоном в 0,12-0,13, покрытый перфорированными листами с отверстиями диаметром 20-25 мм, на которых производится ручная протирка породы. Съемка с головного шлюза бывает два раза в сутки; на нем улавливается основное количество металла. В конце его установлен горизонтальный грохот размером 700 х 700 мм с отверстиями в 50 мм, галя с которого удаляется в отвал. Материал - 50 мм поступает на второй шлюз, аналогичный головному, установленный с уклоном 0,11-0,125, покрытый деревянным трафаретом (решетками) с сечением брусьев 50

х 50 мм и ячейками в 150 мм. Сполоск второго шлюза производится через 1-1,5 часа; на нем улавливается основное количество шлихов. После второго шлюза расположен второй грохот с отверстиями диаметром 25 мм, галля с которого удаляется в отвал. Нижний продукт второго грохота поступает на третий шлюз, аналогичный второму. Сполоск третьего шлюза производится через 1 час. В конце третьего шлюза установлена ящичная ловушка. Эфеля ловушки удаляются в отвал, слив направляется на четвертый шлюз длиной 5 м с уклоном 0,1. Сполоск четвертого шлюза делают два раза в сутки. При сполоске третьего шлюза концентрат сначала доводится на самом шлюзе, а затем на лотке для разделения металла и шлихов. Шлихи вместе с концентратом второго шлюза направляются на шлихопроводочную фабрику.

Для отделения гали после кулибины перед подшлюзками на Колыме в основном применяют двухскатные грохота, которые дают коэффициент обезвоживания гали (т.е. отношение количества воды, поступившей на подшлюзки, к количеству ее на головном шлюзе) примерно 0,75-0,8, в то время как односкатные грохота имеют его не более 0,6; коэффициент грохочения (т. е. отношение количества эфеля, поступившего на подшлюзки, к количеству его на главном шлюзе) двухскатных грохотов равен 0,8-0,85, на односкатном приборе 0,75-0,8.

**Африканские кулибины.** В Уганде обычно применяются для промывки шлюзовые промывочные приборы (рис. 39), состоящие из протирачной колоды, обитой листовым железом шириной 300-450 мм, с бортами в 300 мм, длиной 3,6 м с уклоном в 0,06-0,08, покрытой перфорированными стальными листами с отверстиями в 0,3 мм, с концевым порогом, высота которого может изменяться.

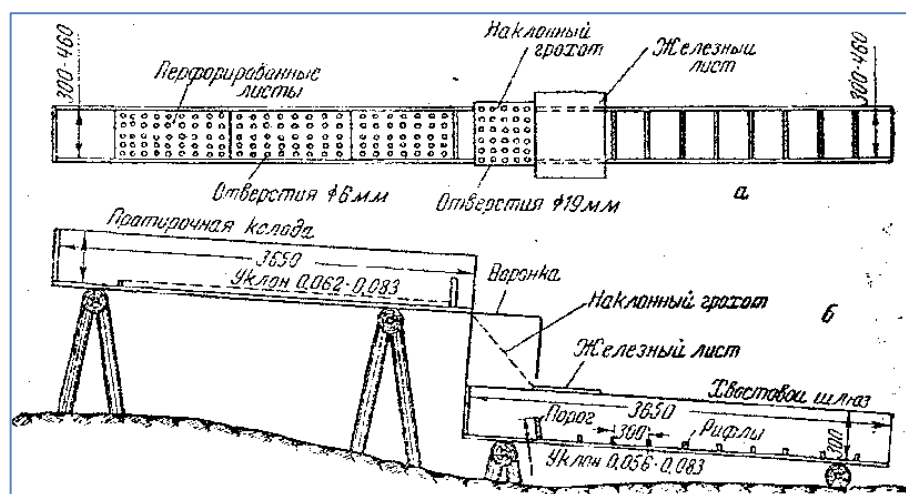


Рис. 39. Промывочный шлюз, применяемый в Уганде; а - план; б - разрез

После протирочной колоды расположена воронка с наклонным по движению потока односкатным грохотом с отверстиями в 19 мм, заканчивающимся горизонтальным железным листом, на котором собирается галля и скидывается в отвал. Эфеля, прошедшие через грохот, поступают на хвостовой шлюз (подшлюзок) шириной также 300-450 мм, с бортами в 300 мм, длиной 3,6 м и с уклоном 0,06-0,07. В голове шлюза имеется порог, обеспечивающий более равномерное распределение пульпы по шлюзу и улавливающий значительную часть металла. Шлюз покрыт поперечными брусками сечением 25 х 25 мм через 300 мм один от другого. Производительность такого шлюза составляет 9-15 м<sup>3</sup> в смену. Обслуживают шлюз четыре человека. Обычное распределение извлекаемого металла по шлюзу: 63% в протирочной колоде, 34% у порога и 1 % на хвостовом шлюзе.

**Передвижная золотомойка** (рис. 40), предложенная И. И. Кочергиным, состоит из двух наклонно расположенных грохотов с поддонами и двух шлюзов мелкого наполнения.

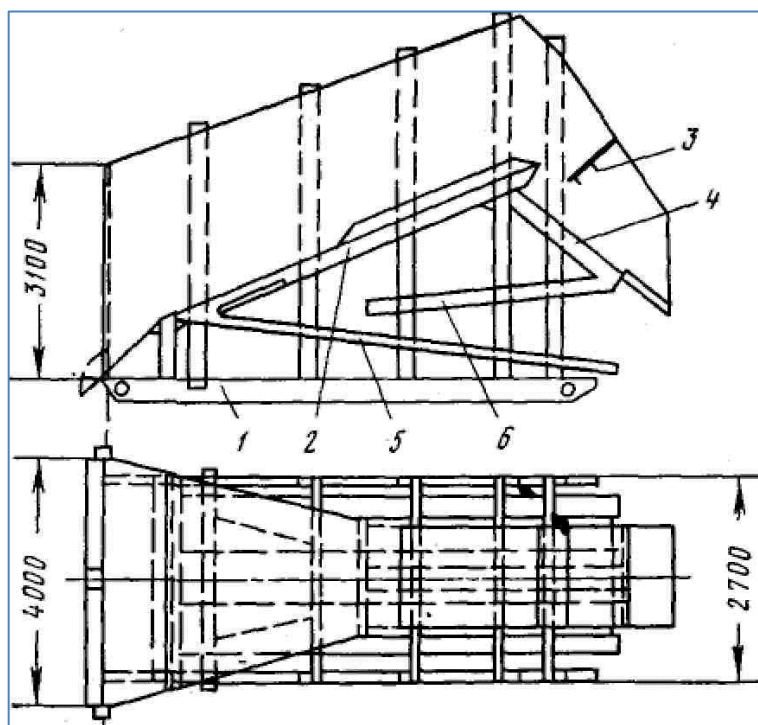


Рис. 40. Передвижная золотомойка: 1 - остов; 2 – грохот с поддоном основной; 3 - отражатель; 4 - грохот с поддоном дополнительный; 5 - шлюз трехсекционный; 6 - шлюз двухсекционный

Пески, поданные к золотомойке, размываются гидромонитором и транспортируются по первому грохоту (перфорация 20-22 мм), установленному наклонно.



Крупная и не просеявшаяся на первом грохоте мелкая фракции песков попадают на отражатель, которым они направляются на второй грохот (перфорация 22-25 мм). Надгрохотный продукт второго грохота - галька и хвосты шлюзов удаляются в отвал.

Подгрохотная фракция первого грохота по поддону поступает в трехсекционный шлюз мелкого наполнения длиной 6,5 м (ширина секции 0,9 м).

Подгрохотная фракция второго грохота по поддону направляется на двухсекционный шлюз длиной 3,5 м (ширина секции 0,72 м), хвосты которого поступают также на трехсекционный шлюз.

Золотомойка выполнена в виде цельнометаллического агрегата, установленного на полозьях. Масса золотомойки 10,2 т.

Суточная производительность от 500 до 780 м<sup>3</sup> песков. Расход воды около 500 м<sup>3</sup>/ч при давлении на насадке гидромонитора 20-40 м вод. ст.

Удельный расход воды изменяется от 13 до 21 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> песков.

## **24. Гидравлические шлюзы**

Гидравлические шлюзы имеют большое сечение (от 500 x 500 до 1500 x 1270 мм), рассчитанное на пропуск большого объема разжиженной пульпы и крупных валунов (при достаточном количестве воды и уклоне до 500 мм, обычно до 200-300 мм) и сравнительно небольшой уклон (от 0,020 до 0,100 в среднем 0,050), лимитируемый уклоном местности и условиями размещения хвостов. Конструкция их делается весьма прочной - из толстых плах, со стяжками. Гидравлические шлюзы покрываются прочным трафаретом, могущим выдержать пропуск большого объема крупного материала.

Разжижение пульпы на гидравлических шлюзах колеблется от 20-25 в благоприятных условиях, достигая нескольких сотен (при элеваторных гидравликах) и составляет в среднем около 40-60 (определяется в основном потребностью воды на разрушение породы, а также располагаемым уклоном шлюзов).

Гидравлические шлюзы в Сибири обычно изготовляют звеньями длиной 6 м из досок толщиной 40-50 мм и шириной 150-200 мм. Шлюз (рис. 41) собирают на двух продольных прогонах диаметром 200-250 мм, укладываемых прямо на грунт или на соответствующей высоты козлах, городках или стойках. Поверх прогонов кладут поперечные брусья (лежни, или ваймы) диаметром 225-275 мм, длина которых определяется шириной шлюза. Ваймы укладывают по уровню строго



горизонтально; по направлению же оси шлюза ваймы устанавливают с необходимым для шлюза уклоном. На обоих концах ваймы настилают нестроганные, но с хорошо профугованными краями доски днища шлюза. Для укрепления бортов шлюза делают стойки из накатника толщиной 125-150 мм, на обоих концах которых вырубает шипы такого размера (от 70 x 80 до 90 x 100 мм), чтобы они свободно входили в отверстия вайм. Шипы имеют заплечики со всех сторон, кроме наружной, чем достигается возможность сближения их с помощью наружных клиньев.

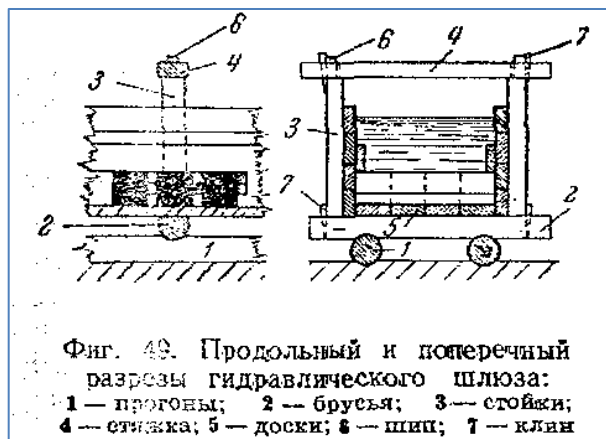


Рис. 41. Сибирский гидравлический шлюз

После того как установлены стойки, закладывают первую бортовину так, чтобы она нижним ребром легла на вайму и одной стороной соприкасалась с внутренней обтесанной стороной стойки, а другой прижималась к ребру доски днища шлюза. В отверстия снаружи каждой стойки забивают клинья, которые плотно прижимают бортовину к днищу, чем обеспечивается достаточная плотность соединения даже без конопатки или прибивания гвоздями. На шипы верхних концов стоек надевают стяжки, подобные займам, но более легкие, и тоже расклинивают. Совокупность ваймы, стоек и стяжки называется рамой, которая благодаря раслинке имеет большую жесткость и в то же время может быстро собираться и разбираться. К стойкам пришивают гвоздями (125-150 мм) остальные доски бортов. Высоту бортов берут обычно 0,7-1 м (в зависимости от наполнения шлюза), так что стойки делают высотой 1-1,5 м. Каждое звено имеет пять рам, т. е. расстояние между ними 1,5 м (крайние рамы по концам, на стыке звеньев).

На гидравликах в США шлюзы обычно делают более тяжелой конструкции и большей ширины из звеньев длиной 3,66 м и рамы располагаются через 1,22 м. Рамы делают из пиленых брусьев, соединяемых гвоздями. Доски днища сжимают с помощью специального натяжного приспособления с крюком и рычагом и

приколачивают к лежням гвоздями. Размеры основных элементов типовых американских гидравлических шлюзов приведены в табл. 34.

Таблица 34

Основные размеры американских гидравлических шлюзов, мм

Размер шлюза		Лежни	Стойки	Толщина досок	
ширина	глубина			днища	бортов
600	500	50×50×1000	50×50×1000	37	37
800	600	75×100×1300	75×100×1500	37	37
1200	800	100×150×1800	100×100×1800	50	37
1500	1000	100×150×2100	100×150×2000	50	37
1800	1200	150×150×2500	150×150×2000	50	37

Повороты шлюзов во избежание завала и чрезмерного износа наружного борта, в который бьет галька, делают плавными, достаточного радиуса (не менее 20-кратного от ширины шлюза). При разветвлении шлюзов обе ветки располагаются симметрично относительно оси основного шлюза. Угол разветвления должен быть возможно острее. При поворотах последующее звено должно отклоняться от оси предыдущего не более, чем на 5°, т. е. не более, чем на 0,5 м для звена длиной в 6 м. Во избежание выплескивания пульпы через край наружный борт шлюза в месте поворота должен быть выше внутреннего на 0,03-0,1 от ширины шлюза. В местах поворотов и разветвлений уклон шлюзов должен быть на 15% более принятого, во избежание завала этого участка.

На гидравликах со значительными сезонными колебаниями расхода воды рекомендуется в период недостатка воды на шлюзах (как напорной у мониторов, так и вспомогательной, подводимой к шлюзам) сужать ширину шлюза устройством в нем временного внутреннего фальшборта. Это уменьшает рабочую ширину шлюза и увеличивает наполнение, чем сохраняется достаточная скорость и транспортирующая сила потока.

При большой длине гидравлического шлюза хвостовая часть его, имеющая ряд разветвлений, служит не столько для улавливания металла, сколько для размещения хвостов, а поэтому выполняется менее тщательно.

Вопрос о полноте улавливания золота на гидравлических шлюзах является пока дискуссионным. Одни утверждают, что при достаточной длине активно действующих (т. е. с незаиленными трафаретами) шлюзов практически все золото может быть уловлено (за исключением самого тончайшего - «плавающего»). Тем не менее, для дополнительного улавливания золота на сравнительно богатых россыпях с тонким золотом часто устраиваются дополнительные к основному

гидравлическому шлюзу устройства, так называемые «подшлюзки», на которые направляют мелкую фракцию породы (эфеля -6, -20 мм), отделяемую на грохоте, вделанном в дно основного шлюза (в конце его). Подшлюзки представляют ряд параллельных шлюзов небольшой длины, работают с небольшим наполнением и сравнительно небольшой скоростью потока (аналогично дражным шлюзам). Это создает на них лучшие условия для улавливания тонкого золота.

Подшлюзки позволяют в несколько раз (до 20-30 м) уменьшить длину основного шлюза или же использовать хвостовую часть его как простой транспортирующий жёлоб (без золотоулавливающего трафарета).

Обычно подшлюзки выполняются из отдельных секций шириной 0,7-1 м. Длина подшлюзков составляет 6-15 м; уклон от 0,08 для гладкого металлического трафарета, до 0,12 для неровного булыжного.

**Съемку золота с гидравлических шлюзов** производят обычно не чаще, чем через 1-2 месяца, приурочивая ее к перестановке или наращиванию шлюза, либо к другим работам, связанным с остановкой гидравлики. Перед съемкой прекращают поступление к шлюзу породы и пускают на него воду, гребками сгоняя вниз весь осевший поверх трафаретов материал. После этого пускают небольшое количество воды (высота слоя в несколько миллиметров) и поднимают трафарет, тщательно обмывая его и очищая стальными щетками или прутяными голиками в самом шлюзе. Оставшийся на полотне шлюза после снятия трафаретов материал нагружается лопатами в ведра или енды и переносится в доводную бутару или другой прибор, расположенный рядом со шлюзом.

Для ускорения съемки первичного концентрата с гидравлического шлюза часто применяют предварительную доводку его посредством «промучивания» на самом шлюзе. При этом он сокращается в несколько раз. Обогащенный таким образом материал переносят на доводной прибор. Это требует значительно меньшей затраты рабочей силы, но удлиняет простой шлюза на сполоске и, кроме того, требует хорошего состояния шлюза (отсутствие щелей, через которые при промучивании может быть потеряно золото).

Шлихи, собирающиеся на бутаре, содержат наиболее мелкое золото, отбивку которого от шлихов лучше производить на лотке с заливкой ртути.

**Шлюзы для смывных работ.** В нашей практике смывные, или буторные работы в основном применяются для вскрыши торфов или обогащения песков выше лежащих пластов с последующей промывкой оставшегося материала на шлюзах. В США часто смывают водой всю толщу наносов (как в гидравликах) и

пропускают их через шлюзы (затем материал от зачистки плотика промывают на отдельном шлюзе). При этом в большинстве случаев производят смыв породы водяным «валом», при котором вода накапливается в запруде и периодически автоматически спускается. Для пропуска «вала» требуется большой размер шлюзов. Продолжительность и сила действия вала находятся в обратной зависимости; короткий интенсивный вал, лучше разрушает и транспортирует породу, но менее желателен с точки зрения улавливания золота на шлюзах.

## 25. Технические характеристики шлюзов

Таблица 35

Краткая техническая характеристика шлюзовых агрегатов промывочных приборов малой производительности

Показатель	ПБШ-10 (ШГ-600)	ПБШ-20 (ШГ-800)	ПБШ-30 (ШГ-720)
Крупность в питании, мм	30	30	50
Пропускная способность (по твердому), м <sup>3</sup> /ч	7,5	15	30
Ж:Т в питании (по объему)	(7–8):1	(7–8):1	Регламентируется гидромонитором
Уклон шлюза, ...°	6–8	6–8	6–8
Количество желобов, шт.	1	1	1
Расположение желобов		В один ярус	
Площадь улавливания, м <sup>2</sup>	3,6	6,4	7,2

Таблица 36

Краткая техническая характеристика шлюзовых агрегатов скрубберных промывочных приборов

Показатель	ПБШ-40	ПКБШ-50		ПКБШ-100	
	ШГМ-2×700	ШГМ-3×700	Самородкоулавливающий шлюз	ШГМ-6×700	Самородкоулавливающий шлюз
Крупность в питании, мм	30	20	50	20	60
Пропускная способность (по твердому), м <sup>3</sup> /ч	30	30	15	50	25
Ж:Т в питании (по объему)	(11–12):1	(11–12):1	20:1	(11–12):1	20:1
Уклон шлюза	0,10–0,11	0,10–0,11	0,14–0,15	0,10–0,11	0,14–0,15
Количество желобов, шт.	2	3	1	6	1
Расположение желобов	В один ярус			В два яруса	В один ярус
Площадь улавливания, м <sup>2</sup>	13,5	20,25	5,3	40,5	6,0

Таблица 37

Краткая техническая характеристика шлюзовых агрегатов гидроэлеваторных  
промывочных приборов

Показатель	ПГШ-30 (ШГ-720)	ПГШ-50 (ШГ-1000)	ПГШ-75 (ШГ-1250)	ПГБ-75	
				ШГМ- 6×700	Головной шлюз
Крупность в питании, мм	100	125	140	20	125
Пропускная спо- собность (по твердому), м <sup>3</sup> /ч	30	50	75	50	75
Ж-Т в питании (по объему)	Регламентируется гидроэлеватором				
Уклон шлюза	0,10–0,12	0,10–0,12	0,10–0,12	0,085–0,090	0,122–0,139
Количество желобов, шт.	1	1	1	6	1
Расположение желобов	В один ярус			В два яруса	В один ярус
Площадь улавли- вания, м <sup>2</sup>	18	25	31,25	40,5	6

## **РАЗДЕЛ V. ОТСАДОЧНЫЕ МАШИНЫ, КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ СТОЛЫ, СЕПАРАТОРЫ, САМОРОДКОУЛОВИТЕЛИ**

### **I. ОТСАДОЧНЫЕ МАШИНЫ**

Разделение смеси минеральных зерен гравитационными методами основано на различии скорости и характера их движения в среде под действием силы тяжести и сил сопротивления, что обусловлено различием плотности и крупности минеральных частиц.

Основными гравитационными процессами в водной среде является обогащение на отсадочных машинах, концентрационных столах, шлюзах, винтовых и конусных сепараторах и др.

#### ***1. Обогащение на отсадочных машинах***

Высокая эффективность отсадки при обогащении золотоносных песков достигается благодаря большой разнице в плотностях полезного компонента и пустой породы.

Отсадка - процесс гравитационного обогащения, основанный на разнице скоростей падения минеральных частиц в вертикальной струе воды.

Материал, подлежащий разделению, подается на решето машины, через отверстия которого поступают восходящая и нисходящая или прерывистая, в вертикальном направлении, струи воды. В результате периодического действия таких струй воды происходит разделение обогащаемого материала по плотности, т. е. зерна, имеющие большую плотность, концентрируются в нижнем слое материала, лежащего на решете, а зерна меньшей плотности - в верхнем слое. В этом случае, отделив нижний слой от верхнего, получают два продукта - концентрат и хвосты.

Для повышения эффективности обогащения пески перед отсадкой классифицируют на классы по крупности и каждый класс обогащают самостоятельно.

#### ***Принцип работы отсадочной машины***

В настоящее время при обогащении полезных ископаемых применяются отсадочные машины трех типов: с неподвижным решетом (поршневые и диафрагмовые) и с подвижным решетом. Отсадочные машины с подвижным решетом при обогащении руд цветных и редких металлов применяются редко и главным образом при обогащении железных и марганцевых руд.

**Поршневые отсадочные машины с неподвижным решетом (рис. 1).**

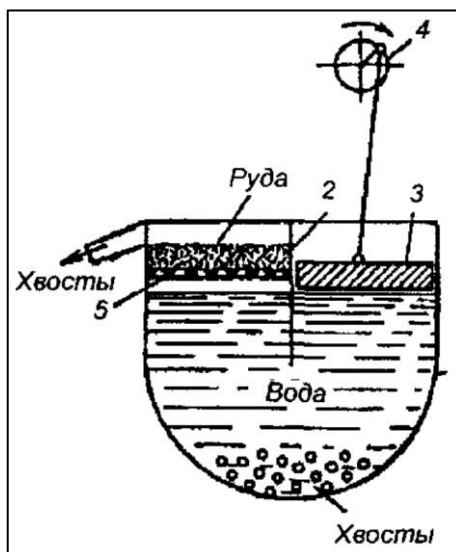


Рис. 1. Схема работы отсадочной машины с неподвижным решетом

Камера 1 имеет перегородку 2, не достигающую до дна камеры. Эта перегородка делит камеру на два сообщающихся между собой отделения - поршневое и концентрационное. В поршневом отделении движется поршень 3, который получает возвратно-поступательные движения от эксцентрикового вала 4. Руда поступает на решетку концентрационного отделения. Камера заполняется водой. При движении поршня вниз в концентрационном отделении камеры создается восходящая струя воды, благодаря которой рудные частицы поднимаются, слой разрыхляется. При падении частицы расслаиваются - в нижнем слое (на решетке) собираются частицы большей плотности, а в верхнем - легкие частицы. При движении поршня вверх в концентрационном отделении создается нисходящая струя воды, которая улучшает расслаивание за счет увеличения разницы скоростей падения тяжелых и легких частиц.

Непрерывное чередование восходящей и нисходящей струи воды позволяет разделить материал на два слоя: нижний слой тяжелых минералов и верхний слой легких минералов.

Слой тяжелых минералов, или тяжелая фракция, при крупности обогащаемой руды меньше 4 мм разгружается под решетку, размеры отверстий которого должны быть больше, чем размеры тяжелых частиц.

Легкая фракция под действием горизонтального потока воды разгружается через сливной порог последней камеры машины.

При обогащении крупнокусковой руды концентрат остается на решетке в виде естественной постели и разгружается через боковую или центральную

разгрузочную щель в стенке корпуса машины.

**Диафрагмовые отсадочные машины** (рис. 2) отличаются от поршневых машин тем, что в них поршень заменен резиновой диафрагмой, вертикальные (горизонтальные) движения которой создают вибрации пульпы. Диафрагмовые отсадочные машины широко применяются при обогащении россыпей золотосодержащих, оловянных, вольфрамовых и руд редких металлов. Изготавливаются диафрагмовые машины нескольких типов и различаются расположением диафрагмы: с верхним расположением в специальном отделении, с боковым расположением и с расположением в нижней части камеры.

Основные типы отсадочных машин, применяемых при обогащении золотосодержащих песков, приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Техническая характеристика отсадочных машин с горизонтальной диафрагмой

Параметры	МОД-ОД	МОД-1М	МОД-2М	МОД-3М
Размеры камеры, мм	300x300	760x760	1060x1060	1060x1060
Количество камер	2	2	2	3
Рабочая площадь решет, м <sup>2</sup>	0,18	1,0	2,0	3,0
Частота колебаний диафрагмы (днища), мин <sup>-1</sup>	210, 240, 270, 305, 340, 380	130, 165, 206, 258, 310, 350	130, 164, 197, 236, 294, 348	130, 164, 197, 236, 294, 348
Ход диафрагмы (днища), мм	Не более 21		Не более 40	
Крупность руды, мм	0,5-8	0,5-15	0,5-15	0,5-30
Производительность, т/ч	0,5-4	7-12	4-30	7-40
Установочная мощность электродвигателя, кВт	0,4	1,1	2,2	2,2
Габаритные размеры, мм:				
длина	1060	1950	2550	3850
ширина	700	1050	1350	1350
высота	900	2050	2250	2250
Масса, т	0,2	1,0	1,8	2,7
Изготовитель	Завод «Труд» (г. Новосибирск)			

### **Режим и регулирование процесса отсадки**

Установлено, что одинаковые результаты обогащения можно получить при различных условиях ведения процесса (размахе и частоте колебаний, высоте постели, скорости движения подрешетной воды).



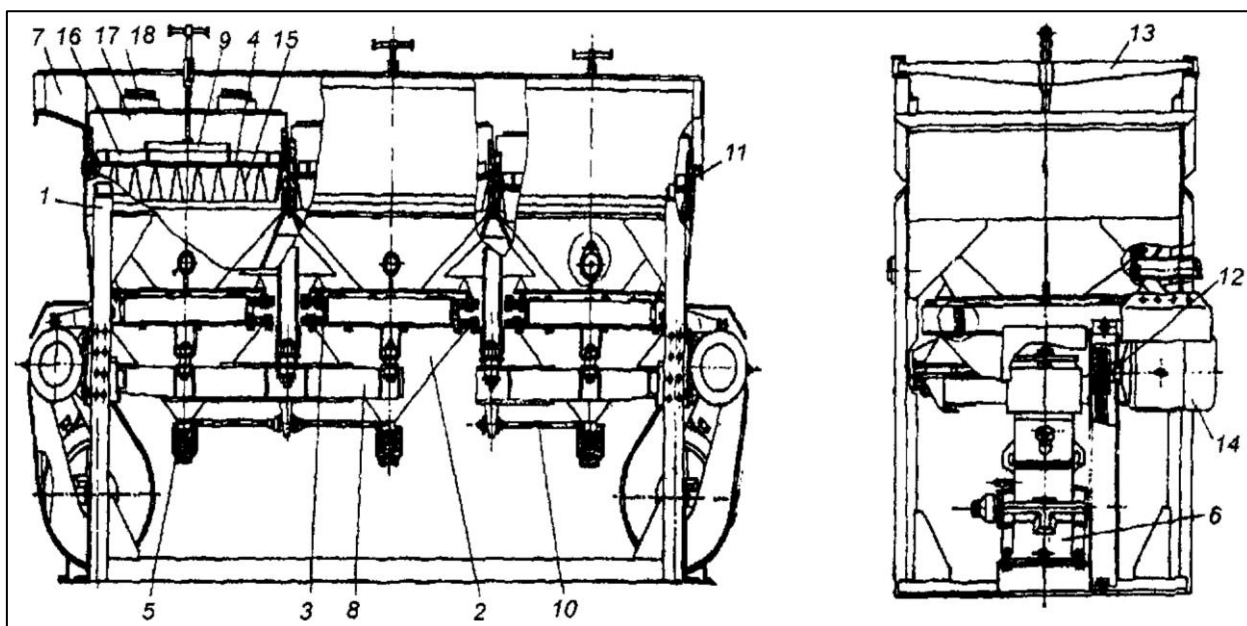


Рис. 2. Схема отсадочной машины с горизонтальной диафрагмой МОД-3М. 1 - корпус; 2 - коническое днище; 3 - диафрагма; 4 - сито; 5 - разгрузочное устройство; 6 - эксцентриковый привод; 7 - загрузочный желоб; 8 - балансирующая рама; 9 - крестовина с винтом для зажима решета, 10 - растяжка; 11 - порог; 12 - приводной шкив; 13 - балка; 14 - электродвигатель; 15 - обтекатели; 16 - решето для равномерного распределения искусственной постели; 17 - распорные доски; 18 - клинья

Параметры отсадки выбирают обычно по данным эксплуатации отсадочных машин с последующим экспериментальным уточнением их на конкретной руде и с учетом экономических соображений.

При регулировании процесса отсадки следует иметь в виду, что увеличение нагрузки на отсадочную машину при всех прочих неизменных параметрах приводит к уменьшению выхода подрешетного продукта и повышению его качества и, наоборот, при уменьшении нагрузки выход подрешетного продукта повышается, а качество его снижается. Это явление используется при автоматизации работы отсадочных машин. При увеличении нагрузки на машину автоматически увеличивается размах колебаний среды, что вызывает увеличение выхода подрешетного продукта.

Производительность отсадочных машин зависит от ширины камеры, толщины подвижного слоя материала, скорости его продвижения, плотности зерен разделяемых материалов и т. п.

Производительность (т/ч) по сухому исходному питанию можно определить по формуле:

$$Q = 3,6 H B v \beta \theta,$$

где  $H$  – высота слоя материала в камере машины выше сливного порога в момент взвешивания постели, м;  $B$  – ширина камеры, м;  $v$  – средняя продольная скорость движения материала, м/с;  $\beta$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $\theta$  – степень разрыхления материала в момент взвешивания ( $\theta \approx 0,5$ ).

В зависимости от крупности исходного материала высоту слоя  $H$  и скорость продольного перемещения  $v$  рекомендуется принимать следующими.

Крупность материала, мм	$H$ , мм	$v$ , м/с
-0,3	1,7	0,12
-0,5	2,3	0,13
-1,0	3,0	0,15
-2,0	3,4	0,18
-3,0	3,8	0,2
-6,0	6,0	0,21
12-2	12,0	0,22
20-2	20,0	0,23

Ход (размах  $L_n$  колебаний - порция) может быть рассчитан по эмпирической формуле:

$$L_n = 8,1 d_{\max}^{0,6},$$

где  $d_{\max}$  – максимальный размер частиц, мм.

Частота колебаний в минуту (порция) определяется по формуле

$$n_{\max} = 1340 / \sqrt{L_n} \beta \kappa,$$

где  $\beta$  - значение коэффициента в зависимости от размера отверстий решета при различной амплитуде колебаний жидкости (приведен в табл. 2);

$\kappa$  - отношение площади поршня (диафрагмы) к площади решета.

Таблица 2 Значение коэффициента  $\beta$

Амплитуда колебаний поршня, мм	Диаметр отверстий решета, мм					
	1	2	3	4	10	16
5	0,50	0,56	0,60	0,75	0,84	0,94
10	0,52	0,57	0,66	0,78	0,89	0,95
15	0,55	0,59	0,68	0,80	0,94	0,96
20	0,60	0,65	0,70	0,85	0,97	0,98
30	0,73	0,79	0,84	0,89	0,98	0,99
50	0,88	0,92	0,95	0,97	0,99	0,99
100	0,90	0,93	0,96	0,97	0,99	0,99

Толщина постели при отсадке крупного материала принимается равной 5-10 диаметрам наибольших частиц.

При отсадке с искусственной постелью ее высоту принимают с учетом выхода подрешетного продукта. Чем больше толщина искусственной постели, тем меньше ее пропускная способность и наоборот. В связи с этим при отсадке богатых руд (при большом выходе подрешетного продукта) высота искусственной постели должна быть меньше, чем при отсадке руд с малым выходом концентрата. Толщина надпостельного слоя обычно в 20 раз больше, чем максимальная крупность частицы питания.

В качестве искусственной постели применяются рудные концентраты соответствующей плотности и классифицированные по крупности, стальная дробь и другие материалы.

Крупность частиц искусственной постели принимается в 2,5-6 раз больше максимальной крупности частиц обогащаемой руды, а плотность - не менее плотности концентрата (тяжелой фракции).

В зависимости от гранулометрического состава руды крупность частиц искусственной постели может быть выбрана выше или ниже указанных пределов.

Форма частиц искусственной постели оказывает влияние на выход подрешетного продукта, который больше для сферических частиц (дробь) и меньше для рудных частиц неправильной формы.

Некоторые параметры постели промышленных отсадочных машин приведены в табл. 3.

*Таблица 3.*

Крупность золотоносных песков и высота постели отсадочных машин

Крупность песков (мм)	Искусственная постель		
	Крупность (мм)	Высота (мм)	Материал
-8 (10) +3 (2)	16-10 (12)	80-100	Богатая гематитовая руда
-3 (2) +0	3-2,5		Металлическая дробь

Скорость восходящего потока подрешетной воды подбирается экспериментально. При ее увеличении происходит, как правило, уменьшение выхода подрешетного продукта, повышение его качества и вынос в хвосты тонких частиц большой плотности. Уменьшение скорости приводит к обратным результатам.

При обогащении мелких и тонких частиц колебание расхода подрешетной

воды может привести к полному нарушению процесса отсадки. Поэтому регулирование скорости движения подрешетной воды при отсадке мелкого и тонкого материала должно производиться наиболее тщательно.

В частности следует избегать использования для разгрузки подрешетных продуктов насадок больших размеров, при которых возможны существенные колебания общего расхода воды, подаваемой под решето, что неизбежно вызывает значительные колебания скорости восходящего потока подрешетной воды.

Средние данные по расходу воды при отсадке золотоносных песков приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Расходы воды при отсадке

Крупность песков (мм)	Расход подрешетной воды м <sup>3</sup> /т	Скорость движения подрешетной воды см/с
-8 +3 (2)	1,8-2,3	0,3-0,6

Разжижение питания не должно превышать Ж:Т = 2:1 (по массе).

В противном случае в отсадочной машине создается горизонтальный поток с большой скоростью, который взмучивает надпостельный слой и нарушает происходящее в нем расслоение частиц.

Большая скорость подрешетной воды также приводит к значительному увеличению скорости горизонтального потока в последних камерах машин и выносу мелких частиц большой плотности в хвосты.

В практике при обогащении золотосодержащих песков рекомендуется для диафрагмовых отсадочных машин принимать следующие оптимальные режимы их работы.

## Оптимальные режимы работы диафрагмовых отсадочных машин

Ход диафрагмы	<b>40—45</b> мм
Частота качаний диафрагмы в минуту	<b>120—130</b>
Расход подрешетной воды на <b>1</b> м <sup>2</sup> решета	<b>2—4</b> л/с
Размер отверстий решета	3 мм
Крупность питания	До <b>30</b> мм
Высота сливного порога	<b>120</b> мм
Постель:	
в 1-й камере	Естественная
в остальных	Из металлической или чугунной дробы крупно- стью 4—6 мм
Высота постели	<b>15—20</b> мм
Удельная нагрузка на <b>1</b> м <sup>2</sup> решета	<b>5—6</b> м <sup>3</sup> /ч

При доводке золотосодержащих концентратов на шлихообогатительных фабриках (ШОФ), шлихообогатительных установках (ШОУ) в основном применяют отсадочные машины типа МОП-0,2; МОД-М; МОД-0,16; ОКМ.

## **2. Машина отсадочная поршневая МОП-0,2**

Машина отсадочная поршневая МОП-0,2 (в дальнейшем - машина) предназначена для мокрого гравитационного обогащения минерального сырья крупностью до 50 мм. Может быть применена для доводки концентратов на ШОФ и для испытаний проб руд и песков на обогатимость.

### **Устройство и принцип работы**

Машина состоит из следующих основных узлов (рис. 3.): корпуса 1, решетных камер 9, бункера 4, лотка 2, воронки 8, привода 5 и кривошипно-шатунного механизма 3.

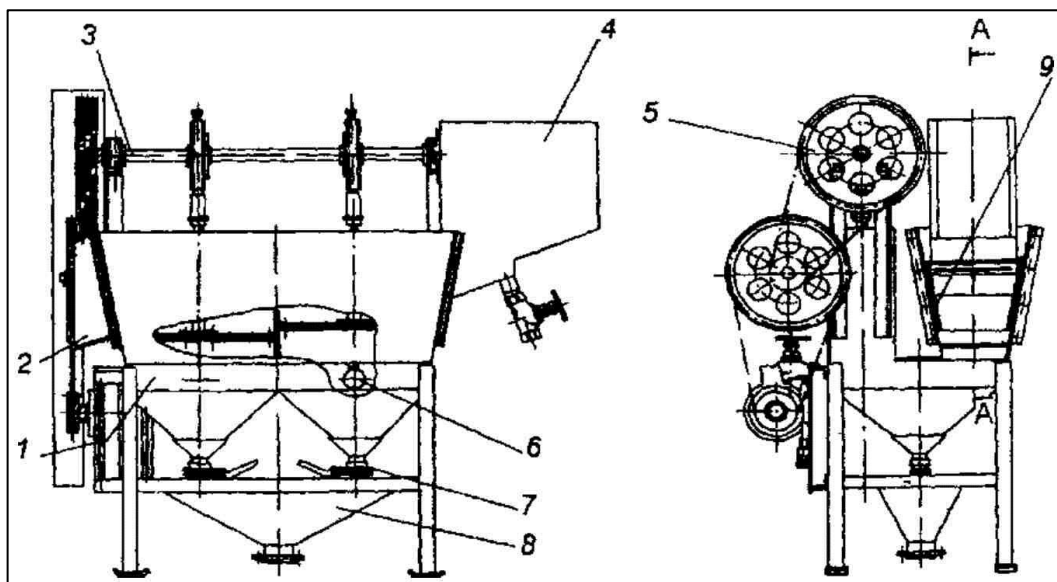


Рис. 3. Схема машины отсадочной поршневой МОП-0,2: 1 - корпус; 2 - лоток; 3 - кривошипно-поршневой механизм; 4 - бункер; 5 - привод; 6 - обратный клапан; 7 - затвор; 8 - воронка; 9 - решетная камера

Корпус машины сварной, герметично разделен перегородкой на две камеры, каждая из которых состоит из поршневого отделения и сообщающегося с ним решетного отделения. Боковые стенки решетных отделений выполнены наклонными. Для разгрузки подрешетного концентрата камеры машины оборудованы затворами 7 со сменными насадками. Для ограничения обратного движения подаваемой подрешетной воды при движении поршня вниз на входе водонапорных магистралей в камеры установлены обратные клапаны 6.

Перестановкой местами бункера 4, лотка 2 и решетных камер 9 достигается левое и правое исполнение машины. На корпусе крепятся остальные узлы машины.

Решетные камеры 9 с вложенными в них сетками и трафаретами устанавливаются в решетных отделениях корпуса. Боковые стенки решетных камер выполнены наклонными. Решетные камеры имеют пазы для установки промежуточного и хвостового порогов, которые могут быть изготовлены из досок.

Бункер 4 служит приемной емкостью для исходного обогащаемого материала. На бункере имеются шибер для регулировки качества подаваемого в машину материала и патрубок для подвода смывной воды.

Лоток 2 служит для удаления из машины легкой фракции (хвостов обогащения).

Воронка 8 предназначена для сбора подрешетного концентрата, разгружающегося из 1-й и 2-й камер машины. На воронке имеется поворотный фланец для присоединения гидроэлеваторов или трубы.

Кривошипно-поршневой механизм устанавливается на корпусе и состоит из двух поршней со штоками и двух эксцентриков. Высота расположения поршней регулируется резьбовыми штоками. Штоки поршней соединены с эксцентриками, смещающимися относительно центра вала на фланцах. Смещение эксцентриков позволяет регулировать размах поршней и пульсацию среды (воды). Фланцы крепятся на конусах-втулках и могут поворачиваться относительно оси вала.

Поворот эксцентриков позволяет смещать движение поршней по фазе относительно друг друга.

Привод состоит из вала в сборе, двух клиноременных передач со сменным шкивом и двигателя. Для натяжки ремней вал и электродвигатель могут передвигаться в продольных пазах плит, укрепленных на корпусе. Частота колебаний поршней регулируется сменным шкивом.

Машина работает следующим образом. Электродвигатель через две клиноременные передачи передает вращение валу кривошипно-поршневого механизма. Эксцентрики, закрепленные на валу с помощью фланцев, посредством штоков сообщают возвратно-поступательное движение поршням. Движение поршней передается воде, заполняющей подрешетное пространство машины, которая, пульсируя, приводит материал, разгружаемый из бункера в решетные камеры, во взвешенное состояние, создавая условия для расслоения его по удельным весам.

Тяжелая фракция, крупнее 3 мм (надрешетный концентрат), аккумулируется в решетных камерах и разгружается из машины периодически путем снятия камер вручную и вытряхивания концентрата из них на вашгерд или специальный рудоразборный стол. Перед снятием решетных камер подача исходного материала из бункера в машину должна быть прекращена и машина остановлена. После установки освобожденных от концентрата решетных камер на место машина может быть включена в дальнейшую работу.

При обогащении на машине золотосодержащих концентратов с промывочных приборов в целях учета крупного золота отдельно по приборам после обработки концентрата с каждого прибора достаточно разгружать надрешетный концентрат только из 1-й камеры.

Надрешетный концентрат из второй камеры допускается разгружать один раз в смену. Тяжелая фракция, менее 3 мм (подрешетный концентрат), проходит через сетку в подрешетное пространство и непрерывно или периодически разгружается через патрубки со специальными затворами в воронку, а далее направляется для обогащения на другие аппараты. Режим работы отсадочной машины (частота пульсации поршней, длина хода поршней, количество подрешетной и транспортной воды и др.) устанавливается исходя из крупности обогащаемого материала и его вещественного состава.

#### Технические данные машины отсадочной поршневой МОП-0,2

Производительность машины при работе	
на материале крупностью -30 мм:	
на операции доводки концентрата	1 т/ч
на операции первичного обогащения	2 т/ч
Количество решетных камер	2 шт.
Ширина решетной камеры	200 мм
Длина решетной камеры	500 мм
Отношения площадей поршневой и решетных камер	1:1
Предел размаха колебаний поршня	0—70 мм
Частота колебаний поршня в минуту	130-180
Способ разгрузки подрешетного концентрата	Периодический или непрерывный, с помощью затворов со сменными насадками
Мощность привода	1,5 кВт
Масса машины	378 кг
Способ разгрузки надрешетного концентрата	Периодический, путем извлечения из машины съемных решетных камер

### 3. Машина отсадочная диафрагмовая малогабаритная МОД-М

Отсадочная машина МОД-М (устройство показано на рис 4) предназначена для разделения смеси тяжелых шлиховых минералов и золота в операциях доводки золотосодержащих концентратов крупностью до 10 мм методом отсадки при повышенных скоростях восходящих и нисходящих потоков воды

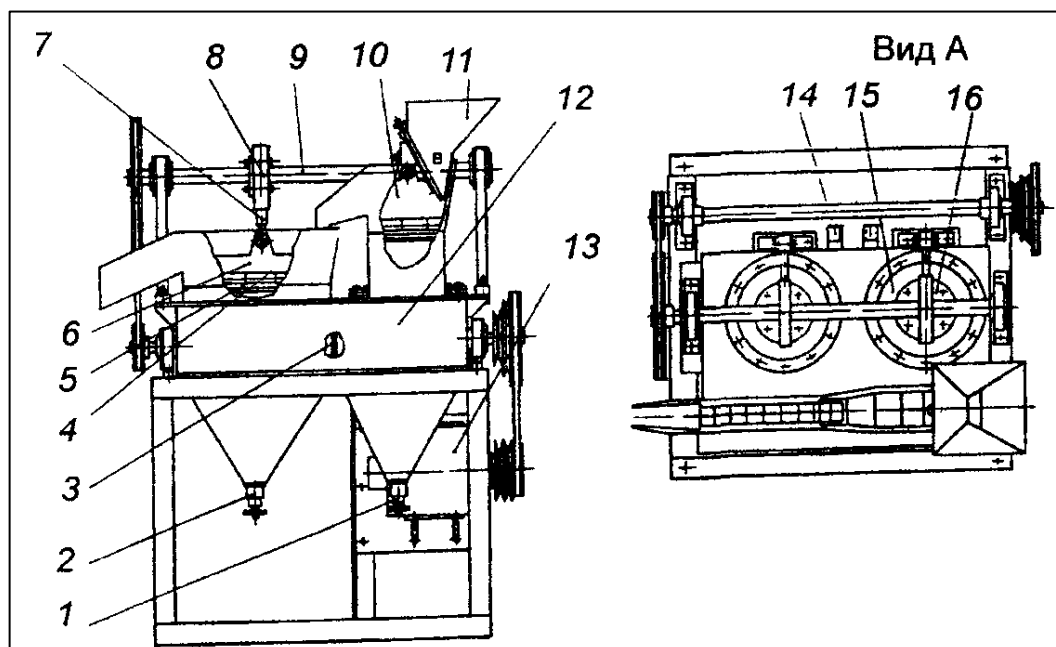


Рис 4. Схема отсадочной машины МОД-М

1 - пробка, 2 - патрубок, 3 - перегородка, 4 - трафарет, 5 - сетка, 6 – 2-я решетчатая камера, 7 - штоки, 8 - эксцентриковый механизм, 9 - вал, 10 - 1-я решетчатая камера, 11 - бункер, 12 - корпус, 13 - электродвигатель, 14 - водораспределитель, 15 - диафрагма, 16 - диск

Применение МОД-М позволит:

- механизировать последнюю стадию доводки концентратов, которая в настоящее время выполняется вручную на вашгердах,
- выделить золото в виде черного (шлихового) металла, пригодного для непосредственной реализации на аффинажный завод или для обработки его в золотоприёмных кассах в целях дополнительной очистки от остатков механических примесей;
- повысить сквозное извлечение золота на ШОФ

#### **Принцип работы отсадочной машины**

Посредством эксцентриковых механизмов вращение вала привода машины преобразуется в возвратно-поступательное движение штоков и связанных с ними диафрагм, с помощью которых воде, заполняющей камеры машины, придаются пульсирующие (восходящие и нисходящие) колебания.



### Технические данные машины МОД-М

Количество камер	
Рабочая площадь решета $S_p'$ :	
1-й камеры	95 см <sup>2</sup>
2-й камеры	140 см <sup>2</sup>
Площадь диафрагмы $S_d$	200 см <sup>2</sup>
Отношение площади диафрагмы к площади решета $S_d / S_p$ :	
в 1-й камере	2,1
во 2-й камере	1,4
Размеры решетных камер*:	
1-й камеры	90x125 мм
2-й камеры	70x245 мм
Высота порога:	
в 1-й камере	40 мм
во 2-й камере	40 мм
Объем над решетного пространства (постели):	
1-й камеры	450 см <sup>3</sup>
2-й камеры	680 см <sup>3</sup>
Материал решета	Сетка стальная нержавеющая
Размер отверстий решета	0,4-0,5 мм
Число колебаний диафрагмы в минуту	270, 410, 610
Ход диафрагмы	0—15 мм
Производительность	120 кг/ч
Тип электродвигателя	4А71А4УЗ
Мощность	0,55 кВт
Число оборотов в минуту	1500
Основные размеры машины:	
длина	800 мм
ширина	580 мм
высота	995 мм
Масса машины	100 кг
* В средней плоскости над решетного пространства	

Под действием пульсаций воды обогащаемый материал из бункера-питателя разгружается через щель и поступает на решето 1-й камеры.

Поскольку площадь диафрагмы в этой камере существенно больше площади решета ( $S_d / S_p = 2$ ), то скорость восходящего потока воды оказывается достаточной для процесса отсадки смеси золота с тяжелыми шлиховыми минералами и выноса этих минералов в хвосты 1 -й камеры. Основная масса

крупного золота (с размерами частиц больше размера ячеек решета) накапливается на решете 1-й камеры, способствуя вытеснению шлиховых минералов во 2-ю камеру. Основная часть мелкого золота (с размером частиц меньше размера ячеек решета) проходит сквозь слой естественной «постели» из крупного золота и решето в подрешетное пространство и периодически разгружается через патрубок.

Благодаря наибольшему отношению площади диафрагмы к площади решета в 1-й камере создается и наиболее жесткий режим отсадки, т. е. наибольшая скорость восходящего потока воды в решетном отделении, позволяющая выделить полностью (или основную массу) тяжелых шлиховых минералов и получить черновое золото, пригодное для сдачи в золотоприемную кассу. Вместе со шлиховыми минералами из 1-й камеры во 2-ю выносятся и часть особо мелкого (пластинчатого) золота.

Поскольку отношение площади диафрагмы к площади решета во второй камера меньше, чем в первой ( $S_d / S_p = 1,4$ ), то режим отсадки в ней менее жесткий.

Этот режим благоприятен для извлечения мелкого золота из хвостов 1-й камеры в подрешетный продукт 2-й камеры и для отделения тяжелых минералов в хвосты 2-й камеры с минимальными потерями мелкого золота.

#### ***4. Машина отсадочная диафрагмовая МОД-0,16***

Машина отсадочная диафрагмовая МОД-0,16 (рис. 5) предназначена для мокрого гравитационного обогащения минерального сырья крупностью до 10 мм.

Может быть применена для доводки концентратов на ШОФ, ШОУ и доводочных пунктах (ДП) и для обработки проб при технологических испытаниях промывочных приборов, а также в геологоразведке.

##### ***Устройство и принцип работы***

Устройство машины отсадочной диафрагмовой МОД-0,16 показано на рис. 5, из которого видно, что на боковых стенках камер корпуса машины 1 имеются патрубки, позволяющие установку коллектора для подвода подрешетной воды с любой стороны машины.

Камеры корпуса 1 переходят в конические днища 4 с пробковыми кранами 12. Днища 4 соединены с корпусом через резиновые манжеты 5.

В каждой камере между подрешетной 7 и надрешетной 8 рамами установлены решета 6 - «съемные камеры».

Со стороны загрузки машины расположен привод 2, преобразующий

вращательное движение, передаваемое от электродвигателя 11 через клиноременную передачу в возвратно-поступательное движение конца рамы 3 и днища.

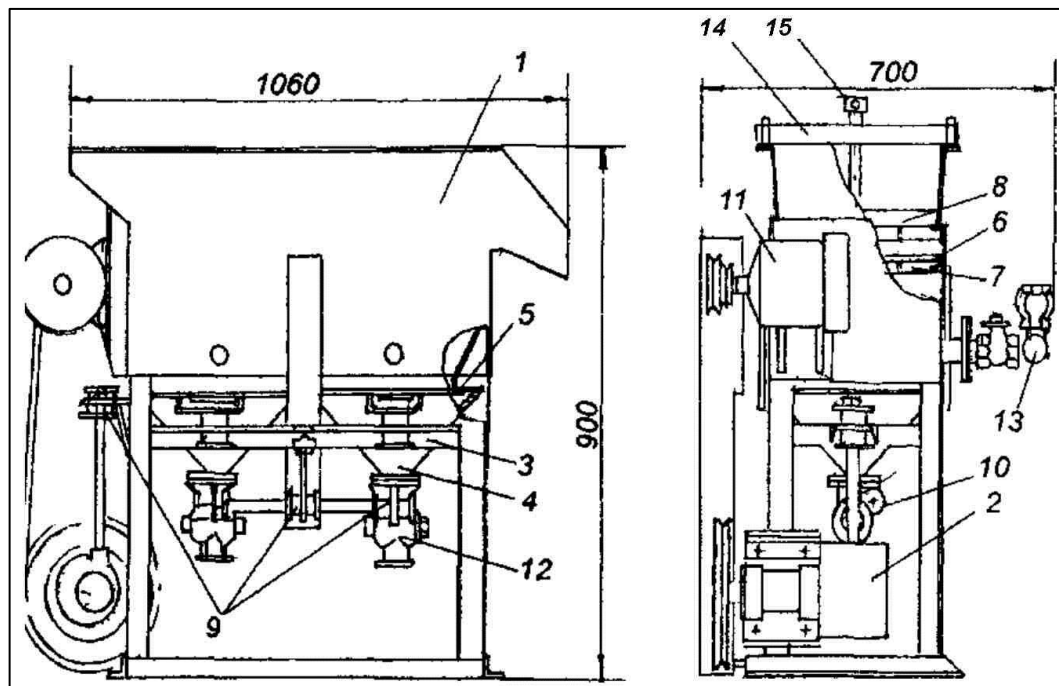


Рис. 5. Схема машины отсадочной диафрагмовой МОД-0,16

1 - корпус; 2 - привод; 3 - рама балансирующая; 4 - днище; 5 - манжета; 6 - решето; 7 - рама подрешетная; 8 - рама надрешетная; 9 - шарниры эластичные; 10 - растяжка; 11 - электродвигатель; 12 - кран пробковый; 13 - коллектор; 14 - планка прижима; 15 - винт

#### Техническая характеристика отсадочной машины МОД-0,16

Рабочая площадь решета	0,08 м <sup>2</sup>
Количество камер	2 шт.
Ход диафрагмы	21 мм
Число колебаний диафрагмы в минуту	От 210 до 380
Производительность	900 кг/ч
Установленная мощность	1,1 кВт
Частота вращения двигателя	978 об./мин
Габаритные размеры:	
длина	1000 мм
ширина	750 мм
высота	850 мм
Масса машины	150 кг
Максимальная крупность исходного материала	10 мм

Работа отсадочной машины заключается в том, что конические днища, совершая возвратно-поступательное движение, создают пульсацию воды и материала на решетке машины, в результате чего происходит разделение обрабатываемого материала по удельным весам.

При необходимости отсадочная машина комплектуется дополнительным грохотом ГВ-0,2, в этом случае крупность обрабатываемого материала достигает 30 мм.

Разработчик ОАО «ВНИИ-1».

#### **Техническая характеристика грохота ГВ-0,2**

Рабочая площадь решета	0,08 м <sup>2</sup>
Количество камер	2 шт.
Ход диафрагмы	21 мм
Число колебаний диафрагмы в минуту	От 210 до 380
Производительность	900 кг/ч
Установленная мощность	1,1 кВт
Частота вращения двигателя	978 об./мин
Габаритные размеры:	
длина	1000 мм
ширина	750 мм
высота	850 мм
Масса машины	150 кг
Максимальная крупность исходного материала	10 мм

### **5. Отсадочно-классификационная машина ОКМ**

Отсадочно-классификационная машина (см. фото) предназначена для улавливания самородков золота и мокрого грохочения шлюзовых концентратов, доставляемых на ШОФ с промприборов.

Машина состоит из следующих узлов: рамы; привода; кривошипно-шатунного механизма; приемного бункера; коромысла; двух решет; двух ванн подрешетного продукта с гидроэлеваторами; распределителя воды.

Обрабатываемый материал подается в приемный бункер и поступает на подвижные решета, где происходит улавливание самородков золота и грохочение материала в водяной ванне.

Подрешетный продукт подается гидроэлеваторами или самотеком на обогащение в схему ШОФ, а хвосты (плюсовая фракция) через контрольный аппарат - в отвал.

Самородки золота из надрешетного концентрата выбираются вручную на вашгерде.

Питание машины от сети 380 В.

По результатам испытаний средняя производительность по твердому на одно решето составила 1,48 м<sup>3</sup>/ч.

При этом эффективность грохочения по классу -3,5+0 мм в зависимости от нагрузки колебалась от 93,4 до 98,7%, а извлечение золота крупнее 3,5 мм в надрешетный концентрат машины в среднем составило 99,2%.

Выход надрешетного концентрата с одного решета машины 1,7-3,0 л.

#### Техническая характеристика машины ОКМ

Максимальная крупность частиц	40 мм
Номинальная пропускная способность на одно решето (по твердому)	1,0 м <sup>3</sup> /ч
Площадь решета	0,216 м <sup>2</sup>
Количество решет	2 шт.
Число качаний решета в минуту	360
Угол наклона решета	4—8°
Мощность двигателя	1,5 кВт
Масса	200 кг
Габариты	
длина	2000 мм
ширина	1000 мм
высота	1500 мм

## II. КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ СТОЛЫ

Метод обогащения на сотрясательных концентрационных столах основан на разделении смеси зерен минералов по крупности и удельным весам в тонком слое воды на наклонной плоскости.

Концентрационные столы (рис. 6) нашли широкое распространение при обогащении оловянных, вольфрамовых, редкометалльных, золотосодержащих руд крупностью от 3 до 0,04 мм, а также углей крупностью менее 10 мм.

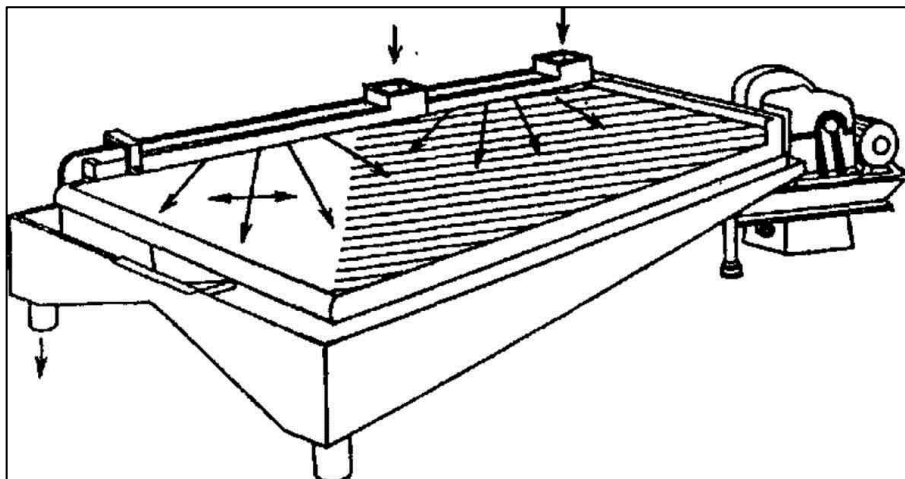


Рис. 6. Схема концентрационного стола

Сотрясательный концентрационный стол имеет:

- трапецеидальные или ромбические деки из дерева либо алюминиевого сплава, покрытые линолеумом (резиной). В последнее время применяют покрытие из стеклопластика или бутакрила. Вдоль деки крепятся узкие рейки - рифли, высота которых уменьшается в направлении к торцевой концентрационной части деки стола;

- опорное устройство (раму) с механизмом регулирования поперечного наклона деки;

- приводной механизм, сообщающий деке асимметричные возвратно-поступательные движения.

Процесс концентрации на столе происходит следующим образом:

рудные зерна под воздействием потока воды перемещаются по наклонной деке стола (в поперечном направлении), в то же время зерна имеют продольное (вдоль деки) перемещение, обусловленное возвратно-поступательными движениями деки. При этом на частицу действуют: сила тяжести, сила гидродинамического давления турбулентного потока воды и сила трения о деку (для нижнего придонного слоя) или об уплотненную минеральную постель (для верхних слоев взвеси).

Асимметричность возвратно-поступательных движений деки (более быстрый ход деки назад) приводит к проявлению значительных инерционных сил, превышающих силы трения зерен о поверхность деки стола, и к движению их вдоль деки. Движение зерен, различающихся плотностью и размерами, оказывается неодинаковым: тяжелые зерна имеют значительные инерционные составляющие вектора скорости, а крупные зерна при этом испытывают большое

гидродинамическое давление смывного потока воды.

В плотных слоях потока происходит сегрегация - просеивание мелких тяжелых частиц в промежутках между крупными. В результате этого расположение различных зерен на деке стола становится веерообразным (рис. 7).

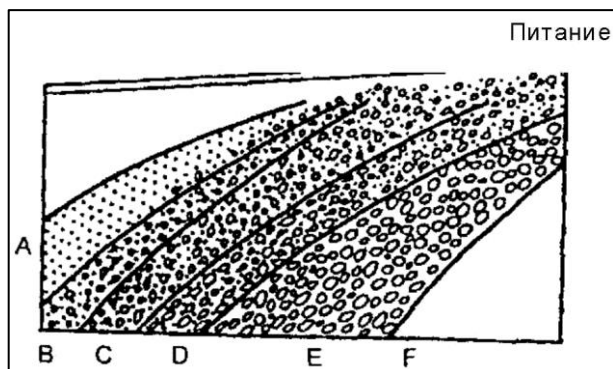


Рис. 7. Веерообразное расположение зерен на деке стола: А - концентрат; В - промпродукт I; С - промпродукт II; D - хвосты I; E - отвальные хвосты; F - шламы

За время продвижения взвеси зерен по деке стола происходят разрыхление, расслаивание ее и избирательное транспортирование зерен в соответствии с их плотностью, крупностью и формой.

Частицы верхних слоев потока при движении по деке стола последовательно попадают в межрифельные промежутки, где происходит их повторное расслаивание.

При движении зерен вдоль межрифельных каналов в сторону разгрузки тяжелых зерен (к торцевой стороне деки уменьшается высота нарифлений) поперечный поток смывной воды дополнительно вымывает легкие зерна, т. е. происходит очистка концентрата.

Таким образом, на концентрационном происходит столе последовательное многократное повторение процесса концентрации в промежутках между рифлями и в то же время дополнительная концентрация расслоившегося тяжелого материала при веерообразном движении его к разгрузке. Концентрационный стол обеспечивает одновременно и высокое извлечение тяжелых минералов (бедные хвосты), и высокую степень концентрации (богатые концентраты).

Однако удельная производительность концентрационных столов из-за малых скоростей и глубин потоков невелика. Поэтому концентрационные столы чаще применяют не в операциях первичного обогащения материалов, а при пересортировке черновых концентратов или при обогащении мелких классов, не обогащаемых другими аппаратами (например, отсадкой).

## **6. Технологические факторы и конструктивные параметры концентрационных столов. Регулировка процесса**

Режимы обогащения на концентрационных столах определяются свойствами обогащаемого продукта (его вещественный состав). Параметры, которые могут регулироваться в процессе работы стола, следующие: угол наклона дек (продольный и поперечный), расход смывной воды, число колебаний и длина хода дек, производительность. Тип нарифления, материал покрытия, форма деки не относятся к регулируемым, хотя они и выбираются в соответствии со свойствами обогащаемого продукта, но не могут изменяться оператором по ходу ведения процесса.

Для повышения эффективности обогащения обычно продукт разделяют для песковых столов на классы крупности более 0,2 мм и для шламовых - менее 0,2 мм. При этом важно обесшламивать продукты. Шламы (особенно глинистые) не только повышают вязкость пульпы, ухудшая результаты обогащения, но и налипают на деку, способствуя агрегированию зерен в глинистые комки.

Если на одном и том же концентрационном столе обогащают продукты с различным содержанием тяжелых минералов (а высоту нарифления на деке устанавливают *в зависимости от количества тяжелой фракции*), то можно регулировать работу стола изменением производительности.

При обогащении на столах большое значение имеет форма зерен. Зерна тяжелых минералов кубической формы выделяются в концентрат и располагаются в верхней части веера, а зерна плоские или вытянутые (той же плотности) располагаются в веере ближе к промпродукту.

Удлиненные или плоские зерна в большей степени подвергаются взвешиванию в турбулентном потоке и поэтому или выделяются в промпродуктовой части веера, или уносятся в хвосты.

Содержание твердого в питании концентрационных столов обычно составляет 20-30%. Чрезмерное разжижение приводит к высоким скоростям потока (при сохранении нагрузки на стол) а, следовательно, и к дополнительным потерям тяжелых минералов в хвосты. Не допускается и слишком высокое содержание твердого питания, особенно если в продукте присутствуют шламы. Расход смывной воды составляет от 1 до 2 м<sup>3</sup>/т исходного продукта.



### **Число колебаний и длина хода деки**

Из представлений о механизме взвешивания зерен в потоке на концентрационном столе следует, что при обработке грубозернистого материала требуется большая восходящая составляющая скорости потока, что достигается при большом ходе деки.

При обработке же мелкого материала применяют меньшие амплитуды колебаний. На основании экспериментальных данных установлены следующие эмпирические зависимости:

$$l = 18\sqrt[3]{d_{\max}}; \quad n = \frac{250}{\sqrt[3]{d_{\max}}},$$

где  $l$  — длина хода, мм;  $d_{\max}$  — наибольший размер частиц обогащаемого материала, мм;  $n$  — число колебаний, мин<sup>-1</sup>.

Определенные по формулам  $l$  и  $n$  следует рассматривать как первое приближение к оптимальным и в дальнейшем уточнять их при эксплуатации.

### **Угол наклона деки стола**

Скорость движения материала в направлении потока зависит от скорости движения воды, которая при данном расходе определяется углом поперечного наклона деки стола.

Высокие скорости (при больших углах поперечного наклона) способствуют турбулизации потока и сносу мелких зерен. Поэтому при обогащении мелкозернистых смесей угол поперечного наклона обычно 1,5-2,5°, а при обогащении грубозернистых возрастает до 4-8°. Отсутствие поперечного угла наклона нарушает процесс расслоения на деке, и веер при этом не образуется. При чрезмерно большом наклоне деки концентрационный веер смещается вниз и значительно сужается. Это приводит не только к потерям зерен концентрата в хвосты, но и к снижению качества концентрата.

Угол наклона деки стола и расход воды взаимосвязаны и являются основными регулируемыми параметрами при эксплуатации концентрационных сотрясательных столов.

Деки концентрационных столов обычно имеют и продольный угол наклона. У дек грубопесковых столов разгрузочный конец может подниматься от 20 до 70 мм. Наличие этого подъема способствует увеличению сил трения зерен о деку стола и сдерживает продольное перемещение крупных зерен материала по деке.

При обогащении мелкого материала разгрузочный концентратный торец деки несколько опускают, т. е. деку устанавливают под небольшим уклоном (до 15

мм). Уклон способствует лучшему транспортированию тяжелых мелких зерен концентрата.

### **Тип покрытий дек**

Для покрытия дек столов применяют линолеум, резину, пластикат ПВХ, дерево, алюминий, стеклопластик и др. Также используют покрытие из технического бутакрила. Бутакриловая поверхность менее склонна к образованию несмываемых осадков, меньше смачивается маслами и имеет высокую износостойкость.

### **Производительность концентрационных столов**

Производительность концентрационных столов зависит от вещественного состава обогащаемого материала и площади деки стола.

Ориентировочно производительность концентрационного стола можно определить по формуле:

$$Q = 0,1 \delta_p m \sqrt{F d_{cp} \frac{\delta_t - 1}{\delta_l - 1}},$$

где  $\delta_p$  – плотность руды, г/см<sup>3</sup>;  $m$  – число дек у стола;  $F$  – площадь одной деки, м<sup>2</sup>;  $d_{cp}$  – средний диаметр зерен обогащаемой руды, мм;  $\delta_t, \delta_l$  – плотность соответственно тяжелой и легкой фракции, г/см<sup>3</sup>.

Удельная производительность концентрационных столов характеризуется весьма малыми значениями - до 0,4 т/ч • м<sup>2</sup> для Песковых и до 0,1 т/ч • м<sup>2</sup> для шламовых столов. Поэтому столы выпускают больших размеров по площади и часто со многими деками. Удельную производительность (т/ч•м<sup>2</sup>) можно ориентировочно определить по эмпирической формуле

$$q = 0,2 d_{max},$$

где  $d_{max}$  – максимальный размер зерен обогащаемого материала, мм.

Производительность стола как транспортного аппарата возрастает с увеличением амплитуды колебаний, глубины потока (высоты рифлей), угла наклона деки в поперечном и продольном направлениях, расхода смывной воды.

Увеличение площади деки стола не приводит к пропорциональному увеличению производительности. Процесс расслоения на деке происходит весьма быстро, и разница во времени расслоения частиц разных размеров невелика. При одинаковых параметрах работы столов разных размеров а, следовательно, при равной скорости продольного перемещения материала, удаление продуктов с дек малого размера происходит быстрее, чем с дек большого размера.

Именно поэтому при одинаковых технологических показателях обогащения удельная производительность малых дек выше (табл. 5).

Таблица 5

Расчетная производительность концентрационных столов для руд различной крупности (плотность полезного минерала 6-7,5 г/см<sup>3</sup>)

Показатель	Тип стола						
	шламо- вый	мелкопесковый			песковый		
Оптимальное отношение длины деки к ее ширине	1,5	1,8			2,9		
Средняя крупность обогащаемого материала, мм	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2
Промышленные столы (длина деки 4,5 м)							
Ширина деки, м	3	2,5			1,8		
Площадь деки, м <sup>2</sup>	13,5	11,25			8,1		
Производительность, т/ч	0,7	0,98	1,25	1,65	2,25	2,75	3,25
Удельная производительность, кг/ч • м <sup>2</sup>	51,5	87	111	146	278	338	400
Полупромышленные столы (длина деки 2 м)							
Ширина деки, м	1,33		1,11				0,8
Площадь деки, м <sup>2</sup>	2,67		2,22				1,6
Производительность, т/ч	0,27	0,37 - 0,47		0,62	0,85	1,05	
Удельная производительность, кг/ч • м <sup>2</sup>	101	166	212	279	570	650	
Лабораторные столы (длина деки 1 м)							
Ширина деки, м	0,67		0,55			0,4	
Площадь деки, м <sup>2</sup>	0,67		0,55			0,4	
Производительность, т/ч	0,11	0,16	0,2	0,25			
Удельная производительность, кг/ч • м <sup>2</sup>	164	290	360	450			

### **Влияние отдельных параметров на результаты работы концентрационных столов**

Размер дек и оптимальное отношение длины деки к ее ширине следует выбирать в зависимости от крупности зерен обогащаемых руд. В табл. 6 приведена средняя производительность столов с деками площадью 8 м<sup>2</sup> (промышленный стол), 2 м<sup>2</sup> (полупромышленный стол) и 0,4 м<sup>2</sup> (лабораторный стол).

Таблица 6

Зависимость производительности концентрационных столов от площади дек при различной крупности зерен обрабатываемых руд

Средняя крупность зерен, мм	Производительность столов, т/ч		
	промышленных	полупромыш- ленных	лабораторных
2	3,2	-	-
1,25	2,5	0,9	-
0,75	1,8	0,69	0,23
0,54	1,5	0,55	0,19
0,35	1,2	0,44	0,16
0,28	1,1	0,4	0,14
0,19	0,9	0,3	0,12
0,14	0,75	0,265	0,095
0,08	0,55	0,2	0,07
0,04	0,36	0,14	0,047

Оптимальное отношение длины деки к ее ширине составляет:

1,8 - при обогащении материала крупностью менее 1 мм; 1,5 - при обогащении тонких материалов и шламов; 2,5-2,7 - при обогащении крупной руды. С учетом этого деки изготавливают трех видов: песковые (для материала крупностью более 1 мм с отношением длины к ширине примерно 2,5), мелкопесковые (для материала крупностью 0,2-1 мм с отношением длины к ширине 1,8), шламовые (для тонкого материала и шламов крупностью менее 0,2 мм с отношением длины к ширине не более 1,5).

Длина хода и число ходов деки при крупности зерен от 0,04 до 3 мм приведены в табл. 7.

Таблица 7

Зависимость длины хода и числа ходов деки стола от крупности зерен обрабатываемой руды

Максималь- ный размер зерен, мм	Длина хода, мм	Число ходов в минуту	Максималь- ный размер зерен, мм	Длина хода, мм	Число ходов в минуту
3,0	24	200	0,8	17	262
2,5	23	208	0,6	16	277
2,36	22	210	0,5	15	287
2,15	22	215	0,4	14	300
2,0	21,5	217	0,3	13	319
1,5	20	230	0,2	12	345
1,4	20	234	0,1	10	396
1,2	19	239	0,07	9	426
1,0	18	250	0,04	8	470

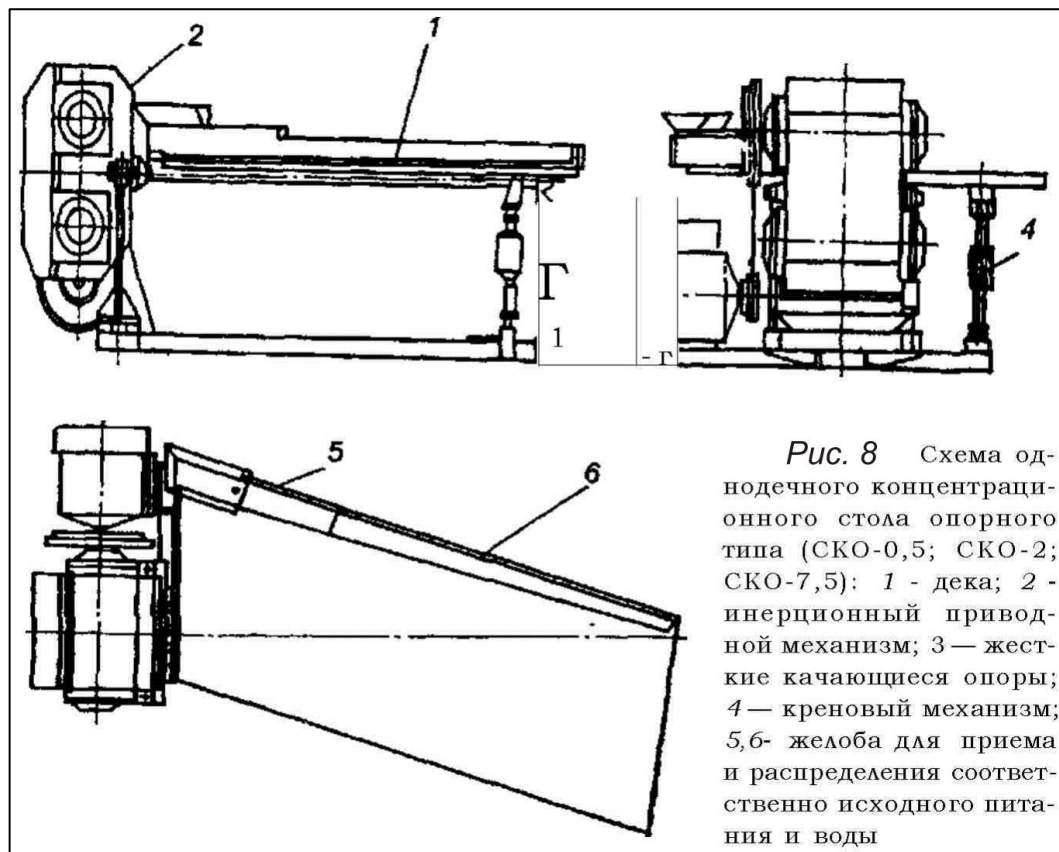


Таблица 8

Технические характеристики концентрационных столов, применяемых при  
обогащении золотосодержащих концентратов

Параметры	С прямо- угольной декой СКО-1-7,5	С диагональной декой				
		СКО-7,5	СКО-2	СКО-0,5	СКЛ-2	СКО-1
Площадь деки, м <sup>2</sup>	7,7	7,5	2	0,5	0,2	1,0
Размер деки, мм:						
ширина	1800	1937	1000	500	300	700
длина	4500	3970	2050	1080	600	1500
Частота хода в минуту	200-300	280-350	280-400	280-400	200-600	230-300
Длина хода деки, мм	12-30	10-20	10-26	4-16	2-12	4-20
Угол наклона деки,						
поперечный	2-8	0-8	0-8	0-8	0-10	0-6
продольный	Не регул.	0-2	0-1	0,5-1	Не регул.	Не регул.
Производительность, т/ч	0,8-2,2	1-3,5	0,3-1	До 0,05	0,015	0,25
Мощность эл. двигателя, кВт	1,7	1,1	0,60	0,37	0,2	1,1
Масса, кг	1340	1500	450	100	115	250
Материал деки	Дерево	Дюраль	Дюраль	Дюраль	Дюраль	Дерево
Покрытие	Резина	Линолеум	Стекло- пластик	Стекло- пластик	То же	Линолеум
Нарифление	Дерево	Резина	То же	То же	«	Дерево

## 7. Концентрационные столы СКО-0,5 и 30АКЦ-М2

Столбы концентрационные СКО-05 с инерционным приводом и 30АКЦ-М2 с эксцентриковым приводом предназначены для разделения полезных ископаемых в водной среде при исследовании руд цветных, благородных металлов и другого минерального сырья на обогатимость гравитационным способом в лабораторных и полевых условиях.

Они применяются также для доводки золотосодержащих концентратов в промышленных условиях. Деки столов изготавливаются из алюминия с цельнолитым покрытием, обеспечивающим высокую надежность при эксплуатации.

Столбы легко агрегируются, монтируются и регулируются в полевых условиях

Таблица 9

### Технические характеристики

	<b>СКО-0,5</b>	<b>30АКЦ-М2</b>
Производительность, т/ч, не более	0,05	0,05
Крупность питания, мм, в пределах	-3,0+0,04	-3,0+0,04
Число дек	1	1
Площадь деки, кв. м	0,5	0,5
Частота хода деки, мин <sup>-1</sup> , в пределах	280-400	300-450
Длина хода деки, мм, в пределах	4-16	4-16
Мощность электродвигателя, кВт	0,37	0,37
Габаритные размеры, мм		
длина	1550	1780
ширина	660	890
высота	660	380
Масса, кг	100	80

### 8. Концентрационный стол СКО-1

Стол концентрационный предназначен для извлечения металлов (платина, золото, серебро) и тяжелых минералов из измельченной рудной массы и песков. СКО-1 - небольшой стол для доводки и перечистки концентрата после отсадочных машин, шлюзов и иных обогащательных установок. Универсальное нарифление позволяет использовать стол также в качестве средне- и мелкопескового промывочного стола или для лабораторных целей.



Рис. 9. Стол концентрационный СКО-1

Таблица 10

#### Основные технические характеристики:

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Площадь деки	м <sup>2</sup>	1
Частота колебаний	мин <sup>-1</sup>	300,375
Длина хода деки	мм	6 - 16
Производительность	т/час	до 0.4
Потребляемая мощность	кВт	1.5
Масса	кг	200
Габаритные размеры (длина, ширина, высота)	мм	1850x700x850
Крупность питания	мм	0.2 - 2
Поперечный угол наклона деки	градус	0 - 16
Продольный угол наклона деки	градус	0 - 6

### Преимущества данного стола:

компактность, высокая относительная производительность, хорошее обогащение, включая мелкие классы зерен продукта, высокая надежность, четкий график колебаний деки с ассиметричным ускорением, легкая, плоская дека с износостойким, хорошо смачиваемым покрытием, удобная регулировка поперечного наклона деки

## 9. Концентрационный стол СКО-2

Стол концентрационный предназначен для извлечения металлов (платина, золото, серебро) и тяжелых минералов из измельченной рудной массы и песков. СКО-2 - может быть использован как для первичной промывки исходного материала, так и для перечистки концентрата после отсадочных машин, шлюзов и других обогатительных установок.



Рис. 10. Стол концентрационный СКО-2

Таблица 11

### Основные технические характеристики:

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Площадь деки	м <sup>2</sup>	2
Частота колебаний	мин <sup>-1</sup>	300, 375
Длина хода деки	мм	6 - 16



Производительность	т/час	1.2
Потребляемая мощность	кВт	1.5
Масса	кг	210
Габаритные размеры	мм	2200x1000x820
Крупность питания	мм	0...3
Поперечный угол наклона деки	градус	0 - 16
Продольный угол наклона деки	градус	0 - 6

#### **Преимущества данного стола:**

хорошее обогащение, включая мелкие классы зерен продукта, высокая надежность, четкий график колебаний деки с ассиметричным ускорением, легкая, плоская дека с износостойким, хорошо смачиваемым покрытием, удобная регулировка поперечного наклона деки

### **III. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ СЕПАРАТОРЫ**

Значительным резервом увеличения добычи золота является повышение эффективности извлечения мелкого золота, особенно при разработке месторождений с большим содержанием тонкого и пластинчатого золота, не извлекаемого обычными гравитационными аппаратами. Для этой цели применяют центробежные сепараторы, позволяющие повысить извлечение золота и упростить технологические схемы обогащения.

За последние годы разработаны и широко рекламируются аппараты центробежного извлечения мелкого золота («Итомак», «Knelson», «Falcon», «Orokon»).

Во ВНИИ-1 для этих целей разработаны, прошли приемочные испытания и нашли широкое применение на предприятиях центробежные сепараторы РС-400 и ЦБК-500, используемые в основном в технологических схемах ШОФ, ШОУ при доводке золотосодержащих концентратов, а также для механизированной промывки золотых и платиновых геологоразведочных проб. Их технические характеристики приведены ниже.

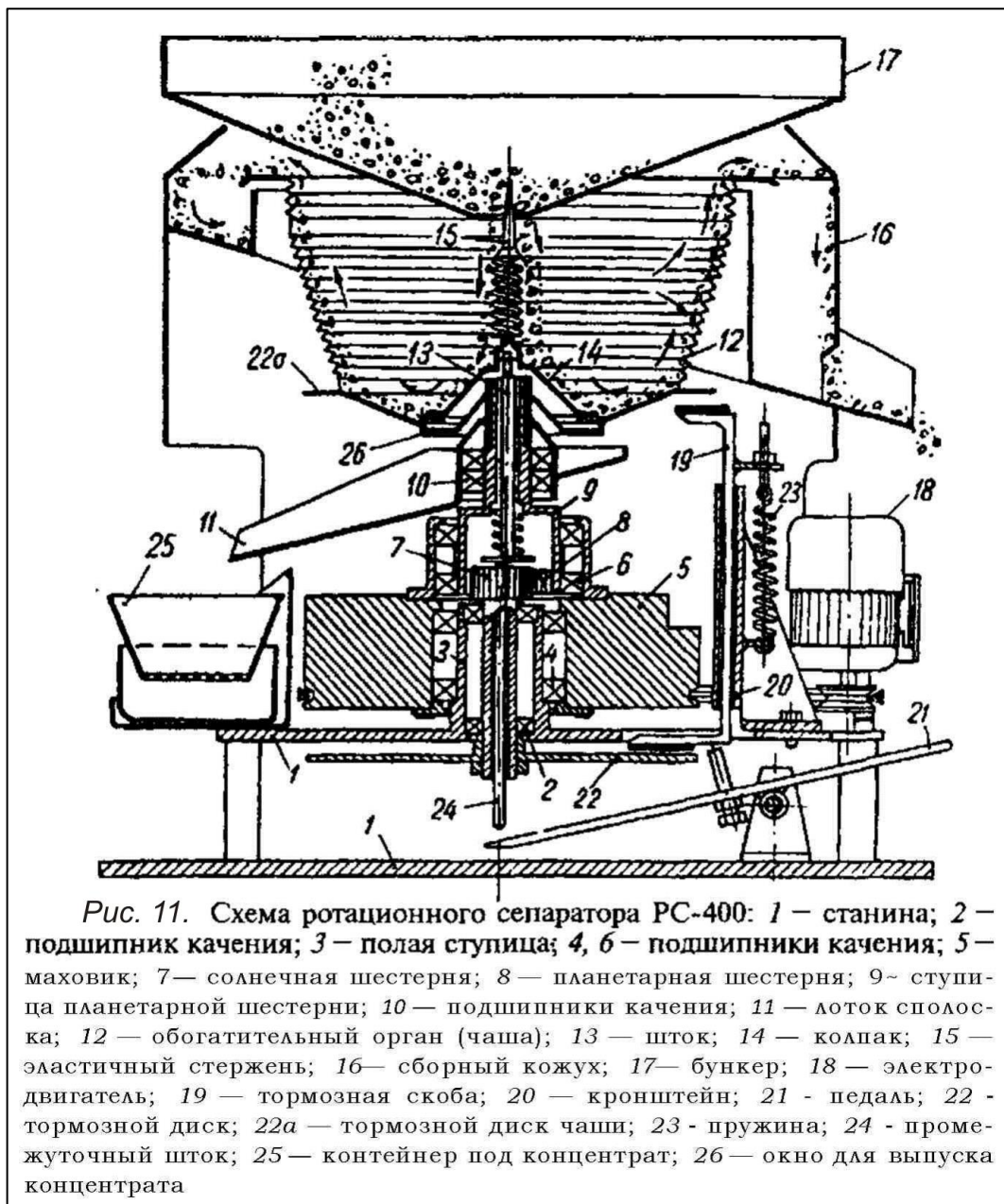
### **10. Ротационный сепаратор РС-400**

Ротационный сепаратор РС-400 предназначен для механизированной промывки буровых геологоразведочных проб при разведке золото-платиновых россыпей и доводки на шлихообогатительных фабриках шлюзовых концентратов, содержащих золото, платину и другие минералы плотностью более 5 г/см<sup>3</sup>.

Ротационный сепаратор (рис. 11) состоит из опорной рамы, загрузочного бункера с дозатором, обогатительного органа (чаши) с устройством для периодического выпуска концентрата, кольцевого желоба для вывода хвостов обогащения и приводного устройства (электродвигатель, клиноременная передача и маховик), в котором размещен механизм сложного движения чаши с одновременным вращением вокруг своего геометрического центра.

#### **Техническая характеристика сепаратора РС-400**

Производительность	1,0-1,5 м <sup>3</sup> /ч
Расход воды	0,5-1,0 л/с
Максимальная крупность обрабатываемого материала	30 мм
Выход конечного концентрата	0,01-1,0 л
Установочная мощность	0,6 кВт
Габариты:	
высота	900 мм
длина	1000 мм
ширина	1000 мм
Масса	190 кг



## 11. Концентратор центробежно-вибрационный ЦВК-500

Концентратор центробежно-вибрационный ЦВК-500 предназначен для обработки золотосодержащих продуктов мельче 40 мм на ШОФ, ШОУ и ДП.

### Устройство и работа концентратора

Концентратор состоит из следующих основных узлов (рис. 12): основания 1, привода в сборе 2, загрузочного бункера 3, обогатительного органа - чаши 4, эфелесборника 5, сборника концентрата 6, эксцентрикового механизма 7 и механизма отключения вращения чаши и выпуска концентрата 8. Основной рабочий обогатительный орган - «чаша» - совершает сложное движение -

вращение вокруг собственной оси, а эта ось эксцентрично вращается вокруг оси гильзы 9, жестко соединенной с основанием 1, чаша дополнительно получает плоскопараллельное (круговое) движение, которое передается сборнику концентрата 6.

Сборник концентрата подшипниковым корпусом устанавливается на валу чаши, а выпускным лотком входит в роликовые направляющие 10 основания, получая плоскопараллельное движение.

Эксцентricность осей чаши и гильзы устанавливается с помощью двух подшипниковых корпусов с фланцами, один из которых размещается на валу чаши 13, а второй - на наружной поверхности гильзы 9, образуя эксцентриковый механизм 7. Во фланце корпуса, установленного на валу чаши, имеются продолговатые отверстия, за счет которых соединяемые фланцы подшипниковых корпусов создают эксцентricность.

Конструктивно чаша конусообразной формы днищем устанавливается на приводной вал 13 и крепится к нему шестью болтами. К наружной поверхности днища приварены два концентрично расположенных конуса 14, входящих в сборник концентрата. Между этими конусами в днище чаши имеются выпускные окна, внутри закрытые подпружиненным чашеобразным отражателем 11. На внутренней поверхности конической части чаши имеются 12 зубьев-рифлей, которые служат порогами, задерживающими концентрат.

Вращение эксцентricному механизму 7 и валу чаши передается клиновыми ремнями 12 от привода 2 с двумя шкивами, при этом обеспечивается необходимое передаточное отношение и возможность отключения вращения чаши с одновременным открытием выпускных окон чаши подпружиненным отражателем 11.

Сборник концентрата 6 конструктивно представляет собой два цилиндра разного диаметра, соединенных наклонным днищем, переходящим в лоток. Внутри малого цилиндра вварен корпус с подшипниками, насаживаемыми на приводной вал чаши.

Во внутреннюю полость конуса чаши входит конус загрузочного бункера 3, шарнирно соединенный с эфелесборником 5, которые скрепляются между собой быстродействующим зажимом.

Эфелесборник по конструкции аналогичен сборнику концентрата, между цилиндрами которого расположена кромка фланца - порога чаши, через которую за счет центробежных сил переливаются эфеля обрабатываемого продукта.

Эфелесборник 5 жестко закреплен на основании 1.

На поворотной плите основания вертикально установлен электропривод 2, включающий в себя эластичную муфту и два промежуточных вала с фрикционным подпружиненным тормозом 15. На каждом валу установлены шкивы клиноременных передач; с первого промежуточного вала вращение передается эксцентриковому механизму, со второго - чаше.

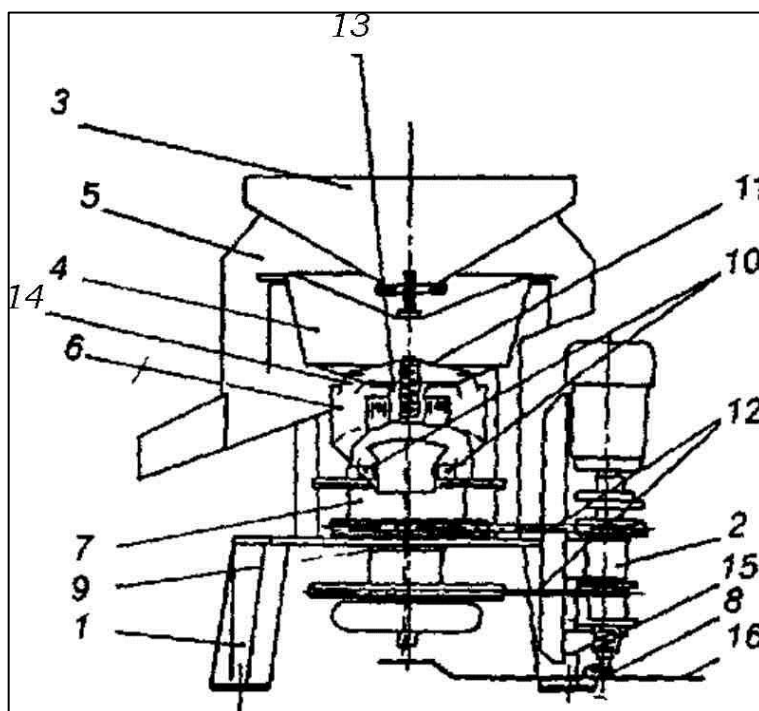


Рис. 12. Устройство концентратора центробежно-вибрационного ЦВК-500


С помощью педали 16, шарнирно установленной на основании, через фрикционный тормоз отключается вращение второго промежуточного вала привода (остановка вращения чаши) и открываются выпускные окна чаши.

При включении привода концентратора вращается чаша и вместе со сборником концентрата совершает плоскопараллельные движения. Исходный материал передается в загрузочный бункер и вместе с водой поступает в чашу, где за счет центробежных сил происходит выделение концентрата с повышенным содержанием золота. Хвосты выбрасываются в эфелесборник, а обогащенный концентрат из чаши при ее остановке смывается в сборник концентрата. Продолжительность сполоска от 30 с до 1 мин.

Технологические показатели обогащения концентратов на ЦВК-500 приведены в табл. 12.

Таблица 12

**Технологические показатели обогащения концентратов на ЦВК-500 по классам  
крупности**

Шлюзовой концентрат крупностью		Распределение золота по классам крупности, %							
		+2	-2+1	-1+0,5	-0,5+0,2	-0,2+0,1	-0,1+0	-0,2+0	Всего
-30(40)+0 мм									
питание	100	100	100	100	100	100	100	100	100
концентрат	2,43	99,07	98,92	96,45	98,36	99,5	99,09	99,09	98,88
хвосты	97,57	0,93	1,08	3,55	1,64	0,5	0,91	0,91	1,12
-3,5+0 мм-									
питание	100	100	100	100	100	100	100	100	100
концентрат	2,71	99,93	98,69	98,25	99,35	99,71	86,71	99,45	98,88
хвосты	97,29	0,17	1,31	1,75	0,65	0,29	13,29	0,55	1,12

**Техническая характеристика концентратора ЦВК-500**

Производительность	1 т/ч
Максимальная крупность материала	40,0 мм
Расход воды	Не более 1,0 л/с
Эксцентриситет	0—20 мм
Установленная мощность двигателя	1,1 кВт
Габариты:	
длина	1500 мм
ширина	1000 мм
высота	1350 мм
Масса	Не более 232 кг

## **12. Центробежно-вибрационный концентратор ЦКП-0,2М**

### **Назначение:**

Высококачественное гравитационное обогащение малообъемных проб мелкозернистого материала (песков или тонкоизмельченных руд), содержащего свободное золото, платину, серебро и другие ценные тяжелые минералы при геологоразведке месторождений.

### **Применение:**

- при оценке содержаний благородных металлов и других ценных тяжелых минералов в геологических пробах при геологоразведке россыпных и рудных месторождений и техногенных отвалов прошлых отработок;
- при отработке технологии гравитационного извлечения благородных металлов из нетрадиционного сырья (электронного скрапа, отходов металлургического, аффинажного и ювелирного производства);

- для обработки низкосортных черновых гравитационных концентратов со шлюзов промприборов, для контрольной пересортировки хвостов обогащения отсадочных машин, концентрационных столов и магнитожидкостных сепараторов, содержащих мелкое, тонкое и пылевидное золото, в ШОУ старательских артелей;
- для оценки качества работы ГОКов и старательских артелей на основе комплексных минералого-технологических исследований продуктов переработки минерального сырья.



Рис. 13. Концентратор центробежно-вибрационный ЦКП-0,5М

### **Технологические особенности:**

- высокое извлечение в концентрат мелкого, тонкого и пылевидного золота и платины: класс -  $0,5 + 0,25$  мм 98-100%; класс -  $0,25 + 0,1$  мм 97-98%; класс -  $0,1 + 0,05$  мм 96-97%; класс -  $0,05 + 0,015$  мм 80-96%; класс -  $0,015 + 0,01$  мм 68-80%;
- возможность переработки концентратов, содержащих до 80% тяжелых минералов (магнетита, хромшпинелида, пирита и др.);
- возможность извлечения в концентрат ртути, а также золота и платины крупностью 3-5 мкм;
- экологическая чистота технологического процесса;
- высокая экономическая эффективность применения;
- возможность работы на оборотной воде;

- наличие сменных резиновых вкладышей обогатительной чаши значительно ускоряет процесс разгрузки концентрата без его потерь.

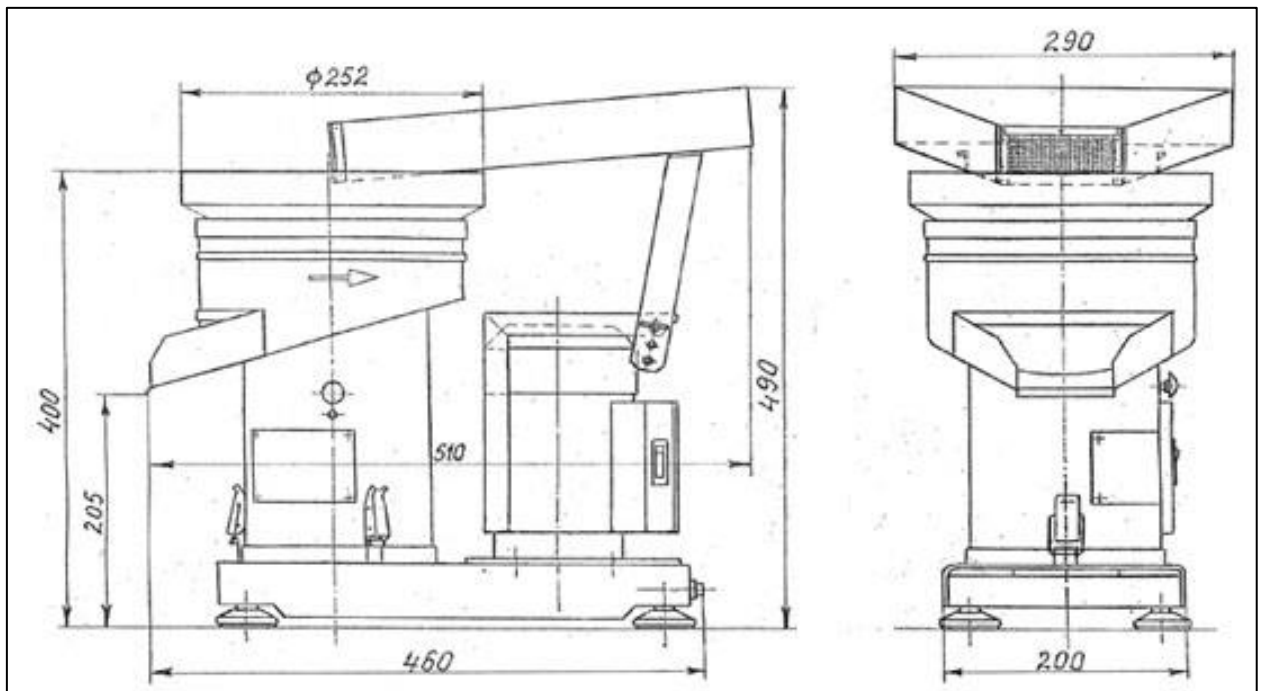


Рис. 14. Установочные размеры концентратора ЦКП-0,5М

В отличие от КНЕЛЬСОНА и ИТОМАКА вибрационный концентратор ЦКП-0,5М не требует чистой напорной воды. Разрыхление вибрацией делает излишними отверстия в чаше для подачи в ее рифли разрыхляющей воды, а когда нет отверстий, то они не могут засориться из-за грязной воды. Так как для работы ЦКП не нужна чистая напорная вода, то его можно применять в самых простых ЗПК.

ЦКП дешевле аналогов с напорной водой, так как конструкция его проще, в нем не требуется создавать вокруг чаши высокое давление.

ЦКП предельно прост в эксплуатации, он всегда настроен на эффективную работу, ему не требуются сложные регулировки. От квалификации доводчика ничего не зависит, качество всегда высокое, поэтому хвосты доводки можно без сожаления отправлять в отвал.



Таблица 13

**Техническая характеристика**

Крупность обрабатываемого материала, мм	<2
Производительность: по твердому, кг/час, максимальная	200
оптимальная	75-100
Разжижение пульпы (соотношение твердого к жидкому, Т:Ж): для россыпей	от 1:4 до 1:6
для руд	от 1:8 до 1:12
Степень сокращения	до 1000 раз
Объем концентрата, мл	40-80
Характеристика питающей сети, В/Гц	220/50
Установленная мощность, кВт	0,25
Габаритные размеры, Д х Ш х В, мм	460x290x400
Масса, кг	28

Оборудование для доводки концентратов занимает немного места, поэтому может быть установлено даже в тесном помещении небольшой ЗПК. Самый маленький центробежно-вибрационный концентратор ЦКП-0,2 производительностью 50-200 кг/ч можно разместить на столе и подавать в него материал вручную. Для достижения максимальной производительности необходим автоматический питатель (репульпатор). ЦКП-0,2 с репульпатором Р-50 требуют около 1 м<sup>2</sup> площади в ЗПК.

**13. Центробежно-вибрационный концентратор ЦВКП-5**

Центробежно-вибрационный концентратор ЦВКП-5 Пугачева предназначен для высококачественного гравитационного обогащения мелкозернистого материала (песков россыпей или тонкоизмельченных руд), содержащего свободное золото, платину, серебро и другие тяжелые ценные минералы.

**Применение:**

- при полупромышленных технологических исследованиях объемных проб минерального и техногенного сырья, содержащего благородные металлы и тяжелые ценные минералы;
- при низкомасштабной переработке рудных и россыпных месторождений и хвостов прошлых отработок, содержащих благородные металлы;
- для обработки (существенного повышения класса) низкопробных черновых гравеоцентрикатов со шлюзов промприборов, промышленных центробежных концентраторов классифицирующего типа (Knelson,

Falcon, Итомак и др.), а также при контрольных перечистках хвостов отсадочных машин, концентрационных столов и переработке лежалых хвостов ШОФ, ШОУ и ЗПК;

- при промышленной переработке нетрадиционного (техногенного) сырья, содержащего благородные металлы (переработка песчано-гравийных смесей, нерудных отвалов и зол ТЭЦ, шлаков металлургического производства, электронного скрапа, отходов аффинажного производства).

#### **Технологические особенности:**

- получение концентрата высокого класса плотности при извлечении мелкого золота и платины до 98%;
- возможность извлечения золота и платины в концентрат крупностью до 3 мкм;
- быстрый смыв наработанного концентрата (за 15-20 сек);
- экологическая чистота технологического процесса;
- возможность работы на оборотной воде;
- возможность изменения (настройки) параметров работы концентратора в зависимости от характеристик обогащаемого сырья.

Таблица 14

#### **Техническая характеристика ЦВКП-5**

Максимальная крупность обрабатываемого материала, мм	до 3
Производительность по твердому, м <sup>3</sup> /ч:	
- при переработке песков россыпей,	до 5
- при переработке измельченных руд	до 3
Разжижение пульпы (соотношение Т:Ж):	
- для россыпей	от 1:4 до 1:6
- для руд	от 1:8 до 1:12
Степень сокращения	до 10000 раз
Объем концентрата, мл	не более 300
Характеристики питающей сети, В/Гц	380-220/50
Установленная мощность, кВт	1,3(0,55+0,75)
Габаритные размеры, Д х Ш х В, мм	810 х 660 х 925
Масса, кг	148,5

#### **Конструктивные отличия от аналогов**

В ЦВКП-5 механизмы вращения чаши и высокочастотные колебания развязны друг от друга и осуществляются независимыми приводами, позволяющими осуществлять регулировку параметров обогащения в зависимости от требуемой производительности и получать оптимальные технологические

результаты. Оригинальная конструктивная схема позволяет существенно повысить надежность и создавать аппараты различного типоразмера с минимальными габаритами и возможностью автоматизации технологического процесса обработки сырья.



Рис. 15 ЦВКП-5

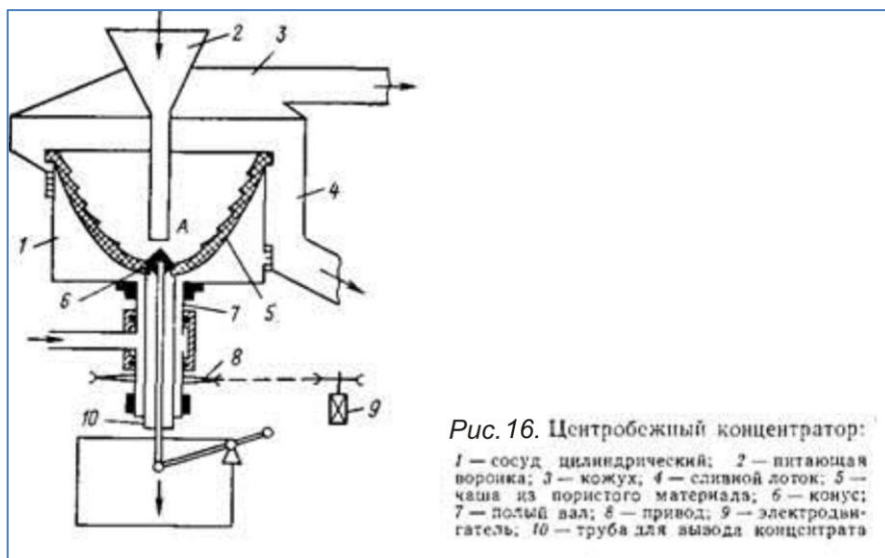
#### IV. САМОРОДКОУЛОВИТЕЛИ

При дезинтеграции и классификации песков в барабанных грохотах и скрубберах самородки золота или платины, которые не проходят через перфорации грохота, теряются с галей. При наличии в россыпи самородков в конце грохота обычно устраивают два-три ряда отверстий увеличенного диаметра (до 25-30 мм) для улавливания самородков. В некоторых случаях самородки могут быть крупнее этих отверстий. Хотя такие самородки весьма редки, но потеря даже одного-двух таких самородков в год заметно снизит общее извлечение металла. Поэтому до последнего времени на песках с большим количеством самородков (например на Лене) предпочитали применять простые шлюзовые приборы, улавливающие все самородки. Широкое применение механизированной добычи заставило изыскать методы улавливания самородков и при механической дезинтеграции и классификации песков путем применения самородкоуловителей.

Самородкоуловители можно разделить по принципу действия на группы, использующие:

- различие плотности золота и пустой породы;
- высокую электропроводность золота;
- явление электромагнитного резонансного контура.

Наибольшее распространение получили самородкоуловители первого типа. В частности, для улавливания самородков из крупнозернистого материала широко используются шлюзы глубокого наполнения и отсадочные машины типа ОМТ и МОД-2П.



Специально для улавливания самородков разработан комплекс оборудования, использующий явление электромагнитного резонанса.

Электронные самородкоуловители (ЭСУ) извлекают самородки крупностью более 30 мм. При эксплуатации отмечается неустойчивая работа ЭСУ ввиду настройки их на относительно мелкое золото и неблагоприятные условия эксплуатации. Общий вид установки самородкоуловителя показан на рис. 17

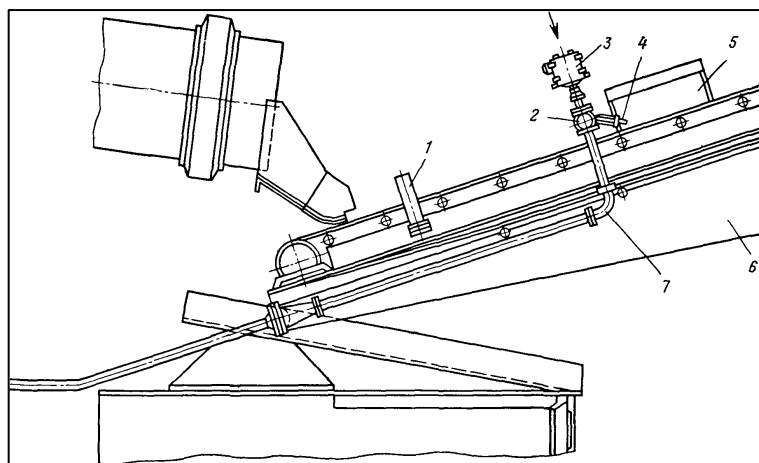
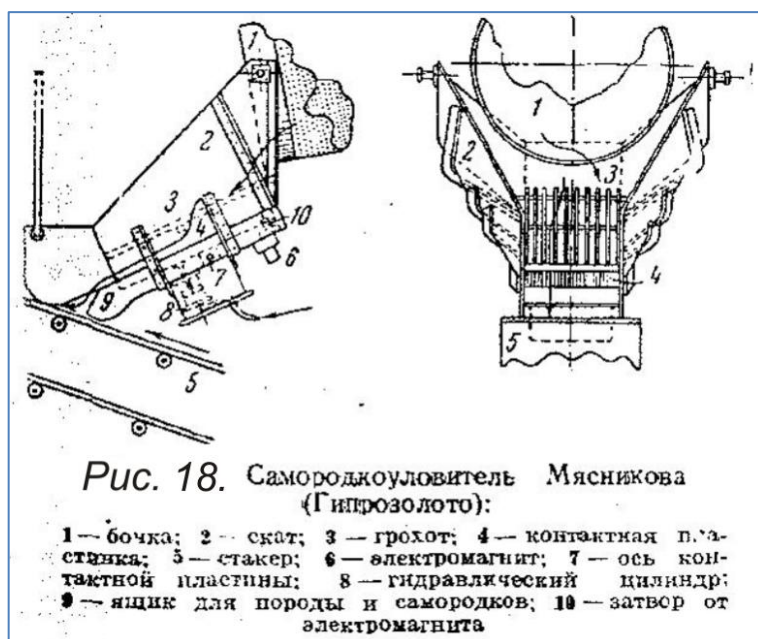


Рис. 17. Электросамородкоуловитель (на драге):

1 — датчик; 2 - клапан; 3 - электромагнит; 4 - отсекающий; 5 - бункер; 6 - стальной каркас; 7 — трубопровод

## 14. Самородкоуловитель Мясникова

Принцип его работы основан на использовании электропроводности самородков золота. Конструкция его была разработана Гипрозолотом (фиг. 17). В дно галечного люка вделан откидывающийся щит, имеющий пять продольных секций, составленных из ряда стальных полос, разделенных между собой изолирующими прокладками. Все четные и нечетные пластины каждой секции соединены между собой и присоединены к электрической цепи (12 в) максимального реле, которое при силе тока более 5а воздействует на промежуточное реле и электромагнитный запор (220 в), удерживающий секцию. Для защиты от крупных валунов сверху самородкоуловитель закрыт предохранительным колосниковым грохотом со щелями в 150 мм. Как только на какую-либо секцию попадет самородок или какой-либо другой металлический предмет, замыкающий цепь тока между четными и нечетными пластинами, затвор срабатывает и нижний конец данной секции щита падает вниз, а весь находящийся на нем материал скатывается в специальный приемник. При этом замыкается также цепь сигнального звонка и лампочки, извещающих команду об улавливании какого-то металлического предмета.

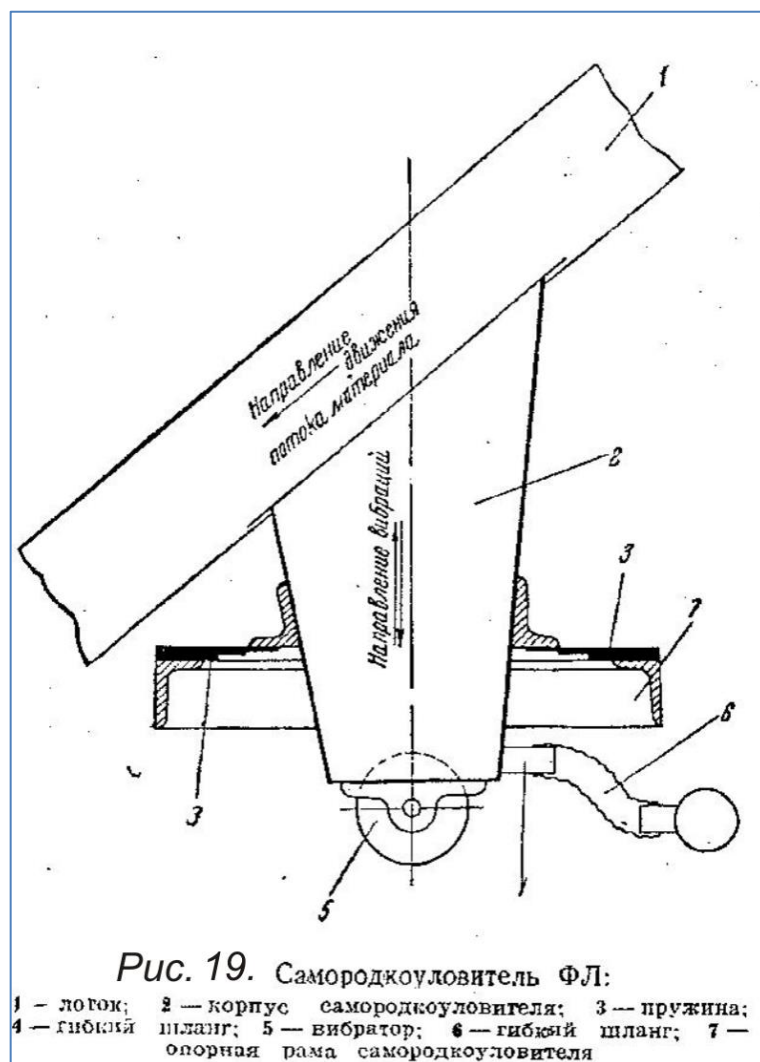


Верхний конец секции при этом приподнимается несколько кверху и выдвигает отбойный двухскатный щиток (в виде клина), который направляет поток гали на соседние секции. Таким образом, улавливание предмета не нарушает работы драги. Когда секция щита опустится до нижнего положения, она открывает кран напорной воды ( $30 \text{ кг/см}^2$ ), которая устремляется в гидравлический цилиндр, поднимающий секцию в исходное положение. Весь цикл улавливания одного

предмета занимает около 30 сек. Попавший в приемник материал тщательно просматривают, чтобы обнаружить самородок.

### 15. Самородкоуловитель ФЛ

Самородкоуловитель ФЛ конструкции инж. Фролова и Ляшкевича (фиг. 75) представляет карман, вставленный в дно галечного жёлоба бочки, приводимый в сотрясательное движение от эксцентрика. Вибрации кармана вызывают разрыхление находящегося в нем материала. Под действием разрыхления материал рассеивается (обратная классификация), т. е. крупные частицы малого удельного веса вытесняются в верхние слои, а мелкие тяжелые частицы собираются в нижних слоях. Если по галечному жёлобу будет проходить самородок, то он, естественно, будет уловлен в этом кармане и быстро опустится на дно его, а галя свободно пройдет через карман. Идея самородкоуловителя ФЛ совершенно правильна, конструкция его также достаточно проста, но практического применения он не получил.



## 16. Самородкоуловитель ДС

Самородкоуловитель ДС конструкции ЦНИЛ Дальстроя является изменением конструкции самородкоуловителя ФЛ. Самородкоуловитель ДС представляет сварной стальной жёлоб в форме совка, в котором установлено два поперечных порога. Верхний конец жёлоба соединен с бугелем эксцентрика, а нижний укреплен на подвесках. При вращении эксцентрика верхняя часть жёлоба совершает круговое движение, а нижняя - возвратно-поступательное. Подшипники вала эксцентрика и подвески закреплены на жесткой металлической раме. Уклон жёлоба можно изменять путем регулирования длины подвесок, имеющих для этого специальные гайки. Прибор устанавливается после грохота промывочного прибора. Проходящая через него галё под действием вибраций расслаивается по удельному весу и по крупности (принцип сотрясающейся постели), так что попавший самородок золота быстро достигает дна лотка и задерживается поперечными порогами. Испытания прибора, произведенные на галё крупностью +30 -160 мм, в которую периодически бросали куски свинца диаметром 10-50 мм, показали 100%-ное улавливание прибором всех кусков свинца. Самородкоуловители типа ДС работают на ряде скрубберных промывочных приборов.

Характеристика самородкоуловителя типа ДС приведена в табл. 15.

Таблица 15

Характеристика самородкоуловителя Дальстроя

Производительность по галё (—30 мм), м <sup>3</sup> /час . . . . .	10
Размер лотка, мм . . . . .	600 × 850 × 265
Число качаний лотка в минуту . . . . .	350
Уклон лотка . . . . .	14°10'
Высота перегородок, мм . . . . .	120—145
Шаг перегородок, мм . . . . .	300
Потребная мощность, квт . . . . .	1
Вес (с мотором), кг . . . . .	266
Габариты(L × B × H), мм . . . . .	1660 × 1395 × 740

### 17. Электронные самородкоуловители СЭУ-1 и СЭД-5

. Управлением пуско-наладочных работ и центральным конструкторским бюро объединения «Северовостокзолото» разработана конструкция электронных самородкоуловителей для промывочных приборов (СЭУ-1) и драг 210 и 250 л (СЭД-5). Они предназначены для извлечения самородков золота весом более 25-30 г из галечного материала крупностью до 100-130 мм после скруббера или дражной бочки.

Таблица 16

Техническая характеристика электронных самородкоуловителей

Марка самородкоуловителя	СЭД-5	СЭУ-1
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	290	15—20
Максимальная крупность питания, мм . . . . .	100	130
Максимальная масса регистрируемого самородка, г . . . . .	30	25
Ширина ленты конвейера, мм . . . . .	800	600
Скорость движения ленты, м/сек . . . . .	1,73	1,0
Мощность электродвигателя привода конвейера, кВт . . . . .	10	7
Тип электромагнитного привода отсекающего устройства	КМТ-4А	
Масса с силовым шкафом и электронным блоком, кг . . . . .	6670	1800

### 18. Самородкоулавливающая отсадочная машина Богданова

Самородкоулавливающая отсадочная машина конструкции Е. И. Богданова предназначена для извлечения самородков крупнее перфорации основного грохота из гальки промывочных приборов и драг.

Машина состоит из корпуса с двумя отделениями (отсадочным и поршневым), привода поршневого механизма, скребкового конвейера с, приводом и устройства для поворота решета. Выделение самородков из галечного материала происходит в надрешетном пространстве отсадочного отделения машины. Благодаря повороту решета концентрат выгружается из корпуса через люки. Самородки из концентрата выбирают вручную. Подрешетная фракция (мельче 3-5 мм) самотеком или гидроэлеватором малого размера направляется на пересчетное устройство (шлюз).



Таблица 17

Техническая характеристика самородкоулапливающих отсадочных машин

Марка машины	ОМТ-ІІІА-600	ОМТПП-І-8 00
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	40	60
Максимальная крупность питания, мм . . . . .	100	140
Ширина скребковой цепи, мм . . . . .	600	800
Площадь решета, м <sup>2</sup> . . . . .	1,2	1,42
Площадь поршня, м <sup>2</sup> . . . . .	0,93	1,31
Скорость движения скребковой цепи, м/сек . .	0,28—0,32	0,28—0,32
Толщина естественной постели, мм:		
для золота . . . . .	250	250
для олова . . . . .	320	320
Число двойных ходов поршня в минуту . . . .	71—95	76—94
Величина хода поршня, мм . . . . .	144—260	140—190
Расход воды, л/сек . . . . .	3—4	5
Мощность электродвигателя поршневого механизма ( $n=1460$ об/мин), квт . . . . .	13	13
Мощность электродвигателя конвейера ( $\Pi=1460$ об/мин), квт . . . . .	10	13
Масса, т . . . . .	7,8	11,43

## **РАЗДЕЛ VI. ПРОМПРИБОРЫ**

Все обогатительные устройства, используемые на промывке песков, отличаются высокой интенсивностью технологического процесса. Пески в установке находятся от 7 до 20 сек., а продолжительность процесса обогащения составляет 5-15 сек. За это время поступающий материал должен отмыться, а процесс разделения золота и песков завершиться.

Такие условия обогащения предъявляют к конструкции и режиму работы промывочных установок очень жесткие требования и не допускают возможности произвольного изменения конструкции без многократных всесторонних проверок. Эти условия не позволяют также произвольно изменять режимы обогащения, установленные для конкретных россыпей.

### **I. КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫВОЧНЫХ ПРИБОРОВ**

Промывка песков - один из важнейших процессов добычи золота, происходящий непосредственно на россыпных месторождениях или вблизи них, включающий в себя практически все этапы гравитационного обогащения. Конечным продуктом этого процесса является концентрат тяжелых минералов, в котором содержится золото.

На протяжении всей истории развития добычи золота из россыпей применялись промывочные установки различных конструкций, которые, как правило, приспособляли к горно-геологическим условиям разрабатываемых месторождений и качеству минерального сырья.

Наряду с песками открытой и подземной добычи в эксплуатацию вовлекаются и техногенные россыпи, существенно отличающиеся от первичных россыпей. Это разнообразие предопределило необходимость иметь парк промывочных приборов с разными технологическими схемами и обогатительным оборудованием, различающихся способом загрузки песков и складирования хвостов промывки, производительностью и конструктивными свойствами (табл. 1-6).

Таблица 1.

## НАИМЕНОВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ ПРИБОРОВ

Промывочный прибор	Крупность обогащаемых фракций, мм	Техническая производительность, м <sup>3</sup> /ч	Обозначение
Прибор бочечно-шлюзовой	0-30	10	ПБШ-10
Прибор бочечно-шлюзовой	0-30	20	ПБШ-20
Прибор вашгердно-шлюзовой	0-50	30	ПВШ-30
Прибор гидроэлеваторный шлюзовой	0-100	30	ПГШ-30
Прибор бочечно-шлюзовой	0-30	40	ПБШ-40
Прибор гидроэлеваторный шлюзовой	0-125	50	ПГШ-50
Прибор конвейерный бочечно-шлюзовой	0-20-50	50	ПКБШ-50
Прибор гидроэлеваторный шлюзовой	0-140	75	ПГШ-75
Прибор гидравлический бочечный	0-125	75	ПГБ-75
Прибор конвейерный бочечно-шлюзовой	0-20	100	ПКБШ-100
Установка передвижная скрубберно-шлюзовая	0-20-50	40	УПСШ-40
Установка передвижная скрубберно-шлюзовая	0-20-50	60	УПСШ-60
Промывочный прибор на базе гидромеханического грохота	0-50	75	ГТМ-3
Промывочный прибор на базе гидромеханического грохота	0-50	100	ГТМ-5

Таблица 2.

ПРИБОРЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ МЕНЕЕ 50 м<sup>3</sup>/час

АЛЯСКА-10,25, 35, 50	КОУ-800	ПКС-1-700
ГПП-30	МОЙКА	РОМАШКА (КОУ-800)
ДЕРОКЕР TS-30	МПД-4	УОД-2.1
	МПД-6М	УОРЗ-30
	ПБШ-40	ФМВ-25ТРН
	ПГ-30-Д, 30-Э	ЭТ-1А
	ПГ-30-Ш	ЮКОН-50
	ПГШ-30	

Таблица 3.

ПРИБОРЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 50-100 м<sup>3</sup>/час

АЛЯСКА-100	ПГ-50 Э, 50 Д	РОМАШКА
ГТМ-3	ПГ-50-Ш	СБПО-50
ГСПК-50	ПГБ-1-1000	СБПО-75
ГЦК-75	ПГБ-75	УОКВ-4.1
ДЕРОКЕР	ПГВ-50	УПСШ-40-60
ИРКУТ-50	ПВГРШМ-60	ЮКОН-75
КОУ-1200	ПГО-50	ЮКОН-100
ОСПК-75	ПГШ-50	
ПБСР-50	ПГШ-75	

Таблица 4.

ПРИБОРЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 м<sup>3</sup>/ч и более

АЛЯСКА-250	ПГВ-100	УПП-800
ГГМ-5	ПГШИ-100	ЮКОН-150
ПВО	ПКБШ-100	ЮКОН-200
ПБСР-100, 200	СБПО-100	ЮКОН-250
ПБШО	ТОК-200 ТК	

Таблица 5.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ МЕЛКОГО ЗОЛОТА (Ме&lt;1 мм)

АЛЯСКА-10,25, 35	ПБО	ТОК-200 ТК
АЛЯСКА-50, 100, 250	ПБСР-50, 100, 200	УОКВ-4.1
ГОВЕРЛА	ПБШО	УОД-2.1
ГСПК-50	ПГВ-50, 100	УОРЗ-30
ГЦК-75	ПГО-50	ФМВ - 25 ТРН
КОУ- 800, 1200	ПГШИ-50, ПГШИ-100	ФМВ - 125 ТРН
ОСПК-75	СБПО-50, 75, 100	

Таблица 6.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ВАЛУНИСТЫХ ГРУНТОВ (размер валунов более 400 мм)

ГГМ-3, ГГМ-5 (ППМ-5)	ПКС-1-700
ДЕРОКЕР	ПКС-1-1200
ДЕРОКЕР-TS-30	УПП-800

**По способу транспортирования песков** на обогатительное устройство промывочные приборы можно подразделить на гидроэлеваторные, землесосные, конвейерные и с загрузкой непосредственно землеройной техникой.

**По способу дезинтеграции песков:** гидромониторно-шлюзовые, бочечно-скрубберные и др.

**По технологическим схемам, обогащения:** шлюзовые, отсадочно-шлюзовые, отсадочные с концентрационными столами и др.

Парк промывочных приборов принято подразделять по технологическим особенностям на следующие типы.

1. Промывочные установки типа ПГШ, ЗУ (землесосные установки) и ПВШ.

Эти приборы имеют одностадиальную однофракционную схему обогащения песков крупностью от 50 до 150 мм на шлюзах глубокого наполнения - ШГ, отличаются технической производительностью от 30 до 100 м<sup>3</sup>/ч и способом подачи на шлюз продуктивной фракции песков.

Такие промывочные установки обеспечивают извлечение крупного золота на

уровне 95%, в случае промывки песков со средним и мелким золотом извлечение снижается до 70-80%. Содержание влаги не лимитируется. Объем промывки песков на одну приборостоянку не должен превышать 40 тыс. м<sup>3</sup>.

2. Промывочные установки типа ПБШ-40 и ПКБШ-100 с одностадиальным двухфракционным обогащением, где после грохочения песков (-400 мм) в скруббере фракция мельче 20 (30) мм промывается на шлюзах мелкого наполнения ШМН, а фракция -50 + 20 мм (промывочной установки ПКБШ-100) - на самородкоулавливающем шлюзе глубокого наполнения шириной 580 мм. Применять его рекомендуется, если в россыпи встречаются самородки размером более 20 мм. Этот тип промывочных установок различается технической производительностью от 40 до 100 м<sup>3</sup>/ч и непосредственным или конвейерным способом подачи песков на установку.

Промывочные установки данного типа рекомендуется применять на песках легкой и средней промывистости с мелким и средней крупности золотом, содержание в песках влаги не более 8%. Содержание валунов (фракции крупнее 100 мм) не лимитируется. Объем промывки песков на одну приборостоянку для ПБШ-40 - не более 25 тыс. м<sup>3</sup>, для ПКБШ-100 - не более 50 тыс. м<sup>3</sup>.

3. Промывочные установки типа ПГБ с двухстадиальным двухфракционным обогащением, где фракция песков мельче 120-150 мм перед барабанным грохотом промывается на шлюзе глубокого наполнения шириной 1000 мм и длиной 6 м, устанавливаемом с уклоном 7°. Фракция -20 мм после отсева на барабанном грохоте промывается на шлюзах мелкого наполнения ШМН. Это тип промывочных установок производительностью 75 м<sup>3</sup>/ч с гидроэлеваторной загрузкой. При необходимости подъема пульпы на высоту более 12-14 м предусмотрена возможность подачи песков землесосом соответствующей производительности.

Промывочные установки данного типа рекомендуется применять на песках средней промывистости с золотом средней крупности. Содержание влаги в песках не лимитируется. Валун в песках (фракции крупнее 100 мм) не более 8%. Объем промывки песков на одну приборостоянку - в пределах 40 тыс. м<sup>3</sup>.

Промывочные установки 2 и 3 типов обеспечивают извлечение среднего (мелкого) золота из песков на уровне 95-90%.

На всех промывочных установках для извлечения золота из песков используется один технологический способ - гравитационное обогащение минеральной смеси в водном потоке на шлюзах глубокого или мелкого наполнения - с трафаретами лестничного типа с подстилающими резиновыми ковриками или с эластичными

уплотнениями.

При наличии в песках большого количества мелкого золота рекомендуется использовать промывочные установки ПКБО-100, отличающиеся от ПБШ-100 наличием отсадочных машин для обогащения подрешетного продукта, барабанного грохота и концентрационных столов для пересортировки концентрата отсадочных машин. Также рекомендуется в этом случае устанавливать перед отсадочными машинами укороченные шлюзы мелкого наполнения для улавливания основной массы золота и предотвращения попадания золота крупнее 3 мм в постель отсадочных машин - прибор конвейерно-бочечный с обогащением на шлюзах и отсадочных машинах (ПКБО-100).

Кроме перечисленных типов приборов, разработаны и изготавливаются промывочные установки малой производительности (ПБШ-10, ПБШ-20 - приборы бочечно-шлюзовые производительностью 10 и 20 м<sup>3</sup>/ч, а также промывочные приборы на базе гидромеханического грохота - ГГМ-3, ГГМ-5.

## II. ОБЗОР ПРОМЫВОЧНЫХ ПРИБОРОВ

В этом обзоре обобщены сведения о российских и зарубежных промывочных приборах для россыпных месторождений золота.

Приборы расположены в алфавитном порядке по их марке. Если марка прибора производителем не определена (например, прибор фирмы ШР), ему присваивалось условное название исходя из конструкции прибора - ПБО - Прибор Бочечный с Отсадкой и т.п. Для зарубежных приборов за названием прибора указана страна производитель. Ниже, под маркой прибора приведено название фирмы-разработчика, изготовителя или поставщика. По возможности, приводится расшифровка марки.

### **1. АЛЯСКА-10, АЛЯСКА-25, АЛЯСКА-35 (ALASKAN - США)**

**GOLDFIELD** (поставщик СЕТКО) - Промывочные приборы производительностью 7.7, 19 и 27 м<sup>3</sup>/ч.

Фабрики моделей Аляска 10, 25 и 35 для извлечения россыпного золота и алмазов предназначены для крупнообъемного опробования либо отработки малой производительности. Эти установки достаточно компактны, что позволяет буксировать их, и, в тоже время, достаточно велики для серьезной работы. Запуск при прибытии к месту работ занимает менее 1 часа.

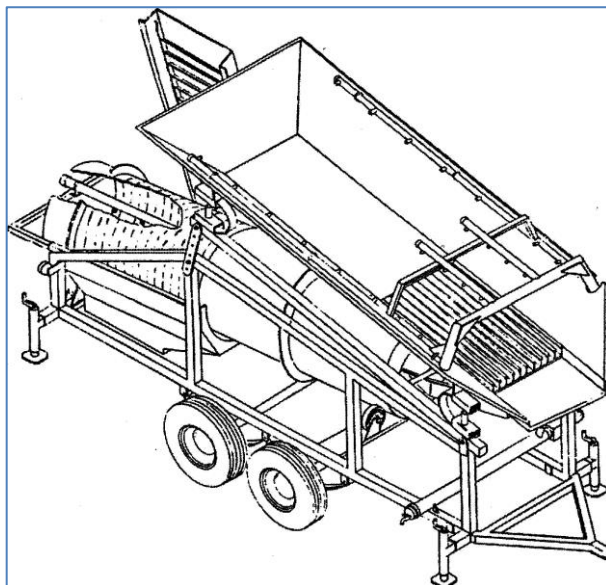


Как и все оборудование производства Голдфилд, портативные установки Аляска сконструированы для обеспечения надежной работы в суровых условиях удаленных районов. Они просты в работе и обслуживании. Портативные установки Аляска - результат многолетних полевых испытаний по всему миру. Каждая установка представляет собой комплектный промприбор, в котором все компоненты, включая виброколосниковый питатель, скруббер, самородкоуловитель и шлюз согласованы и отрегулированы для обеспечения максимального извлечения золота и алмазов. Отсадочная машина Голдфилд либо центробежный концентратор Голдфилд могут быть интегрированы в систему извлечения.

Таблица 7.

Спецификация оборудования портативных моделей Аляска.

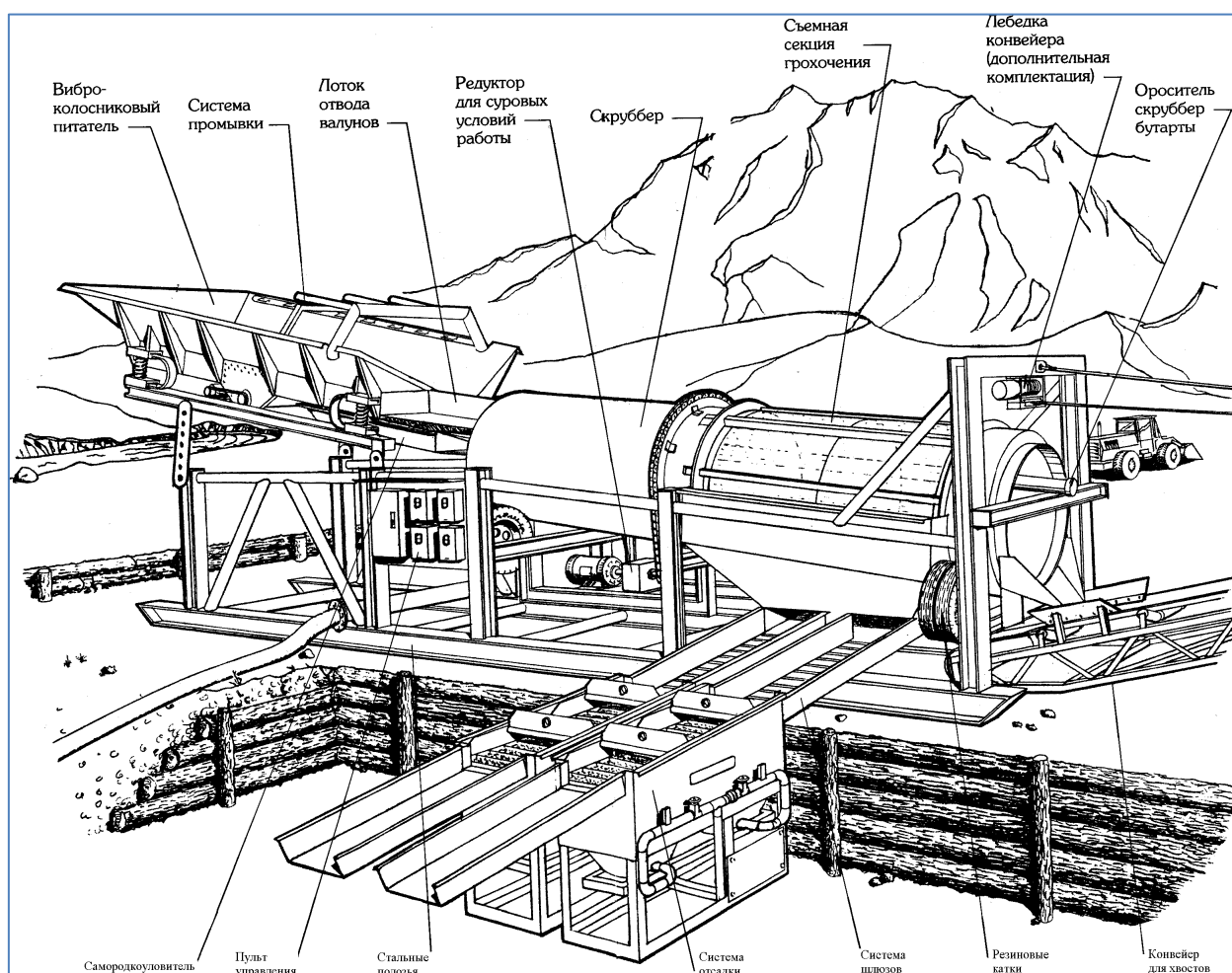
Параметры	Модель		
	10	25	35
Длина, м	4,27	4,27	5,49
Ширина, м	1,52	1,67	1,83
Высота загрузки питания, м	2,74	2,89	3,35
Вес, кг	1360	2500	3200
Количество осей	1	2	2
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	5,7 -7,7	15-19	23-27
Потребление воды, л/мин при 2,1 атм	560 - 950	750- 1150	950-1500
Размеры: шлюза, м	0,30 x 2,4	0,76 x 2,4	0,91x2,4
самородкоуловителя, м	0,30 x 0,9	0,45x1,2	0,56x1,2



Аляска-25

## 2. АЛЯСКА-50, АЛЯСКА-100, АЛЯСКА-250 (ALASKAN - США)

**GOLDFIELD** (поставщик СЕТКО) - Промывочные приборы  
производительностью 35, 70, и 200 м<sup>3</sup>/ч.



Фабрики Аляска состоят из следующих компонентов:



### **Виброколосниковый питатель**

Мокрый колосниковый питатель промывает породы и валуны и увеличивает извлечение золота на 2-5%. Удлиненная поверхность минимизирует продольный снос. Питание может подаваться конвейером, фронтальным погрузчиком или экскаватором. Коническая форма колосников исключает застревание материала. Скорость подачи может быть согласована с качеством материала.

### **Самородкоуловитель**

Самородкоуловитель фирмы Голдфилд настолько эффективен, что обычно извлекает 60-80 % от общего количества золота. Улавливает самородки размером до 10 см. Легкий съём в течение менее 5 минут.

### **Скруббер-бутара**

Великолепное сочетание лифтеров и удерживающих колец позволяет тщательно промыть и оттереть материал россыпи. Прочная внешняя оболочка обеспечивает долговечность, сменная секция грохочения, резиновые катки опоры скруббера исключают растрескивание, редуктор для особо тяжелых условий работы высокоэффективен и долговечен, ороситель на всю длину скруббера обеспечивает дополнительную промывку, привод с роликовой цепью.

### **Конвейер для хвостов**

Легковесная конструкция обеспечивает высочайшую прочность и жесткость, подвесной конвейер увеличивает портативность, ролики с постоянной смазкой.

### **Система извлечения**

Совершенная система шлюзов обеспечивает великолепное извлечение золота до 53 микрон, отсадочные машины Голдфилд с постоянным выводом концентрата, прекрасные показатели по извлечению тонкого золота до 45 микрон (дополнительная комплектация). Центробежные концентраторы Голдфилд - при необходимости извлекают ультратонкое золото (до 38 микрон).

### **Обслуживание**

Минимальное ежедневное обслуживание, основные узлы легко доступны для обслуживания, модульная конструкция позволяет быстро установить и сменить компоненты.

### **Сопровождение и поддержка**

Немедленная поставка запчастей со склада. Инженерное сопровождение проектов, шеф-монтаж, запуск.

### **3. ГГМ-3, ГГМ-5 на базе Грохотов Гидромеханических, пластинчатых**

**Магаданский механический завод** - Промывочные приборы на базе пластинчатого грохота - 70 и 100 м<sup>3</sup>/ч.

Предназначены для промывки и обогащения золотосодержащих песков при бульдозерной разработке продуктивных пластов песков россыпных и валунистых месторождений.

Промывочные приборы типа ГГМ с одностадийным однофракционным обогащением песков на шлюзе глубокого наполнения ШГ характеризуются технической производительностью 70 и 100 м<sup>3</sup>/ч.

#### ***Устройство и принцип работы***

Промывочный прибор на базе гидромеханического грохота типа ГГМ представляет собой комплекс мобильных агрегатов и узлов, конструкция, габаритные размеры и масса которых позволяют производить их перестановку в течение 3 ч. Техническая характеристика грохотов приведена в табл. 8.

Конструкция грохота позволяет применять его практически на всех типах грунтов. Особенно незаменим он при промывке валунистых и крупновалунистых песков.

Прибор состоит из четырех основных частей:

- корпуса (ванны), на котором смонтированы пластины, гидроцилиндр и тележка;
- поддона - удлиненной коробки, выполненной в виде неправильного прямоугольника с фланцем на конце;
- шлюза - металлического желоба шириной 1,5 и длиной 6,5 м. Состоит из желоба, ковриков и трафаретов. Шлюз имеет фланец и болтовое крепление на одном из концов;
- маслостанции, состоящей из электродвигателя, маслобака, шлангов, гидравлического насоса и гидропереключателя (пилота).

Пластинчатый грохот представляет собой (рис.) сваренную из толстолистого материала (16-18 мм) ванну 7, внутри которой на днище закреплены четыре бульдозерных катка от трактора (Т-130) 2. На катки опирается тележка 3, несущая на себе 8 автомобильных колес 4, по два в ряд. При помощи гидроцилиндра 5 тележка может совершать возвратно-поступательные движения. На колеса уложена пластинчатая цепь 6 так, что она свободно провисает между колесами. Оба конца цепи закреплены на торцевых стенках ванны. При движении

тележки цепью создается эффект «бегущей волны», в результате подаваемые на нее пески подвергаются ворошению и грохочению. Над цепью установлен ороситель 7. Пластины цепи установлены с зазором между собой 50 мм. Грохот имеет наклон около 12°. Ванна опирается на сани. Эфельная фракция (-50 + 0 мм) разгружается в шлюз через поперечное окно в днище ванны. Переключение хода гидроцилиндра автоматическое. Маслостанция привода гидроцилиндра с электродвигателем закреплены снаружи ванны на ее борту.

### **Порядок работы прибора**

Пески с полигона подаются бульдозером непосредственно на пластинчатый грохот. Подаваемый грунт постоянно оmyвается струей воды из оросителей.

На грохоте происходит процесс дезинтефации и грохочения песков с выделением в подгрохотное пространство фракции -50 +0 мм.

Эфельная (минусовая) фракция через поперечное окно в днище ванны грохота поступает на обогащение в шлюз ШГ-1500.

Обезвоженная фракция (крупнее 50 мм) самотеком (за счет работы полотна грохота) направляется в галечный отвал.

Водоснабжение прибора осуществляется насосным агрегатом на базе 8НДВ.

*Таблица 8*

**Техническая характеристика ГГМ-3 и ГГМ-5 (ППМ-5)**

<b>Параметры</b>	<b>ГГМ-3</b>	<b>ППМ-5</b>
Производительность при промывке среднепромывистых песков с валунами, м /ч	70	100
Размеры щелей сеющей поверхности, мм	50+5х3000	50 (30)х5000
Максимальная крупность валунов, мм	1200	1500
Необходимый расход воды, м /ч не более	500...700	720
Необходимый напор воды у насадок оросителя, м	20	20
Двигатель маслостанции: тип	4А180М4У3	4А200L
мощность, кВт	30	45
Размеры грохота: длина, м	6,5	8,0
ширина с переключателем, м	3,55	5,6
высота с установленным оросителем, м	3,0	4,2
перепад уровней загрузки и выхода пульпы, м	2,0	2,0
Угол наклона ванны, град	12+2	12+2
Общая масса, т (не более)	21,0	41,13

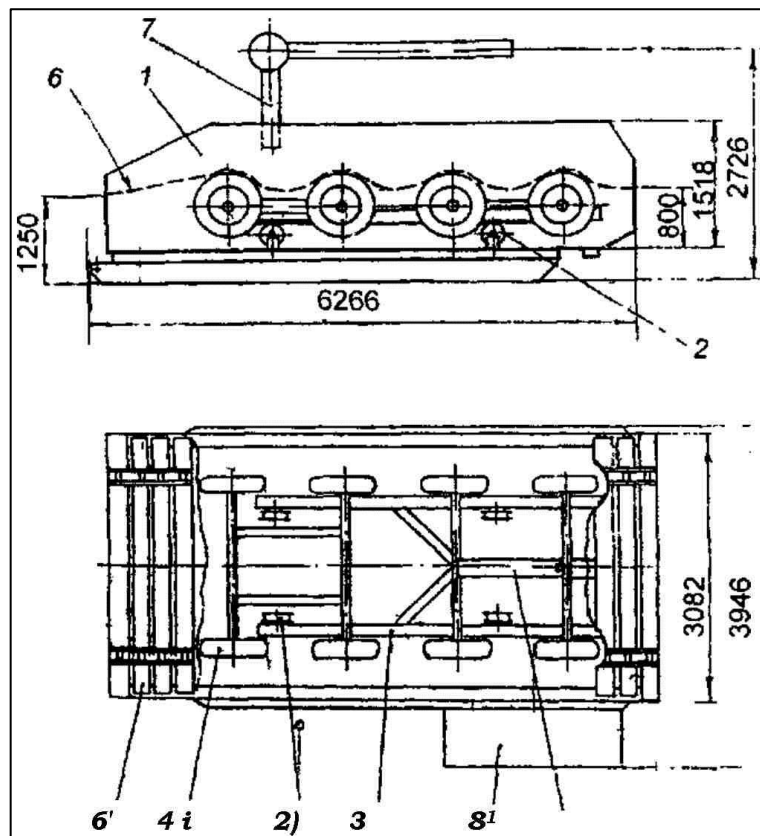
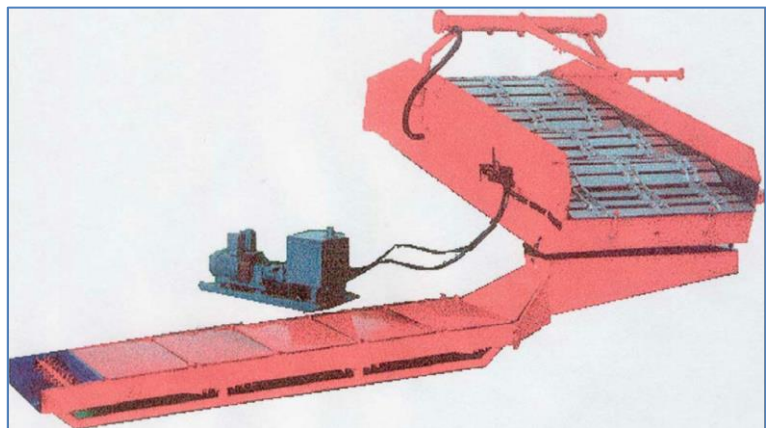


Схема грохота гидромеханического ГГМ



ё

При промывке песков средней промывистости недопустимо увеличивать производительность прибора выше паспортной. При промывке труднопромывистых (глинистых) песков угол наклона грохота должен быть минимальным.

При промывке легкопромывистых песков угол наклона грохота может быть несколько увеличен.

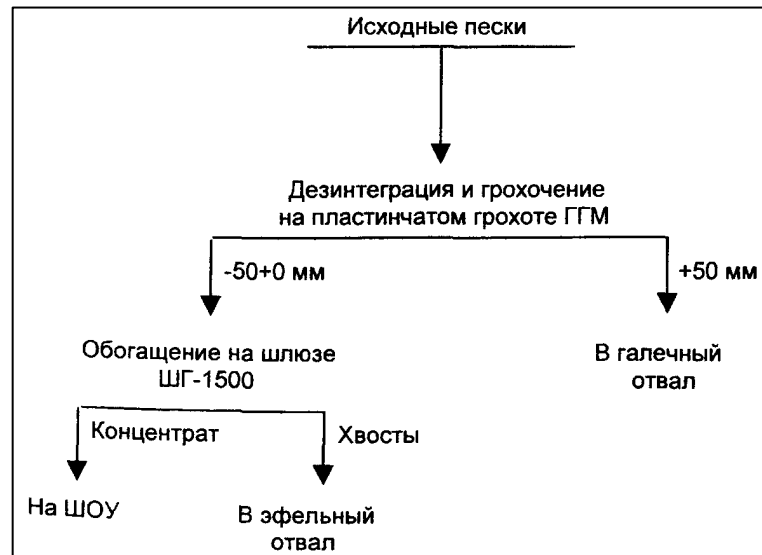
Если в галечном отвале появились глинистые комья или на гале остается неотмытая примазка, то это указывает на неудовлетворительное качество дезинтеграции и орошения.

Для ликвидации этого необходимо уменьшить подачу песков, увеличить

подачу воды через ороситель, уменьшить угол наклона пластинчатого грохота.

При эксплуатации прибора необходимо следить за тем, чтобы на шлюз не попадала крупная галля (крупнее отверстий грохота), иначе будет нарушен режим его работы и увеличатся потери металла с эфелями.

Технологическая схема прибора на базе грохота гидромеханического показана на рис. ниже.



Технологическая схема прибора на базе грохота гидромеханического

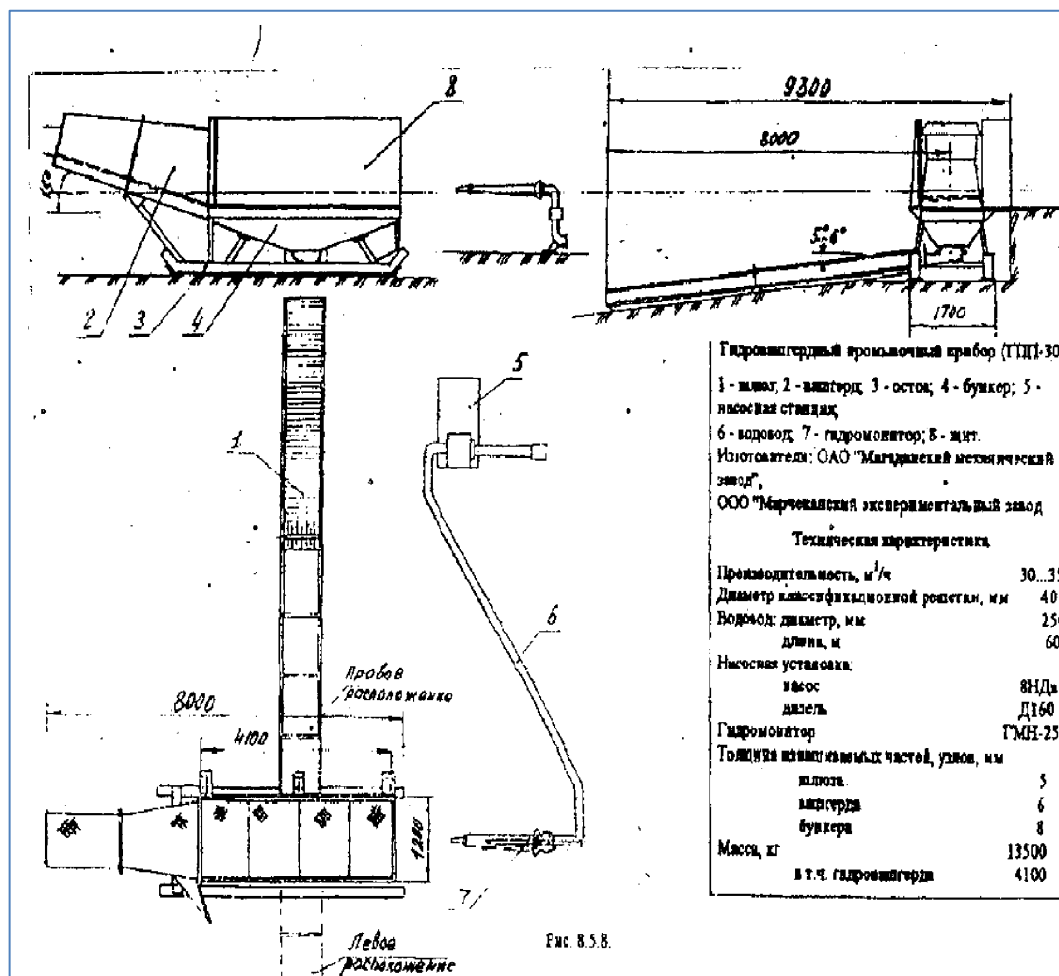


ГГМ-3 на полигоне в Магаданской области

#### 4. ГПП-30 - Гидровашгердный Промывочный Прибор

Магаданский механический завод: Гидровашгердный Промывочный Прибор

Промывочный прибор ГПП-30 предназначен для промывки и обогащения легкопромывистых золотосодержащих песков и применяется при относительно малых объемах промывки с одной приборостоянки.



ГПП-30

Пески с полигона подаются бульдозером на классификационную решетку гидровашгерда, где струей воды из гидромониторной установки промываются, отмытые на гидровашгерде пески фракции мельче 40 мм вместе с водой стекают в шлюз мелкого наполнения.

Фракции крупнее 40 мм транспортируются через гидровашгерд струей гидромонитора в галечный отвал. Галечный и эфельный отвалы разваловываются бульдозером.

Отличительной особенностью прибора являются простота его конструкции и легкостью перестановки на новые приборостоянки.

## 5. ГСПК-50 - Промывочный Комплекс

**ИГД ДВО РАН - Промывочный Комплекс - 50 м<sup>3</sup>/ч**

В модульный промывочный комплекс ГСПК-50 входят: гидрогрохот, спирально-пластинчатый концентратор, насосная станция для подачи воды, конвейер.

Подача песков может осуществляться конвейером, бульдозером, экскаватором, ковшовым погрузчиком. Технические характеристики модульных комплексов представлены в таблице.

*Таблица 9.*

Технические характеристики ГСПК-50

Производительность по твердому, м /ч	50
Размер извлекаемых частиц золота, мкм	Плюс 50
Частота колебаний гидрогрохота, мин <sup>-1</sup>	60
Установленная мощность электродвигателей, кВт	57
Объемный расход воды, м <sup>3</sup> /ч	200
Крупность питания, мм	Минус 80
Масса, т	9,5

Работает промывочный комплекс следующим образом. Выделенный материал (минус 80 мм) подается в гидрогрохот в район наклонного приемного сита. Туда же подается технологическая вода для обеспечения необходимого разжижения. Поверхность грохочения состоит из двух сит: приемного, установленного под углом 30°, и разгрузочного, установленного под углом 8° к горизонту. Сита погружены в бункер с водой, что значительно ускоряет процесс грохочения. Короб с ситами установлен на упругих элементах, позволяющих коробу совершать колебательные движения. При симметричных колебаниях сит от обыкновенного кривошипного или эксцентрикового механизма подача горной массы под небольшим углом к горизонту невозможна. Для обеспечения подачи горной массы в необходимом направлении (вверх под углом 8°) применен дифференциальный механизм - двойной кривошипный механизм.

## 6. ГОВЕРЛА (УКРАИНА)

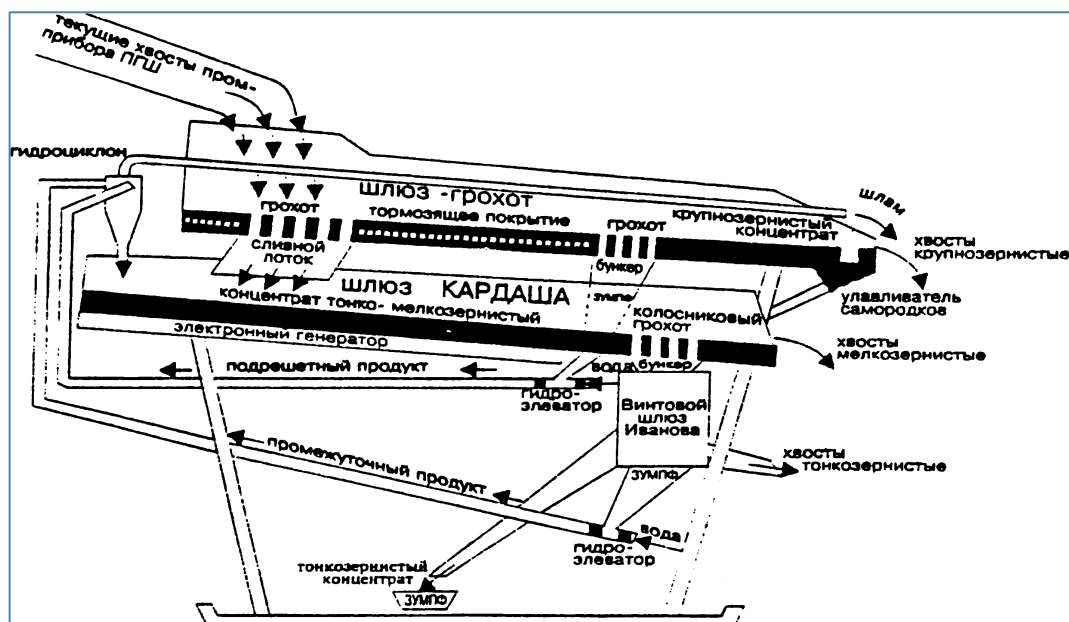
**ГОВЕРЛА, Украинско-Российское СП.** - Обоганительное устройство для перемешивания текущих и лежалых хвостов обоганительных установок - 40 м<sup>3</sup>/ч.

Предназначена для обогащения труднопромывистых россыпей и иных рыхлых образований, содержащих существенную примесь частиц благородных и прочих тяжелых металлов и минералов размером преимущественно 0,15-0,005 мм.

Способ обогащения россыпей постоянным разрыхлением концентрата тяжелых минералов и устройство для его осуществления защищены патентом РФ № 2095147.

Установка представляет собой прямоточные шлюзы с особой конструкцией улавливающих покрытий, обеспечивающих поддержание «постели» в псевдосжиженном состоянии при создании дополнительного эффекта искусственной гравитации (без использования вращающихся элементов). Винтовой шлюз выполняет функции аппарата, контролирующего качество обогащения на шлюзе Кардаша.

Устройства Говерла наделены свойством самоочищения улавливающих покрытий шлюзов от песчано-глинистого материала, который обычно заполняет и цементирует в первую очередь ячейки резиновых ковриков, улавливающих золото. Устройства Говерла лишены этого недостатка, и съемки золота можно производить даже через несколько суток непрерывной подачи на них пульпы.



Устройства Говерла для извлечения золота из текущих хвостов приборов типа ПГС

Таблица 10.

Технические характеристики установки «Говерла»

Производительность по твердому, м /ч	40
Размер извлекаемых частиц золота, мм	более 0,01
Потребление электроэнергии, кВт	8-10
Количество обслуживающего персонала, чел.	2
Масса, т	5



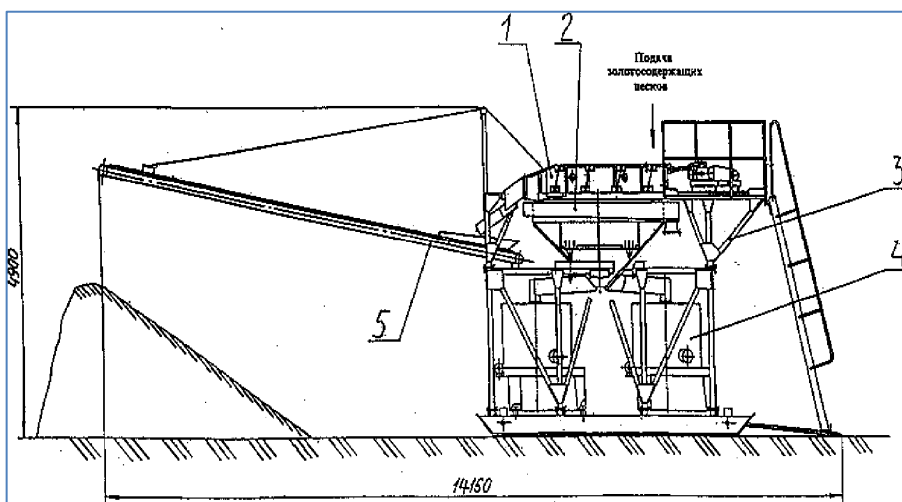
## 7. ГЦК-75 Модульный промывочный комплекс

**ИГД ДВО РАН** - Модульный промывочный комплекс - 75 м<sup>3</sup>/ч.

В состав комплекса (см. рис) входят: виброгидрогрохот 1, бункер 2, остова 3, концентратор центробежного типа 4, конвейер - отвалообразователь 5.

Работает комплекс следующим образом. Выделенный материал (-80 мм) подается в гидрогрохот, где разделяется на две фракции (-80 мм +4 мм и -4 мм). Подрешетный продукт гидрогрохота -4 мм поступает в бункер, откуда распределяется по центробежным концентраторам, где происходит извлечение золота. Концентрат выгружается периодически. Галля выводится на конвейер-отвалообразователь и складировается. Комплекс смонтирован на общем остова.

Модульные промывочные комплексы просты в монтаже и в эксплуатации, экономичны и легко могут быть переставлены на другой объект. На все комплексы разработана рабочая конструкторская документация, позволяющая изготавливать их в заводских условиях. Имеются патенты РФ.



Модульный промывочный комплекс ГЦК-75

Таблица 11.

Технические характеристики ГЦК-75

Производительность по твердому, м <sup>3</sup> /ч	75
Размер извлекаемых частиц золота, мкм	Плюс 50
Частота колебаний гидрогрохота, мин <sup>-1</sup>	60
Установленная мощность электродвигателей, кВт	30
Объемный расход воды, м <sup>3</sup> /ч	300
Крупность питания, мм	Минус 80
Масса, т	10

## 8. ДАКОТА (DAKOTA - США)

**AMERICAN GOLDLAND** - Промывочный прибор - 75-110 м<sup>3</sup>/ч

ДАКОТА - идеальная альтернатива для высокообъемной промывки, сепарации и концентрации золота из речных аллювиальных отложений.

Таблица 12.

Техническая характеристика прибора ДАКОТА

Производительность, т/час	120-180
Ширина, м	3,1
Вес, т	22,5
Рабочая высота, м	4,11
Длина, м	16,8
Высота при транспортировке, м	4,11
Высота подачи, м	3,0
Объем воды, л/мин	1900
Генератор, kw	150
Подающий бункер, м	2,6 x 3,0
Промывочная камера	1,2 x 1,2
Классификатор, м	1,2 x 2,4 встроенный
Live шлюз, м	0,9 x 1,2
Роторный шлюз, м	4 агрегата по 3 м
Конвейеры, м	9,1 x 9,1

## 9. ДЕРОКЕР - Прибор для переработки валунистых песков

**ГРК ДЕЛЬТА** - Прибор для переработки валунистых песков

Промывка валунистых песков на обычных гидровашгердных промывочных приборах требует повышенных энергетических затрат, так как удаление крупных валунов в отвал струей гидромонитора чрезвычайно энергоемкая операция. На скрубберных приборах крупные валуны быстро выводят из строя оборудование, и их удаление также требует дополнительных энергетических затрат.

Применение пластинчатых грохотов с механическим удалением валунов существенно снижает энергозатраты на промывку валунистых песков. Одним из приборов, снабженных грохотом для механического валуноотделения является ДЕРОКЕР (см. также ГГМ-3, ГГМ-5).

Порода на грохот подается бульдозером, погрузчиком или самосвалом.

Грохот «Дерокера» состоит из ряда подвижных в вертикальном направлении стальных пластин. Под пластинами возвратно-поступательно двигаются специальные «колеса», которые вызывают волновые движениям поверхности грохота. За счет этих волновых движений валуны перемещаются в отвал. По мере

движения валуны обмываются специальной оросительной системой (см.рис.).

В качестве обогатительного оборудования после грохота в приборе «Дерокер» установлен шлюз, что ограничивает область применения этого прибора россыпями с преимущественно крупным золотом.

Современные приборы типа "ДЕРОКЕР" отличается высокой экономичностью по сравнению с приборами типа ПГШ (табл.13). Их использование на валунистых россыпях, оправдано снижением затрат. Кроме того, на таких приборах обеспечивается равномерная подача воды и песков на обогатительное оборудование. За счет этого улучшается динамика потока на шлюзах, и извлечение золота возрастает на 3-10% по сравнению с промывкой на гидровашгерде.

Таблица 13.

Сравнительные характеристики гидровашгерда и Дерокера при переработке валунистых песков

Характеристики	Гидровашгерд	Дерокер
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /час	50-70	50-70
Расход воды, м <sup>3</sup> /час	1250-1600	300-500
Максимальный размер валунов, м	0,6	1,0
Установленная мощность двигателей, кВт	-	22
Мощность насосной установки, кВт	250-230	50-70
Общая энергоемкость установки, кВт	300-500	72-92

Приборы типа "ДЕРОКЕР" успешно работают и в России и за рубежом. Их применение может быть целесообразным при значительном количестве (более 20 %) валунов крупнее 30 см.



Дерокер в Нижнеудинском районе Иркутской области



Дерокер в Эквадоре

## 10. ДЕРОКЕР TS 30 (КИТАЙ)

### ИРГИРЕДМЕТ

Дерокер TS 30, предназначен для промывки золотосодержащих песков с большими валунами. Он представляет собой пластинчатый грохот с механическим удалением валунов. Обоганительное оборудование к грохоту поставляется по отдельному заказу и может представлять вариант шлюзовой или отсадочной системы.

В отличие от ГГМ и ДЕРОКЕРА (см. рис) пластины грохота TS 30 являются неподвижными и расположены вдоль длинной оси грохота. Между пластинами грохота перемещаются зубья, которые перемещают валуны в отвал, зубья, которые монтированы на подвижной раме, двигают валуны через три уступа грохота в сторону отвала

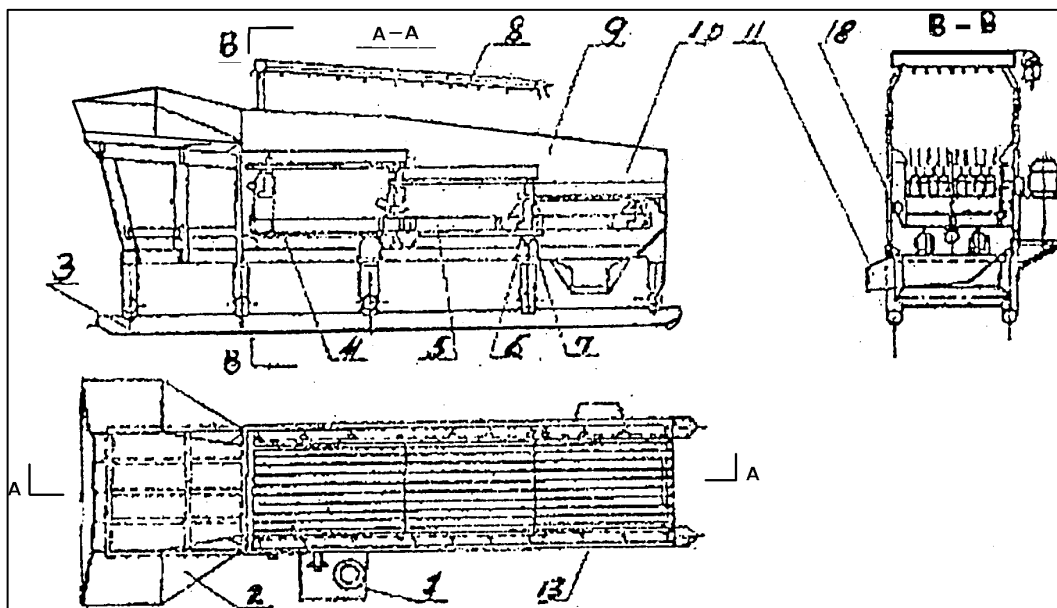


Схема Дерокера TS-30

Оросительная система обмывает валуны по мере их движения вдоль

грохота. Пески минус 30 мм проваливаются сквозь щели грохота и поступают вниз в приемный бункер.

TS-30 состоит из следующих основных узлов: гидравлическая станция (1), бункер подачи (2), основание (3), цилиндр (4), подвижная рама (5), ролики (6), зубья (7), оросительная труба (8), боковая стена (9), планка (10), люк (11), ролики (12), грохот (15).

*Таблица 14.*

Техническая характеристика TS 30

1	Производительность, куб. м/ч	30-40
2	Расход воды, куб. м/ч	90-130
3	Наибольшая крупность кусков, мм	860
4	Мощность двигателя, кВт	5,5
5	Напряжение, В	380
6	Ход рамы, мм	1100
7	Период, сек	15
8	Зазор колосника грохота, мм	30-40
9	Наклон работы, град	6-10
10	Масса, т	7,2
11	Размеры, мм	6910 x 2500 x 2750

### **11. ДЖИДА-200 - промприбор для россыпей с высоким выходом тяжелой фракции**

#### **ООО «Закаменск» (Бурятия)**

На россыпях с высокой долей тяжелых минералов (магнетит, гематит, ильменит, пирит и т.п.) шлюзовые приборы неэффективны. Емкость шлюзовой постели ограничена и чем больше в песках тяжелых минералов, тем быстрее она заполняется. После этого необходим сполоск шлюзов или неизбежны высокие потери полезного компонента. Шлюзы перестают задерживать не только мелкое золото, но даже среднее по крупности.

В промывочном приборе «Джида-200», за счет применения отсадочной машины, обеспечивается непрерывный выход концентратов, поэтому извлечение золота постоянно остается высоким. Производительность прибора при хорошей промывистости песков составляет 200 м<sup>3</sup>/ч.

Комплектацию прибора подбирают под условия и требования заказчика. В поставку может входить: питатель, грохот ГИТ-52МБ (или любой другой), отсадочные машины, концентрационные столы.

#### **Технические характеристики прибора «ДЖИДА-200»**

Характеристики	Значения	Примечание
----------------	----------	------------

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	200	При хорошо промывистых песках
Крупность песков не более, мм	400	Допустимы единичные валуны
Электропотребление, кВт	70	Без водяного насоса
Потребление воды, м <sup>3</sup> /час	1000	
Тип грохота	ГИТ-52МБ	
Тип отсадочных машин: основная перечистные	ТРУД-12 МОД-2М	
Концентрационные столы	СКО-7,5	Возможны варианты
Общая масса, т	30-40	В зависимости от комплектации
Загрузка	Самосвалом	Возможны варианты



Вариант компоновки промывочного прибора в составе: грохота ГИТ-52 МБ (на фото слева), отсадочной машины ТРУД-12, стола СКО-7,5

## 12. КЛОНДАЙК (KLONDIKE - США)

**AMERICAN GOLDLAND** - Промприбор - 75-150 м<sup>3</sup>/ч

Прибор «Клондайк» разработан специально для большеобъемных разработок глинистых и сцементированных россыпных руд, эффективно отделяет и удаляет связывающие материалы для повышения эффективности концентрации и извлечения драгоценных металлов. Клондайк способен переработать от 120 до 240 т/ч в зависимости от количества глинистого материала. Клондайк сконструирован на трейлерной раме с тремя осями для перемещения шоссейным транспортом. Компактные размеры Клондайка обеспечивает его легкую транспортировку для работы в других странах.

Таблица 15.

Техническая характеристика КЛОНДАЙК

Модель	Клондайк
Производительность, т/ч	120-240
Ширина, м	3,2
Вес, т	27,5
Рабочая высота, м	5,2
Длина, м	16,8
Высота при транспортировке, м	4,2

Высота подачи, м	5,2
Объем воды, л/мин	2128,0
Генератор, kw	250
Плотность пульпы	30-50% тв. вещества
Скруббер, м	2,4 x 3,6
Классификатор, м	1,2 x 2,4 встроенный
Live шлюз, м	0,9 x 1,2
Роторный шлюз, м	4 агрегата по 3 м
Силовая панель, м	440 v

### **13. КОУ-800, КОУ-1200 (РОМАШКА)**

**(ИЗТМ, ИРГИРЕДМЕТ, СОЮЗ СТАРАТЕЛЕЙ РФ) - Прибор обогатительный КОУ (Ромашка)**

Предназначен для обогащения золотосодержащих песков по двухстадийной радиальной схеме. Рекомендуются для улавливания золота крупностью до 20-50 микрон. На 20-60% повышает извлечение золота по сравнению с другими шлюзовыми приборами.

Крупное золото и самородки улавливаются на двух шлюзах глубокого наполнения.

Колосниковый грохот позволяет отсекаать до 100 % всей жидкости золотосодержащей части пульпы с фракциями минус 5 или минус 7 мм для последующего обогащения на шлюзах мелкого наполнения.

Четыре специальные смывные насадки на бортах грохота удаляют обезвоженный надрешетный продукт грохота (галю) в гидроотвал.

Конусный распределитель, вращающийся от реакции струи, обеспечивает равномерное распределение пульпы и золота по всем 24-м радиально расположенным шлюзам мелкого наполнения.

Расширение шлюзов мелкого наполнения по движению потока снижает скорость пульпы и создает максимально благоприятные условия осаждения мелкого, весьма мелкого и пластинчатого золота.

Кольцевой желоб и галечный лоток обеспечивает поступление эфелей и гали в гидроотвал единым потоком.

Большая площадь шлюзов, равномерное распределение по ним пульпы, переменная скорость потока обеспечивает наилучшее для шлюзовых систем условия улавливания золота крупностью до 20 - 50 микрон.

*Таблица 16.*

Техническая характеристика приборов КОУ



Показатели	КОУ-800	КОУ-1200
Производительность, м <sup>3</sup> /ч		
по пульпе	500- 800	800- 1200
по твердому	30-70	50-100
Количество шлюзов	16	24
Крупность исходного материала, мм	до 120	до 120
Габариты, м		
длина	12,8	13,3
ширина	10	11,1
высота (до днища бункера)	5,66	6,1
Масса, кг	19250	23800



КОУ-1200

### **Ромашка - проста в эксплуатации:**

Не требуется доводка концентрата на шлюзах прибора, что снижает квалификационные требования к бригаде сполосчиков.

Съемка со шлюзов мелкого наполнения возможна без остановки работы всего прибора с периодичностью 1-2-3 раза в сутки или в непрерывном режиме в течении всей рабочей смены.

Съемка концентраторов со шлюза заключается в смыве их в шлиховоз или непосредственно на установку доводки концентраторов, что существенно сокращает время сполоска и снижает потери золота. Перестановка прибора осуществляется без демонтажных работ с помощью трактора.

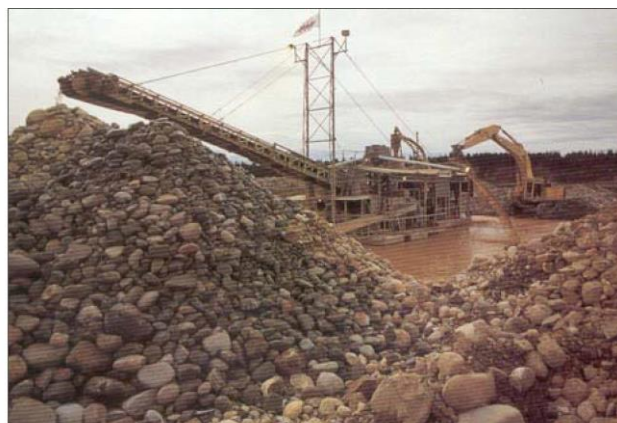
**Оптимальная область применения Ромашки:** россыпные месторождения целиковые и техногенные, содержащие мелкое, особо мелкое, пластинчатое золото или другие трудно извлекаемые драгоценные металлы и минералы.





По сравнению с распространенной транспортной схемой подачи песков мойки дают значительный экономический эффект. Не нужны самосвалы, сокращаются две смены водителей, не нужны ремонтники, запчасти, гаражи. Многократно уменьшается расход ГСМ, численность работников. При этом

стоимость небольшой плавающей мойки сопоставима со стоимостью всего одного 40-тонного БелАЗа.



По сравнению с бульдозерной подачей песков экономия не менее впечатляющая. Для подачи на прибор песков с помощью бульдозеров необходимо 2-3 машины типа Т-170 или более мощных. А для подачи песков на плавающую мойку нужен всего один небольшой экскаватор, который обслуживает 1 человек в смену.

По экономичности плавающие мойки близки к малолитражным черпаковым драгам. Добыча золота на одного работающего на них достигает 2-6 кг/сезон.

В отличие от драг плавающие мойки могут применяться при более тяжелых грунтах. Для экскаватора с объемом ковша 1,0 м<sup>3</sup> вполне доступна отработка валунистых отложений, недоступных для малолитражных черпаковых драг.

*Таблица 17.*

Технические характеристики плавающей мойки китайского производства

1.	Производительность, м <sup>3</sup> /час	40*
2.	Размеры, м	
	длина	10.2
	ширина	7.9
	высота	1.0
3.	Водоизмещение, т	49
4.	Осадка понтона, м	0.8
5.	Мощность дизель-агрегата, кВт	145
6.	Масса, т	34

\*Имеются мойки большей производительности.

## **15. МПД-4 - Металлический Прибор Дальстроя**

**Магаданский механический завод - Металлический Прибор Дальстроя - 30**

м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор конвейерно-скрубберный МПД-4 предназначен для обогащения золотосодержащих песков при бульдозерной разработке продуктивного пласта осушенных полигонов, а также отвалов песков подземной добычи.

Производительность прибора на промывке легко- и среднепромывистых песков среднего гранулометрического состава 30 м<sup>3</sup>/ч, или 600 м<sup>3</sup>/сут. Прибор обеспечивает эффективное извлечение мелкого золота размером до 0,1 мм и самородков практически неограниченной крупности, обмыв и складирование в отвал гальки и валунов от 20 до 250 мм.

В состав комплекта прибора МПД-4 входят: бункер-питатель, подъемный конвейер, скрубберный агрегат, головной шлюз, двухсекционный шлюз мелкого наполнения, галечный стакер, трансформационная подстанция, а также насосная станция 8К-12 и доводочный шлюз.

Таблица 18.

#### Технические характеристики МПД-4

Производительность, м <sup>3</sup> /час	30
установленная мощность, кВт	93
Расход воды, м <sup>3</sup> /час	430
Питание, мм	до 250
Масса, т	35
Диаметр перфорации скруббера (в зависимости от комплектности), мм	15,20,25
Улавливающая площадь головного шлюза, м <sup>2</sup>	2,4
Улавливающая площадь шлюза мелкого наполнения, м <sup>2</sup>	15

Технология промывки песков на приборе МПД-4 заключается в следующем. Пески подают бульдозером в бункер-питатель. Далее пески транспортируют конвейером. Производительность по пескам, загруженным на конвейер, регулирует оператор с помощью шиберной заслонки. С ленточного конвейера пески поступают на головной шлюз, где осуществляется их первичное обогащение в целях извлечения основного количества золота, в том числе самородков крупнее размера перфорации грохота скруббера. Хвосты промывки песков на головном шлюзе поступают в скруббер, где осуществляется их дезинтеграция и последующее грохочение на две фракции. Фракция песков мельче 20 мм обогащается на шлюзе мелкого наполнения, фракция крупнее 20 мм без обогащения выкладывается галечным стакером в отвал. Хвосты промывки песков удаляются самотеком в потоке пульпы. Сполоск шлюза мелкого наполнения производят периодически один

или два раза в сутки, а головного шлюза - два раза в сутки или чаще, в зависимости от свойств песков и содержания в них золота. Для сокращения первичных концентратов головного шлюза и шлюза мелкого наполнения применяют доводочные шлюзы. Из концентратов доводочного и самородкоулавливающего шлюзов золото извлекают общепринятыми методами.

Было несколько модификаций промывочного прибора МПД-4, различающихся между собой размерами отверстий грохота скруббера и шлюзами. Последний вариант МПД-4 имеет на все всей длине грохота отверстия размером 20 мм и двухсекционный шлюз с шириной секции 0,72 м.

Увеличение размера перфорации до 20 мм на всей длине обеспечило получение высоких коэффициентов грохочения фракций мельче 15 мм, что позволило расширить область применения промывочного прибора МПД-4.

## ***16. МПД-6М - Металлический Прибор Дальстроя***

**Магаданский механический завод - 20 м<sup>3</sup>/ч.**

Прибор предназначен для промывки проб большого объема (при эксплуатации, разведке россыпей котлованами, полигонами, траншеями). Производительность прибора на промывке легко- и среднепромывистых песков среднего гранулометрического состава 20 м<sup>3</sup>/ч или 400 м<sup>3</sup> в сутки. Прибор обеспечивает эффективное извлечение золота крупностью от 0,2 до 20 мм, обмыв и складирование в отвал гальки и валунов размером от 30 до 250 мм.

Отсутствие подъемно-транспортного устройства, компактность и сравнительно малая масса позволяют при минимальных трудовых затратах быстро переставлять прибор.

В состав комплекта прибора МПД-6М входят: передвижной остов на полозьях с боковыми открывками, скруббер консольный, двухсекционный эфельный шлюз, галечный стакер СПЗ-1-650, электрооборудование, а также насосная станция 8К-12 и доводочный шлюз, которые изготавливаются по специальному заказу.

Технология промывки песков на приборе МПД-6М заключается в следующем. Пески подаются бульдозером непосредственно в завалочный люк скруббера. Производительность по загружаемым пескам регулирует оператор с помощью шиберной заслонки. В скруббере осуществляется дезинтеграция песков и последующее грохочение их на две фракции. Фракция песков мельче 30 мм обогащается на шлюзе мелкого наполнения, а фракция крупнее 30 мм

выкладывается галечным стакером в отвал, хвосты промывки песков на шлюзе удаляются самотеком в потоке пульпы. При отсутствии благоприятного рельефа местности для их уборки необходимо применять землесос или гидроэлеватор, которые можно устанавливать также для подачи подрешетного материала из-под скруббера на шлюз, расположенный в стороне на необходимой высоте. Сполоски шлюза производят периодически, один или два раза в сутки в зависимости от свойств песков и содержания в них золота. Для сокращения первичного шлюзового концентрата применяют доводочный шлюз. Из концентрата доводочного шлюза золото извлекают общепринятыми методами.

Таблица 19.

#### Технические характеристики МПД-6М

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	20
Установленная мощность электродвигателей (без насосной станции), кВт	50
Расход воды на приборе, м <sup>3</sup> /ч	180
Масса прибора, т	15,5
Диаметр перфорации скруббера, мм	30
Улавливающая площадь шлюза, м <sup>2</sup>	15

### 17. ОСПК-75 - Промывочный Комплекс

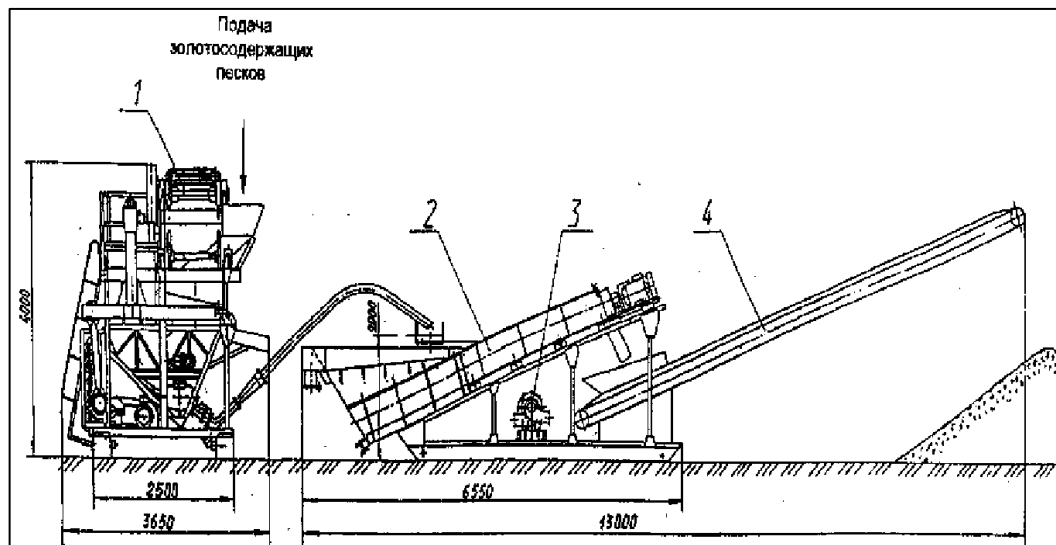
**ИГД ДВО РАН - Промывочный Комплекс - 75 м<sup>3</sup>/ч.**

В состав комплекса входят: машина отсадочная самородкоулавливающая ОМТ-7-800 (1), спирально-пластинчатый концентратор (2), насосная станция (3), отвалообразователь СПЗ-2 (4).

Комплекс работает следующим образом:

Неклассифицированные пески (после отделения валунов) минус 150 мм через загрузочный люк подаются на решето отсадочной машины, где происходит разделение на две фракции: надрешетную (-150 мм +4 мм) и подрешетную - минус 4 мм. Благодаря тому, что материал, подвергаемый отсадке, транспортируется над отсадочным решетом не водным потоком, как у всех известных отсадочных машин, а механически с помощью скребкового конвейера, то решается вопрос обезвоживания гали. В надрешетной постели машины высотой 250 мм улавливаются самородки любой формы и размером от 150 мм до 4 мм. Подрешетная фракция (минус 4 мм) из отсадочной машины насосом по трубопроводу непрерывно подается в спирально-пластинчатый концентратор, в котором улавливается мелкое и тонкое золото до 50 мкм. Обезвоженная галья из

отсадочной машины и эфеля из спирально-пластинчатого концентратора подаются на отвалообразователь и складировются. Для подачи технологической воды применяется насосная станция АН-2.



ОСПК-75

При соблюдении оптимальных рабочих режимов промывочным комплексом обеспечивается извлечение частиц золота, платины, олова во всем спектре размеров: от самородков до тонкого крупностью плюс 50 мкм. Модульный промывочный комплекс ОСПК-75 целесообразно использовать на средне и легкопромывистых россыпях, содержащих самородки, мелкое и тонкое золото, платину, олово. При этом отсадочная машина ОМТ-7-800 в составе комплекса может работать на неклассифицированных песках, полностью выполняя функции первичного обогатительного агрегата.

Таблица 20.

Технические характеристики ОСПК-75

Производительность по твердому, м <sup>3</sup> /ч	75
Размер извлекаемых частиц золота, мкм	Плюс 50
Установленная мощность электродвигателей, кВт	65
Объемный расход воды, м <sup>3</sup> /ч	300
Крупность питания, мм	Минус 150
Масса, т	24

### **18. ПБО (ГОЛЛАНДИЯ) - Прибор Бочечный Отсадочный**

**Фирма ГНС.** Прибор Бочечный Отсадочный (название условное) - 150 м /ч

Установка состоит из двух основных частей, которые сконструированы для безаварийного передвижения по автомобильной или железной дороге, они легко

разбираются и собираются. В полевых условиях установку, поставленную на салазки, можно перемещать трактором или бульдозером.

Основным элементом установки является отсадочная машина ИНС, имеющая высокую производительность, обеспечивающая высокое извлечение и характеризующаяся низким потреблением электроэнергии; она имеет оригинальный несимметричный цикл отсадки. Машина обеспечивает три стадии отсадки, причем хвосты 2-й и 3-й стадий отсадки рециркулируются с целью уменьшения потерь ценных минералов.

Для подачи питания на установку компания ИНС спроектировала и изготовила пластинчатый питатель. Он состоял из раскладывающегося конвейера и гусеничного механизма. Сам гусеничный механизм имеет 1,3 м в ширину и около 5 м в длину. Производительность по питанию именно этого компонента превосходна. Он оборудован двигателем с регулируемой скоростью, который позволяет легко регулировать скорость подачи. С точки зрения эффективности и надежности он превзошел ожидания.

С конвейера материал поступает на колосниковый грохот Mogengen. Он фактически задерживает поток руды, проходящий через колосники, на 20 сек. Это дает возможность материалу находиться под водой больше времени и, следовательно, происходит более тщательная промывка.

Из бункера материал крупностью -150 мм проходит через желобчатый делитель с целью улавливания крупного золота; однако, эта операция оказалась неэффективной, и некоторое количество крупного золота терялось. Рассматриваются меры по устранению этого недостатка.

С желобчатого делителя материал поступает в приемное отделение барабанного грохота. Он имел внешний диаметр 1676 мм и внутренний 1372 мм и способен выполнить функцию скруббера. Его длина 7,8 м, из которых 3,6 м - скрубберная секция и 4,2 м - сеющая секция с размером отверстий 13 мм. Скрubberная секция изготовлена из высокопрочных, отлитых из марганцевой стали пластин толщиной 28 мм. Кольцевой порог и лифтеры изготовлены из закаленного железа. Со стороны разгрузочного конца барабанного грохота подведена система разбрызгивания, направляющая высоконапорные струи воды под углом, что заставляет материал вращаться. Эта система гораздо эффективнее, чем работа лифтеров в секции грохочения, поскольку испытания доказали, что износ лифтеров по сравнению со скрубберной секцией увеличивается до 7:1. Другая особенность, которая увеличивает срок службы барабанного грохота до полного износа, состоит

в том, что он может вращаться в любом направлении. Кроме того, насадки на разбрызгивающей трубе можно регулировать, что дает возможность направлять их в ту или иную сторону в зависимости от того, в каком направлении вращается барабан.

Материал крупностью +13 мм поступает из барабанного грохота на хвостовой конвейер. Одновременно материал -13 мм проходит через барабанный грохот в желоб и направляется на отсадочные машины первой стадии.

Частицы золота крупностью от 13 до 10 мм накапливаются в постели машины, тогда как материал крупностью -10 мм проходит через решето машины в камеру и далее через разгрузочное отверстие поступает в отстойник промежуточных продуктов. Каждая из 3-х секций машины имеет собственную диафрагму и гидравлический плунжер, которые приводятся в движение одной гидравлической системой.

Продукт из чана-отстойника промежуточных продуктов перекачивается в отсадочную машину второй стадии. Хвосты перечистки направляются в желоб барабанного грохота и далее в машину первой стадии. Эти машины дают гораздо более высокий процент извлечения, чем машины 2-й стадии. В настоящее время машины первой стадии улавливают все минералы с удельным весом, равным 6 и более, тогда как машины второй стадии извлекают частицы с удельным весом 12.

Отсадочная машина третьей стадии принимает концентрат машины второй стадии. В отличие от машин первой и второй стадий, где используются таконитовые гранулы, материал постели этой машины представляет собой шары из нержавеющей стали диаметром 6.4 мм, которые лежат на решетке с отверстиями диаметром 1.6 мм. Хвосты из машины третьей стадии выносятся поперечным потоком в воронку и транспортируются обратно в чан-отстойник промежуточных продуктов, где они вновь поступают в машину второй стадии. Возврат хвостов в голову процесса предотвращает какую-либо потерю золота.

Конечный продукт (концентрат) выводится из камеры машины третьей стадии в емкость объемом 20 л.

В настоящее время установка производит примерно 25 кг золотого концентрата крупностью -1.6 мм за 12-ти часовую смену. Хотя нет необходимости извлекать этот продукт до конца смены, рекомендуется периодически проверять его.

Продукт, оставшийся на решетке отсадочных машин, снимается только в конце сезона. Нет необходимости в более частой очистке, так как 70% конечного



продукта (товарного) получают из концентратов, прошедших обработку в машине третьей стадии. Оставшиеся 30% золота состоят из металла, сконцентрированного в постелях трех машин, и крупного золота, уловленного в верхней части барабанного грохота.

Высокая эффективность установки по извлечению мелкого золота дала некоторые интересные результаты, которые не были очевидны, когда использовалась традиционная схема с использованием шлюзов. Кроме довольно типичного, легко узнаваемого золота с характерным цветом, начал появляться коричневато-серый осадок, преимущественно в более мелких фракциях - менее 0.125 мм. Материал имел относительно низкий удельный вес (по сравнению с обычным удельным весом золота), равный 9. Кроме того, он не амальгамировался. Однако из-за того, что содержание этого материала в концентрате было высоко, его достаточно интересно проанализировать. Вызвало удивление то, что он содержал 98% золота. Кроме того, коричневый или серый цвет, а не типично желтый, низкий удельный вес, равный 9, вместо обычного 16-19, и то, что материал не амальгамировался, вначале вызвало недоумение. Однако после тщательного анализа под микроскопом причины были найдены. Обнаружилось, что частицы золота были как бы "изъедены" (как материал, подвергшийся коррозии) и имели губчатую структуру; они не отражали свет, как обычное золото, и, следовательно, этим объясняется изменение цвета. Пористая структура частиц способствовала более низкому удельному весу и препятствовала амальгамации.

Хотя попытки провести разделение путем обогащения на концентрационных столах и амальгамирования не принесли успеха, материал был успешно удален с помощью Super Panner. Он был выделен следом за магнетитом, а за ним последовало обычное золото, извлеченное из Gold Dust Creek.

## ***19. ПБСР-50, ПБСР-100, ПБСР-200 - Прибор Бочечный С Развитой технологией обогащения***

**ИРГИРЕДМЕТ** - Прибор Бочечный С Развитой технологией обогащения - 50, 100 и 200 м<sup>3</sup>/ч для весьма мелкого золота

Максимальное извлечение мелкого золота обеспечивается при предварительной классификации песков с получением песковой (0,5-3 мм) и илисто-глинистой (-0,5 мм) фракции и их раздельное обогащение на соответствующем обогатительном оборудовании. Создание новых обогатительных аппаратов (ЦБК, ЦОМ), а также серийный выпуск центробежных концентраторов, типа «Итомак», «Нельсон» и др. позволили разработать высокопроизводительную промышленную технологию, основанную на раздельном обогащении различных классов песков. Она реализована в промывочном приборе ПБСР-100, производительностью до 100 м<sup>3</sup>/ч.



Прибор ПБСР-100

Принципиальная схема обогащения песков по данной технологии включает следующие основные операции:

- дезинтеграция и грохочение в скруббер-бутаре с 3 ставами (в отвал +50 мм);
- обогащение материала 10-50 мм на шлюзе глубокого наполнения;
- обогащение материала минус 10 мм на отсадочных машинах;
- осаждение и обогащение илистой фракции (-0,5 мм) на ЦБК;
- обогащение хвостов отсадки и фракции минус 3 мм в ЦОМ;
- обогащение концентратов ЦОМ и ЦБК на «Итомак-1»;
- доводка концентратов на ШОУ.

Промывочный прибор ПБСР-100 был смонтирован и запущен в 2000 году на россыпном месторождении Сухой Лог. Промывались техногенные отвалы прежних лет отработки. Последний раз отвалы были перемыты приборами со шлюзами мелкого наполнения. В результате, в отвалах практически нет легко извлекаемого

золота (табл.22). Наряду с весьма мелким золотом встречаются самородки до 50 мм, что еще больше усложняет обогащение.

*Таблица 21.*

Ситовой анализ золота из техногенных отвалов р. Сухой Лог.

Фракция, мм	-0.063	-0.125	-0.25	-0.5	-1.0	+1.0
Выход, %	39,3	14.4	16,5	13,7	9.8	6.3
Ме = 0.11, С=0,53. Золото весьма мелкое, плохо сортированное, самородки до 50 мм.						

Эксплуатация промывочного прибора ПБСР-100 производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч показала его высокую надежность и технологическую эффективность. Извлечение золота достигло 89,3%. Предварительная классификация подрешетного продукта позволила повысить извлечение золота по сравнению с отсадочной технологией на 8,6 %.

Прибор рекомендуется для россыпей с весьма мелким золотом, в том числе техногенных. Комплектация прибора уточняется в зависимости от характеристик золота и песков по согласованию с заказчиком.

## **20. ПБШ-10 - Прибор Бочечно-Шлюзовой**

**Магаданский механический завод** - Прибор Бочечный Шлюзовой - 10 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор ПБШ-10 предназначен для промывки и обогащения легко- и среднепромывистых песков россыпных месторождений золота при бульдозерной разработке продуктивного пласта.

Прибор ПБШ-10 (рис. 12) представляет собой комплекс узлов и агрегатов, каждый из которых выполняет одну или несколько функций.

### **Грохот-дезинтегратор бочечный ГДБ-10**

Грохот-дезинтегратор предназначен для дезинтеграции и грохочения золотосодержащих песков.

Состоит из следующих основных узлов: остова, бочки, загрузочного бункера, эфелесборника и галечного лотка.

На остова крепится на подшипниках и двух роликах бочка, которая приводится во вращение с помощью двигателя через червячный редуктор и две муфты. На остова крепится такясе и площадка обслуживания.

Бункер загрузочный служит для приема песков при подаче их в бункер бульдозером или автопогрузчиком. Выпускное окно бункера перекрывается шибером, управление которым осуществляется вручную. К бункеру крепится

водная коммуникация, предназначенная для смыва песков со стенок бункера и вращения песков в бочке.

Бочка состоит из цилиндрического перфорированного грохота, к передней части которого присоединен металлический бандаж.

### **Принцип работы грохота-дезинтегратора**

Исходные пески бульдозером подаются в бункер грохота, из которого самотеком поступают в бочку, где происходит их дезинтеграция и грохочение.

Классифицированные пески (-30 мм) через разгрузочное окно эфелесборника поступают на шлюз. Фракция +30 мм (галя) поступает на галечный лоток и через него в отвал.

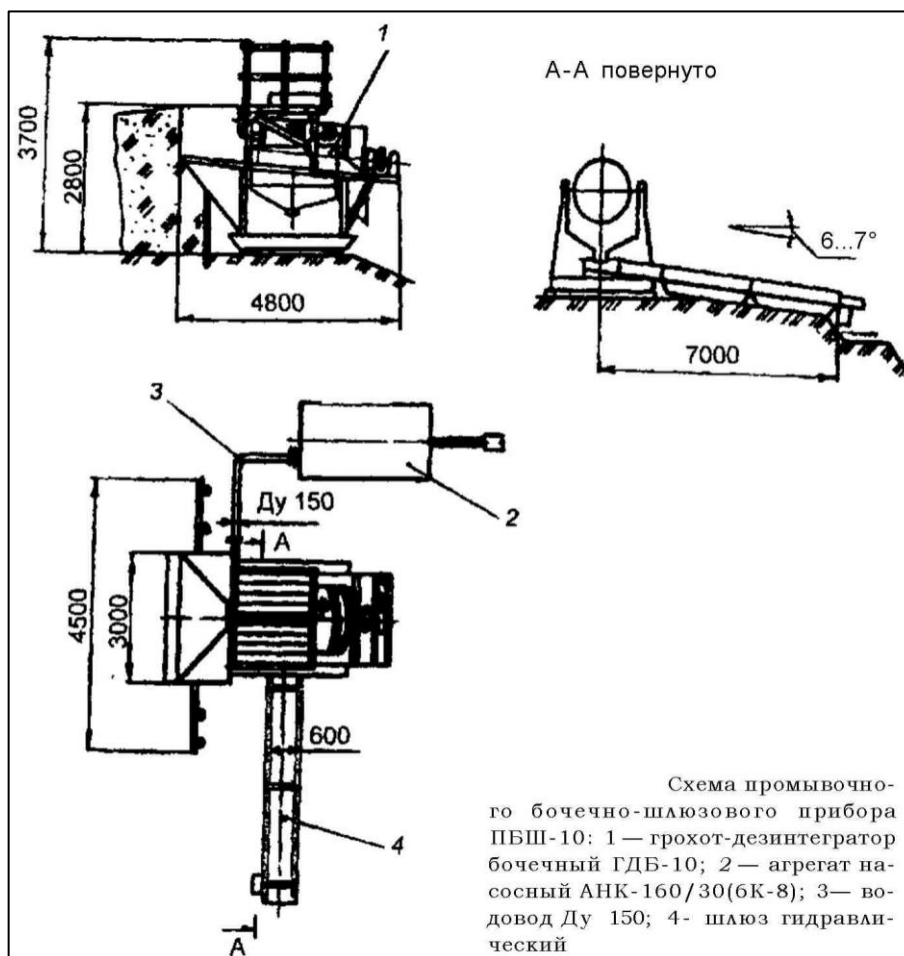
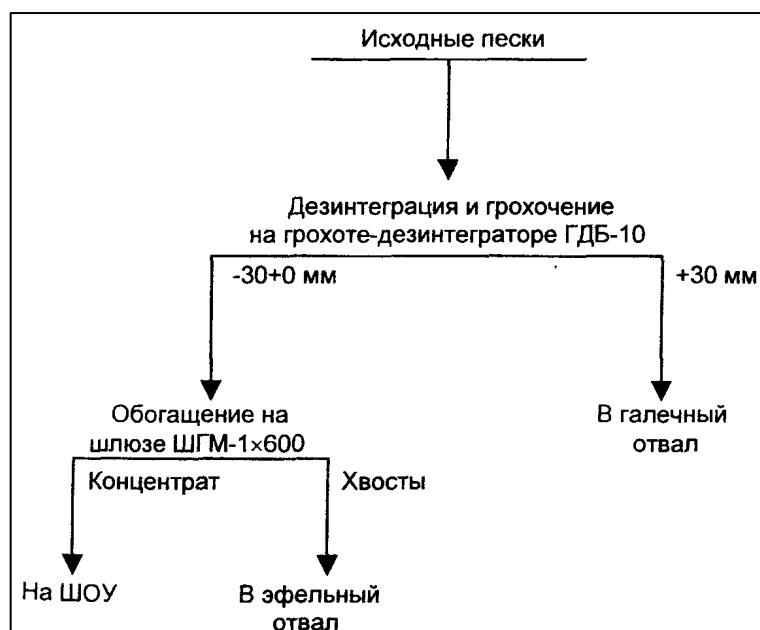


Схема промывочно-бочечно-шлюзового прибора ПБШ-10: 1 - грохот-дезинтегратор бочечный ГДБ-10; 2- агрегат насосный АНК - 160/30(6К-8); 3 - водовод Ду-150; 4 - шлюз гидравлический

### **Техническая характеристика промывочного прибора ПБШ-10**

Пропускная способность	10 м <sup>3</sup> /ч
Диаметр перфорации	30 мм
Максимальная крупность валунов, проходящих через горловину бочки	250 мм
Агрегат насосный	АНК-160/30(6К-8)
Производительность насоса	160 м <sup>3</sup> /ч
Напор	30 м вод. ст.
Мощность двигателя	30 кВт
Частота вращения бочки	28,6 об./мин
Масса прибора	5200 кг

Технологическая схема работы промывочного прибора ПБШ-10 показана на рис. ниже:



Шлюз гидравлический предназначен для обогащения золотосодержащих песков, предварительно классифицированных в бочке. Шлюз установлен головной частью под эфелесборник прибора с уклоном 6°.

## **21. ПБШ-20 - Прибор Бочечно-Шлюзовой**

**Магаданский механический завод** - Прибор Бочечный Шлюзовой - 20 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор ПБШ-20 предназначен для промывки и обогащения золотосодержащих песков при бульдозерной разработке продуктивного пласта.

Прибор ПБШ-20 состоит из следующих основных агрегатов: грохота-дизинтегратора бочечного, отвалообразователя поворотного (стакер), водовода (Ду-150), насосного агрегата (АНК-160), шлюза гидравлического (рис. 10).

### **Принцип работы**

Пески с полигона подаются бульдозером в загрузочный бункер грохота-дезинтегратора. В нижней части бункера имеется разгрузочное окно, перекрываемое шиберным затвором, управление которым производится рукояткой.

Из бункера пески поступают в бочку грохота-дезинтегратора. В бочке протекает процесс дезинтеграции и грохочения песков с выделением в эфелесборнике материала крупностью -30 мм. Пески из эфелесборника поступают на обогащение через распределитель в шлюз гидравлический. На концевых секциях шлюза имеются люки для съема концентрата.

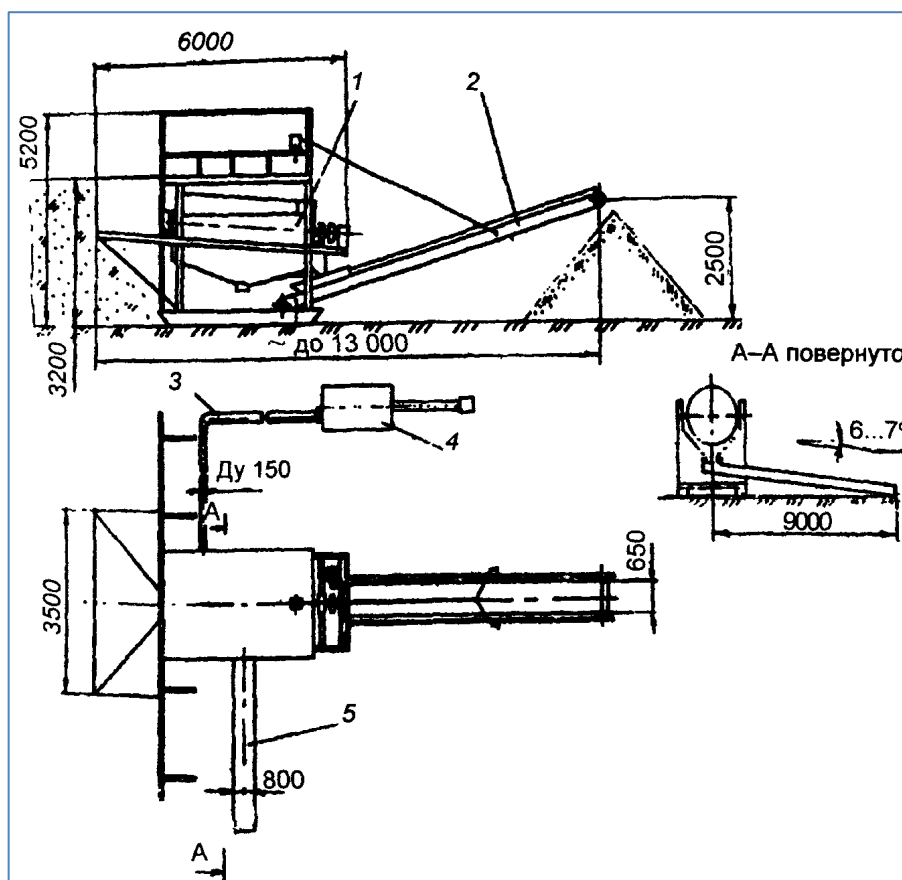


Схема промывочного бочечно-шлюзового прибора ПБШ-20:

1 - грохот-дезинтегратор бочечный ГДБ-20; 2 - отвалообразователь поворотный; 3 - водовод Ду-150; 4 - агрегат насосный АНК-16О/30(БК-8); 5 - шлюз гидравлический

Галя (класс +30 мм) из грохота-дезинтегратора поступает на стакер, который имеет угол разворота до 60°, благодаря чему формируется веерообразный отвал.

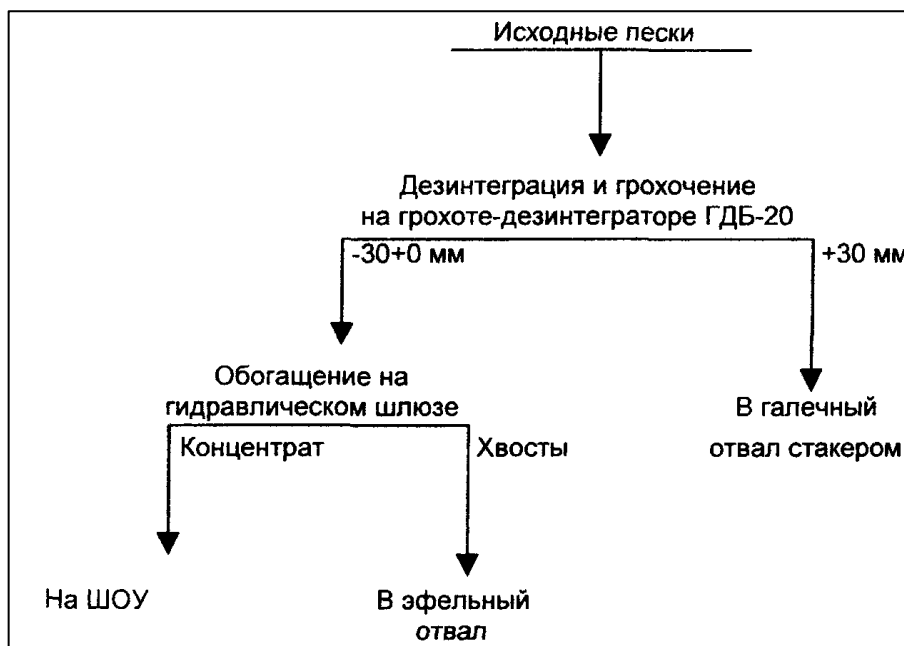
Водоснабжение промывочного прибора осуществляется от насосного агрегата с электрическим приводом.

На площадке обслуживания грохота-дезинтегратора установлен пульт управления прибором.

### Техническая характеристика промывочного прибора ПБШ-20

Пропускная способность	20 м³/ч
Частота вращения бочки	19 об./мин
Диаметр перфорации	30 мм
Максимальная крупность валунов, проходящих через горловину бочки	300 мм
Масса прибора	Не более 12 000 кг
Грохот-дезинтегратор бочечный	ГДБ-20
Диаметр бочки	1200 мм
Длина сеющего- става	2330 мм
Диаметр перфорации	30 мм
Двигатель	
Мощность	7,5 кВт
Частота вращения	1500 об./мин
Тип редуктора	РГСЛ-160
Передаточное число	63
Масса	5900 кг
Шлюз гидравлический	
Пропускная способность	15 м³/ч
Длина шлюза (рабочая)	8 м
Ширина секции желоба	800 мм
Площадь улавливания	6,4 м²
Количество шлюзов	1 шт.
Расположение шлюзов	В один ярус
Масса	900 кг
Конвейер	
Производительность	20 м³/ч
Ширина ленты	650 мм
Скорость движения ленты	2,0 м/с
Угол наклона к горизонту	16°
Угол разворота в плане	60°
Двигатель приводной станции:	
мощность	3 кВт
частота вращения	1500 об./мин
Тип редуктора	Червячный
Передаточное число	64
Длина конвейера (от оси натяжного барабана до оси концевой барабана)	8 м
Масса	1262 кг
Тип насосного агрегата	АНК-160/30(6К-8)

Технологическая схема промывочного прибора ПБШ-20 приведена на рис. ниже:



### **23. ПБШ-40 - Прибор Бочечный Шлюзовой**

**Магаданский механический завод - Прибор Бочечный Шлюзовой - 40 м<sup>3</sup>/ч.**

ПБШ-40 предназначен для промывки и обогащения песков россыпных месторождений полезных ископаемых (преимущественно золотосодержащих) и применяется в основном при относительно небольших объемах промывки с одной приборостоянки. В состав прибора входит бочечный грохот-дезинтегратор ГДБ-40, отвалообразователь звеньевой ОЗП-800, шлюз с механическим подъемом трафарета ШГМ-7х700, доводочный шлюз ЩД-400.

Отличительной особенностью прибора является бесконвейерный способ загрузки песков. Пески подаются бульдозером в бункер, расположенный на раме грохота - дезинтегратора.

Для удобства обслуживания прибор оборудован деревянной будкой.

Пески с полигона подаются бульдозером в загрузочный бункер грохота-дезинтегратора 1. В нижней части бункера имеется разгрузочное окно, перекрываемое шиберным затвором, управление которым производится рукояткой. Из бункера пески поступают в бочку грохота-дезинтегратора. В глухом ставе бочки протекает процесс дезинтеграции песков, а в перфорированном - их грохочение с выделением в эфелесборник материала крупностью -30 мм. Пески из эфелесборника поступают через распределитель в шлюз гидравлический с механическим подъемом трафаретов ШГМ-2 х 700 3. На концевых секциях шлюза имеются люки для съема концентрата в доводочный шлюз 4 или автошлиховоз.

Галя (класс +30 мм) из грохота-дезинтегратора поступает на



отвалообразователь 2, который имеет угол разворота до  $150^\circ$ , благодаря чему формируется веерообразный отвал

Водоснабжение промывочного прибора осуществляется от насосного агрегата с электрическим или дизельным приводом 5. На площадке обслуживания грохота-дезинтегратора в кабине установки пульт управления прибора.

Для подъема трафаретов используется монтажная лебедка JIM-2,5 отвалообразователя.

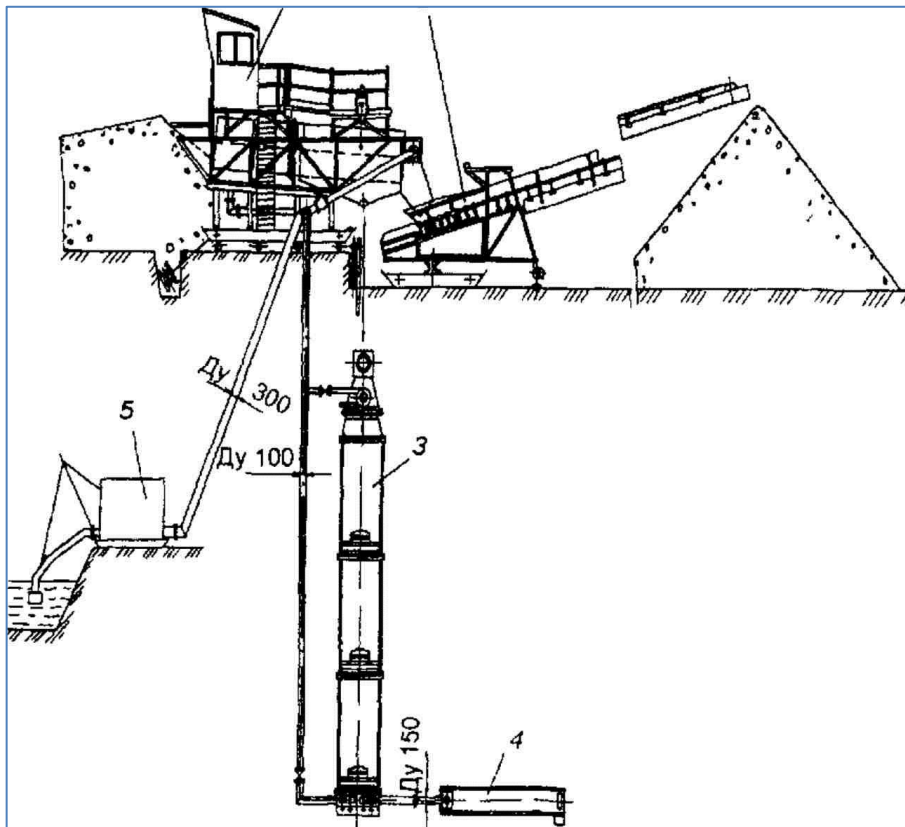


Схема бочечно-шлюзового промывочного прибора ПБШ-40

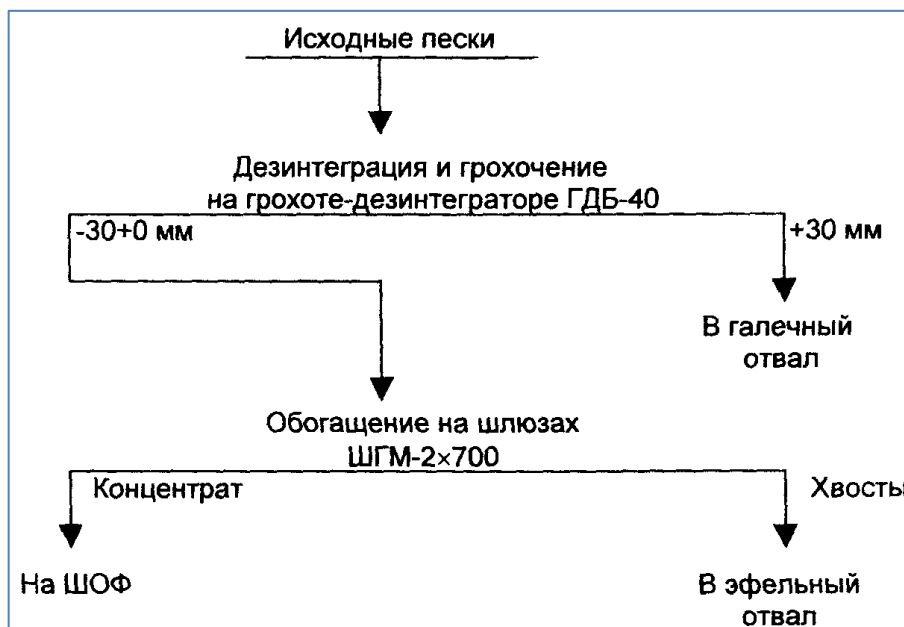


ПБШ-40

### Техническая характеристика ПБШ-40

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	40
Допустимый максимальный размер валунов, мм	300
Максимальный размер обогащаемых песков, мм	30
Потребный напор, м	30
Расход воды, не более, м <sup>3</sup> /ч	290
Установленная мощность, кВт	74
Масса, т	30,6
Уборка гали	отвалообразователь
Уборка эфелей	вразнос
Масса, т	30,6

Технологическая схема обогащения песков на промывочном приборе ПБШ-40 показана на рис. ниже:



### 24. ПБШО (АВСТРАЛИЯ) - Прибор Бочечный Шлюзовый (Отсадочный)

**MINERAL DEPOSITS LTD.** Прибор Бочечный Шлюзовый или Отсадочный (название условное).

Для удаления крупного негабаритного материала (+250 мм) используется колосниковый грохот. Подрешетный продукт (-250 мм) поступает на следующую стадию мокрого грохочения для удаления материала крупностью +10 мм.

Для этой операции используется барабанный грохот, легко обрабатывающий весь поступающий материал. Для обработки глинистого материала барабанный грохот оснащается секцией дезинтеграции. Надрешетный продукт барабанного грохота направляется в отвал, а материал крупностью -10 мм

поступает на стадию извлечения крупного золота.

Схема извлечения крупного золота позволяет извлечь золото крупностью -10 +0,5 мм. Если золото меньшей крупности отсутствует или его мало, то используется простая схема с применением шлюзов или других аппаратов. Однако, если значительное количество золота имеет крупность менее 0,5 мм, то применяется отсадка.

Хвосты отсадки 1-й стадии направляются на грохочение по классу 2 или 3 мм, при этом надрешетный материал отправляется в отвал. В зависимости от вещественного состава сырья подрешетный продукт может быть обесшламен на гидроциклоне. Эти операции необходимы, особенно при обогащении глинистого материала.

Схема извлечения мелкого золота (менее 0,3 мм) включает 3-4 стадии обогащения на спиральных концентраторах Reichert. Количество стадий зависит от выхода концентрата, направляемого на доводочную фабрику (установку).

Последняя перечистка может производиться на центробежном концентраторе Knudsen. На первой стадии используется сепаратор Reichert серии LG, на последующих стадиях - серии MG и HG.

Присутствие других тяжелых минералов, таких как магнетит, ильменит, циркон и др. может значительно повлиять на выбор схемы оборудования для извлечения мелкого золота. Для выделения магнетита и ильменита из концентрата последней стадии обогащения на Reichert применяется магнитная сепарация, соответственно, с низкой и высокой напряженностью магнитного поля. Немагнитная фракция подвергается перечистке на концентраторе Knudsen.

Концентраты, получаемые на обогатительных установках, обычно доводятся в отдельном цехе для окончательной очистки и получения золотых слитков. Эта практика используется из соображений безопасности и уменьшения потерь золота. Все операции контролируются; материал обрабатывается порциями по графику дневной смены.

Концентраторы крупного и мелкого золота могут обрабатываться вместе или отдельно в зависимости от крупности и формы частиц и содержания примесей.

Схема доводки включает следующие операции:

- обогащение на концентрационном столе;
- обогащение на сепараторе;
- доводка на столе;
- амальгамация;

- плавка и получение слитков.

## **25. ПВГРШМ-60 - Промприбор с ВиброГРохотом Шлюзовой Мусина-Моруса**

Промприбор с ВиброГРохотом Шлюзовой Мусина-Моруса - 60 м<sup>3</sup>/ч.

Прибор предназначен для промывки легко- и среднепромывистых песков среднего гранулометрического состава. Производительность 60 м в час или 1400 м в сутки. Прибор обеспечивает эффективное извлечение золота крупностью 0,2 мм и более. Номинальная крупность промываемых валунов 0,5 м.

Сравнительно малая масса прибора, компактность, позволяют производить перестановку прибора в течение 4-6 часов бригадой из 3 человек.

В состав прибора входят: передвижной остов на полозьях; виброгрохот типа ГИЛ-42 - ГИЛ-72; двухсекционный шлюз мелкого наполнения, электрооборудование; электроосвещение; насосная станция с насосом типа ЗК-6 - 4К-6; дизельная электростанция, мощностью 60 кВт; доводочная установка, изготавливаемая по отдельному заказу.

Технология промывки песков на приборе ПВГРШМ-60 заключается в следующем. Пески подаются экскаватором, с емкостью ковша до 3 м<sup>3</sup>, либо фронтальным погрузчиком, либо автосамосвалами в приемный бункер прибора. Оросительная система смывает по наклонному днищу приемного бункера пески на резиновые колосники (конструкции ИГТМ г. Днепропетровск) виброгрохота. Фракция +20 мм транспортируется в галечный отвал качаниями грохота. Фракция -20 мм по днищу грохота подается на шлюз мелкого наполнения. Вода для промывки песков подается по периметру грохота оросительной системой. Производительность прибора регулируется частотой загрузки приемного бункера. Крупность обогащаемого материала - размер золотинок в россыпи определяет размер перфорации грохота. При отсутствии зерен крупнее 1 мм, возможна установка второго яруса сеющих резиновых элементов со целевой перфорацией 1-2 мм. Удаление гале-эфельных отвалов производится теми же автопогрузчиками, либо специальным экскаватором. Сполоск шлюза производится традиционно один или два раза в сутки, в зависимости от особенностей россыпи и крупности золота. Концентрат шлюза доводится на доводочной установке без предварительного сокращения непосредственно на месте, либо доставляется контейнерами на ШОУ. Контроль за работой прибора осуществляет экскаваторщик, либо специально закрепленный приборист, в случае работы по транспортной схеме.

Таблица 23.

## Технические характеристики ПВГРШМ-60

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	60
Установленная мощность, кВт	60
Расход воды на промывку, м <sup>3</sup> /ч	100-250
Размер резиновой перфорации грохота, мм	
верхний ярус	10-40
нижний ярус	0,5-6
Улавливающая площадь шлюза, м <sup>2</sup>	15
Масса прибора с грохотом ГИЛ-52, т	10

**26. ПВШ-30 - Прибор Вашгердно-Шлюзовой**

Промывочный прибор вашгердно-шлюзовой ПВШ-30 предназначен для промывки и обогащения золотосодержащих песков легкой и средней промывистости.

**Техническая характеристика вашгердно-шлюзового прибора ПВШ-30**

Пропускная способность	30 м <sup>3</sup> /ч
Мощность электродвигателей насосов"	
основного	75 кВт
вспомогательного	30 кВт
Подача воды насосами	
основным	500 м <sup>3</sup> /ч
вспомогательным	250 м <sup>3</sup> /ч
Напор, создаваемый насосами-	
основным	39 м вод ст.
вспомогательным	24 м вод ст.
Диаметр выходного отверстия сменных насадок гидромонитора	45, 50 мм
Диаметр отверстий классификационной решетки вашгерда	50 мм
Масса прибора	14 500 кг

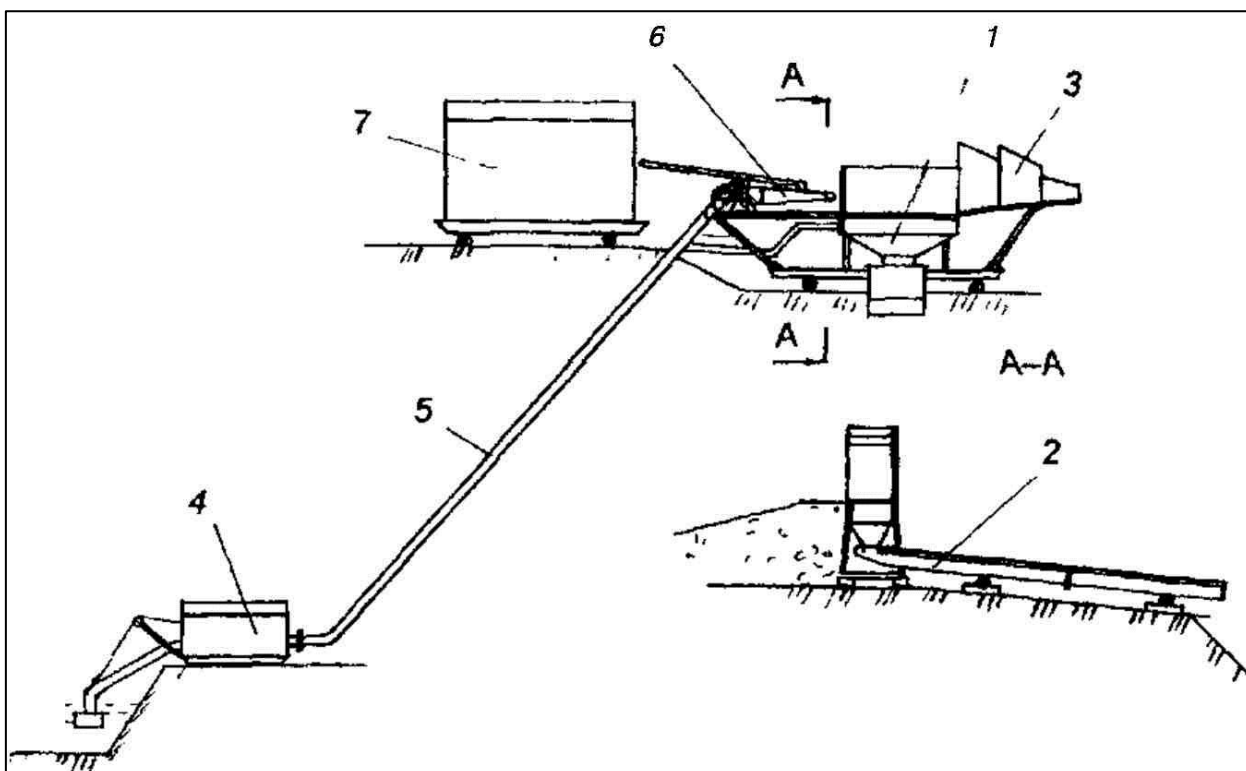


Схема промывочного прибора ПВШ-30: 1 бункер; 2 - шлюз; 3 - вашгерд; 4 - насосная станция; 5 – водовод; 6 - гидромонитор 7 - будка мониторинщика

Прибор ПВШ-30 целесообразно использовать при промывке мелких террасовых россыпей, мелких разрозненных контуров, бортовых прирезок и различных недоработок прошлых лет при содержании валунов крупнее 100 мм не более 8%.

### ***Устройство и принцип работы***

Промывочный прибор ПВШ-30 состоит из следующих основных агрегатов (см. рис.): бункера, шлюза, вашгерда, насосной станции, водовода.

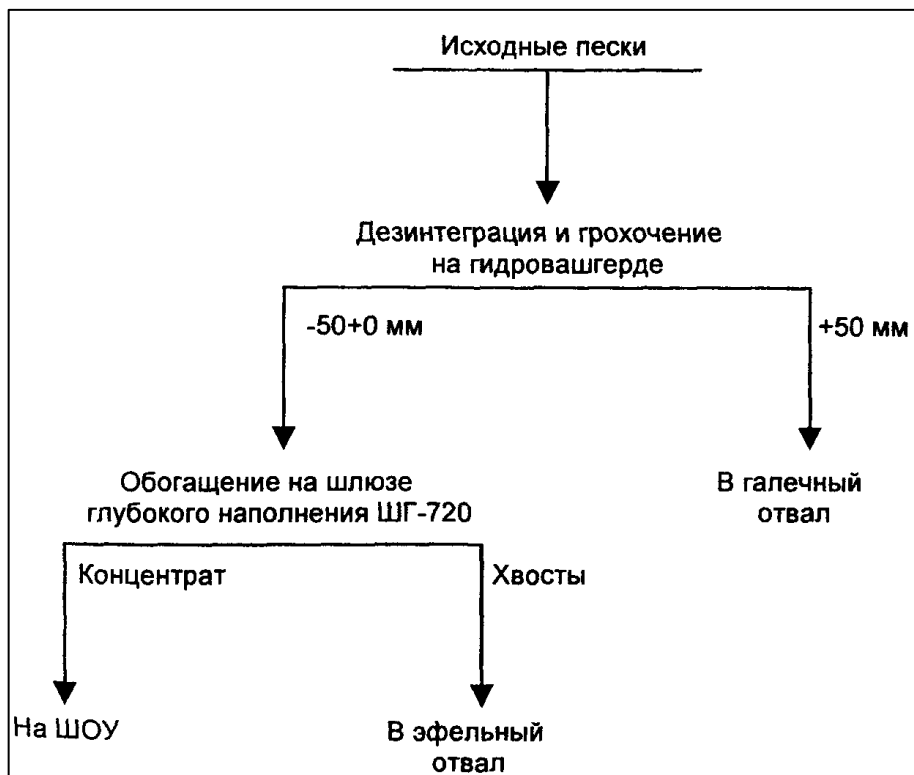
Пески с полигона подаются бульдозером на классификационную решетку бункера вашгерда. Струя воды из гидромонитора размывает пески и, смешиваясь с ними, образует пульпу (фракция -50 +0 мм), которая поступает в подрешетное пространство бункера и далее самотеком на обогащение в шлюз глубокого наполнения ШГ-720.

Галля, размер зерен которой больше отверстий решетки вашгерда, струей гидромонитора дополнительно обмывается водой от примазок и по вашгерду периодически выбрасывается за его пределы в галечный отвал.

## Техническая характеристика основных агрегатов промывочного прибора ПВШ-30

Гидровашгерд	ВГ-Н-1200
Начальная ширина желоба	1200 мм
Диаметр отверстий грохота	50 мм
Общая масса комплекта	2600 кг
Габариты:	
длина	9200 мм
ширина	1390 мм
высота	2670 мм
Гидромонитор	ГМН-250С
Рабочее давление	15 атм
Управление	Ручное
Угол поворота в горизонтальной плоскости	360°
Угол вертикального поворота:	
вверх	27°
вниз	27°
Диаметр сменных насадок	45, 50 мм
Габариты:	
длина	3200 мм
ширина	570 мм
высота	1460 мм
Масса	196 кг
Шлюз глубокого наполнения	ШГ-720
Ширина	720 мм
Длина	10 224 мм
Площадь улавливания	7,34 м <sup>2</sup>
Количество шлюзов	1 шт.
Высота планок трафарета	65 мм
Насосная станция	АН200Д90(8НДВ)

Технологическая схема промывочного прибора приведена на рис. ниже:

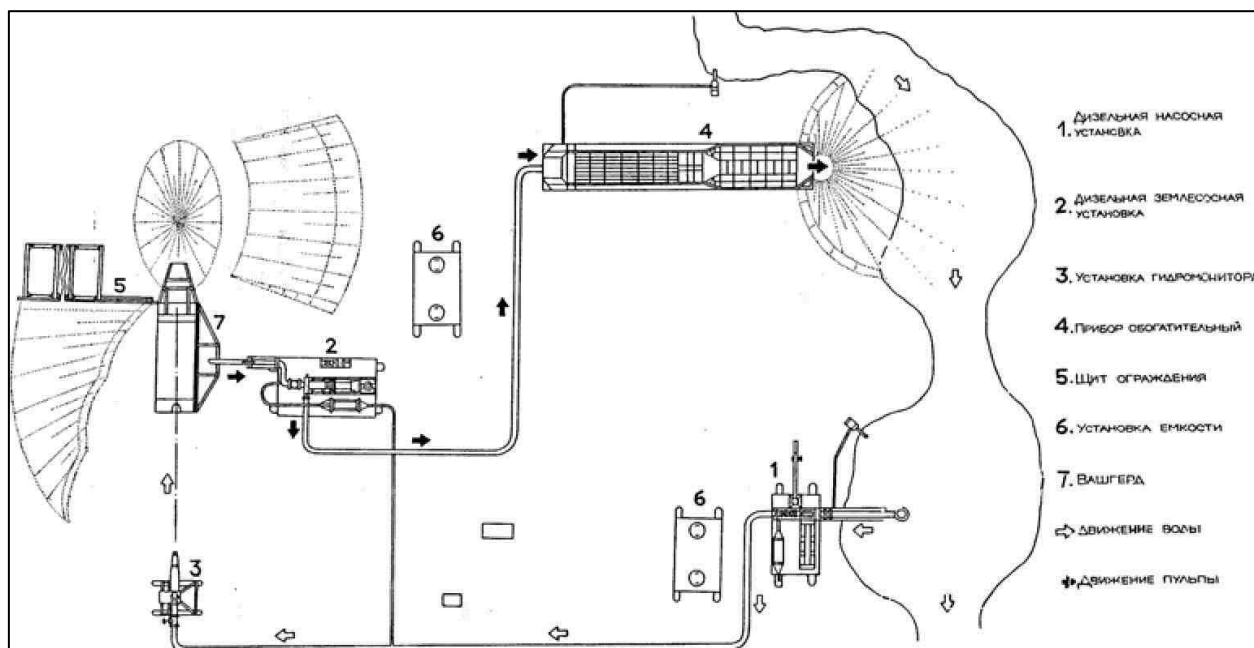


## 27. ПГ-30-Э, ПГ-30-Д - Промывочный Гидромехкомплекс

**ИЗТМ** - Промывочный Гидромехкомплекс -30 м<sup>3</sup>/ч, Электрический или Дизельный.

**Тип:** Гидромониторно-землесосно-вашгердный.

**Назначение:** Предназначен для разработки талых и многолетнемерзлых россыпных месторождений золота с глубиной залегания до 20 м преимущественно со среднепромывистыми песками. Допускается наличие глинистых пород до 20-25% и галечно-валунистых фракций до 15-20%.



Промывочный гидромехкомплекс типа ПГ

В основе технологии принята бульдозерно – гидромониторно – вашгердно - землесосная технология разработки песков в рабочем блоке.

Участок россыпного месторождения, предназначенный на планируемый год к разработке, разбивается на эксплуатационные блоки из условий достижения оптимальных параметров использования землеройно-транспортных машин, обеспечения потребной суточной оттайки песков на многолетнемерзлых запасах и полной отработки всех выделенных блоков в течение промывочного сезона.

В рабочем блоке с помощью бульдозера производится послойная выемка и промежуточная транспортировка песков на приемный стол гидровашгерда с увеличенной сеющей поверхностью горизонтального грохота (при обводненных песках) или (при осушенных песках) в аккумулярующий отвал вашгерда. Отвал, формируется на непосредственно прилегаемой к вашгерду площади, огражденной со стороны выработанного пространства специальным передвижным щитом



ограждения (поставляется в составе оборудования). Использование аккумулирующего отвала у гидровашгерда повышает эффективность промывки глинистых песков и позволяет существенно уменьшить жесткую зависимость в совместной работе бульдозеров с цикличным характером выполнения рабочих операций и гидравлического оборудования поточного действия.

Гидромониторщик производит непрерывный размыв песков, поданных на приемный стол или аккумулирующий отвал вашгерда, обеспечивая возможно качественную дезинтеграцию глинистых включений и грохочение пород, как на горизонтальной, так и на наклонной части грохота по классу 60-120 мм. Образовавшаяся пульпа с фракциями песков минус 120 мм самотеком по наклонной части вашгерда удаляется в галечный отвал, который периодически убирается и складывается на активированной части плотика бульдозерами.

Пески из зумпфа перекачиваются грунтовыми насосами на обогатительный прибор, размещаемый и устанавливаемый на борту россыпи так, чтобы обеспечивалась возможность самотечной раскладки хвостов промывки в гидроотвале и организация замкнутого оборотного водоснабжения.

Поступившая в приемный бункер обогатительного прибора пульпа равномерно распределяется и обогащается на двух спаренных шлюзах глубокого наполнения. Затем с помощью плоского грохота происходит выделение золотосодержащей фракций и ее обогащение на шлюзах мелкого наполнения. Хвосты промывки сбрасываются в гидроотвал.

Формирование гидроотвала осуществляется самотеком на площади, ограждаемой дамбами начального и последующего отвалообразования. Место организации гидроотвала выбирается за пределами промывочного контура запасов, чтобы объемы бульдозерных работ по уборке эфелей не превышали 20 - 30 % объема песков в целике. Водоотстойник располагается в пределах гидроотвала или в выработанном пространстве, вместимостью не менее 3-5 суточного запаса технологической воды.

*Таблица 24.*

Технические характеристики ПГ-30-Д, ПГ-30-Э

Производительность		
по пульпе м <sup>3</sup> /ч	500-800	
по твердому, м <sup>3</sup> /ч	30-50	
<b>Прибор обогатительный</b>	КОУ-800 или ПГ-30-Ш, (см.)	
<b>Землесосная установка</b>	ПГ-30-Д	ПГ-30-Э
производительность, м <sup>3</sup> /ч	560	560
глубина разработки, м	8-10	8-10

<b>Грунтовый насос</b>	8Ш-8	8Ш-8
привод грунтового насоса	дизель	эл. двигат
марка двигателя	ЯМЗ-238	4А315S6Y3
мощность: л.с. (кВт)	180	110
редуктор, Г пер	2,375	
масса, кг	11800	10350
<b>Насосная установка</b>		
производительность, м /ч	800	800
напор, м	56	56
насос	1Д1250-63	1Д800-56
привод насоса	дизель	эл. двигат
марка двигателя	ЯМЗ-238	4АМН315S4
запорные задвижки	Ду250, Ду80	Ду250, Ду80
масса, кг	7905	6650
<b>Вашгерд</b>		
класс подготовленной пульпы, мм	80	
суммарная площадь грохота, мм	80, 60, 40	
масса, кг	6590	
<b>Гидромонитор ГМН-250С</b>		
диаметр сменных насадок, мм	50,70, 100	
масса, кг	1350	

Поставка комплекса возможна в дизельном (Д) и электрическом (Э) вариантах.

В комплекс поставки комплекса ПГ-30 входит следующее технологическое оборудование (состав поставки уточняется с заказчиком):

1. Дизельная или электрическая землесосная установка
2. Дизельная или электрическая насосная установка
3. Гидромонитор
4. Вашгерд (для разработки слабовалунистых запасов, с валунами до 400 мм)
5. Механизированная установка пульпообразования и поточного отделения валунов УПП-800 (для разработки валунистых запасов, с валунами до 800 мм)
6. Передвижной щит ограждения для организации аккумулирующего отвала в узле пульпоприготовления (вашгерд или УПП-800)
7. Прибор обогатительный двухстадиальный радиальный (см. КОУ-500/800) или прямоточный (см. ПГ-30-Ш).
8. Установка доводки концентраторов
9. Установка емкости для дизтоплива (только для ПГ-30Д)
10. Установка трансформаторной подстанции (только для ПГ-30Э)
11. Покупные изделия для нужд автономной эксплуатации

12. Запасные части

13. Эксплуатационные чертежи, руководство по эксплуатации.

## **28. ПГ-50 Э, ПГ-50 Д - Промывочный Гидромехкомплекс**

**ИЗТМ** - Промывочный Гидромехкомплекс для добычи россыпного золота, 50 м<sup>3</sup>/ч, Электрический или Дизельный.

**Тип:** Гидромониторно-землесосно-вашгердный.

**Назначение:** для разработки талых и многолетнемерзлых россыпных месторождений золота с глубиной залегания до 20 м преимущественно со среднепромывистыми песками, допускается наличие глинистых пород до 20- 25% и галечно-валунистых фракций до 15-20%. В основе технологии принята бульдозерно-гидромониторно-вашгердно-землесосная технология разработки песков в рабочем блоке (описание и схему технологии см. ПГ-30).

*Таблица 25.*

Основные технико-экономические данные ПГ-50 Э и ПГ-50 Д

Производительность по пескам, м <sup>3</sup> /ч			
глинистые пески		50	
среднепромывистые		70	
хорошо промывистые		90	
Расход дизтоплива на промывку 1 м <sup>3</sup> песков, кг/м <sup>3</sup>		0,7-0,8	
Масса комплекса (ориентировочно), т		68,5	
Срок амортизации, лет		6	
<b>Насосная установка</b>		дизельная	электрическая
центробежный насос	подача, м <sup>3</sup> /ч	1250	1250
	напор, м	63	63
	допустимая высота всасывания, м	6	
насос		1Д1250-63	1Д1250-63
привод насоса		дизель	эл. двигатель
марка двигателя		ЯМЗ-240	4АМ355М4
мощность, л.с. (кВт)		360	315
запорные задвижки		Ду300, Ду80	Ду300, Ду80
масса, кг		8950	8350
<b>Землесосная установка</b>		дизельный	электрический
производительность, м <sup>3</sup> /ч		800-1000	800-1000
грунтовый насос		ГРУ-800/400	ГРУ 800/400
привод грунтового насоса		дизель	эл. двигатель
марка двигателя		ЯМЗ-238	4АМНК355S8Y3
мощность, л.с. (кВт)		240	160
масса, кг		12400	11200
<b>Гидромонитор ГМН-250 С</b>			
диаметр сменных насадок, мм		50,70,100	
масса, кг		1350	

<b>Прибор обогатительный</b>	КОУ-1200 или ПГ-50-Ш
<b>Вашгерд</b>	
площадь поверхность грохочения, м <sup>2</sup>	16,8
размер отверстий грохочения, мм	100, 80, 60
максимальный размер валунов, мм	600
пропускная способность вашгерда, м <sup>3</sup> /ч	120

В комплекс поставки промывочного комплекса ПГ-50 входит следующее технологическое оборудование (по согласованию с заказчиком):

1. Дизельная или электрическая землесосная установка
2. Дизельная или электрическая насосная установка
3. Гидромонитор
4. Вашгерд (для разработки слабовалунистых запасов, с валунами до 400 мм)
5. Механизированная установка пульпообразования и поточного отделения валунов УПП-800 (для разработки валунистых запасов, с валунами до 800 мм)
6. Передвижной щит ограждения для организации аккумулирующего отвала в узле пульпоприготовления (вашгерд или УПП-800)
7. Прибор обогатительный двухстадиальный радиальный (см. КОУ-1200), прямоточный (см. ПГ-50 Э-Ш) или шлюзово-отсадочный (см. ПГ-50 ШО).
8. Установка доводки концентраторов
9. Установка емкости для дизтоплива (только для ПГ-50 Д)
10. Установка трансформаторной подстанции (только для ПГ-50 Э)
11. Покупные изделия для нужд автономной эксплуатации

## **29. ПГ-50-Ш, ПГ-30-Ш - Прибор Гидравлический Шлюзовый**

**ИЗТМ** - Прибор Гидравлический Шлюзовый 50 и 30 м<sup>3</sup>/ч.

Прибор предназначен для обогащения золотосодержащих песков по двухстадиальной прямоточной схеме. Подача на прибор гидроэлеватором или землесосом. Поставляется на санях.

Комплектность: два спаренных шлюза глубокого наполнения, промежуточный грохот по классу минус 10 мм, три шлюза мелкого наполнения. Рекомендуются для улавливания золота крупностью до 150-100 микрон.

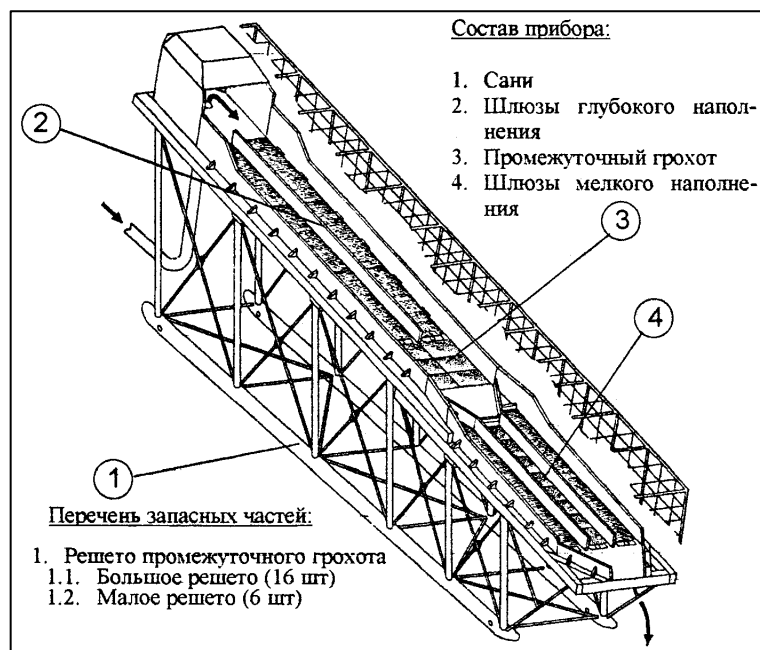


Таблица 26.

Технические характеристики ПГ-50-Ш, ПГ-30-Ш

Показатели	ПГ-50 -Ш	ПГ-30-Ш
Производительность, м <sup>3</sup> /ч		
по пульпе	800-1200	500-800
по твердому	50-100	30-50
Количество шлюзов глубокого наполнения, шт.	2	1
Площадь шлюзов глубокого наполнения, м <sup>2</sup>	12,5	12,5
Количество шлюзов мелкого наполнения, шт.	3	3
Площадь шлюзов мелкого наполнения, м <sup>2</sup>	12,7	12,7
Масса, т	14,9	10,0

### 30. ПГБ-1-1000 - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный

**Магаданский механический завод** - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный -50 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор гидроэлеваторный бочечный ПГБ-1-1000 предназначен для обогащения золотосодержащих песков при бульдозерной разработке продуктивного пласта как осушенных, так и обводненных полигонов, а также отвалов песков подземной добычи. Производительность на средне- и легкопромывистых песках 50 м<sup>3</sup>/ч, или 1000 м<sup>3</sup>/сутки. Благодаря двухстадиальному обогащению песков на шлюзах и промежуточному грохочению их в барабанном грохоте, обеспечивается эффективное извлечение золота крупнее 0,1 мм, а также уборка в галечных отвал хвостов промывки крупностью 20-125 мм.

В состав комплекта прибора ПГБ-1-1000 входят: гидровашгердное

загрузочное устройство ВГ-1-1200, гидроэлеваторная установка УГЭ-II-350, агрегат барабанный гидравлический с головным шлюзом АБГ-1-1000, агрегат шлюзовой гидравлический мелкого наполнения АШГМ-II-1000, доводочный шлюз ШД-1-580, стакер поворотно-звеньевой СПЗ-II-800, насосный агрегат АН-III-12НДс, гидромонитор ГМН-250С, электрооборудование, пульпо- и водораспределительные трубопроводы.

Технология промывки песков на приборе ПГБ-1-1000 заключается в следующем. Пески подаются бульдозером к гидровашгердному загрузочному устройству. Струей воды из гидромонитора, управляемого рабочим, пески подвергаются дезинтеграции и грохочению на решетке гидровашгердного бункера с отверстиями диаметром 125 мм.

Отмытую крупную фракцию песков удаляют с гидровашгерда струей гидромонитора в отвал, а фракцию мельче 125 мм вместе с водой транспортируют гидроэлеватором на головной шлюз агрегата АБГ-1-1000. На головном шлюзе улавливается 70-90% золота, в том числе все золото крупнее 10 мм. Пески с оставшейся частью золота поступают со шлюза на грохочение в барабанном грохоте. Подрешетный продукт грохота (мельче 20 мм) обогащается на шлюзе агрегата АШГМ-II-1000. Хвосты удаляются самотеком в потоке пульпы.

Шлюзы споласкивают один раз в сутки или с другой периодичностью в зависимости от свойств песков и содержания в них золота. Сполоск шлюзов осуществляют с выпуском концентратов на доводочный шлюз, концентрат головного шлюза предварительно подвергают грохочению на плоском грохоте, встроенном в дно шлюза, самородки золота крупнее 30 мм извлекают вручную.

Объем концентрата доводочного шлюза 0,06 м<sup>3</sup>. Золото извлекают из концентрата доводочного шлюза общепринятыми методами.

### **31. ПГБ-75 - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный**

**Магаданский механический завод - Прибор Гидроэлеваторный Бочечный - 75 м /ч**

Прибор предназначен для промывки и обогащения золотосодержащих песков россыпных месторождений.

Прибор состоит из следующих основных агрегатов и узлов: гидровашгердное загрузочное устройство ВГ-1200, гидроэлеваторная установка УГЭ 170/350, агрегат барабанный гидравлический АБГ-75, отвалообразователь ОЗП-800, агрегат насосный АН-300Д70 (12НДС), трубопровод, шлюз ШГМ 6 x 700, доводочный шлюз

ШД-1-580, гидромонитор.

Преимущество промывочного прибора ПГБ-75 перед ранее выпускаемыми приборами - применение передвижной гидромониторной установки с гидравлическим управлением ствола, позволяющей исключить тяжелый ручной труд гидромониторщика. Конструкция шлюзов с механизированным подъемом трафаретов облегчает ручной труд при сполоске.

Таблица 27

**Техническая характеристика прибора ПГБ-75**

Пропускная способность	75 м <sup>3</sup> /ч
Тип насоса	300Д-90 (12НДС)
Тип привода	Эл двигатель
Мощность привода	250 кВт
Напряжение	6000 В
Расход воды	1080 м <sup>3</sup> /ч
Напор развиваемый насосом	68 м вод ст
Тип гидроэлеваторной установки	УГЭ-170/350
Диаметр горловины	170 мм
Диаметр пульповода	350 мм
Диаметр отверстий решетки бункера	125 мм
Ширина головного шлюза	1000 мм
Напор у насадки гидроэлеватора	56-64 м
Диаметр насадки гидроэлеватора	85, 90 мм
Высота подъема пульпы	12,5 м
Масса	49 300 кг
Тип гидровашгерда	ВГ-1200
Размер перфорации	60, 100 мм
Угол подъема	15°
Габариты	
длина	9216 мм
ширина	1900 мм
высота	2670 мм
Масса	2836 кг

Тип гидроэлеваторной установки	УГЭ-170/350
Пропускная способность (по твердому)	50 м³/ч
Диаметр пульповода	350 мм
Длина пульповода	23 м
Диаметр отверстий классификационной решетки бункера	125 мм
Диаметр горловины	170 мм
Масса	3807 кг
Тип барабанного агрегата	АБГ-75
Пропускная способность	75 м³/ч
Диаметр бочки	1620 мм
Диаметр отверстий перфорации бочки	20 мм
Частота вращения бочки	19 об./мин
Мощность двигателя	11 кВт
Частота вращения двигателя	1500 об./мин
Тип редуктора	Ц2У-200-31
Тип головного шлюза (крупных фракций)	889ГГ-4
Ширина шлюза	1000 мм
Длина шлюза	6 м
Тип трафарета	Лестничный
Высота трафарета	88 мм
Наклон планок трафарета (по потоку)	75°
Расстояние между планками трафарета	150 мм
Площадь улавливания шлюза	6 м²
Способ подъема трафарета	Ручной
Наличие ковриков под трафаретами	Есть
Средства обеспечения сохранности золота	Съемные металлические
Размер фракции, поступающей на головной шлюз	125 мм
Уклон головного шлюза	8°
Масса шлюза	2440 кг
Тип шлюза	ШГМ-6х700
Пропускная способность	50 м³/ч
Количество шлюзов	6 шт.
Расположение шлюзов	В два яруса
Длина шлюза (рабочая)	9,6 м
Ширина шлюза	700 мм
Площадь улавливания	40,5 м²
Наличие ковриков под трафаретами	Нет
Размер фракции, поступающей на шлюз	-20 мм
Тип трафаретов	Лестничный
Высота трафарета	30 мм
Наклон планок трафарета (по потоку)	60°
Расстояние между планками трафарета	50 мм



Способ подъема трафаретов	Механизированный
Транспортирование концентрата	Концентратососом
Продолжительность сполоска	20—25 мин
Средства обеспечения сохранности	Сплошные металлические рамы
Габариты:	
длина	14 520 мм
ширина	3800 мм
Масса	11 973 кг
Тип гидромониторной установки	ГМН-250С
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	380-1530
Угол поворота ствола в горизонтальной плоскости	360°
Угол вертикального поворота:	
вверх	27°
вниз	27°
Диаметр сменных насадок	45, 50, 55 мм
Управление	Ручное
Масса	196 кг
Тип отвалообразователя	ОЗП-800
Подача	70 м <sup>3</sup> /ч
Скорость ленты	1,6 м/с
Ширина ленты	800 мм
Количество звеньев	4 шт.
Угол наклона к горизонту	15°
Угол разворота в плане	До 150°
Тип двигателя	4А18054УЗ
Частота вращения двигателя	1500 об./мин
Мощность двигателя	22 кВт
Тип редуктора	1Ц2У-250-31
Масса	9713 кг

### ***Устройство и принцип работы***

Прибор состоит из следующих основных агрегатов и узлов (рис. 2): отвалообразователя 1, барабанного грохота 2 со шлюзом крупных фракций 3 (головной шлюз), гидровашгерда 4 с классификационной решеткой 5 и бункера гидроэлеватора 6, пульповода 7, гидромонитора 8, шлюза мелкого наполнения 9, концентратопровода 10, концентратососа 11, доводочного шлюза 12, гидроэлеватора 13, водоводов 14, насосного агрегата 15.

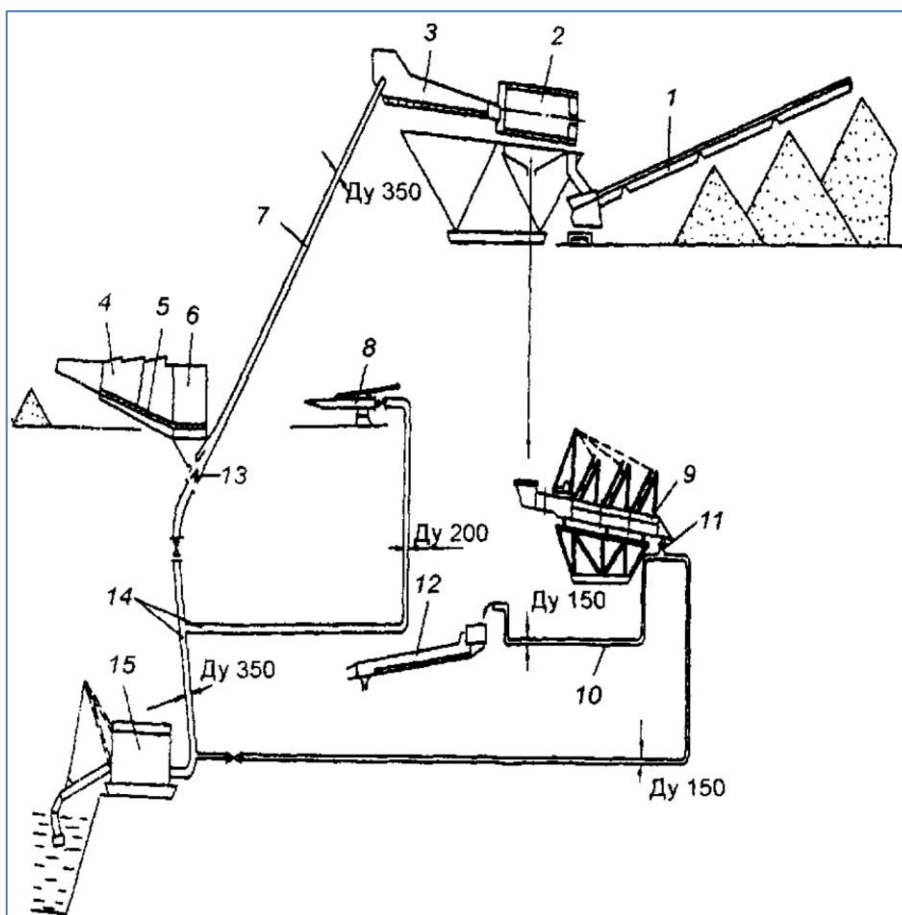


Схема гидравлического бочечного прибора ПГБ-75

Технологический процесс на приборе ПГБ-75 организован следующим образом:

Пески с полигона подаются бульдозером на классификационную решетку бункера гидроэлеватора. Струя воды из гидромонитора разрушает пески и, смешиваясь с ними, образует пульпу, которая поступает в подрешетное пространство бункера и по пульповоду гидроэлеватором подается на шлюз крупных фракций. Галля, размер зерен которой больше отверстий решетки гидровашгерда, струей гидромонитора дополнительно обмывается водой от примазок и по гидровашгерду периодически выбрасывается за его пределы в отвал.

На шлюзе крупных фракций происходит в основном улавливание крупного золота. Материал после обогащения на шлюзе крупных фракций поступает в барабанный грохот, где он разделяется на два класса: надрешетный (+20 мм) и подрешетный (-20 мм). Обезвоженный надрешетный продукт подается на отвалообразователь и далее в отвал. Подрешетный продукт барабанного грохота поступает на шлюз мелкого наполнения, где происходит его обогащение

Водоснабжение прибора осуществляется насосным агрегатом

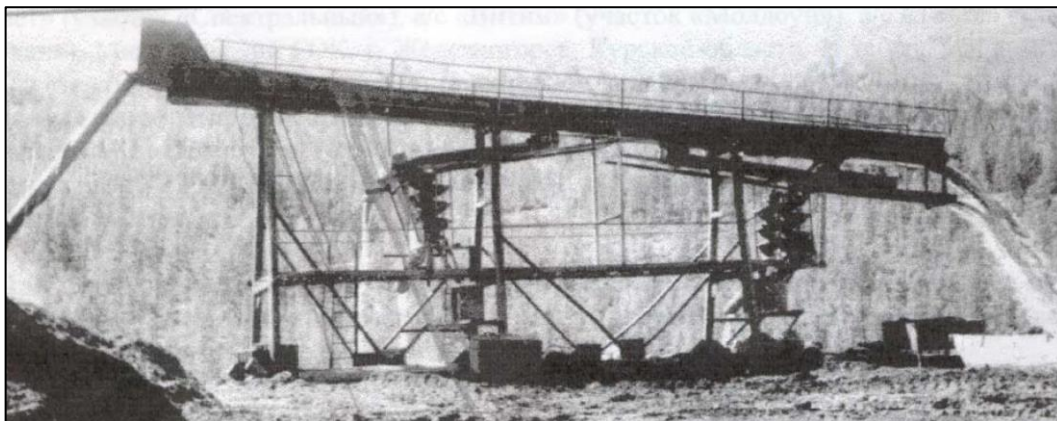
Технологическая схема обогащения песков на приборе ПГБ-75 показана на рис ниже:



### **32. ПГВ-50 (ИРКУТ-50), ПГВ-100 - Прибор Гидравлический с Винтовым сепаратором**

**ИРГИРЕДМЕТ** - Прибор Гидравлический с Винтовым сепаратором - 50 и 100 м<sup>3</sup>/ч.

Приборы ПГВ-50 (ИРКУТ-50) и ПГВ-100 разработан на основе винтовых сепараторов серии "ПРОГРЕСС" для переработки песков, содержащих мелкое золото.



Как известно, винтовые сепараторы для многих условий являются не менее эффективными аппаратами, чем центробежные концентраторы. В то же время винтовые сепараторы имеют ряд неоспоримых преимуществ:

1. Разгрузка концентрата с винтового сепаратора производится непрерывно, то есть в отличие от концентраторов - это аппараты непрерывного, а не периодического действия.

2. Винтовые сепараторы по простоте конструкции несравненно проще центробежных концентраторов. В них нет никаких движущихся частей, не нужно запчастей, подачи чистой воды, не требуется электроэнергии.

3. Цена прибора "ИРКУТ-50" вместе с винтовыми сепараторами в несколько раз меньше по сравнению с центробежными концентраторами. Срок окупаемости прибора "ИРКУТ-50", соответственно, значительно ниже.

Промприбор ПГВ-50 включает:

- шлюз глубокого наполнения для улавливания крупного золота,
- шлюз-грохот, отделяющий мелкую фракцию песков и мелкое золото от общего потока пульпы,
- реактивный пульподелитель,
- блок из 4 винтовых шлюзов для обработки мелкой фракции песков и выделения концентрата с мелким золотом.

Промприбор ПГВ-100 имеет аналогичную конструкцию и комплектацию. Приборы типа ПГВ с винтовыми сепараторами в настоящее время работают на многих предприятиях, использующих транспортную схему разработки песков.

Для эффективного извлечения мелкого золота из концентратов винтовых сепараторов необходимо использовать производительные шлиходоводочные установки, например ШДУ, конструкции Иргиредмета.

Срок изготовления промприбора от 1,5 до 3,0 мес. По желанию заказчика

могут поставляться только основные узлы промприбора (шлюз грохот, пульподелитель, винтовые сепараторы), а также шлиходоводочная установка.

### **33. ПГО-50 - Прибор Гидроэлеваторный Отсадочный**

**ИРГИРЕДМЕТ** - Прибор Гидроэлеваторный Отсадочный - 50 м<sup>3</sup>/ч

ПГО-50 производительностью 50 м<sup>3</sup>/ч предназначен для обогащения хорошо- и среднепромывистых песков, содержащих мелкое золото преимущественно 0,25-0,10 мм.

В качестве обогатительного оборудования используются отечественные серийно выпускаемые отсадочные машины и концентрационные столы. Подготовка песков по крупности осуществляется на гидравлическом грохоте с камерным поддоном.

Конструктивно промприбор выполнен в блочно - модульном варианте, позволяющем в течение нескольких суток демонтировать его и установить на новом участке работы. Промприбор состоит из короткого (длиной 2-3 м) шлюза глубокого наполнения (ШНГ) для улавливания самородков и крупного золота, гидравлического грохота с камерным поддоном, основной (МОД-3М) и перечисткой (МОД-1М) отсадочных машин, концентрационного стола СКО-2 и контрольного шлюза для обогащения надрешетного продукта грохота.

Промприбор изготовлен артелью старателей «Объединение» в АК «Алданзолото» по рабочим чертежам, разработанным конструкторским отделом Иргиредмета. Прибор использовали для переработки смешанных песков целиковых и техногенных участков хорошо промывистой аллювиальной россыпи с содержанием золота от 0,4 до 1,5 г/м<sup>3</sup>. Массовая доля золота крупностью 0,8- 0,16 мм составляла около 75%, мельче 0,16 мм - 6,2%. Выемка песков из россыпи осуществлялась экскаватором ЭКГ-4, доставка их на участок промывки - автосамосвалами БелАЗ с последующей подачей материала на промприбор бульдозерами. В период работы промприбора его средняя производительность была около 40 м<sup>3</sup>/ч.

Эффективность работы промприбора определяли по массе шлихового золота в продуктах обогащения путем отбора соответствующих проб, их отработки, отсева и амальгамации по классам крупности.

Результаты сравнительных испытаний промприборов ПГО-50 и ПГШ-50 показывают, что общее извлечение золота на промприборе ПГО-50 составляет около 88%, что на 18-22% больше, чем на ПГШ-50, в основном за счет

доизвлечения мелкого золота.

Таблица 28.

Сравнение извлечения золота прибором ПГО-50 и ПГШ-50

Тип промприбора	Извлечение золота, % по классам крупности, мм				
	>1,0	1,0-0,5	0,50-0,25	0,25-0,10	<0,10
ПГО-50	98,8	96,4	86,9	72,3	41,8
ПГШ-50	98,0	87,0	71,0	33,0	-

Затраты на приобретение обогатительного оборудования и изготовление промприбора окупались менее чем за 1 месяц. Внедрение промприбора в промышленную эксплуатацию способствовало повышению извлечения золота и уровня механизации технологического процесса. Сократились простои, связанные со сполосками концентрата головного шлюза (ежедневные проводят только для съемки концентрата головного шлюза и ежедекадно - для съемки концентрата контрольного шлюза). Кроме того, улучшились условия отвалообразования, и сократилось время использования бульдозеров на формирования отвалов.

### **34. ПГШ-30, ПГШ-50, ПГШ-75 - Прибор Гидроэлеваторный Шлюзовой**

**Магаданский механический завод** - Прибор Гидроэлеваторный Шлюзовой - 30-75 м<sup>3</sup>/ч.

Приборы гидроэлеваторные шлюзовые ПГШ производительностью от 30 до 75 м<sup>3</sup>/час предназначены для промывки золотосодержащих песков при бульдозерной разработке. До улавливания мелкого золота на сливе шлюза приборов ПГШ-50 и ПБШ-40 может быть установлен модуль на базе виброцентробежных сепараторов типа СЦВ-12,5.

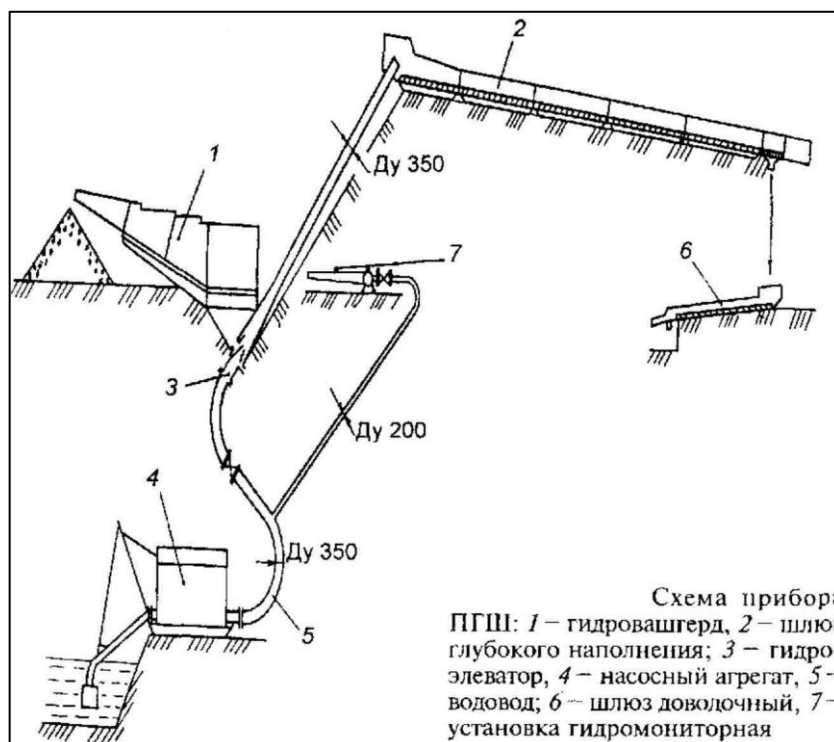
В состав комплекса входит гидровашгерд - ВГ; установка гидроэлеваторная с загрузочным бункером; шлюз гидроэлеваторный ШГ; насосная агрегат; водовод длиной 100 м; задвижки; гидромонитор.

Электроснабжение гидроэлеваторных приборов ПГШ-50 и ПГШ-75 осуществляется: для насосных агрегатов с высоковольтным электродвигателем от пускового устройства типа УКУН-6; для насосных агрегатов с низковольтным двигателем от подстанции ПТП-400-6 (10)/0,4 кВт.

Любой из указанных агрегатов изготавливают отдельно по чертежам общих видов.

Для гидроэлеваторов шлюзового прибора ПГШ-30 предусмотрены насосные агрегаты с автономным приводом от дизеля Д-160 - два последовательно соединенных агрегата АНД-200Д-90(8НДВ).

Гидроэлеваторные шлюзовые промывочные установки типа ПГШ - приборы с одностадиальным однофракционным обогащением песков крупностью до 120-150 мм на шлюзах глубокого наполнения - имеют техническую производительность 30, 50, 75 м<sup>3</sup>/ч.



### **Устройство и принцип работы**

Приборы состоят из следующих основных агрегатов и узлов (рис. 2): гидровашгерда 7; шлюза глубокого наполнения 2; гидроэлеватора 3; насосного агрегата водовода 5; доводочного шлюза 6 и гидромонитора 7.

Пески с полигона подаются бульдозером на классификационную решетку бункера гидроэлеватора. Струя воды из гидромонитора дезинтегрирует пески и, смешиваясь с ними, образует пульпу, которая поступает в подрешетное пространство бункера и по пульповоду гидроэлеватором (землесосом) подается на шлюз глубокого наполнения, где происходит улавливание золота. Галля, размер зерен которой больше отверстий решетки гидровашгерда, струей воды из гидромонитора дополнительно отмывается от примазок и по гидровашгерду периодически выбрасывается за его пределы в отвал. Материал после обогащения на шлюзе глубокого наполнения самотеком сбрасывается в отвал и периодически

разваловывается бульдозером.

Таблица 29.

Техническая характеристика приборов ПГШ-30, ПГШ-50, ПГШ-75

Показатель	ПГШ-30	ПГШ-50	ПГШ-75
1	2	3	4
Пропускная способность, м³/ч	30	50	75
Тип насоса	200Д90 (8НДВ)	300Д90 (12НДС)	350Д90 (14НДС)
Тип привода	Дизель Д-160	Электродвигатель	
Мощность привода, кВт (л. с.)	2х120 (2х160)	250	315
Напряжение, В	-	6000	6000
Расход воды, м³/ч	500	1080	1250
Напор, развиваемый насосом м вод ст	2х35=70	68	76
Диаметр отверстий решетки бункера, мм	100	125	140
Напор у насадки гидроэлеватора м вод ст	60-62	52-64	56-72
Диаметр насадки гидроэле- ватора, мм	60, 65, 70	85, 90, 95, 100	95, 100, 105
Высота подъема пульпы, м	11,5	11,5-17	14,5-16,5
Масса, кг	26 960	28 120	30 070
Тип гидровашерда	ВГ-1000	ВГ-1200	ВГ-1700
Размер перфорации, мм	50, 100	60, 100	100, 125
Угол подъема,	15	15	15
Габариты, мм			
длина	9230	9216	11 022
ширина	1238	1900	2500
высота	1740	2670	3650
Масса, кг	1506	2836	4480
Тип гидроэлеваторной установки	УГЭ-140/250	УГЭ-170/350	УГЭ-190/400
Пропускная способность (по твердому), м³/ч	30	50	75
Диаметр пульповода, мм	250	350	400
Длина пульповода, м	20	23	23
Диаметр отверстий класси- фикационной решетки бункера, мм	100	125	140
Диаметр горловины, мм	140	170	190
Масса, кг	2610	4220	4349
Тип шлюза	ШГ-720	ШГ-1000	ШГ-1250
Пропускная способность, м³/ч	30	50	75
Количество шлюзов, шт	1	1	1
<sup>1</sup> расположение шлюзов	В один ярус		

Окончание табл. 29.



1	2	3	4
Длина шлюза (рабочая), м	25	25	25
Ширина шлюза, мм	720	1000	1250
Площадь улавливания, м <sup>2</sup>	18	25	31,25
Наличие ковриков под трафаретами	Есть		
Размер фракции, поступающей на шлюз, мм	100	125	140
Тип трафаретов	Лестничный		
Высота трафарета, мм	88	88	88
Наклон планок трафарета (по потоку),	75	75	75
Расстояние между планками трафарета, мм	150	150	150
Способ подъема трафаретов	Ручной или механизированный*		
Транспортирование концентрата	Концентратососом или самотеком		
Продолжительность сполоска, мин	60	60	60
Средства обеспечения сохранности	Съемные укрытия, ерш		
Габариты, мм:			
длина	27 560	27 560	27 560'
ширина	870	1150	1400
Масса, кг	4590	5282	6064
Тип гидромониторной установки		ГМН-250С	
Угол поворота ствола в горизонтальной плоскости,	360	360	360
Угол вертикального поворота,	27	27	27
Диаметр сменных насадок, мм	35, 40, 45	45, 50, 55, 60	50, 70, 80
Управление	Ручное		
Масса, кг	196	196	196
* Устройство механического подъема трафаретов поставляется по отдельному заказу.			

показана на рис. ниже:



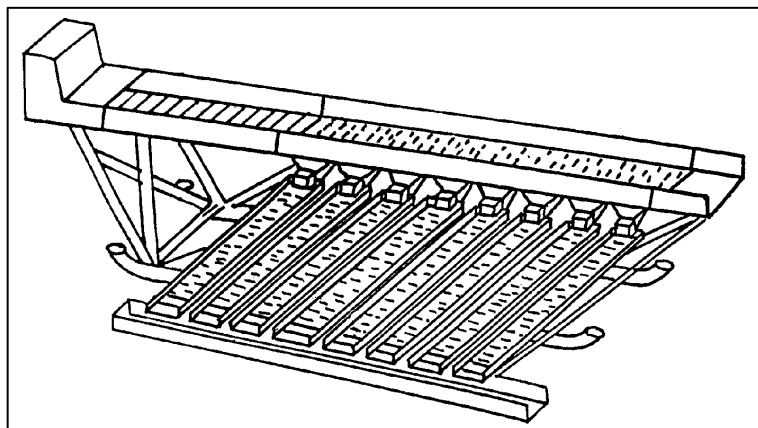
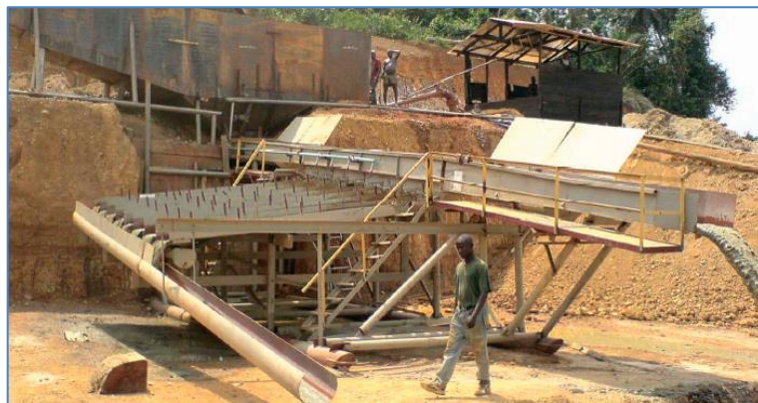
### **35. ПГШИ-50, ПГШИ-100 - Прибор Гидровашгердный Шлюзовый Иргиредмета**

**ИРГИРЕДМЕТ** - Прибор Гидровашгердный Шлюзовый Иргиредмета - 50 и 100 м<sup>3</sup>/ч

На небольших предприятиях дорогостоящие комплексы для улавливания мелкого золота обычно неприменимы из-за их высокой стоимости. Здесь нужны простые и недорогие приборы, которые могли бы быстро окупиться и дать прибыль даже при очень небольшой добыче золота. Именно таким прибором является ПГШИ-50.

Прибор отличается:

- относительно невысокой ценой
- модульным исполнением
- простотой конструкции
- легкостью и надежностью в эксплуатации
- весьма высоким извлечением мелкого золота.



ПГШИ-50

Приборы подобного типа хорошо известны. При разработке ПГШИ-50 учтен многолетний опыт их эксплуатации, теоретические и экспериментальные исследования.

Основной особенностью ПГШИ-50 является высокоэффективный «шлюз-грохот», отделяющий мелкий материал и подающий его на шлюзы мелкого наполнения. Качественная подготовка материала для шлюзов мелкого наполнения обеспечивает наилучшие показатели работы прибора в целом. Технические решения Иргиредмета, использованные в конструкции «шлюза-грохота», обеспечивают:

- максимальное осаждение шлиха и мелкого золота в подрешетный продукт. Это достигается за счет специального расслоения твердого материала в водном потоке по длине шлюза-грохота
- постоянную транспортирующую способность потока по всей рациональной длине шлюза-грохота, что повышает эффективность грохочения и исключает засорение решета
- оптимальную консистенцию пульпы, поступающей на шлюзы мелкого наполнения

- равномерную загрузку шлюзов мелкого наполнения.
- возможность многоразового сполоска концентрата без остановки работы промприбора.

В целом, в конструкции ПГШИ-50 заложены все положительные качества аналогичных приборов.

ПГШИ-50 может быть изготовлен на предприятии. Чертежи прибора можно приобрести в Иргиредмете.

### **36. ПКБШ-50 - Прибор Конвейерный Бочечно-Шлюзовой**

**Магаданский механический завод** - Прибор Конвейерно-Бочечный с обогащением на Шлюзах - 50 м<sup>3</sup>/ч.

Прибор ПКБШ-50 предназначен для промывки и обогащения золотосодержащих песков россыпных месторождений. Прибор целесообразно использовать на промывке террасовых и долинных россыпей шахтных отвалов со значительными объемами. На рис. 7 показано расположение агрегатов прибора.

Пески с полигона или шахтного отвала подаются бульдозером в бункер-питатель 1. В нижней части бункера имеется разгрузочная щель, перекрываемая секторным затвором, управление которым производится ручным штурвалом. Из бункера пески с помощью питателя подаются на подъемный конвейер 2. Разгрузочная головка конвейера расположена над приемным бункером грохота-дезинтегратора 3. В глухом ставе бочки протекает процесс дезинтеграции песков, а в перфорированном - их грохочение с выделением в эфелесборник песков крупностью -20, -50 и +20 мм.

Пески из эфелесборника поступают через приемно-распределительную головку в шлюзовой агрегат 5: фракция -20 +0 мм - на шлюзы мелкого наполнения; фракция -50 +20 мм - на шлюз глубокого наполнения. На концевых секциях шлюзов мелкого наполнения имеются люки для съема концентрата. Под люками помещен струйный насос для транспортировки обогащенного концентрата на доводочный шлюз 6 или в автошлиховоз.

Съем концентрата со шлюза глубокого наполнения производится вручную, с дополнительным пробуториванием на шлюзе и с погрузкой обогащенного концентрата в ручные контейнеры.

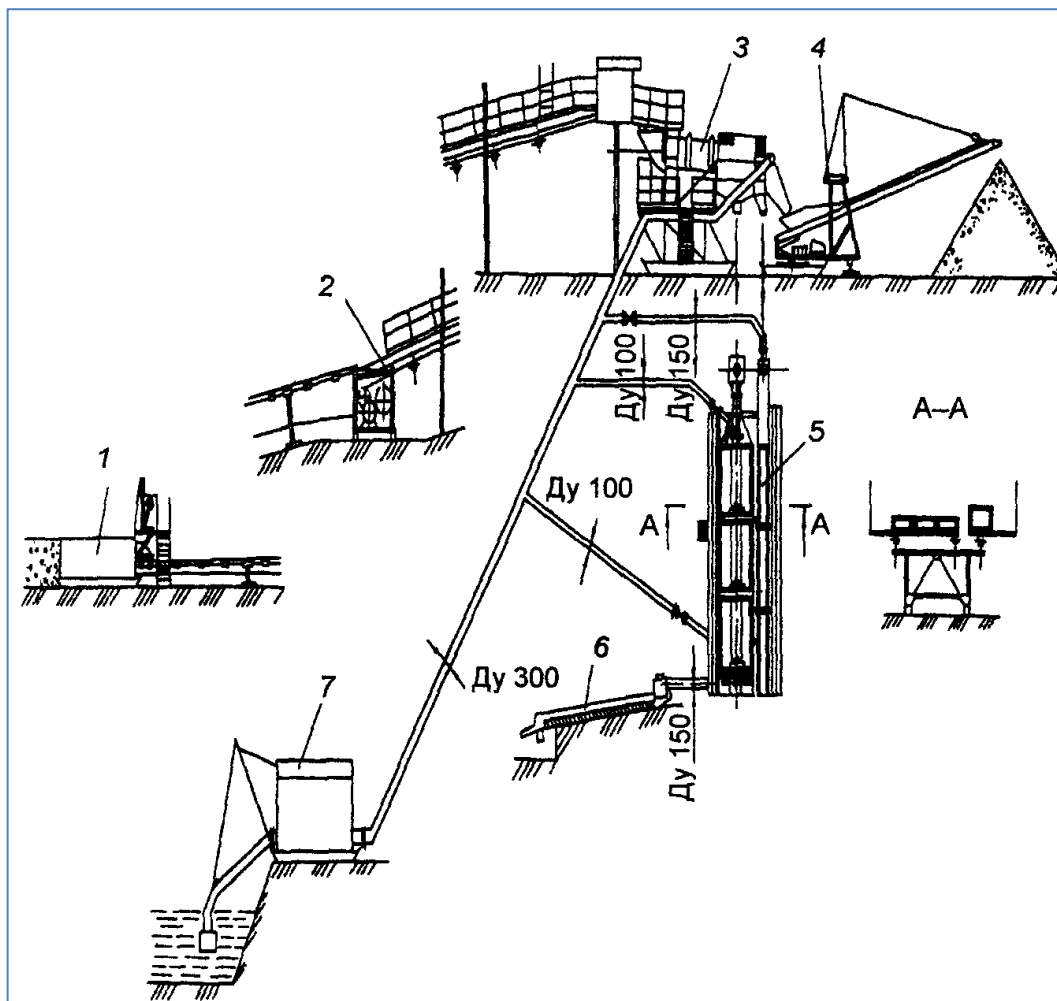
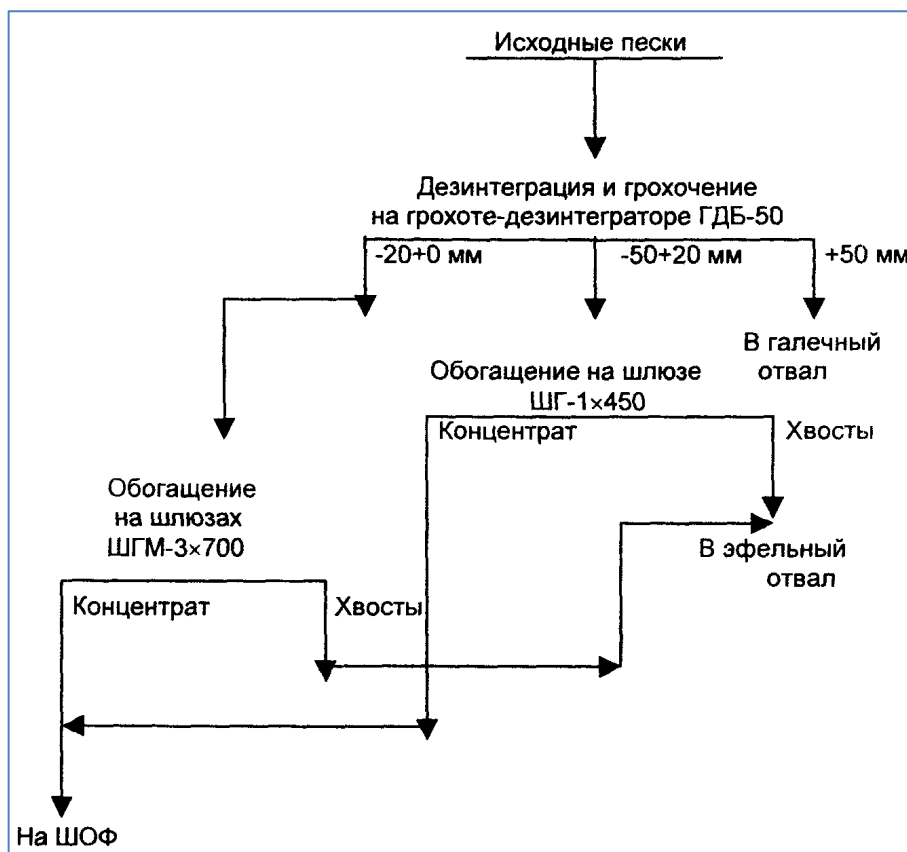


Схема промывочных приборов ПКСШ-50, ПКСШ-100

Галя (класс +50 мм) из грохота-дезинтегратора поступает на отвалообразователь 4, который может разворачиваться на 150°, благодаря чему формируется веерообразный отвал. Подача воды в загрузочный бункер грохота-дезинтегратора, в оросительную трубу грохота-дезинтегратора и на шлюзы производится насосным агрегатом 7.

Управление агрегатами промывочного прибора сосредоточено на рабочем месте оператора, где находится центральный пульт дистанционного управления, обеспечивающий пуск и остановку всех агрегатов. Для наблюдения за работой и обслуживанием механизмов предусмотрены вокруг грохота-дезинтегратора, вдоль шлюзов и конвейера площадки обслуживания.

Технологическая схема обогащения песков на промывочном приборе ПКСШ-50 показана на рис. ниже:



Техническая характеристика промывочного прибора ПКСШ-50 приведена в табл. 30.

### **37. ПКСШ-100 - Прибор Конвейерный Бочечно-Шлюзовой**

**Магаданский механический завод** - Прибор Конвейерно-Бочечный с обогащением на Шлюзах - 100 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор с одностадийным двухфракционным обогащением представляет собой комплекс мобильных агрегатов и узлов, конструкция, габаритные размеры и масса которых позволяют производить их перестановку в течение одного промывочного сезона с одной приборостоянки на другую. Состоит из оборудования для приема доставляемых бульдозерами или автотранспортом песков, их равномерной подачи на ленточный конвейер, дезинтеграции, грохочения, обогащения и складирования хвостов промывки.

Предусмотрено также оборудование для электро- и водоснабжения и управления составными частями прибора. Приемная часть прибора представлена каретчатым бункером-питателем 1 качающегося типа, при помощи качающейся каретки которого пески равномерно подаются на ленточный конвейер 2 и далее в бочку грохота-дизинтегратора 3. В бочке при непрерывной подаче в нее воды происходят дезинтеграция, промывка и грохочение песков на три фракции (+60,

-60+20 и -20+0 мм). Подача воды в загрузочный бункер, оросительную трубу грохота-дезинтегратора и на шлюзы производится насосным агрегатом 7. Управление агрегатами промывочного прибора сосредоточено на рабочем месте оператора, находящемся на площадке обслуживания конвейера КЛПК-1000.

Обогащение песков происходит следующим образом.

Двухслойный барабанный грохот бочки обеспечивает выделение в эфеля двух подлежащих обогащению фракций: -20 и -60 +20 мм. Через специальный эфелеприемник (эфелесборник) эфеля фракции -20 +0 мм направляются на гравитационное обогащение в 6-желобчатый двухъярусный шлюз мелких фракций ШГМ- 6х700 5, а фракция -60+20 мм - в одножелобчатый шлюз крупных фракций 1х580 5. Хвосты шлюзов самотеком направляются в отвал. При сполоске шлюзов мелкого наполнения концентрат их сокращается на доводочном шлюзе 6 и транспортируется в ручных емкостях-контейнерах на доводочный пункт (ШОФ) или же без сокращения доставляется туда автошлиховозом.

Съем концентрата со шлюза крупных фракций производится вручную, с дополнительным пробуториванием на шлюзе, с погрузкой обогащенного концентрата в контейнеры. Надгрохотная фракция (+60 мм) грохота-дезинтегратора при помощи ленточного отвалообразователя 4 удаляется в галечный отвал веерообразной формы.

Технологическая схема промывочного прибора ПКБШ-100 приведена на рис. ниже:

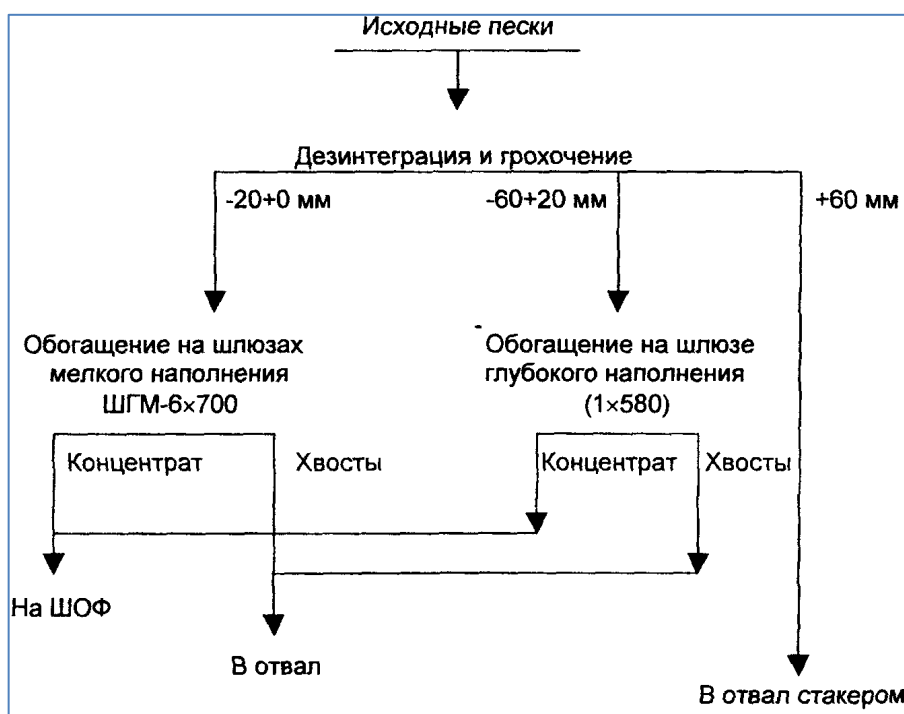


Таблица 30.

**Технические характеристики конвейерно-бочечных приборов с обогащением на шлюзах**

Показатель	ПБШ-40	ПКБШ-50	ПКБШ-100
1	2	3	4
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч, не более	40	50	100
Расход воды, л/с, не более	80,5-160	140	220
Установленная мощность двигателя, кВт	74-136	163	284
Размер перфорации, мм	30	20-50	20-60
Масса (в поставке), т	30,76-35,45	50	71,7
<b>АГРЕГАТЫ</b>			
Бункер- питатель	Завалочный	БПК-1000	БПК-1000
Подача, м <sup>3</sup> /ч	-	200	200
Вместимость, м <sup>3</sup>	—	1,87	1,87
Тип двигателя	-	4Д132МЧУЭ	4Д1Э2МЧУЗ
Мощность, кВт	—	11	11
Частота вращения, об./мин	—	1500	1500
Максимальный ход натяжного барабана, мм	—	1850	1850
ТИП редуктора	-	Ц2У-250-31.5-23-У2	Ц2У-250-31.5-23-У2
Ход стола-питателя, мм	—	150	150
Количество двойных ходов в минуту	—	46	46
Габариты, мм:			
длина	—	5265	5265
ширина	-	3280	3280
высота	—	3500	3500
Масса, кг	—	5050	5050
Конвейер	—	КАПК-800	КАПК-1000
Подача, м <sup>3</sup> /ч	—	70	160
Скорость ленты, м/с	—	1,93	1,93
Длина конвейера, м	-	70	110
Угол подъема конвейера, °	—	До 16	До 16
Ширина ленты, мм	—	800	1000
Тип двигателя	—	4А200МЧУЗ	4А250БЧУЗ
Мощность, кВт	—	37	75
Частота вращения, об./мин	—	1500	1500
Тип редуктора	-	1-Ц2У-250-20-21-У2	1-Ц2У-400-31,5-12-УЭ
—__Масса, кг	-	10 640	17 100



Продолжение табл. 30.

1	2	3	4
Грохот-дезинтегратор	ГДБ-40	ГДБ-50	ГДБ-100
Пропускная способность, м³/ч	40	50	100
Частота вращения грохота, об./мин	19	19	16
Угол наклона грохота, °	3	3	0. 5
Грохочение	Двухфракционное	Трехфракционное	Трехфракционное
Обогащение	Однофракционное	Двухфракционное	Двухфракционное
Размеры подрешетной фракции, мм	-30	-20, +20-50	-20, +20-60
Размеры глухого става, м	3,2 x 1,42	3,2 x 1,42	3,5 x 1,6
Размеры сеющего става, м:			
основного	3,4 x 1,42	2,9 x 1,42	2,7 x 2,12
концевого	—	0,5 x 1,42	2,65 x 1,6
Размеры перфорации грохота, мм	30	20, 50	20, 60
Максимальная крупность валунов, проходящих через грохот, мм	300	300	350
Тип двигателя	4А1608ЧУЗ	4А1608ЧУЗ	4А180МЧУЗ
Мощность, кВт	15	15	30
Частота вращения двигателя, об./мин	1500	1500	1500
Тип редуктора	1Ц2У-250-20-12-У2	1Ц2У-250-20-12-У2	1Ц2У-250-31,5-12-УЭ
Габариты, мм:			
длина	9450	9800	9300
ширина	4000	4947	4800
высота	6250	6030	6390
Масса, кг	14 160	12 900	18 000
Отвалообразователь	ОЗП-800	ОЗП-800	ОЗП-800
Подача, м³/ч	70	70	70
Скорость ленты, м/с	1,6	1,6	1,6
Количество звеньев, шт.	3	3	5
Ширина ленты, мм	800	800	800
Объем отсыпного отвала на горизонтальную плоскость, м³	12 000	12 000	45 000
Поворот отвалообразователя	Лебедкой	Лебедкой	Лебедкой
Угол наклона к горизонту, °	15	15	15

Окончание табл. 30.

1	2	3	4
Насосный агрегат	K290/30 (8K12)	200Д-90 (8НДВ)	300Д-90 (12НДС)
Количество на прибор, шт.	1	1	1
Подача, м <sup>3</sup> /ч	290	500	800
Напор, м	30	39	28
Частота вращения, об./мин	1450	960	980
Мощность на валу насо- са, кВт	—	68	72
Диаметр рабочего колеса, мм	—	525	460
Двигатель	4A200MЧУЗ	4A280S6Y3	4A315Sy3
Частота вращения, об./мин	1450	1000	1000
Мощность двигателя, кВт	37	75	110
Напряжение, В	380	380	380
Вспомогательный насос	—	K160/30 (6К-8У)	K160/30 (6К-8У)
Подача, м <sup>3</sup> /ч	-	160	160
Напор, м	-	30	30
Мощность на валу насоса, кВт	—	17,4	17,4
Частота вращения, об./мин	—	1450	1450
Двигатель	-	4A180MЧУЗ	4A180MЧУЗ
Габариты, мм:			
длина	3880	9650	9925
ширина	1440	2320	2580
высота	2360	3420	3500
Масса, кг, не более	1520	4000	5050
Насосный дизельный агрегат		200Д-90 (8НДВ)	
Подача, м <sup>3</sup> /ч		540	
Напор, м		53	
Мощность дизеля, л. с.		165	
Частота вращения, об./мин		960	
Масса, кг		6350	

### **38. ПКС-1-700 - Промприбор Конвейерный Скрубберный**

**Магаданский механический завод** - Промприбор Конвейерный Скрубберный - 35 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор конвейерно-скрубберный ПКС-1-700 предназначен для обогащения золотосодержащих песков при бульдозерной разработке

продуктивного пласта осушенного полигона или отвала песков подземной добычи. Производительность прибора на промывке легко- и среднепромывистых песков среднего гранулометрического состава  $35 \text{ м}^3/\text{ч}$ , или  $700 \text{ м}^3/\text{сутки}$ . Прибор обеспечивает эффективное извлечение золота крупностью от 0,1 до 30 мм, обмыв и складирование в отвал гальки и валунов размеров до 600 мм.

В состав комплекса прибора ПКС-1-700 входят: загрузочный бункер с каретчатым питателем, ленточный подъемный конвейер, скрубберный агрегат, шлюзовой агрегат, доводочный шлюз, галечный стакер, насосная передвижная станция, трансформаторная подстанция.

Прибор оборудован скруббером, имеющим дезинтегрирующий набор в глухом ставе. Скруббер в состоянии принимать пески с валунами максимальным размером до 600 мм. Он оборудован системой грохотов, обеспечивающих получение трех разных по крупности фракций песков. В соответствии с этим он имеет один или несколько шлюзов.

В связи с повышением крупности песков ПКС-1-700 оборудован более производительным конвейером для подачи песков и стакером для уборки гальки. В случае использования отсадочной машины ОМТ-Ш-А-600 для извлечения самородков золота (вместо самородкоулавливающего шлюза) размер отверстий грохота увеличивается с 50 до 100 мм.

Прибор изготавливают в двух вариантах. Прибор 1-го варианта предназначен для промывки песков, в которых наряду с мелким золотом присутствует золото крупнее 10 мм; прибор 2-го варианта - для промывки песков с золотом мельче 10 мм.

Технология промывки песков на приборе ПКС-1-700 1-го варианта заключается в следующем. Пески подают бульдозером в бункер-питатель. Далее пески транспортируют конвейером. Производительность по пескам, загруженным на конвейер, регулирует оператор с помощью шиберной заслонки. С ленточного конвейера пески поступают в скруббер, где осуществляется их дезинтеграция и последующее грохочение на три фракции. Фракция песков мельче 20 мм обогащается на шлюзе мелкого наполнения, фракция крупнее 50 мм без обогащения выкладывается галечным стакером в отвал. Хвосты промывки песков удаляются самотеком в потоке пульпы.

Сполоск шлюзов осуществляется периодически, обычно один раз в сутки или чаще, в зависимости от свойств песков и содержания в них золота. При сполоске шлюза мелкого наполнения применяют доводочный шлюз.

Из концентратов доводочного и самородкоулавливающего шлюзов золото извлекают общепринятыми методами.

Технология промывки песков на приборе ПКС-1-700 2-го варианта отличается от описанной выше грохочением песков после их дезинтеграции на две фракции (мельче и крупнее 20 мм) и обогащением на шлюзе только фракции песков мельче 20 мм. Фракция крупнее 20 мм без обогащения выкладывается галечным стакером в отвал.

Таблица 31.

Техническая характеристика ПКС-1-700

Общая установленная мощность двигателей, кВт	114
Расход воды на промывочном приборе, л/с	60-90
Масса прибора (без подстанции), т	49,8
Вместимость бункера - питателя, м	1,4
Размеры разгрузочного окна, мм	800x550
Скорость движения ленты конвейера, м/с	1
Ширина ленты конвейера, мм	800
Производительность скрубберного комплекта, м <sup>3</sup> /ч	45
Число оборотов бочки в минуту	13
Скорость движения ленты стакера, м/с	1,5
Ширина ленты стакера, мм	800
Допустимая нагрузка на шлюз мелкого наполнения, м <sup>3</sup> /ч	29,5
Улавливающая площадь шлюза мелкого наполнения, м <sup>2</sup>	15
Улавливающая площадь шлюза глубокого наполнения, м <sup>2</sup>	5

### **39. ПКС-1-1200 Прибор Конвейерный Скрубберный**

**Магаданский механический завод** - Прибор Конвейерный Скрубберный - 60 м<sup>3</sup>/ч.

Скруббер промывочного прибора ПКС-1-1200 конструктивно аналогичен скрубберу промывочного прибора ПКС-1-700, но мощнее его. Крупная фракция песков размером -125 +20 мм обогащается на отсадочной машине ОМТПП-1-800. Хвосты отсадочной машины поступают на стакер и вместе с галькой укладываются в отвал. Подрешетный концентрат отсадочной машины промывается на специальных шлюзах. Крупные самородки (больше 10-15 мм) оседают на решетке машины в виде надрешетного концентрата, который периодически выпускается. Самородки из концентрата выбирают вручную.

Таблица 32.

## Техническая характеристика ПКС-1-1200

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	до 60
м <sup>3</sup> /сутки	до 1200
Расход воды, л/сек	120
Бункер, тип	ББК-П-м
масса, т	5,72
Конвейер тип	КППШ-П-800
ширина ленты, м	0,80
длина, м	108
масса, т	22,89
Скруббер тип	АСК-1200
размер перфорации, мм	20; 125
масса, т	15,20
Эфельные шлюзы, количество секций	4
ширина секции, м	0,72
рабочая длина секции, м	9,6
Самородкоулавливающие шлюзы, количество секций	1
ширина секции, м	0,80
рабочая длина секции, м	1,8
масса шлюзового комплекта, т	17,75
Галечный стакер, тип	СПЗ-800
ширина ленты, м	0,80
длина, м	44,0
масса, т	9,0
Общая масса прибора, т	69,5
Установочная мощность, кВт	113
Насосная станция, тип насоса	8НДВ
мощность электродвигателя, кВт	75

#### **40. СБПО-50, СБПО-75, СБПО-100 - Скруббер-Бутарный Прибор Отсадочный**

**ИРГИРЕДМЕТ** - Скруббер-Бутарный Прибор Отсадочный - 50, 75, 100 м<sup>3</sup>/ч

Приборы СБПО предназначены для промывки легко- и среднепромывистых песков с мелким и средним по крупности золотом в условиях высокой стоимости электроэнергии.

Приборы отличаются:

- Низким энергопотреблением
- Легкой модульной конструкцией
- Высоким извлечением мелкого золота

Особенно эффективны приборы СБПО в условиях высокой стоимости электроэнергии при работе на удаленных участках с энергообеспечением от ДЭС.

Это определяется тем, что для обогащения песков с использованием скруббер-бутары и отсадочных машин требуется в несколько раз меньше воды, чем при промывке на гидровашгерде и шлюзе. Поэтому для работы СБПО не нужны насосные установки, потребляющие большое количество солянки (тонну в сутки для насоса 1Д1250/63 с двигателем ЯМЗ-240). Для работы СБПО достаточно небольшой ДЭС. За сезон экономится 50-100 тонн дизельного топлива. Кроме того, уменьшаются расходы на его доставку, нужны меньшие емкости для его хранения.



Прибор имеет модульную конструкцию. Основные модули: скруббер-бутара ТСА, одна или две отсадочные машины МОД-ЗМ1, перечистная отсадочная машина МОД-1М1, концентрационный стол СКО-2. Модули соединены гибкими легкоразъемными трубопроводами.

Подача песков в бункер скруббер-бутары производится экскаватором или погрузчиком. При этом высвобождается бульдозер, используемый на подаче песков. Кроме того, экскаватор при подаче песков потребляет 5-6 л солянки в час, т.е. в несколько раз меньше бульдозера. Бульдозерная подача песков, в принципе, также возможна.

Дезинтеграция песков в СБПО производится в скруббер-бутаре облегченного типа (ТСА). Она имеет массу 9-15 т, смонтирована на санях и легко перемещается. Обогащение песков осуществляется на двух отсадочных машинах - основной и перечистой. Отсадочные машины обеспечивают высокое извлечение мелкого золота и потребляют меньше воды по сравнению со шлюзами. Отсадочные машины установлены на санях отдельными модулями и перемещаются вслед за скруббер-бутарой.

Модульная конструкция в комплексе с легко монтируемыми водоводами позволяет быстро перемещать все оборудование. Поэтому его можно устанавливать на минимальном расстоянии от забоя и за счет этого снизить затраты на транспортировку песков и разваловку эфелей. Это дополнительно снижает затраты на 10-30%.

Таблица 33.

## Основные технические характеристики приборов типа СБПО

Характеристики	СБПО-50	СБПО-75	СБПО-100
Производительность для среднепромысловых песков, м <sup>3</sup> /час	50	75	100
Допустимый размер валунов, мм	300	400	400
Расход технологической воды, м <sup>3</sup> /ч	200	300	400
Диаметр бочки, м	1,3	1,9	2,1
Масса модулей (на санях), т:			
- скруббер-бутара ТСА	9,0	13,0	15,0
- отсадочная машина МОД-3М1	3,5	3,5	2х3,5
- отсадочная машина МОД-1М1	1,5	1,5	1,5
- концентрационный стол СКО-2	0,8	0,8	0,8
Общая масса прибора, т	16,0	19,8	26,0
Мощность электродвигателей, кВт*	50	65	85
Извлечение золота, % более 1 мм	99-100		
-1 +0,5	97-98		
-0,5 +0,25	90-97		
-0,25 +0,125	72-82		
-0,125	55-62		

\*Включая насосное и обогащательное оборудование.

Таблица 34.

## Пример полной комплектации приборов СБПО

№	Название	Тип прибора		
		СБПО-50	СБПО-75	СБПО-100
1	Дизельэлектрическая станция	ДЭС-60	ДЭС-75	ДЭС-100
2	Электронасосная установка	20 кВт	30 кВт	40 кВт
3	Скруббер-бутара с загрузочным бункером	ТСА-50	ТСА-75	ТСА-100
4	Отсадочная машина МОДЗ	Одна	1-2**	2
5	Отсадочная машина МОД1	1	1	1
6	Насос песковый (5-10 кВт)	5 кВт	5 кВт	10 кВт
7	Гидроциклон	1	1	1
8	Концентрационный стол СКО-2	1	1	1
9	Концентрационный стол СКО-0.5*	1	1	1

\*Нужен для доводки концентратов, если нет ШОУ

\*\*Необходимость одной или двух отсадочных машин уточняется по гранулометрии песков.

Промывочные приборы СБПО комплектуются по согласованию с Заказчиком

и с учетом гранулометрических характеристик золота и песков. Полная комплектация прибора включает обогатительное и вспомогательное оборудование (табл.34). Если у Заказчика какое-то оборудование уже имеется, оно не поставляется.

Срок изготовления промывочного прибора СБПО - 2-4 месяца. Прибор отгружается железнодорожным транспортом, возможна его перевозка на автомобиле типа КАМАЗ. Комплектация прибора, его компоновка, условия оплаты, стоимость оборудования и срок изготовления уточняются при подготовке договора.

Возможно участие Иргиредмета в монтаже и запуске оборудования, техническое сопровождение в процессе эксплуатации.

#### ***41. СБШИ-50 и СБШИ-100 - Скрубберно-Бочечные Шлюзовые приборы Иргиредмета***

**ИРГИРЕДМЕТ** - скрубберно-бочечные промывочные приборы - 50, 100 м<sup>3</sup>/ч

Технология разработана для хорошо, среднепромывистых и труднопромывистых песков с относительно небольшой (не более 20%) массовой долей мелкого (-0,25 мм) и особо мелкого (-0,1 мм) золота. Предусматривает на первой стадии обогащение на шлюзах глубокого наполнения с последующей классификацией их хвостов по крупности и обогащение мелкозернистой фракции на шлюзах мелкого наполнения или на шлюзах с непрерывной разгрузкой концентрата или на шлюзах с подвесными трафаретами, не требующих применения ковриков и обеспечивающих возможность регулирования выхода шлюзового концентрата (усовершенствованная шлюзовая схема). При этом потери золота, особенно мелкого, снижаются в 1,5-2 раза по сравнению с типовой шлюзовой технологией. Технология реализована скрубберно-бочечных промывочных приборах СБШИ-50 и СБШИ-100. В случае, если массовая доля мелкого золота в песках более 20%, вторая стадия обогащения может осуществляться на отсадочных машинах.





Промприбор  
СБШИ-100 в составе  
шлюзов глубокого и  
мелкого наполнения и  
шлиходоводочной  
установки ШДУ-2



Промприбор  
СБШИ-100 в  
составе  
гидрогрохота,  
шлюзов глубокого и  
мелкого  
наполнения, шлюза  
с подвесными  
трафаретами и  
шлиходоводочной  
установки ШДУ-2

## **42. ТОК 200 ТК - Транспортно-Обогатительный Комплекс**

**ИЗТМ** - Транспортно-Обогатительный Комплекс - 200 м<sup>3</sup>/ч.

Транспортно-обогатительный комплекс предназначен для промывки и обогащения песков, а также складирования пустой породы при разработке россыпных месторождений золота преимущественно крупных и средних классов - с обогащением на шлюзах; мелкого золота - с обогащением на отсадочных машинах. Комплекс применяется при разработке месторождений с большими запасами песков (300-400 тыс. м<sup>3</sup> и более).

Комплекс может поставляться в различных вариантах, отдельными составными узлами, а также несколькими составными узлами в любом сочетании.

Таблица 35.

## Техническая характеристика ТОК-200 ТК

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	200
Расход технологической воды, м <sup>3</sup> /ч	до 1800
Максимальный размер валунов, поступающих на стол питателя, мм	450
Обогащение	на шлюзах или отсадочных машинах
Общая установленная мощность электродвигателя, кВт	563
Масса комплекса, т	
с обогащением на шлюзах	195
с обогащением на отсадочных машинах	215

Состав комплекса: 1. Бункер - питателя, 2. Кабина, 3. Скруббер (дражная бочка), 4. Привод скруббера, 5. Постамент скрубберной установки (постамент бочки с распределителем), 6. Установка шлюзов и доводки (для шлюзового варианта), 7. Установка шлюзов и доводки (для отсадочного варианта), 8. Установка насосная, 9. Отвалообразователь, 10. металлоконструкции, 11. Электрооборудование

**43. УОД-2.1 - Установка Обогащительная Добычная**

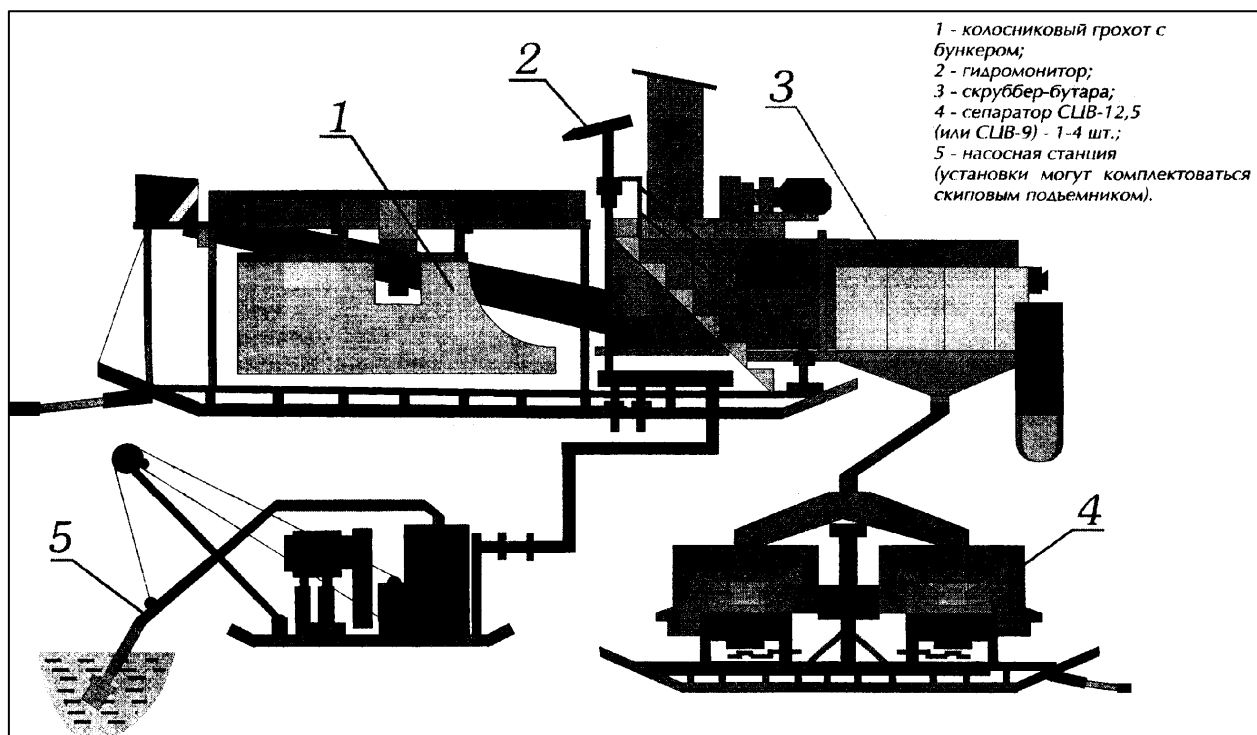
**ТГЗК** - Установка Обогащительная Добычная - 40 м<sup>3</sup>/ч.

Установка предназначена для промывки золото (платина) - содержащих проб легко- и среднепромывистых песков с производительностью, определяемой производительностью по продуктивному классу, установленных на ней сепараторов. В состав входит колосниковый грохот; гидромонитор; скруббер-бутара; сепаратор СЦВ-12,5 (или СЦВ-9) - 1-4 шт.; насосная станция. Исполнение агрегатов модульное.

Таблица 36.

## Технические характеристики УОД-2.1

Производительность по твердому (класс -25 мм) при двух сепараторах СЦВ - 12,5, не более, м <sup>3</sup> /ч	40
Крупность питания, не более, мм	400
Объем потребляемой воды, м <sup>3</sup> /ч (средний)	100
Объем концентрата, л (средний)	6
Установленная мощность, кВт	60
Масса, т	16



УОД-2.1

#### 44. УОКВ-4.1 - Установка обогатительная

ТулНИГП - Установка обогатительная - 40-50 м<sup>3</sup>/ч

Установка обогатительная предназначена для получения концентрата при отработке россыпных месторождений благородных металлов с механизацией основных процессов. Установка может использоваться непосредственно на объектах добычи, перемещаясь по мере отработки полигона или в стационарных условиях с доставкой песков. Конструктивно установка выполнена для отработки как легко-, так и труднопромывистых песков.

Установка относится к гравитационным обогатительным аппаратам, принципом действия которых является механическая дезинтеграция и классификация (грохочение) в водной среде и обогащение дезинтегрированного материала (пульпы) в вибрационных и центробежных полях.

Таблица 37. Техническая характеристика УОКВ-4.1

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	40-50
Крупность исходного материала (питания), мм	300
Время работы до съема концентрата, ч	
с центробежных сепараторов	2
с виброконцентраторов	8
Извлечение свободного золота по классам крупности, %	
-1 +0,5 мм	94-100
-0,5 +0,25 мм	93-98

-0,25 +0,1 мм	70-90
-0,1 +0,05 мм	60-80
Выход концентрата при разовом съеме, л	
с центробежного сепаратора	0,4- 2,0
с виброконцентратора	70-90
Общий расход воды, м <sup>3</sup> /ч	250
Установленная мощность, кВт	67,4
Габаритные размеры, мм (LxВxН)	20000 x 5200 x 5600
Масса, т	42,5



#### **45. УОМП - Установка для Обработки Малообъемных Проб**

##### **Иргиредмет**

Установка УОМП позволяет качественно обрабатывать малообъемные пробы (от 0,01 м<sup>3</sup>), может использоваться для обработки среднеобъемных проб (0,04-0,1 м<sup>3</sup>) с загрузкой обрабатываемого материала частями, а также для переработки хвостов ШОУ и ШОФ.

В настоящее время 7 установок работают на предприятиях России (ГДК «Алдголд», «Корякгеолдобыча», «Запсибгеология» и др.), а также в Монголии.

УОМП включает грохот-дезинтегратор, обогатительное оборудование (концентрационный стол, центробежный концентратор) и вспомогательное оборудование (насос для подачи воды, песковый насос, гидроциклоны, трубопроводы, баки для концентратов, хвостовых продуктов и технологической воды).

Грохот-дезинтегратор (см. фото) представляет собой круглую перфорированную емкость, частично погруженную в воду. Пробу в него загружают вручную (так как объем небольшой) из мешка, ведра и т.п. Грохот вращается электродвигателем, материал пробы перекачивается в нем и обмывается водой.

Степень дезинтеграции материала контролируется визуально, так как весь



процесс легко наблюдать через постоянно открытое загрузочное отверстие. Фракция минус 3 мм (перфорация возможна до 6 мм) через грохот опускается в поддон с водой. Фракция +3 мм остается внутри грохота. После полной дезинтеграции пробы грохот опрокидывают рукояткой, и чистая галя высыпается из него на плоский грохот для визуального контроля на крупное золото.

Мелкий материал из поддона высасывается вместе с водой Песковым насосом и через гидроциклон, в котором производится частичное обезвоживание, подается на обогащение. Слив с гидроциклона поступает на контрольное обогащение во второй гидроциклон с ламиномотором. Применение последовательно двух гидроциклонов обеспечивает максимальное извлечение мелкого и пластинчатого золота в гравииоконцентрат. Использование двух гидроциклонов обеспечивает также качественную очистку воды, что позволяет многократно использовать ее в технологическом цикле.

Обогатительное оборудование в УОМП устанавливается по согласованию с заказчиком. Это может быть концентрационный стол СКО-0,5 или 30-КЦ, центробежный концентратор «Итомак-0.1», «Кнелсон-3.5» или «ЦКП-02».

Все оборудование УОМП размещают в передвижном помещении на санях. В этом же помещении располагаются емкости для оборотной воды, концентраторов и хвостовых продуктов, печь для отопления и сушки шлихов, стол геолога (см. схему). В помещении предусмотрено электрическое освещение.



Схема размещения основного оборудования УОМП в помещении

1 - бочка-грохот; 2 - электропривод бочки-грохота; 3 - приемный бункер объемом 80 л; 4 - песковый насос; 5 - плоский грохот; 6 - приемный лоток для подачи материала; 7 - бак-отстойник; 8 - концентрационный стол; 9 - печь для обогрева; 10 - промывочная емкость; 11 - стол; 12 - стул; 13 - центробежный концентратор

### Техническая характеристика УОМП

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	0,25
Объем загружаемой пробы, м <sup>3</sup>	0,01-0,03
Крупность питания, мм	до 150
Перфорация грохота, мм (по заказу)	3-6
Установочная мощность электродвигателей, кВт	4,0

Особенно эффективно применение УОМП при обработке глинистых проб с мелким золотом. Например, установка применялась при оценке запасов золота хвостохранилища береговой обогатительной фабрики (БОФ) для обработки проб ударно-канатного бурения. Доля золота мельче 0,25 мм составляла около 60%, в том числе золота мельче 0,125 мм - около 30%, а содержание глины достигало 70-80%. Время обработки одной пробы с получением шлихового золота составляло 10~15 минут. В среднем в смену обрабатывали 24 пробы. Извлечение золота составило 96-97%, при этом золото крупностью менее 0,125 мм извлекалось на уровне 85-90%.

УОМП может быть также смонтирована в помещении заказчика, а для летней работы - в открытом варианте под навесом.

#### **46. УОРЗ-30 - Установка Обогаительная для Россыпей Золота**

**ТулНИГП** - Установка Обогаительная для Россыпей Золота - 30 м<sup>3</sup>/ч.

Обогаительная установка предназначена для получения концентрата при отработке россыпных месторождений благородных металлов с механизацией основных процессов. Установка может использоваться непосредственно на объекте добычи, перемещаясь по мере отработки полигона или в стационарных условиях с доставкой песков.



УОРЗ-30

Конструктивно установка выполнена для обработки как легкопромывистых, так и труднопромывистых песков.

Установка относится к гравитационным обогатительным аппаратам, принципом действия которых является механическая дезинтеграция и классификация (грохочение) в водной среде и обогащение дезинтегрированного материала (пульпы) в вибрационном и центробежных полях.

Таблица 38.

Техническая характеристика УОРЗ-30

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	30-40
Крупность исходного материала (питания), мм	200
Время работы до съема концентратора, ч	
с центробежных сепараторов	2
с виброконцентраторов	8
Извлечение свободного золота по классам крупности, %	
-1 +0,5 мм	94-100
-0,5 +0,25 мм	93 -98
-0,25 + 0,1 мм	70-90
-0,1 +0,05 мм	60-80
Выход концентрата при разовом съеме, л	
с центробежного сепаратора	0,4-2,0
с лотка	70-90
Общий расход воды, м <sup>3</sup> /ч	200
Установленная мощность, кВт	25,9
Габаритные размеры, мм (LxВxH)	12400x6500x5700
Масса, кг	25000

#### **47. УПП-800 - Установка Пульпообразования Поточная**

**ИЗТМ** - Установка Пульпообразования Поточная - 200 м<sup>3</sup>/ч

Установка пульпообразования, поточного отделения и уборки валунно-галечных пород УПП-800 предназначена для высокоэффективной разработки валунистых и сильно-валунистых россыпей взамен гидровашгердов в технологической в схеме гидромониторного размыва пород. Она обеспечивает качественную высокопроизводительную подготовку пульпы с фракциями песков минус 40-80 мм.

Более крупный материал направляется в промежуточный галечный отвал без использования для этих целей напорной струи гидромонитора. При этом содержание в исходных песках надрешетных фракций, отделяемых на УПП-800, допускается до 50%. Максимальный размер валунов - 800 мм.

По сравнению с гидровашгердом производительность пульпообразования с применением УПП-800 при разработке валунистых запасов увеличивается в 2-4 раза.

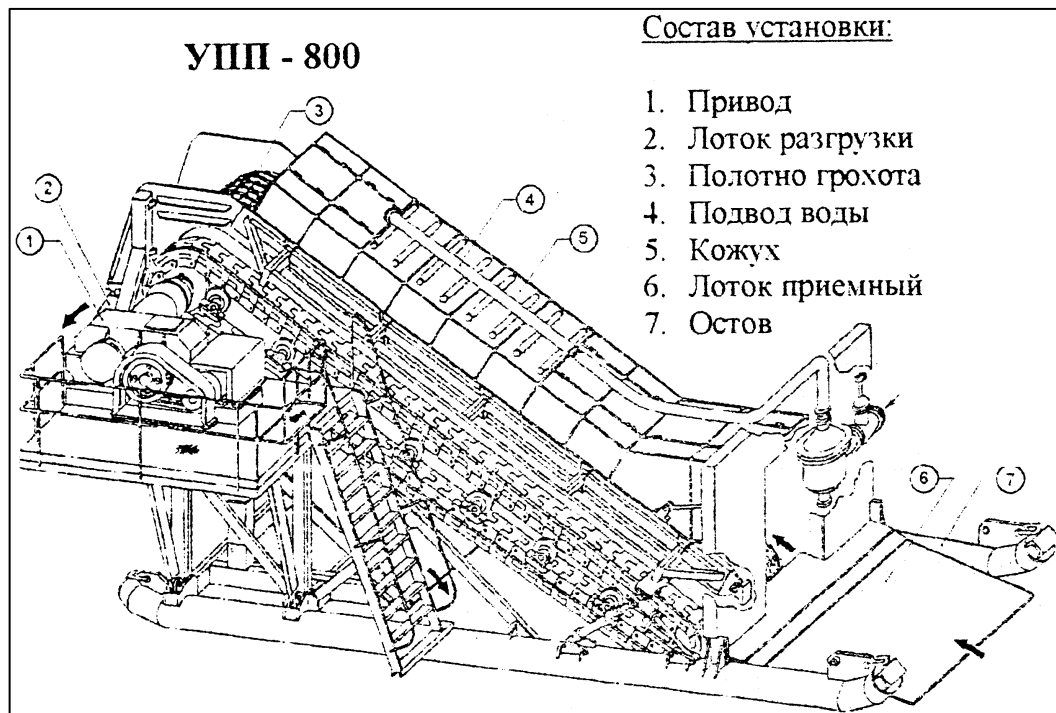


Таблица 39.

Техническая характеристика УПП-800

Производительность по твердому, м <sup>3</sup> /ч	до 200
Тяговый орган	гусеничная цепь трактора Т-130
Шаг цепи, мм	203
Скорость движения цепи, м/с	0,35
Угол наклона грохота, град	31
Размеры сеющих отверстий грохота, мм	32 x 95, 32 x 140
Подвод воды для орошения:	
диаметр, мм	200
давление, Мпа	0,2....0,4
Частота вращения приводного вала грохота, об/мин	7,96
Электродвигатель	
тип	4AP180M6
мощность, кВт	18,5
частота вращения, об/мин	970
Редуктор: тип	Щ2У-400
передаточное число	49,13
Передаточное число клиноременной передачи	2,49
Гидроцилиндры подъема рамы:	
диаметр плунжера, мм	70
ход штока, мм	460
давление в гидросистеме, Мпа	20
Масса в транспортировочном состоянии, кг	24450



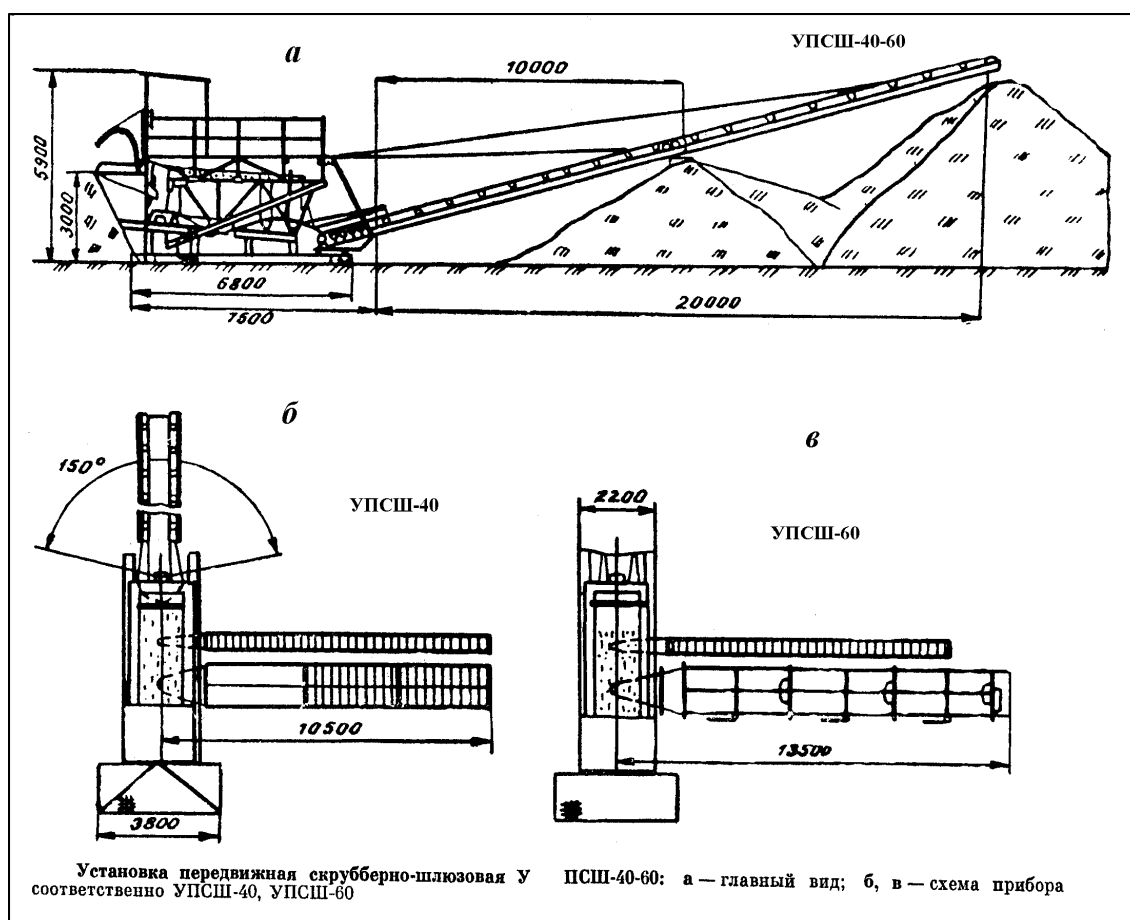
#### 48. УПСШ-40-60 - Установка Передвижная Скрубберно-Шлюзовая

Марчekanский экспериментальный завод - Установка Передвижная Скрубберно-Шлюзовая - 40-60 м<sup>3</sup>/ч.

Промывочный прибор УПСШ представляет собой единый агрегат, на полозьях которого установлены: загрузочный бункер, скрубберная бочка, отвалообразователь, шлюзы мелкого и глубокого наполнения.

Высота промывочного прибора до загрузочного бункера 3,2 м, что позволяет проводить загрузку песков как бульдозером, так и колесным погрузчиком (без дополнительной подсыпки). Весь промывочный прибор смонтирован на двух полозьях шириной 300 мм и длиной 6,8 м. Клиренс прибора составляет 300 мм. Ширина прибора (2,2 м) позволяет перевозить его по частям на грузовом транспорте. При перемещении по карьору (полигону) снимают только звенья отвалообразователя и линейные секции шлюзов.

Отвалообразователь расположен на одном остове с бочкой и снабжен двумя 10-метровыми звеньями с лентой шириной 650 мм. Отвалообразователь вручную поворачивается на 150°, образуя концентрично-гребенчатый отвал объемом до 4,5 тыс. м<sup>3</sup>.



### ***Принцип работы***

Пески с полигона подаются бульдозером или автопогрузчиком в бункер грохота-дезинтегратора. Из бункера пески поступают в бочку грохота-дезинтегратора, где протекает процесс дезинтеграции и грохочения песков с выделением в эфелесборнике материала крупностью  $-20 +0$  и  $-50 +20$  мм.

Пески из эфелесборника поступают: фракция  $-20 +0$  мм - на шлюзы мелкого наполнения, а фракция  $-50 +20$  мм на шлюз глубокого наполнения ШГ-350, где происходит их обогащение.

Галя (фракция  $+50$  мм) из грохота-дезинтегратора поступает на отвалообразователь и далее в галечный отвал.

Грохот барабанного типа с фрикционным приводом мощностью 7,5 кВт обеспечивает 16 об/мин. Небольшой глухой став с дезинтеграторами переходит во внутренний грохот с перфорацией 50 мм. Концентричной с внутренним грохотом на расстоянии от него 250 мм расположен наружный грохот, оснащенный резиновой перфорацией с отверстиями 9 x 22 мм. Площадь грохочения внутреннего грохота - 9,1 м, наружного - 11,9 м.

Конструкция грохота позволяет эффективно переработать не менее 60 м<sup>3</sup>/час. Этому так же способствует ноу-хау - новая конструкция встречного орошения песков.

Прибор предназначен для промывки и обогащения легко- и среднепромывистых песков россыпных месторождений. По комплектации выпускают два типа.

Прибор первого типа снабжен шлюзом глубокого наполнения шириной 350 мм, длиной 9 м и двумя шлюзами мелкого наполнения шириной 700 мм, длиной 9 м каждый. Производительность 40 м<sup>3</sup>/час, съем концентрата производится вручную.

Отличие второго типа в том, что он помимо шлюза глубокого наполнения укомплектован двухъярусным шлюзом мелкого наполнения (4 x 600 мм) длиной 11 м, на котором предусмотрен механизированный подъем трафаретов.

Отвалообразователь расположен на остоле с бочкой и снабжен двумя 10-метровыми звеньями с лентой шириной 650 мм. Скорость ленты 1,5 м/с. Отвалообразователь вручную поворачивается на 150°, образуя концентрично-гребенчатый отвал объемом 4,5 тыс. м.

Сравнительная характеристика известного прибора ПБШ-40 (Магаданский завод) и УПСШ-60 показывает очевидные преимущества последнего. К преимуществам следует отнести и классическую схему установки бочки.

Отсутствие консольного грохота положительно сказывается на устойчивости работы привода, кроме того, равномерно загружены опорные катки и отпадает необходимость изготовления противовесов.

Прибор изготавливается по патентам РФ (авт. М.С. Зусманович)

*Таблица 40.*

Сравнительная характеристика бочечно-шлюзовых промывочных приборов.

<b>Характеристики</b>	<b>ПБШ-40</b>	<b>УПСШ-40-60</b>
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	40	60*
Энергоемкость (без насосной станции), кВт	37	12,5
Масса (без насосной станции), т	29,5	18
Высота дозагрузки бункера, м	4	3,2
Обогащаемая фракция, мм	-30	-20 - +20-50

\*По желанию комплектуются шлюзами на 40 м<sup>3</sup>/ч или 60 м<sup>3</sup>/ч

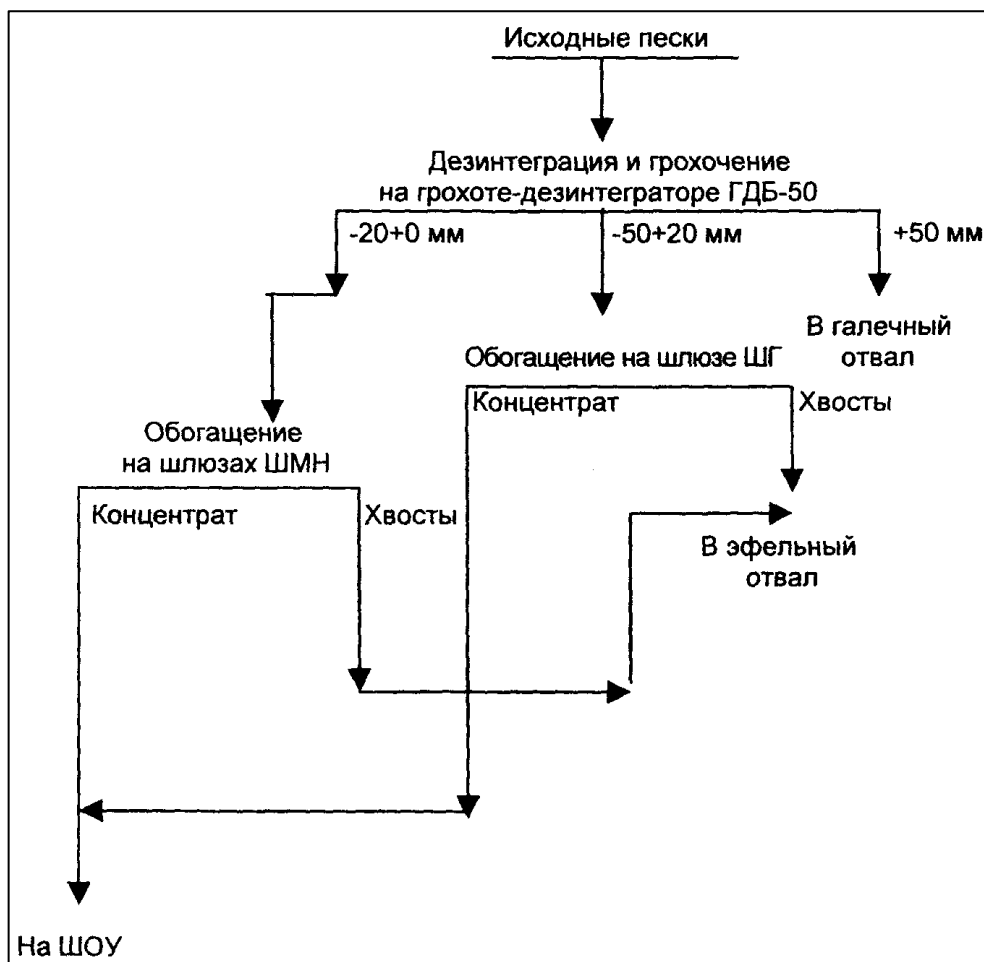
*Таблица 41.*

*Техническая характеристика приборов*

Показатель	УПСШ-40	УПСШ-60
Производительность, м³/ч	40	60
Максимальная крупность валунов, проходящих через бункер, мм	200	200
Частота вращения бочки, об./мин	16	16
Диаметр бочки, мм	1420	1420
Длина бочки, мм	4650	4650
Размеры перфорации, мм:		
внутренний	50	50
наружный	20	20
Мощность двигателя, кВт	7,5	7,5
Отвалообразователь		
Производительность, м³/ч	70	70
Ширина ленты, мм	650	650
Скорость ленты, м/с	1,6	1,6
Длина, м	20	20
Количество звеньев в комплекте, шт.	2	2
Мощность привода, кВт	5	5
Шлюзы		
Пропускная способность, м³/ч	33	50
Площадь улавливания, м²	15,75	29,55
Расход воды, м³/ч	400	580
Шлюз глубокого наполнения	ШГ-350	ШГ-350
Длина, м	9	9
Ширина, мм	350	350
Площадь улавливания, м²	3,15	3,15
Шлюз мелкого наполнения	ШМН-2х700	ШМН-4х600
Длина, м	9	11
Ширина, мм	700	600
Количество шлюзов, шт.	2	4
Расположение шлюзов	В один ярус	В два яруса
Площадь улавливания, м²	12,6	26,4
Масса прибора (без насосной станции), кг	16 500	18 000

Для транспортирования на дальние расстояния (железнодорожным или водным транспортом) конструкцией предусмотрена поставка прибора с минимальной разборкой на модули в двух 20-футовых контейнерах.

Технологическая схема работы прибора показана на рис. ниже:



#### **49. ФМВ-25 ТРН (АВСТРИЯ) - Промывочный прибор**

FMW. Промывочный прибор - 15 м<sup>3</sup>/ч

Этот вариант установки является промежуточным типоразмером между установками для изыскательских и эксплуатационных работ. Они широко применяются для исследовательских работ на месторождениях и, исходя из этого, они обеспечивают рентабельное извлечение самородного золота именно в районах с низкими накладными расходами и расходами по содержанию рабочего персонала.

Установка является передвижной, монтируется на двухосном прицепе. Загрузочный ленточный транспортер и бункер выполнены в виде отцепа, следующего за самой установкой.



ФМВ-25 ТРН

Установка поставляется готовой к работе и включает в себя генератор, запасные и быстроизнашивающиеся части и весь необходимый инструмент. Водяной насос с дизельным мотором также может передвигаться и для транспортировки может быть погружен на основные шасси.

Прежде чем перейти на более мощную установку, данная установка обогащения 25 ТРН фирмы ФМВ является идеальным первичным капиталовложением в месторождение самородного золота.

Таблица 42

Технические характеристики ФМВ-25 ТРН

Производительность (общая загрузка), т/ч	25
после сортировки на грохоте, т/ч	15
Максимальный размер отверстий грохота, мм	6
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	40
Установленная мощность (дизельный генератор), кВт	12
Водяной насос с дизельным мотором, кВт	19
Количество концентрата, дм <sup>3</sup>	8,5
Концентрация в течение 8 часов работы	1/8000
Масса, т	6,4
Транспортировка	контейнер 40 фут

#### НАИМЕНОВАНИЕ ПОЗИЦИЙ ПОСТАВКИ

1. ЗАГРУЗОЧНЫЙ БУНКЕР - 3 м<sup>3</sup>
2. ЗАГРУЗОЧНЫЙ ЛЕНТОЧНЫЙ ТРАНСПОРТЕР - Mgf 500 x 10 м, 2,2 кВт, с возможностью регулирования, рама выполнена как отцеп, следующий за установкой, включая прицепное устройство
3. ВИБРОГРОХОТ - 1,1 кВт, сетка футерована полиуретаном, в комплекте с

рамой, лотком для пульпы и надрешетного продукта, орошением

4. ЦЕНТРИФУГА С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ КС-20 - КНЕЛЬСОН 4 кВт, насадка 20", полиуретан

5. ОСНОВНАЯ РАМА в комплекте с защитой для генератора

6. ГЕНЕРАТОР - 11,5 кВт, с дизельным мотором 12 кВт

7. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА в комплекте с распределительным шкафом и кабельной разводкой

8. НАСОСНАЯ УСТАНОВКА - 3" водяной насос, самовсасывающий,  $Q=40$  м<sup>3</sup>/ч,  $H=60$  м пригоден для грязной воды, с дизельным мотором 19 кВт, с возможностью перемещения, ходовой механизм имеет бак емкостью 115 л, в комплекте с всасывающим трубопроводом длиной 6 м и диаметром 3", включая всасывающую сетку и напорный трубопровод длиной 100 м, при необходимости быстродействующий затвор.

9. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

комплект запасных и быстроизнашивающихся деталей, лебедки, подъемные устройства, трубопровод пульпы.

### ***50. ФМВ-200 ТРН (АВСТРИЯ) - Промывочный прибор***

FMW. Промывочный прибор - 125 м<sup>3</sup>/ч

Этот типоразмер установки рассчитан на суточный режим работы и предназначен, тем самым, на суточную производительность 4800 т для применения на больших месторождениях.



ФМВ-200 ТРН

Контейнерно-модульный принцип благодаря отсутствию зданий и

фундаментов обеспечивает максимальную гибкость и мобильность установки при ее передислокации.

Наряду с извлечением тяжелой фракции, добывается 3 сортности промытого песка и щебня, которые посредством поворотно-ленточных конвейеров могут отгружаться в отвалы.

В зависимости от месторождения, установки поставляются со всеми необходимыми вспомогательными агрегатами. Контейнеры для генератора, техобслуживания и запчастей обеспечивают полную независимость от местной инфраструктуры. Водяной насос, а также насос для перекачки пульпы также могут быть применены для циркуляции воды. Обоганительные установки фирмы ФМВ типа 200 ТРН могут быть прибыльно использованы также и при небольшом содержании благородных металлов в породе. Наш технический персонал всегда находится в Вашем распоряжении.

Таблица 43

Технические характеристики ФМВ-25ТРН

Производительность (общая загрузка), т/ч	200
после сортировки на грохоте, т/ч	120
Максимальный размер отверстий грохота, мм	6
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	320
Установленная мощность (дизельный генератор), кВт	270
Количество концентрата, дм <sup>3</sup> за 2 ч	17
Концентрация в течение 8 часов работы	1/8000
Масса, т	78
Транспортировка	2 контейнера 40 фут 4 контейнера по 20 фут

#### ПЕРЕЧЕНЬ ПОЗИЦИЙ ПОСТАВКИ:

1. Загрузочный бункер 30 т, включая решетку (грохот).
2. Разгрузочный конвейер бункера, пластинчатый конвейер 1200 x 8 м, 11 кВт, плавное регулирование.
3. Загрузочный транспортер грохота, лотковый ленточный транспортер 650 x 30 м, 7,5 кВт.
4. Виброгрохот, 2 x 5 м, 2 решетки (сита), полиуретановая футеровка, 15 кВт, включая собирающие лотки для мелкозернистой пульпы и обеих надрешетных фракций.
5. Лотковый ленточный транспортер надрешетного продукта, 500 x 12 м, поворотный, 2,2 кВт.
6. Лотковый ленточный транспортер фракции средней крупности 500 x 12 м,



2,2 кВт, поворотный.

7. Распределитель с мешалкой для 5 однородных потоков пульпы, 15 кВт. плавное регулирование.

8. Контейнер центрифуги, 2 контейнера по 20 фут с установленными 5-ю центрифугами с пористым днищем «Кнелсон», тип КС-30, полиуретановая футеровка, 37,5 кВт.

9. Осаждение песка, шнековый классификатор установлен с подъемом, 5,5 кВт, классификатор песка в виде шнека, около 0,07 мм.

10. Конвейер для транспортировки песка, лотковый, 500х12 м, поворотный.

11. Насос для перекачки пульпы, зумпф насоса с регулировкой уровня, насос для подачи пульпы 10 дюймов с износостойкой футеровкой, 60 кВт, плавная регулировка.

12. Подмости (леса) для обогатительной башни, на 1-рельсах, с обходом площадок 1-3.

13. Насосная установка в комплекте с всасывающим фильтром и насосом свежей воды, 10", 90 кВт, установлена на понтоне.

14. Контейнер для генератора, контейнер 20 фут, дизельный генератор 270 кВт.

15. Контейнер для техобслуживания и запчастей: 1 контейнер, 20 фут, с комплектом быстроизнашивающихся и запчастей, 1 контейнер, 40 фут, с комплектом инструмента и монтажного материала.

16. Принадлежности:

электрическая установка в комплекте со всеми распределительными шкафами и кабельной разводкой, шланги и трубопроводы, включая все фитинги и арматуру для снабжения свежей водой и перекачки пульпы.

## ***51. ЭТ-1А - Проходческий комплекс для разведки и отработки россыпей***

**ЦГИ ПРОГНОЗ** - Проходческий комплекс для разведки и отработки россыпей - 15 м<sup>3</sup>/ч.

Проходческий комплекс "ЭТ-1А" предназначен для геологической разведки, опытно-эксплуатационных работ и отработки небольших россыпных месторождений золота в сложных горногеологических условиях.

Комплекс включает полный набор горного и обогатительного оборудования, смонтированного на базе высокопроходимого и маневренного гусеничного

трактора ТТ-4 (ТТ-4М). Это позволяет оперативно добраться до самого удаленного участка, провести крупнообъемное опробование, провести проходческие и добычные работы с наибольшей производительностью и наименьшими затратами.

Комплекс может быть снабжен передним отвалом для планирования площадки и ликвидации горных выработок.

Особенно полезен ЭТ-1А для опробования техногенных отвалов, характеризующихся низким содержанием золота, что требует проведения крупнообъемного опробования.

Таблица 44

## Техническая характеристика ЭТ-1А

Производительность комплекса по промывке песков (в зависимости от промывистости), м <sup>3</sup> /ч	до 15
Масса установки (в зависимости от комплектации), т	14-17
<b>Экскаватор гидравлический</b>	
емкость ковша, м <sup>3</sup>	0,25
глубина черпания, м	до 4
поворот стрелы, градус	240
скруббер-дезинтегратор с загрузочным бункером (ЭТ-1А)	
перфорация бочки, мм	от 10 до 30
привод гидравлический, число оборотов в минуту	от 1 до 50
<b>Шлюз мелкого наполнения с комбинированными трафаретами</b>	
выставление в рабочее положение гидроцилиндрами	
длина, м	4-4,5
<b>Насос водяной (ЭТ-1)</b>	
производительность, м <sup>3</sup>	160
высота подъема воды, м	до 50



**52. ЮКОН (США) - Фабрики с промывкой на грохотах  
GOLDFIELD (поставщик СЕТКО)**

Фабрики с промывкой на грохотах серии Юкон моделей 50, 75, 100, 150, 200 и 250 производительностью от 30 до 170 м<sup>3</sup>/ч, спроектированы для обеспечения тщательной промывки и высокого извлечения аллювиального золота и алмазов. Мокрый виброколосниковый питатель, самородкоуловитель, двухдечный виброгрохот и системы извлечения согласованы и отрегулированы для обеспечения максимального извлечения золота и алмазов. Система извлечения может быть дополнена отсадочными машинами и центробежными концентраторами Голдфилд.



Фабрика серии ЮКОН

Фабрики серии ЮКОН прекрасно работают на различных типах россыпей. При значительном содержании органики или глины рекомендуются скрубберные промывочные фабрики серии Аляска.

Таблица 45

Спецификация приборов типа Юкон

Параметры	Модель					
	50	75	100	150	200	250
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	30-45	45-70	60-90	95-135	135- 170	170-210
Длина, м	7,62	8,84	10,97	14,02	15,24	16,46
Ширина, м	2,13	2,44	2,44	2,74	2,74	2,74
Высота загрузки питания, м	3,96	4,57	5,18	5,79	6,10	6,40
Масса, кг	5450	8200	10900	13600	17250	21800
Размеры стакера, м	0,46 x 9,1	0,46 x 9,1	0,61 x 9,1	0,61 x 12,2	0,76 x 12,2	0,76 x 12,2
Размер шлюза, м	2-0,76 x 3,0	3-0,76 x 3,0	4-0,76 x 3,0	5-0,76 x 3,0	5-0,91 x 3,0	6-0,96 x 3,0

Преимущества обработки россыпей фабриками серии ЮКОН:

- вместительный виброколосниковый питатель минимизирует продольный

снос материала;

- высокоинтенсивная система оросителей эффективно промывает пески и валуны;

- колосники из марганцовистой стали обеспечивают долговечность. Конусная форма исключает застревание материала;

- самородкоуловитель извлекает свободное золото перед тем, как оно попадает на двухдечный виброгрохот. Во многих случаях 40-60% от общего количества золота улавливается подвесным быстросъемным самородкоуловителем.

Фабрики с промывкой на грохотах экономичны. На многих россыпных месторождениях они работают также хорошо, как и более дорогие скрубберные установки.

### ***53. Прочие промывочные приборы. Фотообзор***

**Таджикистан, 2013, Момандиён, промприбор ПВШ-20 "Куприяныч"**



**Зимбабве, 2012, Мутаре , промприбор ГРУ-880/40**





Киргизия, 2011, Акташ (Чаткал), ГРР, бутары ручные, одно- и двухоборотные









## 54. АДРЕСА ПРЕДПРИЯТИЙ

1.	American Goldland	P.O.Box 9, Finley, California, 95435, USA Phone (707) 263-82-57, F-263-1110
2.	FMW - Forderanlagen und Maschinenbau AG Wien	A1050Wien, St.-Johann-Gasse 1-5, tel.(0222) 544-83-45 A-3062 Kirchstetten 100, tel.(02743) 82-45
3.	Mineral Deposits Ltd	81 Ashmore Road, Bundall, Queensland, 4217 Postal Adress: P.O.Box 5044, Gold Coast Mail Centre, Queensland, Australia Tel. (075) 39-90-55, Fax 39-98-63
4.	Бурея-Кран, ОАО	676720, Амурская обл., п. Новобурейский, ул. Советская, 57, т.ф. (41634) 21-234, 21-295
5.	ВНИИ-1	658024, г. Магадан, ул. Гагарина, 12 тел. 2-57-39, 5-35-68
6.	Говерла СИНПП	Украина, 79058, г. Львов, а/я 6856 т.ф.(0322) 52-38-64
7.	Дельта, ГРК	664017, г. Иркутск, м-район Радужный, д. 34 "а" т.ф. 51-42-89, 51-42-88 <a href="mailto:grk@irk.ru">grk@irk.ru</a>
8.	ИГД ДВО РАН (Институт горного дела)	680000, г. Хабаровск, ул.Тургенева, 51 т.ф. (4212) 32-79-27
9.	ИЗТМ, ОАО (Иркутский завод тяжелого машиностроения)	664007, г. Иркутск, ул. Октябрьской революции, 1 тел. 28-13-01, 28-11-69 ф. 28-10-28

10.	ИРГИРЕДМЕТ, ОАО	664000, г. Иркутск, Бульвар Гагарина, 38 тел. 33-31-52 (приемная) 33-08-49 (РМО) факс (3952) 33-08-33 (для РМО) e-mail: <a href="mailto:dir@irg.irkutsk.ru">dir@irg.irkutsk.ru</a> или <a href="mailto:tvс@irgiredmet.ru">tvс@irgiredmet.ru</a>
11.	Магаданский механический завод, ОАО	685000, г. Магадан, ул. Пушкина, 16 тел. (41322) 2-49-64, ф.2-49-39, 3-14-92
12.	Марчеханский экспериментальный завод	г. Магадан, пос. Марчехан
13.	НОРДСТРОЙ	188691, Ленинградская обл., г. Шлиссельбург, Красный тракт, 25 т.ф. (812-62)74-094
14.	СЕТКО	107078 Москва, ул. Новая Басманная, д. 12, стр. 24. тел. (095) 267-26-72, 267-2507, 267-5485, 267-6875 Факс: (095) 267-7090 e-mail: <a href="mailto:mining@cetco.ru">mining@cetco.ru</a>
15.	ТГЗК (Тульская горнозаводская компания)	г. Тула
16.	ТулНИГП, ГП	300026 г. Тула, ул. Скуратовская, 98 тел. (0872) 22-87-00 ф. 24-88-28



## **РАЗДЕЛ VII. СПОЛОСК ШЛЮЗОВ**

### **I. СПОЛОСК ШЛЮЗОВ ПРОМЫВОЧНЫХ УСТАНОВОК**

Сполоск шлюзов промывочных установок производится в соответствии со стандартом предприятия СТП 43-34-11-83 «Сполоск шлюзов промывочных приборов».

В связи с совершенствованием конструкций промывочных приборов и вводом в эксплуатацию новых промывочных приборов после утверждения указанного стандарта в данный раздел введены некоторые изменения и дополнения.

#### ***1. Общие положения***

1.1. Регулярный и качественный сполоск шлюзов является одним из основных условий эффективного обогащения золотосодержащих песков на промывочных приборах.

1.2. Объем промывки песков между сполосками шлюзов на каждом промывочном приборе не должен превышать его технической суточной производительности.

1.3. Необходимость учащения сполоска устанавливается обогатительной службой исходя из содержания золота и шлихового комплекса в песках, степени их промывистости и оформляется распоряжением технического руководителя предприятия.

1.4. При каждом сполоске съем концентрата должен производиться на всех шлюзах промывочного прибора и по всей длине каждого шлюза.

1.5. Каждый промывочный прибор до приема его в работу должен быть оборудован устройствами для сполоска шлюзов, соответствующими принятому способу и подъездными путями к концентратопроводу или доводочному шлюзу для автошлиховоза или контейнеровоза.

1.6. К сполоску могут быть допущены только лица, прошедшие специальное обучение по технологии съема и доводки концентратов на промывочных приборах разного типа и сдавшие экзамен по профессии.

1.7. Сполоск шлюзов промывочных приборов должен производиться сполосчиками в присутствии горного мастера или мастера по сполоску и стрелка военизированной охраны.

1.8. По окончании сполоска комиссия в составе горного мастера или мастера по сполоску, сполосчика и стрелка военизированной охраны должна составить акт

установленной формы о съеме золотосодержащего концентрата.

1.9. Для подачи воды в период сполоска должен быть установлен насос, обеспечивающий при самотечном транспортировании концентрата в автошлиховоз или на доводочный шлюз расход воды не менее 20 л/с и остаточное давление на головной части шлюза не менее 10 м вод. ст., а при транспортировании концентратососом (струйным насосом) - расход воды не менее 30 л/с и остаточное давление на насадке концентратососа не менее 30 м вод. ст.

## **2. Способы сполоска шлюзов промывочных приборов**

2.1. Устанавливаются два способа сполоска шлюзов:

- с применением доводочного шлюза;
- с применением автошлиховоза.

2.2. Первый способ сполоска должен предусматривать сокращение концентрата головной части шлюзов промывочного прибора методом пробуторивания и обогащение отходов его пробуторки и концентрата хвостовой части шлюзов на доводочном шлюзе. Сокращенный концентрат головной части шлюзов промприбора и концентрат доводочного шлюза должны загружаться в ручные контейнеры и доставляться на ШОФ (ШОУ) для последующей обработки.

2.3. Второй способ сполоска должен предусматривать сокращение концентрата головной части шлюза промывочного прибора методом пробуторивания и погрузку сокращенного концентрата в ручные контейнеры, смыв отходов пробуторки концентрата головной части и концентрата хвостовой части шлюзов в емкость автошлиховоза и доставку концентратов на ШОФ (ШОУ).

2.4. Сполоск с сокращением концентрата методом пробуторивания на всей длине шлюза и погрузка сокращенного концентрата в ручные контейнеры должны применяться только на головных шлюзах промприборов ПГБ-75 и самородкоулавливающих шлюзах. Отходы пробуторки концентрата головных шлюзов должны направляться в технологическую схему приборов, а самородкоулавливающих шлюзов - в отвал.

2.5. Способ сполоска должна выбирать обогатительная служба с учетом содержания и гранулометрического состава золота в песках обрабатываемых месторождений, а также содержания и состава шлихового комплекса, типа применяемых промприборов и условий их эксплуатации, особенностей технологической схемы шлихообогатительных фабрик и установок.

2.6. Для сокращения концентрата методом пробуторивания в головной части

шлюзов необходимо устанавливать постоянные доводочные пороги с плотным прилеганием (без зазоров) их к бортам и днищу шлюза. На шлюзах ШГ-720, ШГ-1000 (приборы ПГШ-30, ПГШ-50) и ШГ-1250 (прибор ПГШ-75) должны быть установлены пороги высотой 80-100 мм на расстоянии 5-10 м от начала шлюза, т. е. в конце головной или его 1-й линейной секции. Место установки порога должно определяться обогатительной службой прииска в зависимости от технологических свойств песков и золота. В конце головного шлюза (прибор ПГБ-75) должен быть порог высотой 80-100 мм. Самородкоулавливающие шлюзы должны быть разделены по длине на две части доводочным порогом высотой 60 мм, устанавливаемым на расстоянии 4 м от начала головного звена. Такой же порог должен быть и в конце этих шлюзов.

2.7. Перед обогащением на доводочном шлюзе концентрат шлюзов глубокого наполнения (ШГ-720, ШГ-1000 и ШГ-1250) необходимо подвергать грохочению на решетке грохота (диаметр отверстий 30 мм), установленной над бункером приставки.

2.8. При сполоске шлюзов промприборов ПГБ-75, ПКБШ-1000, ПКБШ-50, ПГШ-75 следует применять доводочный шлюз ШД-1-580 независимо от способа подачи концентрата на доводку. При сполоске шлюзов промприборов ПГШ-30, ПГШ-50, ПКБШ-40 следует применять: при самотечной подаче - доводочный шлюз ШД-1-400; при транспортировании концентратососом (струйным насосом) - доводочный шлюз ШД-1-580.

2.9. При весьма высоком содержании в песках тяжелых шлиховых минералов, обуславливающим повышенные (более 0,2%) потери золота в хвосты доводочного шлюза, промывочный прибор должен оборудоваться двумя доводочными шлюзами, устанавливаемыми последовательно.

2.10. При сполоске шлюзов глубокого наполнения (ШГ-720, ШГ-1000, ШГ-1250) с загрузкой концентрата в автошлиховоз концентратососом (струйным насосом) необходимо подвергать концентрат грохочению аналогично п. 2.7. Размер перфорации грохота не должен превышать 40 мм.

При возможности самотечной загрузки концентрата в автошлиховоз и пригодности транспортно-обогатительного оборудования ШОФ для приема и обработки концентратов повышенной крупности можно увеличить размер перфорации грохота до 50-60 мм либо вообще не проводить грохочение концентрата.

### **3. Организация работ при сполоске шлюзов**

3.1. Сполоск шлюзов промприборов типа ПГШ с одностадийной схемой обогащения песков.

В случае применения доводочного шлюза до начала сполоска необходимо армировать его по всей длине и опустить поворотный лоток, а при автоконтейнерном сполоске - подготовить автошлиховоз к приему шлюзового концентрата (установить его в горизонтальное положение, проверить герметичность закрытия люков и наличие на них пломб).

Устанавливается следующая последовательность операций сполоска шлюза глубокого наполнения:

- открывают замок, снимают укрытие и вращающееся ограждение в головной части шлюза;
- на хвостовой приставке шлюза поднимают трафарет и коврик и перебрасывают концентрат на основной шлюз. Поднимают решетку грохота (сплошной лист при сполоске в автошлиховоз без грохочения концентрата) и извлекают пробку из выпускного отверстия бункера. Решетку грохота устанавливают на место;
- включают насос для сполоска, открывают задвижки для подачи смывной воды в головку шлюза, а при отсутствии самотека концентрата на доводочный шлюз или в автошлиховоз - к струйному насосу (концентратососу);
- начиная снизу постепенно поднимают лебедкой или вручную и обмывают трафареты на хвостовой части шлюза. Поднимают и прополаскивают коврики (при наличии трафаретов с эластичным уплотнением эта операция исключается). Концентрат, осевший на шлюзе, потоком воды и с помощью гребка постепенно смывают на решетку грохота, а при сполоске без грохочения - непосредственно в бункер и далее в автошлиховоз;
- на решетке грохота концентрат достаточно интенсивно пробуторируют перед постоянным доводочным порогом высотой 60 мм, осуществляя при этом грохочение. Надрешетный продукт своевременно, без накопления, сбрасывают через порог на концевой лоток и далее в отвал, визуально проверяя в нем наличие самородков и сростков золота с кварцем. Перелив воды через доводочный порог не допускается. Подрешетный продукт должен непрерывно поступать с водой по концентратопроводу на доводочный шлюз или в емкость автошлиховоза;
- по окончании сполоска хвостовой части шлюза поднимают и обмывают трафареты и коврики в его головной части. Концентрат пробуторируют перед

постоянным доводочным порогом высотой 80 мм, сокращая его объем до 15-30 л (в зависимости от ширины шлюза). Отходы пробуторки сбрасывают через порог на хвостовую часть шлюза и смывают на решетку грохота или в бункер, после чего прекращают подачу воды на шлюз. С помощью шланга зачищают шлюз от остатков шлихов, промывая при этом всю транспортную магистраль к доводочному шлюзу или в автошлиховоз в целях исключения возможной аккумуляции в ней концентрата или золота. Выключают струйный насос. Сокращенный концентрат загружают в ручные контейнеры, закрывают и пломбируют их, поднимают решетку грохота, закрывают пробкой выпускное отверстие бункера, ставят на место решетку грохота или сплошной лист. Шлюз армируют на всей длине. Устанавливают ограждение и укрытие, которые закрывают на замок и пломбируют. При сполоске с применением автошлиховоза ручные контейнеры с сокращенным концентратом головной части шлюза грузят на автошлиховоз. Закрывают и пломбируют люк автошлиховоза. При сполоске с применением доводочного шлюза ручные контейнеры с сокращенным концентратом переносят к доводочному шлюзу и приступают к его сполоску.

3.2. Сполоск шлюзов промывочного прибора ПГБ-75. На указанном приборе необходимо производить сначала сполоск головного шлюза, а затем шлюза мелкого наполнения ШГМ-6х700. До начала сполоска необходимо подготовить доводочный шлюз к работе, а автошлиховоз - к приему шлюзового концентрата.

Устанавливается следующая последовательность сполоска головного шлюза:

- открывают замок, снимают укрытие и вращающееся ограждение;
- включают насос для сполоска, открывают задвижку для подачи воды на шлюз в количестве, необходимом для доводки концентрата;
- поднимают трафареты, прополаскивают коврики; концентрат сокращают пробуторкой перед доводочным порогом до объема 15 л. Отходы пробуторки при этом сбрасывают в барабанный грохот, не допуская потерь с ними самородков и сростков золота крупнее 15-20 мм;
- по окончании доводки концентрата головного шлюза включают стакер и барабанный грохот и производят грохочение отходов пробуторки, обмывая их водой из шланга. Надрешетный продукт при этом должен поступать на стакер и в отвал, а подрешетный в часть шлюза мелкого наполнения;
- прекращают подачу воды в головной шлюз. Сокращенный концентрат загружают в ручной контейнер. Головной шлюз армируют. Устанавливают

ограждение и укрытие, которые закрывают на замок и пломбируют;

- ручной контейнер с сокращенным концентратом головного шлюза закрывают, пломбируют и грузят на автошлиховоз или переносят к доводочному шлюзу, после чего приступают к сполоску шлюза мелкого наполнения.

3.3. Устанавливается следующая последовательность операций сполоска шлюза ШГМ-6х700:

- снимают крышки и открывают люки для выпуска концентрата в концентратоприемник. Крышки устанавливают перед постоянными хвостовыми порогами высотой 60 мм в качестве временных порогов. Извлекают пробку из выпускного отверстия концентрата-топриемника;

- открывают задвижки для подачи воды в головную часть шлюза и к смывным шлангам. При транспортировании концентрата концентратососом открывают задвижку и подают воду в него;

- поочередно поднимают лебедкой трафареты верхних дек, начиная с хвостовой, затем средней и головной частей секции шлюза; обмывают их водой из шланга с обеих сторон шлюзового агрегата в начале операции подъема трафаретов и шлюзов верхнего яруса, когда они находятся в приподнятом положении. После обмыва трафаретов их поднимают полностью и надежно фиксируют стойками. До фиксации трафаретов стойками заходить на шлюз, а также заводить руку или другую часть тела под поднятый трафарет запрещается. Смывают концентрат, осевший на верхних деках шлюза, через люки в концентратоприемник. Далее концентрат по концентратопроводу должен транспортироваться (самотеком или концентратососом) на доводочный шлюз или в емкость автошлиховоза;

- опускают трафареты верхних дек в обратной последовательности, затем замыкают подъемные скобы на верхние деки и поднимают совместно трафареты (верхнего и нижнего ярусов), начиная с хвостовой части. Способом, аналогичным указанному, снимают концентрат, осевший на нижних деках шлюза;

- прекращают подачу воды на шлюз и к концентратососу. Опускают верхние деки шлюза, закрывают пробкой выпускное отверстие концентратоприемника, а крышками - люки для выпуска концентрата. Пломбируют головную часть верхних дек шлюза; закрывают и пломбируют люк автошлиховоза или производят сполоск доводочного шлюза.

3.4. Сполоск шлюзов мелкого наполнения скрубберных промывочных приборов.

До начала сполоска необходимо подготовить доводочный шлюз к работе, а автошлиховоз - к приему шлюзового концентрата.

Сполоск шлюза ШГМ-6х700 (прибор ПКБШ-100) следует производить в последовательности, аналогичной сполоску шлюза мелкого наполнения прибора ПГБ-75 и указанной в п. 3.6.

Сполоск одноярусных шлюзов ШГМ-2х700 (прибор ПБШ-40) и ШГМ-3х700 (прибор ПКБШ-50) следует производить в последовательности, аналогичной сполоску одного яруса шлюза ШГМ-6х700 (см. п. 5.3.6).

### 3.5. Сполоск самородкоуправляющих шлюзов промывочных приборов.

Устанавливается следующая последовательность операций сполоска шлюзов:

- открывают замок, снимают укрытия и вращающееся ограждение;
- открывают задвижки для подачи на шлюз воды в количестве, необходимом для доводки концентрата;
- поднимают и обмывают трафареты и коврики в головной части шлюза (при наличии трафаретов с эластичным уплотнением операция обмыва ковриков исключается);
- сокращают концентрат пробуториванием перед доводочным порогом высотой 60 мм до объема 5-10 л;
- аналогично сокращают концентрат на остальной длине шлюза перед хвостовым доводочным порогом высотой 60 мм;
- прекращают подачу воды на шлюз;
- с помощью шланга тщательно зачищают шлюз от остатков шлихов;
- сокращенные концентраты загружают в ручные контейнеры;
- армируют шлюз, устанавливают вращающееся ограждение и укрытие, закрывают и пломбируют его;
- закрывают и пломбируют ручные контейнеры с сокращенным концентратом и грузят их в контейнеровоз или автошлиховоз.

### 3.6. Сполоск доводочных шлюзов.

Доводочные шлюзы ШД-1-400 и ШД-1-580 предназначены для доводки шлюзовых концентратов всех типов промывочных приборов.

При сполоске шлюзов промприборов ПГБ-75, ПКБШ-100, УПСШ-60, ПКБШ-50, ПГШ-75 следует применять доводочный шлюз ШД-1-580 независимо от способа подачи концентрата на доводку (самотеком или концентратососом).

При сполоске шлюзов промприборов ПГШ-30, ПГШ-50, ПБШ-40, ПВШ-30,

УПСШ-40 следует применять:

- при самотечной подаче - доводочный шлюз ШД-1-400;
- при транспортировании концентратососом - доводочный шлюз ШД-1-580.

#### **Техническая характеристика доводочных шлюзов**

Показатель	ШД-1-400	ШД-1-580
Ширина шлюза, мм	400	580
Длина рабочей части шлюза, мм	4150	4150
Высота планок трафарета, мм	30	30
Крупность питания, мм	До 30	До 30
Уклон шлюза,		
при крупности питания до 20 мм	5-6	5-6
при крупности питания до 30 мм	6-7	6-7
Пропускная способность шлюза по твердому на 1 м ширины, м <sup>3</sup> /ч	4-5	4-5
Пропускная способность шлюза по воде на 1 м ширины, л/с	40-50	40-50
Объем концентрата в рыхлой массе, л	40-60	60-80
Улавливающие устройства	Трафареты лестничного типа с резиновыми ковриками	
Общая масса, кг	203	286

Последовательность сполоска доводочного шлюза:

- под концентратный лоток устанавливают на подставку (противень) ручной контейнер.
- шлангом подают на доводочный шлюз смывную воду, расход ее уменьшают до минимально необходимого для обмыва трафаретов и ковриков.
- поднимают и закрепляют в вертикальном положении поворотный лоток;
- снимают и обмывают трафареты и коврики, концентрат с помощью гребка смывают в ручной контейнер. После заполнения контейнера на 2/3 объема его убирают и подставляют другой контейнер;
- после смыва концентрата со всей длины шлюза снимают крышку питателя и очищают внутреннюю его поверхность от остатков шлихов и золота. Тщательно зачищают весь шлюз;
- закрывают и пломбируют крышку питателя;
- смывают в последний контейнер концентрат, осевший в подставке;
- опускают поворотный лоток. Закрывают, пломбируют ручные контейнеры с концентратом и грузят на контейнеровоз.

#### **Устройство доводочного шлюза и его установка**

Общий вид шлюза доводочного показан на рис. 1.

Питатель и шлюз соединены шарнирно посредством хомута, охватывающего трубу питателя.



Шарнирное соединение шлюза с питателем позволяет варьировать в небольших пределах уклон шлюза, не изменяя положения питателя, жестко соединенного сваркой с концентраторопроводом промывочного прибора.

На шлюзе нет порожков, что облегчает сполоск. В хвостовой части шлюза имеется устройство для загрузки концентрата в контейнеры. Устройство состоит из концентратного лотка, по которому при сполоске доводочного шлюза концентрат поступает в контейнер, и поворотного лотка, предотвращающего перехлестывание концентрата через борт концентратного лотка.

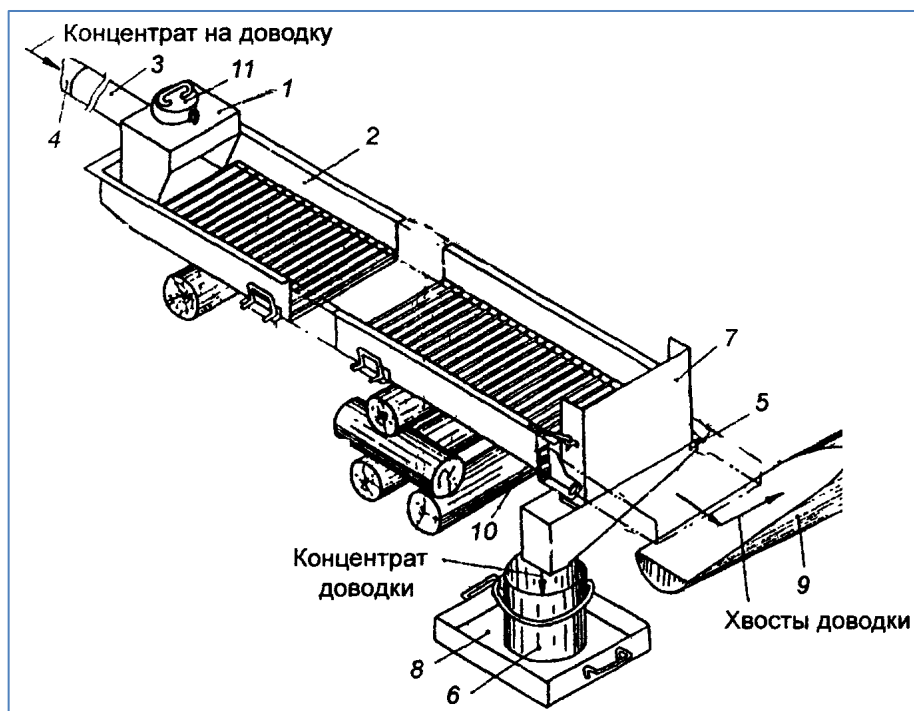


Рис.1. Доводочный шлюз ШД-1-580: 1 - питатель; 2 - шлюз; 3 - труба питателя; 4 - концентраторопровод; 5 - концентратный лоток; 6 - контейнер; 7 - поворотный лоток; 8 - подставка под контейнер; 9 - желоб для удаления хвостов доводки; 10 - крючок; 11 - крышка питателя

При работе шлюза поворотный лоток опущен и по нему транспортируются хвосты доводки.

В комплекте с доводочным шлюзом поставляется подставка под контейнер (для улавливания золота, содержащегося в переливе контейнера)

При монтаже доводочный шлюз размещается как можно ближе к хвостовой части шлюза промывочного прибора, на площадке, имеющей подъезд для автомашин, на которых перевозятся контейнеры с концентратом. Устанавливается он на подкладных брусках или козлах с уклоном 5-6° при крупности питания не более 20 мм и 6-7° при максимальной крупности 30 мм.

Уклон трубы питателя 6-8°.

Положение для шлюза и питателя в поперечной плоскости горизонтальное. Расстояние между поверхностью площадки и концентратным лотком должно быть достаточным для размещения контейнера.

Концентратный лоток имеет двухстороннее крепление, его следует установить, повернув разгрузочным отверстием в ту сторону от шлюза, с которой удобнее производить погрузку контейнеров. Для предотвращения размыва площадки и накопления на ней отвальных продуктов целесообразно проложить желоб для удаления хвостов доводки.

Перед началом сполоска шлюза промывочного прибора на дно доводочного шлюза укладываются коврики и трафареты (поворотный лоток опущен).

По окончании сполоска шлюзов промприбора под концентратный лоток на подставку устанавливается контейнер. Расход воды уменьшается до минимально необходимого для обмывки трафаретов и ковриков доводочного шлюза. Поворотный лоток закрепляется крючком в вертикальном положении, и производится сполоск доводочного шлюза с погрузкой концентрата в контейнеры.

Окончив сполоск, необходимо снять крышку питателя и проверить тщательность обмыва внутренней его поверхности от золота, закрыть и опломбировать крышку, смыть в контейнер продукт концентрата, осевший в подставке, и опустить поворотный лоток.

#### ***4. Порядок контроля технологических параметров сполоска шлюзов***

4.1. Угол продольного наклона доводочных шлюзов должен устанавливаться инструментальным замером при монтаже промывочных приборов в соответствии с технологическими требованиями для конкретных условий и периодически, не реже 1 раза в 10 дней, проверяться с помощью угломера обогатительной службой. После исправления проседания шлюза обязателен маркшейдерский замер, результаты которого должны быть зафиксированы в сменном журнале работы промывочного прибора.

4.2. Горизонтальность установки доводочного шлюза в поперечной плоскости контролируется регулярно до начала сполоска по распределению потока воды по его ширине. Перекосы устраняются путем подкладки деревянных клиньев под днище шлюза с правого или левого борта.

4.3. Длина армированной части шлюзов промприбора и доводочного шлюза

и техническое состояние армировки (трафаретов и ковриков) должны проверяться и фиксироваться в журнале мастером по сполоску (сполосчиком).

4.4. Время работы прибора и объем промывки песков между сполосками определяется по данным сменного журнала и регистрируется в документах по сполоску.

4.5. Объем сокращенных концентратов, доставляемых на ШОФ (ШОУ) в ручных контейнерах, должен регулярно замеряться до начала их обработки по степени заполнения контейнера и регистрироваться в журнале приемки.

4.6. Необходимые для выбора способа сполоска и его частоты сведения о содержании и гранулометрической характеристике золота в песках, категории их промывистости и содержании в них шлихового комплекса принимаются по данным геологической службы.

Данные о крупности золота в песках определяются при геологоразведочных работах согласно стандарту СТП 43-34-3-78 и уточняются в результате ситовых анализов извлекаемого на промприборах металла, выполняемых обогатительной службой.

Режим работы доводочного шлюза должен контролироваться в процессе сполоска. Расход воды и нагрузку по твердому следует регулировать визуально в пределах, обеспечивающих непрерывное движение материала по всей ширине шлюза над планками трафаретов и исключающих возможность его зазфеливания.

4.7. Расход воды на шлюзы глубокого наполнения для пробуторивания концентрата на решетке грохота и на шлюзы мелкого наполнения для смыва концентрата должен регулироваться визуально с таким расчетом, чтобы вода, транспортирующая концентрат, не переплескивалась через хвостовые пороги, а полностью поступала в бункер приставки или концентратоприемник и далее на доводочный шлюз или в автошлиховоз.

## **II. УРОВЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ПРИ ПРОМЫВКЕ ПЕСКОВ**

Технологическая схема обогащения песков должна обеспечивать максимальное извлечение как крупного, так и мелкого золота.

Повышенные потери золота обусловлены, как правило, несоответствием комплекса обогатительных операций (технологической схемы) характеру полезного ископаемого и гранулометрическому составу промываемых песков и нарушениями режимов работы оборудования.

Также большое значение имеет правильная организация съема и переработки в полном объеме концентратов и шлихов.

### **5. Уровень извлечения золота на промприборах**

Уровень извлечения золота на промывочных приборах различных типов показан в табл. 1.

*Таблица 1*

Нормативные коэффициенты извлечения золота на промывочных приборах по классам крупности

Класс крупност и золота, мм	Промывочные приборы						
	гидроэлевато рные		скрубберные		бочечно- шлюзовы е	вашгердно- шлюзовые	на базе гидромеханич еского грохота ГГМ-3
	ПГШ	ПГБ	без самородко уловителя	с самородкоул овителем			
-50 +30	0,950	0,950	0,400	0,893		0,950	0,800
-30 +20	0,980	0,980	0,800	0,962	0,700	0,980	0,950
-20 +10	0,991	0,991	0,970	0,989	0,970	0,985	0,991
-10 +5	0,995	0,996	0,997	0,997	0,995	0,980	0,995
-5 +2	0,994	0,996	0,997	0,997	0,995	0,960	0,997
-2 +1	0,964	0,989	0,986	0,986	0,980	0,955	0,996
-1 +0,5	0,905	0,967	0,954	0,954	0,931	0,807	0,986
-0,5 +0,2	0,700	0,855	0,855	0,855	0,800	0,407	0,637
-0,2 +0	0,350	0,500	0,603	0,603	0,500	0,189	0,197

Зная ситовый состав золота в песках и пользуясь указанной таблицей, можно ориентировочно рассчитать ожидаемый уровень извлечения золота на сравниваемых вариантах применения промывочных установок различных типов.

Пример такого расчета в табл. 2.

Определенные расчетами уровни извлечения золота принимаются за основу при выборе наиболее целесообразного типа промывочной установки или схемы обогащения.

При выборе типа промывочной установки следует также учитывать технические возможности оборудования, горно-геологические условия и экономические показатели работы промывочных установок.

Окончательное решение о выборе типа промывочной установки должно приниматься на основе технико-экономической оценки сравниваемых вариантов промывки песков.

Таблица 2

## Примеры расчета нормативных технологических потерь золота

Пример 1. Исходные данные: ситовая характеристика золота в исходных песках.

Класс крупности, мм	Выход класса $\beta$ %
-10 +5	9,1
-5 +2	19,5
-2 +1	24,9
-1 +0,5	34,6
-0,5 +0,2	8,4
-0,2 +0	3,5
Итого:	100,0

Находим

$\beta$	Произведение $\beta \times C$	
	ПГШ	ПГБ
9,1	9,05	9,06
19,5	19,38	19,42
24,5	23,62	24,13
34,6	31,31	33,46
8,4	5,88	7,18
3,5	1,23	1,75
Общее извлечение $E$	90,47	95,0
Нормативные потери	9,53	5,0

Расчет общего извлечения на промприборе производится по формуле:

$$E = \sum_{i=1}^n \beta_i C_i,$$

где  $\beta$  — выход данного класса крупности в ситовой характеристике золота, %;  $i$  — номер класса крупности в ситовой характеристике золота;  $C$  — нормативный коэффициент извлечения золота разных классов крупности, доли ед.

Нормативные технологические потери золота на данном промывочном приборе определяются по разности:

$$\Pi = 100 - E.$$

Пример 2

Класс крупности золота, мм	Выход класса, %	Промывочные установки											
		ПГШ		ПГБ		скруб- берные		бочечно- шлюзовые		вапгердно- шлюзовые		на базе ГГМ-3	
		С	р с	С	р с	С	р с	С	р с	с	р с	с	р с
-10+5	0,3	0,995	0,298	0,996	0,299	0,997	0,299	0,995	0,298	0,980	0,294	0,995	0,298
-5+2	8,7	0,994	8,648	0,996	8,665	0,997	8,674	0,995	8,656	0,960	8,352	0,997	8,674
-2+1	28,5	0,964	27,474	0,989	28,186	0,986	28,101	0,980	27,930	0,955	27,217	0,996	28,386
-1+0,5	38,5	0,905	34,842	0,967	37,229	0,954	36,729	0,931	35,843	0,807	31,069	0,986	37,961
-0,5+0,2	22,0	0,700	15,400	0,855	18,810	0,855	18,810	0,800	17,600	0,407	8,954	0,637	14,014
-0,2+0	2,0	0,350	0,700	0,500	1,000	0,603	1,206	0,500	1,000	0,189	0,378	0,197	0,394
Общее извлече- ние E, %			87,362		94,189		93,819		91,327		76,264		89,727
Нормативные потери П, % $P = 100 - E$			12,638		5,811		6,181		8,673		23,736		10,273

### III. ПРИЧИНЫ ПОВЫШЕННЫХ ПОТЕРЬ ЗОЛОТА НА ПРОМПРИБОРАХ

#### 6. Эфеление шлюзов

Одной из основных причин повышенных потерь золота является эфеление шлюзов.

Эфеление происходит вследствие недостаточной транспортирующей способности потока, зависящей, в свою очередь, от уклона шлюза, расхода воды, нагрузки и крупности поступающих на шлюз песков. На гидроэлеваторных приборах типа ПГШ из четырех названных параметров три являются постоянными. Уклон шлюза задают в пределах 0,1-0,12 с учетом крупности песков месторождения и расчетного расхода воды. Расход воды определяется остаточным напором на насадках гидроэлеватора и гидромонитора и их проходными сечениями. Только один параметр - нагрузка на шлюз - может изменяться в широких пределах вследствие несовершенства устройств для дозирования питания гидроэлеватора и, достигая предельной транспортирующей способности потока, вызвать эфеление шлюза. Учитывая, что обеспечить равномерность подачи питания в бункер гидроэлеватора весьма трудно, рекомендуется придерживаться средней нагрузки, которая на 40-45% ниже предельной.

Кроме того, предельное значение нагрузки может быть задано в процессе монтажа промывочного прибора. Для этого шлюз устанавливают на высоте, при которой гидроэлеватор не способен превысить допустимую для шлюза нагрузку (обычно на приборах с одним насосом 12НДС высота над бункером должна быть в

пределах 11-12 м). Соблюдение указанного условия целесообразно и для размещения наибольшего количества эфелей самотеком. На гидроэлеваторных приборах типа ПГБ для предотвращения эфеления головного шлюза его необходимо устанавливать с уклоном 0,12-0,13, а при работе в комплекте с грунтовым насосом, если удельный расход воды на 1 м ширины шлюза снижается до 200 л/с, с уклоном 0,14-0,15.

Эфеление шлюзов мелкого наполнения ШГМ возможно вследствие попадания на них крупного материала песков из-за неисправности барабанного грохота. При исправном барабанном грохоте шлюзы не эфеляются. Кроме того, агрегаты ШГМ не нуждаются в постоянном контроле во время работы промывочных установок, но в ходе сборки новых агрегатов и их монтажа им следует уделять особое внимание. Основными недопустимыми недостатками при сборке этих агрегатов являются неплотное прилегание трафарета к дну шлюза и выплескивание пульпы из ванны эфелесборника на отвалообразователь. Чтобы исключить выплескивание пульпы, сечение отверстия из ванны на шлюз должно быть не менее  $0,2 \text{ м}^2$ , а перепад высот между эфелесборником и головкой шлюза не более 0,7 м.

На бочечно-скрубберных промывочных установках (ПКБШ, ПБШ, ТОК-200) эфеление шлюзов может быть вызвано не только попаданием на них крупного материала, но и недостаточным расходом воды.

Чтобы исключить эту причину, расход воды на шлюз должен соответствовать максимальной на него нагрузке по твердому и постоянно контролироваться датчиком расхода воды из оросителя бочки или визуально.

## ***7. Нарушение технологии сполоска шлюзов***

Причинами повышенных потерь золота являются также нарушение сполоска и некачественный монтаж концентратопровода.

7.1. Нерегулярный сполоск шлюзов приводит к уплотнению концентрата и, как следствие, к снижению улавливающей способности шлюза.

7.2. Некачественный монтаж концентратопровода приводит к различным осложнениям и высоким потерям золота во время сполоска. Наиболее существенное осложнение - это закупорка концентратопровода фунтом, при которой неизбежен смыв концентрата потоком воды в отвал, а так как содержание золота в концентрате в несколько раз выше содержания в песках, то даже в течение нескольких минут потери золота могут превысить суточные

технологические потери промывочного прибора. Другое серьезное осложнение - скопление в концентратопроводе золота, которое может быть вымыто из него во время работы промывочного прибора. Чтобы избежать этих осложнений, необходимо концентратопровод (при самотечном гидротранспортировании концентрата) изготавливать из труб диаметром не менее 125 мм, уложенных с уклоном не менее 7°. При напорном гидротранспортировании на участках с подъемом или горизонтальных диаметр труб должен быть таким, чтобы при фактическом напоре на насадке концентратососа средняя скорость потока в трубе была не менее 2,5 м/с. При этом угол подъема трубы не должен превышать 25°.

***Общие требования к концентратопроводам:***

- отсутствие резких перегибов в коленах, выступов и западин в нижней стенке внутри трубы;

- кроме того, для предотвращения накопления золота нужно во время обмыва шлюза увеличить расход воды до 15-20 л/с, а чтобы исключить вымывание его в промежутках между сполосками шлюза, на приборах со сполоском в автошлиховоз на конец трубы надевать накидную пломбируемую крышку, а при сполоске на доводочный шлюз - пломбировать закрытую задвижку концентратососа.

7.3. Отсутствие устройства (желоба) для удаления хвостов доводочного шлюза, вследствие чего площадка под подставку с контейнером оказывается залитой хвостами, что часто приводит к неустановке этой подставки под контейнер и к потерям золота с переливом пульпы через борт контейнера.

7.4. Отсутствие подъездного пути к доводочному шлюзу является причиной стремления сполосчиков сократить объем концентрата доводочного шлюза пробуториванием, при котором неизбежны высокие потери.

7.5. Неустановка последовательно двух доводочных шлюзов, если потери в хвосты одного шлюза превышают 0,2%, приводит к высоким потерям золота. Такое часто случается на промывочных приборах ПГБ-75 и ПКБШ-100, суточный объем промывки на которых большой, а режим работы шлюзов благоприятен для извлечения минералов повышенной плотности.

7.6. Работа промывочных установок вхолостую. Конструкция трафаретов лестничного типа, применяемых на шлюзах всех промывочных установок, учитывает возможность кратковременной работы шлюзов на воде без нагрузки. При продолжительной работе без нагрузки происходит размыв концентрата больше допустимого уровня, что приводит к потерям уловленного мелкого золота.



Особенно опасна работа без нагрузки шлюзов мелкого наполнения промывочных установок типа ПГБ.

7.7. Повышенная скорость потока пульпы в начале шлюза глубокого наполнения является следствием неправильного, пологого ввода пульповода в его головную часть, предназначенную для гашения скорости вытекающей из него пульпы. Нормализация скорости потока в этом случае происходит лишь после первого - второго звена шлюза; соответственно на это же расстояние уменьшается длина шлюза, режим потока на которой более благоприятен для извлечения мелкого золота.

7.8. Провисание хвостовой части шлюза вызывает увеличение скорости потока и, как следствие, сокращение полезной длины шлюза.

Следует помнить, что хвостовая часть шлюза предназначена в основном для доизвлечения трудноулавливаемых частиц золота и режим потока на ней должен быть самым благоприятным.

7.9. Потери с надрешетным продуктом гидровашгерда гидроэлеваторных промывочных установок. Уровень этих потерь в среднем 1,5%, но в зависимости от выхода крупных классов песков, их промывистости и качества работы гидромониторщика он может изменяться в широких пределах. Тщательная дезинтеграция песков на грохоте перед удалением надрешетного продукта в отвал - основное условие снижения потерь в этой операции.

#### **IV. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ДОИЗВЛЕЧЕНИЮ МЕЛКОГО ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ПРОМПРИБОРОВ**

В настоящее время, как и десятки лет назад, промывку песков осуществляют в основном на установках с одностадийной гравитационной схемой обогащения с использованием шлюзов. Эффективность процесса обогащения на шлюзах повышается при уменьшении крупности поступающего материала, снижении скорости потока пульпы, увеличении шероховатости придонного слоя и при использовании двухстадийных схем обогащения на шлюзах глубокого и мелкого наполнения.

Принципиальная технологическая схема прибора со шлюзовой приставкой приведена на рис. 2.

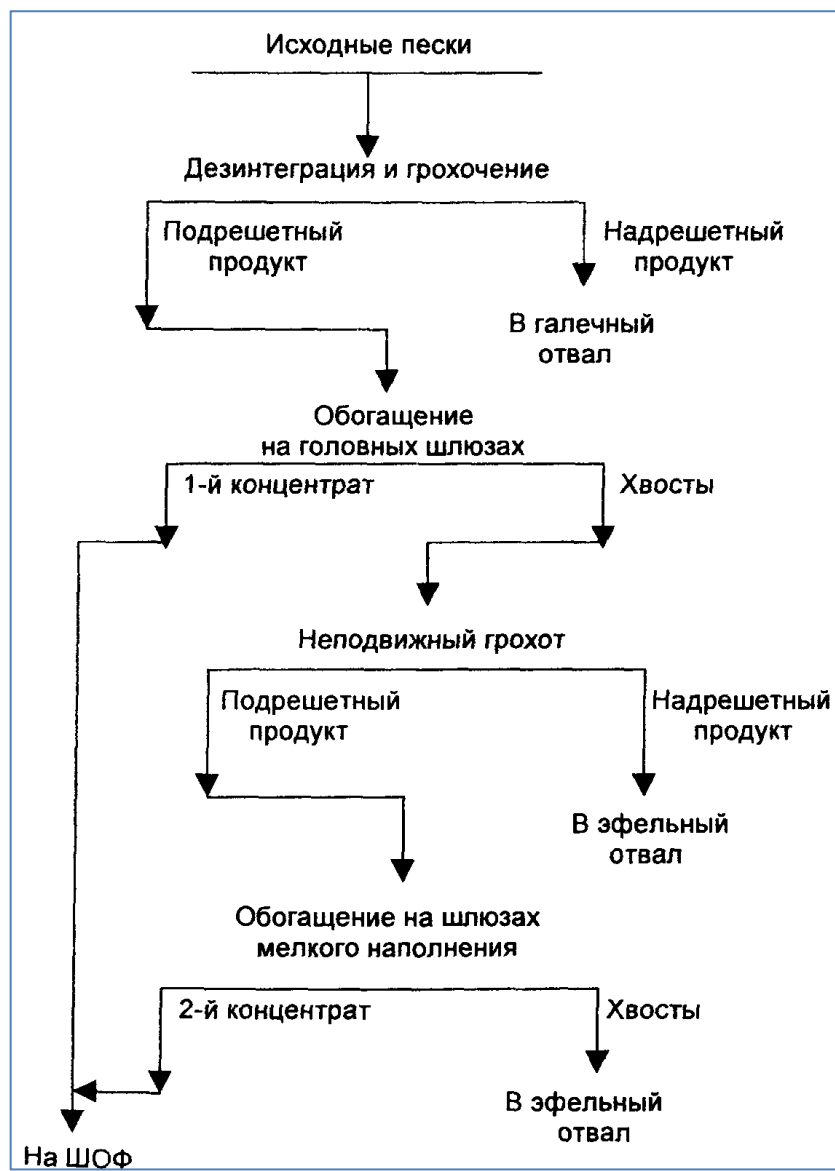


Рис 2. Принципиальная технологическая схема прибора со шлюзовой приставкой

Для улавливания мелкого золота сегодня предлагается большое количество устройств, в том числе отсадочные машины, центробежные концентраторы, винтовые сепараторы и др.

В определенных условиях они удовлетворительно извлекают мелкое золото, однако при этом должна быть не только ограничена крупность исходного материала, но и обеспечена необходимая его консистенция.

Если подготовка материала произведена неудовлетворительно, то даже эффективные дорогостоящие установки, такие как концентратор Нельсона и др., дают незначительное повышение извлечения мелкого золота.

С учетом этого разработаны четыре варианта шлюзовых приставок (грохотов-обезвоживателей шлюзовых ГОШ) для доизвлечения мелкого золота из хвостовых продуктов промывочных промприборов: ГГМ-3, ПВШ-30, ПБШ-40,

ПГШ-50, которые позволяют без дополнительного обслуживающего персонала и практически не увеличивая массы прибора обеспечивать качественные характеристики обогатительного процесса, близкие к отсадочным машинам и концентраторам.

На шлюзовой приставке непосредственно в ходе промывки песков предусмотрена их классификация с отделением мелкой фракции, содержащей золото, с одновременным обеспечением необходимой консистенции подрешетного продукта.

Специальный неподвижный грохот шлюзовых приставок является продолжением основных шлюзов промывочных приборов, где крупное золото выделяется на шлюзе, а подрешетный продукт обогащается на шлюзах мелкого наполнения.

### **8. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-70**

Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-70 предназначен для доизвлечения мелкого золота из хвостовых продуктов промывочного прибора ГГМ-3

Распределение золота по классам крупности показано в табл 3.

*Таблица 3*

Распределение золота по классам крупности

Крупность фракции, мм	Выход, %			Потери золота
	Основной шлюз (1-я стадия обогащения)	ГОШ-70 (2-я стадия обогащения)	Итого	
+2	99,6	0,33	100	—
-2+1	99,54	0,46	100	—
-1+0,5	98,63	1,37	100	—
-0,5+0,2	44,61	40,89	85,5	14,5
-0,2+0	7,59	42,41	50,0	50,0
Итого	85,19	9,89	95,08	4,92

**ГОШ-70****Шлюз мелкого наполнения ШМН-4х700**

Рабочая длина	3,4 м
Рабочая ширина	0,7 м
Количество шлюзов	4 шт
Площадь улавливания	9,52 м <sup>2</sup>
Высота планок трафарета	20 мм
Скорость потока пульпы	1,39 м/с

**Неподвижный грохот**

Живое сечение	28,61%
Угол наклона	9°
Ширина щели	5 мм
Рабочая площадь	3,84 м <sup>2</sup>

**9. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-30/1**

Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-30/1 предназначен для доизвлечения мелкого золота из хвостовых продуктов промывочного прибора ПВШ-30.

**Техническая характеристика грохота-обезвоживателя шлюзового ГОШ-30/1****Шлюз мелкого наполнения ШМН-2х400**

Рабочая ширина	0,4 м
Рабочая длина	4,0 м
Количество шлюзов	2 шт
Площадь улавливания	3,2 м <sup>2</sup>
Высота планок трафарета	30 мм
Скорость потока пульпы	0,81 м/с

**Выносной желоб**

Рабочая ширина	0,5 м
Рабочая длина	4,0 м

**Неподвижный грохот**

Живое сечение	38,6%
Угол наклона	8°
Диаметр отверстий	8—10 мм
Рабочая площадь	0,9 м <sup>2</sup>

Распределение золота по классам крупности приведено в табл. 4.

Таблица 4

## Распределение золота по классам крупности

Крупность фракции, мм	Выход, %			Потери золота, %
	Основной шлюз (1-я стадия обогащения)	ГОШ-30/1 (2-я стадия обогащения)	Итого	
+2	95,50	4,50	100	-
-2+1	94,54	5,46	100	-
-1+0,5	82,78	15,09	97,87	2,13
-0,5+0,2	64,49	32,71	97,20	2,80
-0,2+0	20,15	59,63	79,78	20,22
Итого	79,54	16,41	95,95	4,05

Схема грохота показана на рис. 3.

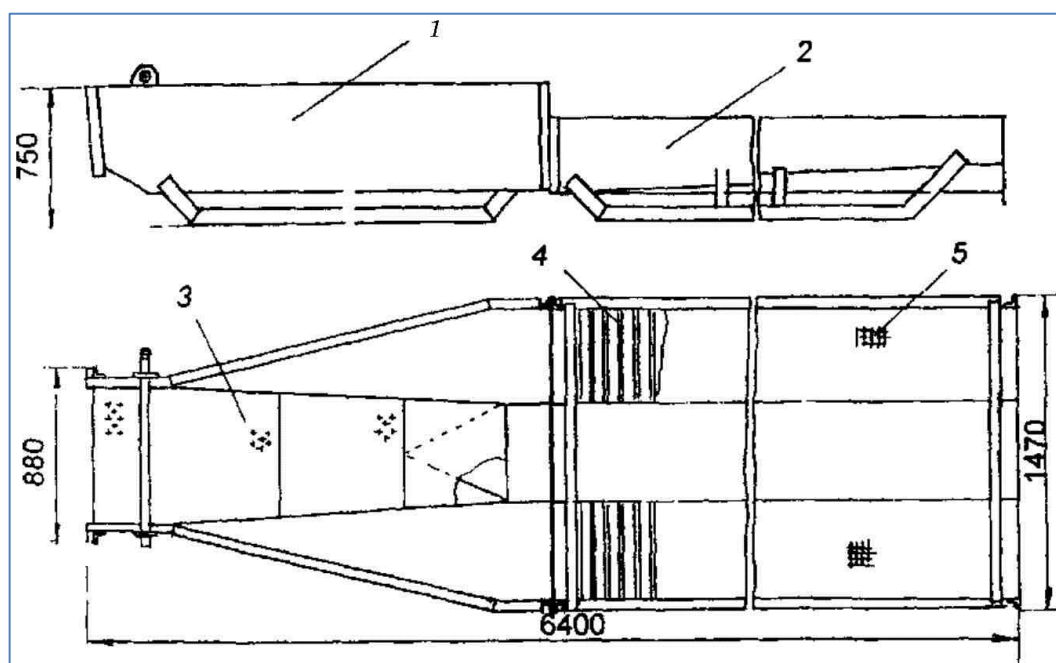


Рис 3. Схема грохота-обезвоживателя шлюзового ГОШ-30/1: 1 - грохот, 2 - шлюз, 3 - перфорация 8-10 мм, 4 - трафареты; 5- коврики резиновые

### 10. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-40

Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-40 предназначен для доизвлечения мелкого золота из хвостовых продуктов промывочного прибора ПБШ-40

#### Техническая характеристика грохота-обезвоживателя шлюзового ГОШ-40

Шлюз мелкого наполнения ШМН-2х500	
Рабочая длина	4,0 м
Рабочая ширина	0,5 м
Количество шлюзов	2 шт
Площадь улавливания	4,0 м <sup>2</sup>
Высота планок трафарета	20 мм
Скорость потока пульпы	1,22 м/с
Выносной желоб	
Рабочая ширина	0,5 м
Рабочая длина	4,0 м
Неподвижный грохот	
Живое сечение	38,8%
Угол наклона	6°
Диаметр отверстия	10,0 мм
Рабочая площадь	1,0 м <sup>2</sup>

Распределение золота по классам крупности приведено в табл. 5

Таблица 5

Распределение золота по классам крупности

Крупность фракции, мм	Выход, %			Потери золота, %
	Основной шлюз (1-я стадия обогащения)	ГОШ-40 (2-я стадия обогащения)	Итого	
+2	99,6	0,4	100	—
-2+1	98,3	1,7	100	—
-1+0,5	94,25	3,77	98,02	1,98
-0,5+0,2	82,75	13,02	95,77	4,23
-0,2+0	55,15	20,29	75,44	24,56
Итого	87,88	7,14	95,02	4,98

## 11. Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-50

Грохот-обезвоживатель шлюзовой ГОШ-50 предназначен для доизвлечения мелкого золота из хвостовых продуктов промывочного прибора ПГШ-50

### Техническая характеристика грохота-обезваживателя шлюзового ГОШ-50

Обогатительный модуль	
Пропускная способность	50 м <sup>3</sup> /ч
Грохот с перфорацией 20 мм	
Площадь грохота	1,43 м <sup>2</sup>
Живое сечение грохота	35%
Габариты (ВхL)	1200х2300 мм
Шлюз глубокого наполнения ГОШ-50	
Габариты (ВхL)	600х4100 мм
Тип трафарета	Лестничный
Высота планок трафарета	88 мм
Наклон планок трафарета (по потоку)	80°
Расстояние между планками трафарета	150 мм
Способ подъема трафарета	Ручной
Наличие ковриков под трафаретами	Есть
Площадь улавливания шлюза	2,46 м <sup>2</sup>
Шлюз мелкого наполнения ШШ-50	
Габариты (ВхL)	600х2000 мм
Тип трафарета	Лестничный
Высота планок трафарета	30 мм
Наклон планок трафарета (по потоку)	80°
Расстояние между планками трафарета	50 мм
Способ подъема трафарета	Ручной
Наличие ковриков под трафаретами	Есть
Площадь улавливания шлюза	1,2 м <sup>2</sup>
Грохот с перфорацией 10 мм	
Площадь грохота	1,2 м <sup>2</sup>
Живое сечение грохота	35,7%
Габариты (ВхL)	600х2100 мм
Шлюз мелкого наполнения ШМН	
Габариты (ВхL)	720х4000 мм
Тип трафарета	Лестничный
Высота планок трафарета	30 мм
Наличие ковриков под трафаретами	Есть
Площадь улавливания шлюза	2,88 м <sup>2</sup>
Наклон шлюза	5°30'

Схема грохота приведена на рис 4.

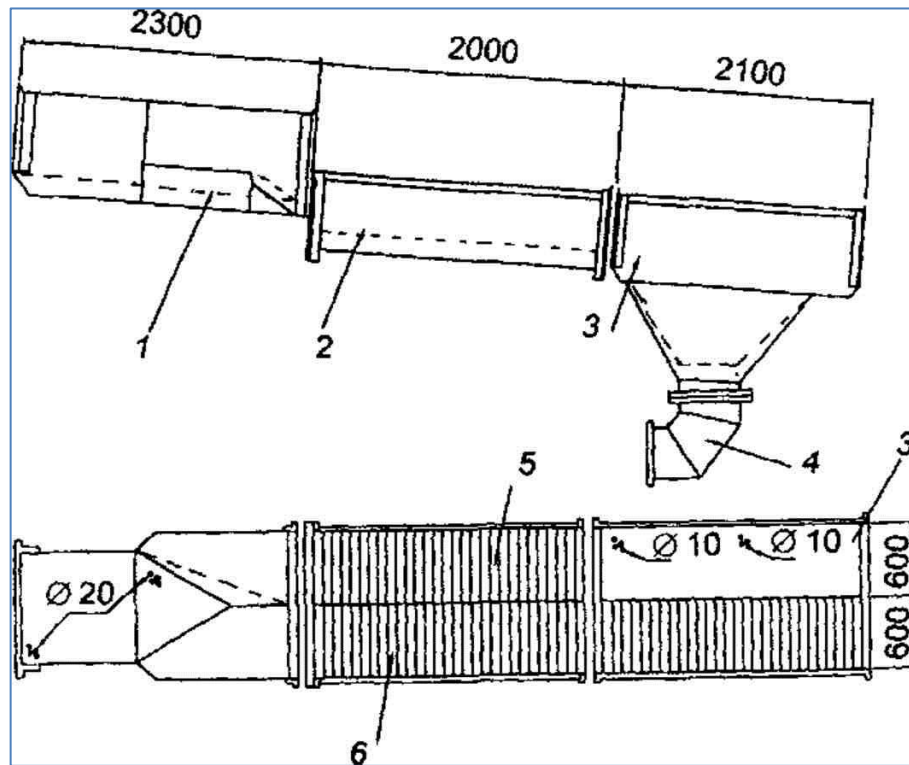


Рис. 4. Схема грохота-обезвоживателя шлюзового ГОШ-50: 1 - грохот с отверстиями 20 мм; 2 - шлюз; 3 - грохот с отверстиями 10 мм; 4 - патрубок; 5 - шлюз мелкого наполнения; 6 - шлюз глубокого наполнения



## РАЗДЕЛ VIII. ДОВОДКА КОНЦЕНТРАТОВ

### 1. Общие положения

Организацию и технологию доводки шлюзовых концентратов определяют в зависимости от способа сполоска шлюзов и минерального состава шлихов в концентратах.

Шлюзовые концентраты обрабатываются на шлихообогатительных фабриках и шлихообогатительных установках, которые различаются только по степени развития технологических схем.

Шлихообогатительные фабрики имеют технологическую схему с законченным циклом доводки шлюзовых концентратов до шлихового золота и обогащения шлихов, содержащих трудноизвлекаемое гравитационными методами золото до содержания, при котором экономически целесообразно вывозить их для переработки на золотоизвлекающие фабрики (ЗИФ) или металлургические заводы.

Шлихообогатительные установки предназначены для обслуживания небольших производственных объектов, расположенных в отдаленных необжитых районах; на них производится первичная обработка шлюзовых концентратов и шлихов различных видов. Технологическая схема предусматривает выделение черного золота и золотосодержащих продуктов, некоторые из них подлежат доработке на ШОФ. Организация работ на ШОУ должна предусматривать полную сохранность золотосодержащих продуктов, подлежащих доработке на ШОФ.

В этих целях ШОУ необходимо оборудовать соответствующими емкостями для накопления указанных продуктов.

Золотосодержащие продукты с ШОУ необходимо доставлять на ШОФ в автоконтейнерах - шлиховозах или специальных герметически закрывающихся и опломбированных контейнерах и емкостях. Транспортирование золотосодержащих продуктов в обычных кузовных машинах «навалом» или в неопломбированных емкостях категорически запрещается.

Все хвосты шлихообогатительных фабрик и установок подлежат складированию в спецотвалы с гарантией их полной сохранности. Монтаж и эксплуатация основного и вспомогательного оборудования и транспортных магистралей на ШОФ и ШОУ должны исключать возможность механических потерь и просыпей. На ШОФ и ШОУ полы должны быть бетонированы с уклоном и иметь приямки (ловушки) для аккумуляции механических потерь (просыпей)

золотосодержащих продуктов. Хвостовые желоба располагают так, чтобы исключить возможность попадания в них золотоносных продуктов при обмыве оборудования и полов.

Организация работ на ШОФ и ШОУ должна обеспечивать соблюдение требований правил техники безопасности, промсанитарии и инструктивных положений по сохранности драгоценных металлов.

## **2. Принципиальная технологическая схема шлихообогатительных фабрик (ШОФ)**

Технологическая схема ШОФ должна быть достаточно развитой и обязательно включать узел перечистки бедных продуктов.

Основное технологическое оборудование ШОФ приведено в табл. 1.

Вне зависимости от применяемого метода сполоска шлюзов промывочных установок рекомендуется к исполнению единая принципиальная схема шлихообогатительной фабрики (установки), рассчитанная на безамальгамационную технологию (рис. 1). Количество получаемых концентратов в зависимости от способа сполоска:

- при автоконтейнерном - ручной контейнер с головной части шлюза, приблизительно 60 кг (20 л) и автоконтейнер - шлиховоз - 3 т (1 м<sup>3</sup>);
- с применением доводочного шлюза - ручной контейнер с головной части шлюза, приблизительно 60 кг (20 л) и ручные контейнеры с концентратом доводочного шлюза ШД-400 или ШД-580 - 180-240 кг (60-80 л).

*Таблица 1*

Основное технологическое оборудование ШОФ, ед.

Оборудование	Для авто- контейнерного сполоска	С приме- нением доводочного шлюза
Отсадочная машина МОП-0,2	2	1
Отсадочная машина МОД-2М	1	1
Концентрационный стол СКО-7,5	1	1
Концентрационный стол СКО-2	1	1
Отсадочная машина МОД-М	1	1
Ротационный сепаратор РС-400	1	1
Вашгерд	2	2

Производительность ШОФ за 7-часовую смену:

- при сполоске с применением автошлиховоза - 10-12 промустановок, 45-50 т;
- при сполоске с применением доводочного шлюза в ручные контейнеры - 15-20 промустановок, 3-5 т;

Доводка концентратов и обогащение шлихов по рекомендуемой схеме производится в два цикла.

Технология первого цикла предусматривает максимально полное извлечение шлихового золота, подлежащего учету отдельно по промывочным установкам. В этом же цикле из процесса обогащения выводятся хвосты контрольного шлюза с отвальным содержанием (ниже 2 г/т) золота и накапливается промпродукт (шлихи), предназначенный для обогащения по технологической схеме второго цикла.

Во втором цикле обработка накопленных шлихов производится на том же оборудовании ШОФ после окончания работ первого цикла

Из шлихов доизвлекается свободное шлиховое золото, учитываемое отдельно по производственным объектам добычи каждого недропользователя и накапливается продукт с содержанием золота выше 100 г/т, предназначенный для обработки на ЗИФ. Выводится в спецотвал промпродукт с содержанием золота от 2 до 20 г/т и в отвал - хвосты контрольного шлюза с содержанием золота меньше 2 г/т.

Хвосты обогащения и бедный промпродукт до поступления в спецотвал подвергают контрольному обогащению на шлюзе. Концентрат контрольного шлюза необходимо снимать ежедневно и обрабатывать вместе со шлихами во втором цикле.

В шлюзовых концентратах, поступающих на ШОФ, золото находится в основном в свободном состоянии и в первом цикле доводки извлекается на 92-99% в виде шлихового. На отдельных месторождениях отмечается повышенное содержание золота в сростках и других трудноизвлекаемых формах. Из таких концентратов извлечение золота в виде шлихового будет ниже. На некоторых месторождениях извлечению свободного золота препятствует высокое содержание в шлиховом комплексе тяжелых минералов, особенно магнетита, титаномагнетита и др.

Во втором цикле доизвлекается незначительное количество свободного шлихового золота (0,5-3%). Основная цель необходимости второго цикла обогащения промпродуктов с применением в нем концентрационного стола -

извлечь в продукт, предназначенный для обработки на ЗИФ, максимальное количество золота, которое не удастся выделить как шлиховое. В продукт, предназначенный для переработки на ЗИФ, может быть извлечено от 0,3 до 8% золота, а потери золота в хвосты ШОФ могут при этом составлять десятые и даже сотые доли процента.

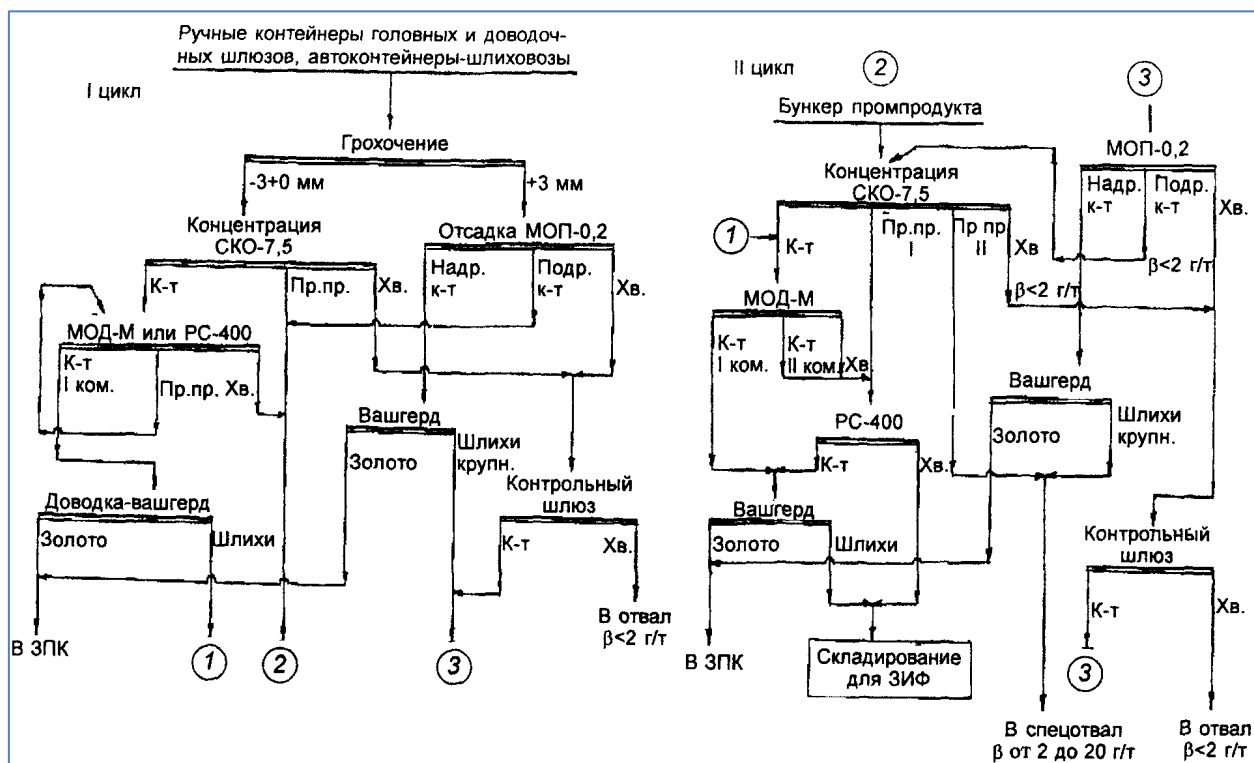


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема ШОФ, предусматривающая безамальгамационную доводку концентратов

Во втором цикле обработки шлихов необходимо периодически проводить опробование разгрузки деки концентрационного стола для определения границ отбора продукта, предназначенного для обработки на ЗИФ, промпродукта с граничным содержанием 2 г/т для хранения в спецотвале на ШОФ и недопущения случаев вывода в отвальные хвосты продуктов с содержанием золота более 2 г/т.

Для месторождений, которые имеют повышенные содержания магнитных минералов и железного скрапа, необходимо разрабатывать с помощью научно-исследовательских организаций специальные технологические схемы с применением магнитной сепарации перед обогащением на концентрационном столе. Применение магнитной сепарации позволит вывести из питания концентрационного стола железный скрап и основную часть магнитных минералов (потери золота с магнитными минералами составят десятые доли процента).

В спецотвалах и отвалах лежалых хвостов шлихообогатительных фабрик и

установок в основном содержится золото, которое не извлекается известными гравитационными методами обогащения. Для извлечения золота из указанных отвалов в условиях шлихообогатительной фабрики необходимо разрабатывать специальные технологии.

### **3. Технологическая схема типовой шлихообогатительной фабрики (ШОФ)**

Технология обогащения шлюзовых концентратов по схеме (рис. 2) включает следующие основные операции:

- грохочение;
- магнитную сепарацию фракции -5 мм сепаратором со слабым магнитным полем;
- обогащение немагнитной фракции на концентраторе ЦБК-500 (ручные контейнеры) или на концентрационном столе (автошлиховозы);
- доводку концентратов на комплексе КСЗ-1А;
- перемешивание промпродукта II концентрационного стола на отсадочной машине МОД-0,2;
- обогащение фракции +5 мм на отсадочной машине МОП-0,2;
- обогащение продуктов с отвальным содержанием золота на контрольном шлюзе.

При этом обработка продуктов по схеме ШОФ предусматривает два цикла обогащения:

- в первом предусматривается максимально полное извлечение шлихового золота в целях учета его поприборно и накопление продукта, предназначенного для второго цикла обогащения;
- во втором цикле доизвлекается свободное золото и накапливается продукт, предназначенный для обработки на ЗИФ. В отвал выводятся хвосты контрольного шлюза, как от первого цикла, так и от второго, с содержанием золота меньше 2 г/т. Магнитная фракция от головного магнитного сепаратора выводится в спецотвал отдельно от хвостов контрольного шлюза ШОФ. На тех ШОФ, в питании которых содержание сильномагнитных минералов будет невелико, установка магнитного сепаратора в голове процесса не обязательна.

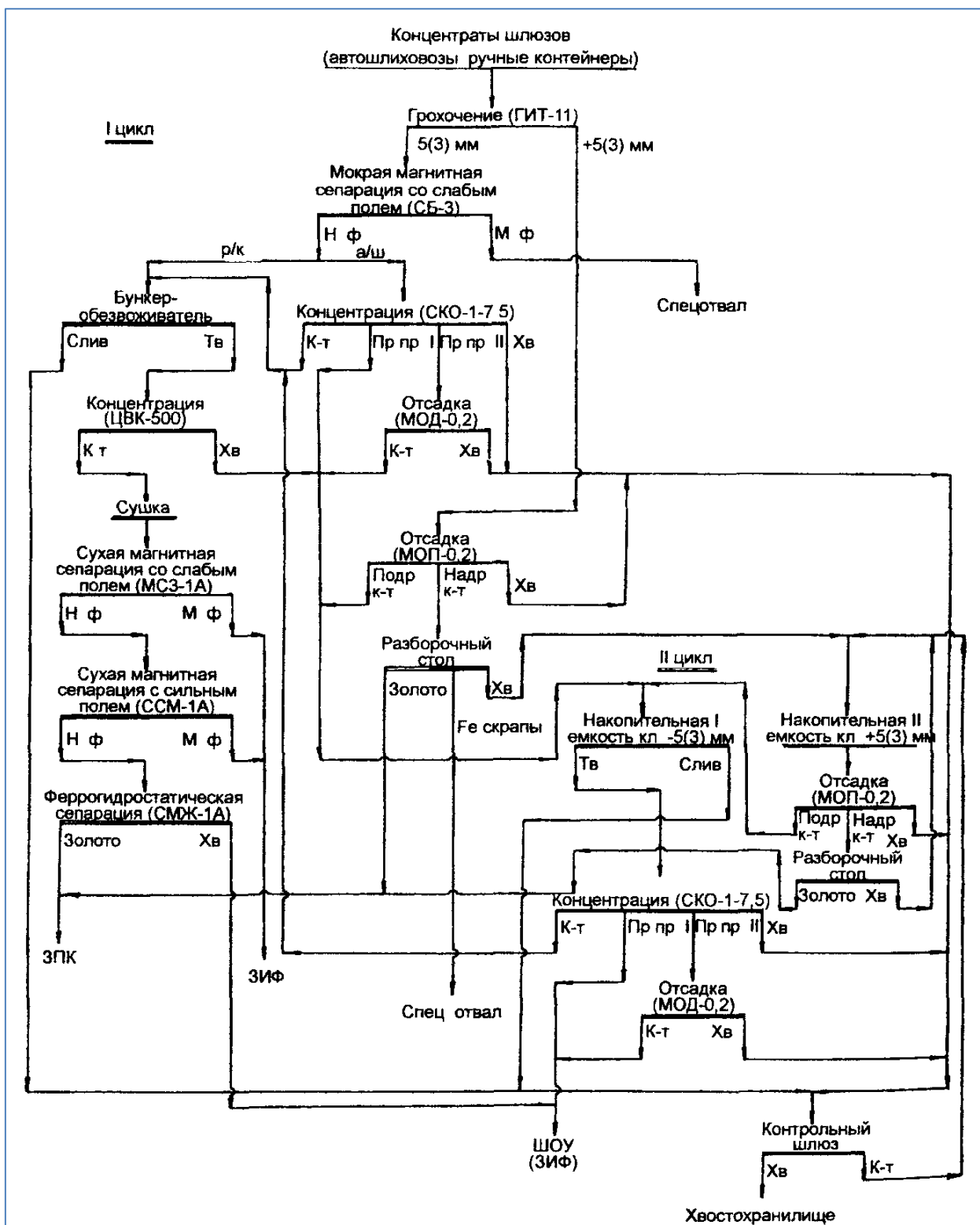


Рис. 2. Технологическая схема работы типовой шлихообогащительной фабрики

Магнитные фракции, выделенные сепараторами МСЗ (сепаратор для выделения сильномагнитной фракции) и ССМ (сепаратор для выделения среднемагнитной фракции), подлежат переработке на ЗИФ, хвосты сепаратора СМЖ (сепаратор, на магнитных жидкостях) и промпродукты, полученные во втором цикле обогащения, также должны перерабатываться на ЗИФ.

### Техническая характеристика и режимы работы комплекса КСЗ-1А

Производительность по исходному	До 70 кг/ч
Суммарная мощность, потребляемая электромагнитными системами	Не более 9,7 кВт
Суммарная номинальная мощность электро- двигателей	Не более 2,0 кВт
Масса	6700+350 кг
Комплектность'	
сепаратор МСЗ-1А	1 шт.
сепаратор ССМ-1А	1 шт.
Сепаратор СМЖ-1А	
Выпрямитель типа ОПЕ	1 шт.
Запасные части (комплект)	2
Сепаратор МСЗ-1А	
Длина	1200 мм
Ширина	800 мм
Высота	1100 мм
Сепаратор ССМ-1А	
Длина	1900 мм
Ширина	1900 мм
Высота	1900 мм
Сепаратор СМЖ-1А	
Длина	1100 мм
Ширина	1000 мм
Высота	1350 мм
Рекомендуемый режим работы	
Сепаратор МСЗ-1А	
Расстояние между вибрлотком и барабаном	48 мм
Частота вращения барабана	30 об./мин
Напряженность магнитного поля	1300 Э
Нагрузка	35-40 кг/ч
Сепаратор ССМ-1А	
Расстояние между полюсами	25 мм
Сила тока	18 А
Напряженность магнитного поля	24 000 Э
Нагрузка	20-25 кг/ч
Сепаратор СМЖ-1А	
Длина полюсных наконечников	400 мм
Зазор между полюсами'	
наименьший	48 мм
наибольший	72 мм
Сила тока	16 А
Напряженность магнитного поля	6400 Э
Нагрузка	6-8 кг/ч
Плотность жидкости	1,028 г/см <sup>3</sup>

Сквозное извлечение золота по схеме в богатых шлихах следует ожидать на уровне 99-99,9%, при этом извлечение шлихового золота составит 95-99%. Выход продукта, предназначенного для дальнейшего обогащения на ЗИФ, конкретно по каждой ШОФ будет зависеть от шлихового комплекса перерабатываемых концентратов.

Для приема концентратов, доставляемых автошлиховозами, необходимо предусмотреть сооружение приемных бункеров (каждый объемом 1,5 м<sup>3</sup>), подача питания из которых на грохот возможна поочередно.

Конструкция бункеров разрабатывается на стадии проектирования ШОФ и должна обеспечивать равномерную загрузку и равномерное распределение материала по ширине грохота. Необходимо предусмотреть сооружение эстакады, размеры и конструкция которой позволяют заезжать на нее автошлиховозам и разгружаться им в приемные бункеры, а также предусмотреть строительство помещения для хранения ручных контейнеров, оборудованное устройством для механического их перемещения к месту разгрузки.

Для продуктов, обрабатываемых на концентраторе ЦБК-500, и промпродуктов, накапливаемых для второго цикла обогащения, необходимо соорудить бункеров-накопителей, конструкция которых, разрабатываемая на стадии проектирования ШОФ, должна обеспечивать предотвращение потерь золота со сливом воды, а по емкости должна соответствовать ожидаемым максимальным объемам накапливаемых в них продуктов.

Для доводки надрешетных концентратов отсадочной машины МОП-0,2 до шлихового золота рекомендуется изготовить на месте разборочный стол, представляющий собой деревянную плоскость размерами 600 x 700 мм, покрытую линолеумом или релином, с бортами с трех сторон высотой 150 мм. Высота стола 800 мм.

Использование в предлагаемой схеме комплекса КСЗ (комплекс оборудования для извлечения свободного золота) позволяет исключить такие трудоемкие операции, как обработка концентратов на вашгерде и отдувка золота.

Схема комплекса КСЗ-1А приведена на рис. 3.



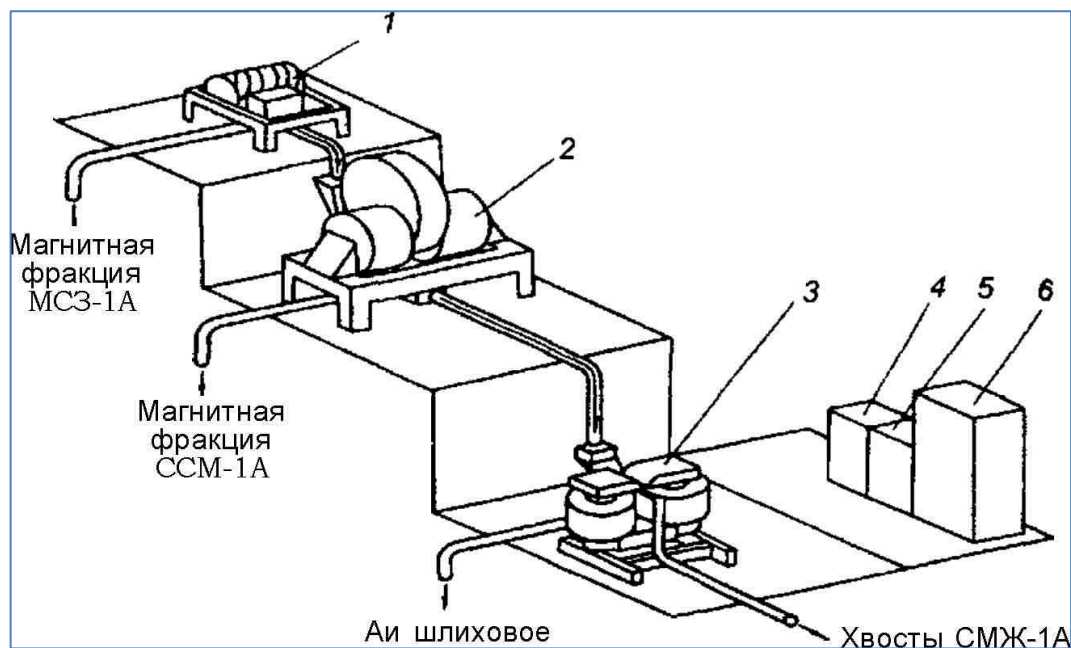


Рис. 3. Схема комплекса оборудования КСЗ-1А: 1 - сепаратор МСЗ-1А; 2 - сепаратор ССМ-1 А; 3 - сепаратор СМЖ-1А; 4,5 - выпрямители типа ОПЕ; 6 - шкаф управления

#### **4. Технологическая схема шлихообогатительной установки (ШОУ) - I вариант**

Исходными продуктами для обработки на ШОУ являются шлюзовые концентраты промустановок, доставляемые как в ручных контейнерах, так и в автошлиховозах.

ШОУ выдает шлиховое золото, продукты, подлежащие переработке по пирометаллургической технологии, и отвальные хвосты с содержанием золота не более 2 г/т.

Технологическая схема ШОУ предусматривает переработку концентратов в два цикла (рис. 4).

В первом цикле из концентратов извлекается шлиховое золото и накапливаются продукты для переработки во втором цикле, где доизвлекается шлиховое золото и получают продукты для дальнейшей пирометаллургической переработки. Концентраты автошлиховозов в первом цикле перерабатываются по схеме отсадка - концентрация. Концентрат стола СКО-2 и надрешетный концентрат отсадки МОД-1 доводятся на вашгерде, черновое золото после сушки направляется на отдувку в ЗПК. Промпродукт стола накапливается для переработки во втором цикле. Граница разделения промпродукта и хвостов на деке стола определяется опробованием.

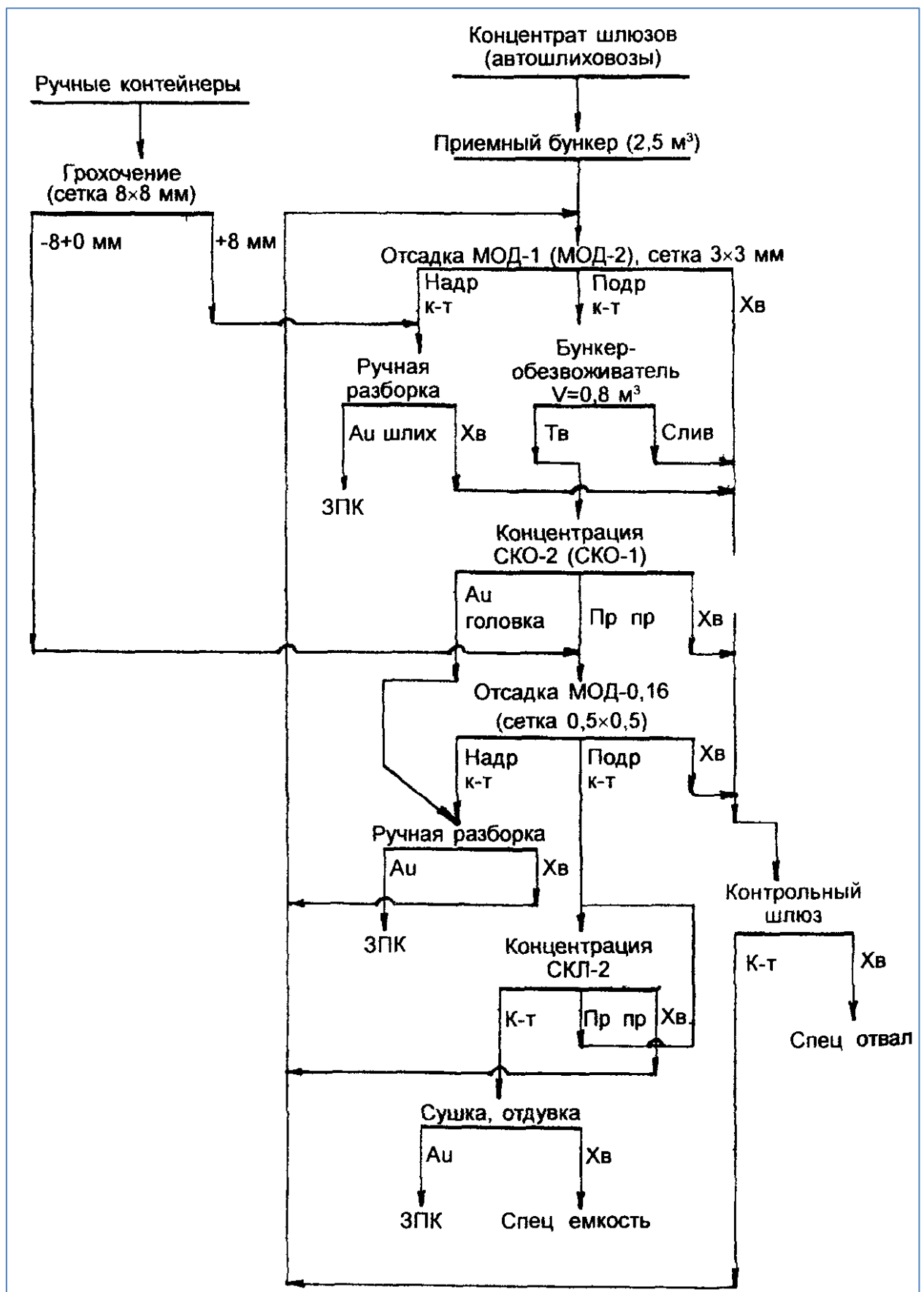


Рис. 4. Технологическая схема шлихообогатительной установки (I вариант)

**Перечень технологического оборудования, рекомендуемого для комплектации ШОУ**

Отсадочная машина МОД-1М	1
Отсадочная машина МОД-0,16	1
Концентрационный стол СКО-2	1
Концентрационный стол СКЛ-2	1
Шкаф сушильный СНОЛ-3,5	1
Вашгерд	1
Набор сит 3, 2, 1, 0,5 и 0,2 мм	1 компл.
Концентратосос	1
Разборочный стол	1
Грохот вибрационный ГВ-0,2	1
Приемный бункер, $V = 2,5 \text{ м}^3$	1
Бункер-обезвоживатель, $V = 0,8 \text{ м}^3$	1
Бункер-обезвоживатель, $V = 0,3 \text{ м}^3$	1
Шлюз контрольный	1
Стол для отдува	1
Гидроэлеватор для подрешетных материалов	2

Концентраты, доставляемые на ШОУ в ручных контейнерах, обрабатываются по схеме грохот - отсадка МОД-0,16 - концентрация СКЛ-2.

Надрешетный концентрат отсадки МОД-0,16 доводится на вашгерде, а концентрат стола СКЛ-2 после сушки подвергается отдувке.

Во втором цикле обработка накопленного промпродукта стола СКО-2 производится на этом же оборудовании по схеме: отсадка МОД-0,16 - концентрация СКЛ-2.

На контрольный шлюз поступают следующие продукты обогащения:

- хвосты отсадочной машины МОД-1;
- хвосты ручной разборки (вашгерд) от доводки надрешетного концентрата отсадочной машины МОД-1;
- хвосты концентрационного стола СКО-2;
- хвосты отсадки МОД-0,16.

Сполоск контрольного шлюза производится ежесменно. Концентрат шлюза заворачивается в голову процесса на отсадочную машину МОД-1 совместно с хвостами концентрационного стола СКЛ-2 и хвостами ручной разборки (вашгерд) от перечистки надрешетного концентрата отсадки МОД-0,16.

Все хвостовые продукты, получаемые в процессе обработки продуктов в ЗПК, подлежат специальному хранению для дальнейшей обработки по пирометаллургической технологии.

Режимы работы применяемого оборудования (частоты, амплитуды пульсаций, расход воды, нагрузка по твердому, угол наклона деки) настраиваются в начале промывочного сезона и уточняются в процессе эксплуатации.

## 5. Технологическая схема шлихообогатительной установки (ШОУ) - II вариант

Технологическая схема ШОУ предусматривает:

- грохочение исходного материала на виброгрохоте по классу -8 +0 мм;
- отсадку материала на отсадочной машине МОД-0,16 с сеткой 0,5х0,5 мм;
- концентрацию класса -0,5 +0 мм ( подрешетный продукт отсадки) на концентрационном столе СКЛ-2;
- магнитную сепарацию черного концентрата стола с получением магнитной и немагнитной фракций;
- перечистку немагнитной фракции на концентрационном столе с получением 10%-ного содержания золота в концентрате;
- плавку концентрата на золотой слиток, пригодный для аффинажа

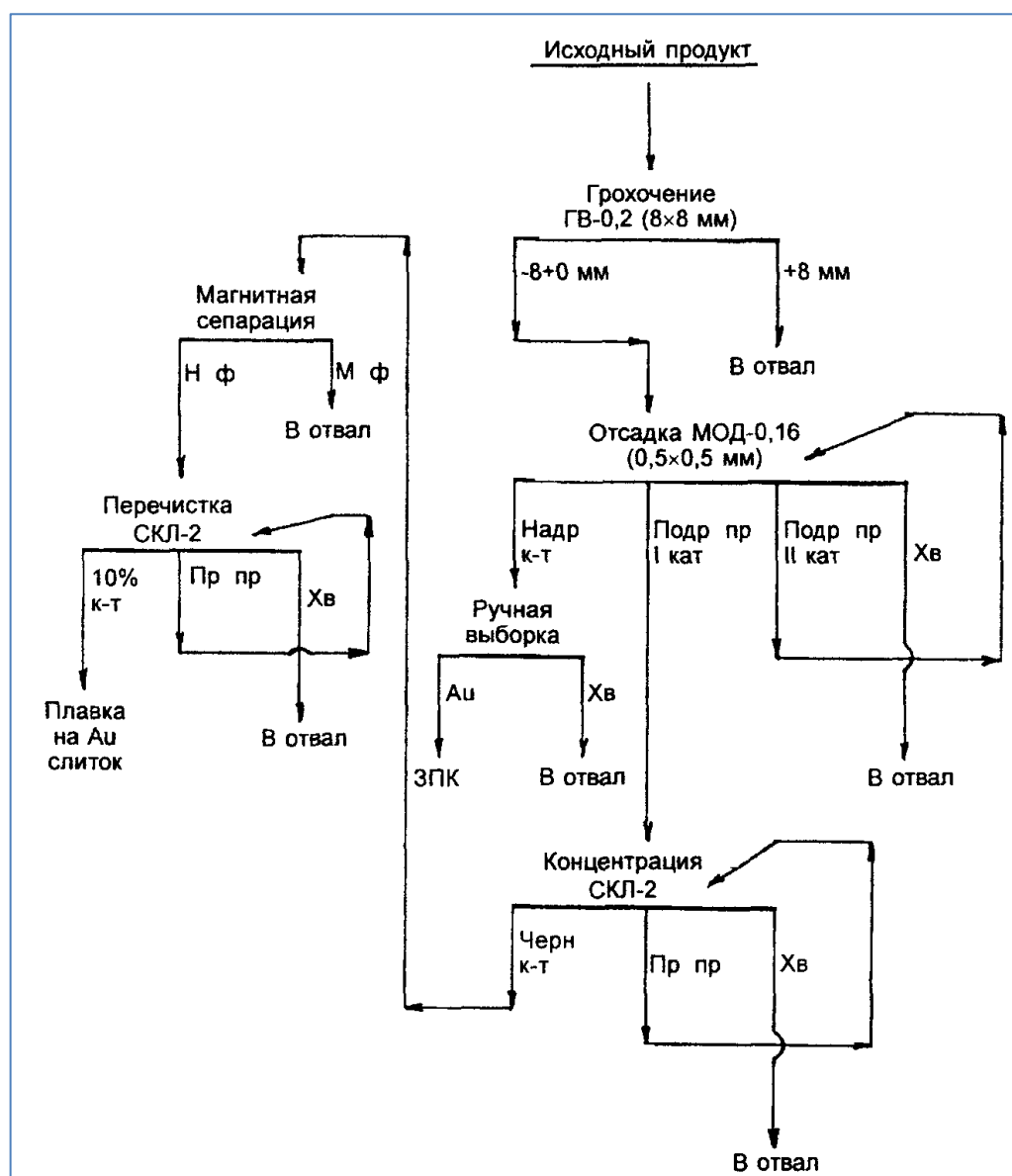


Рис 5. Технологическая схема шлихообогатительной установки (II вариант)

## 6. Малогабаритная передвижная обогатительная установка (МПОУ)

Установка МПОУ предназначена для доводки золотосодержащих шлюзовых концентратов до шлихового золота, а также для обработки больших объемных проб в геологоразведке.

### Техническая характеристика установки МПОУ

Крупность питания	До 40 мм
Пропускная способность	До 1,0 м³/ч
Расход воды	До 45 м³/ч
Извлечение шлихового золота	До 98%
Общее извлечение золота	До 99,0%
Установленная мощность (без учета насосной станции)	1,9 кВт
Масса (с балком)	5300 кг
Габариты:	
длина	5,45 м
ширина	3,30 м
высота	2,85 м

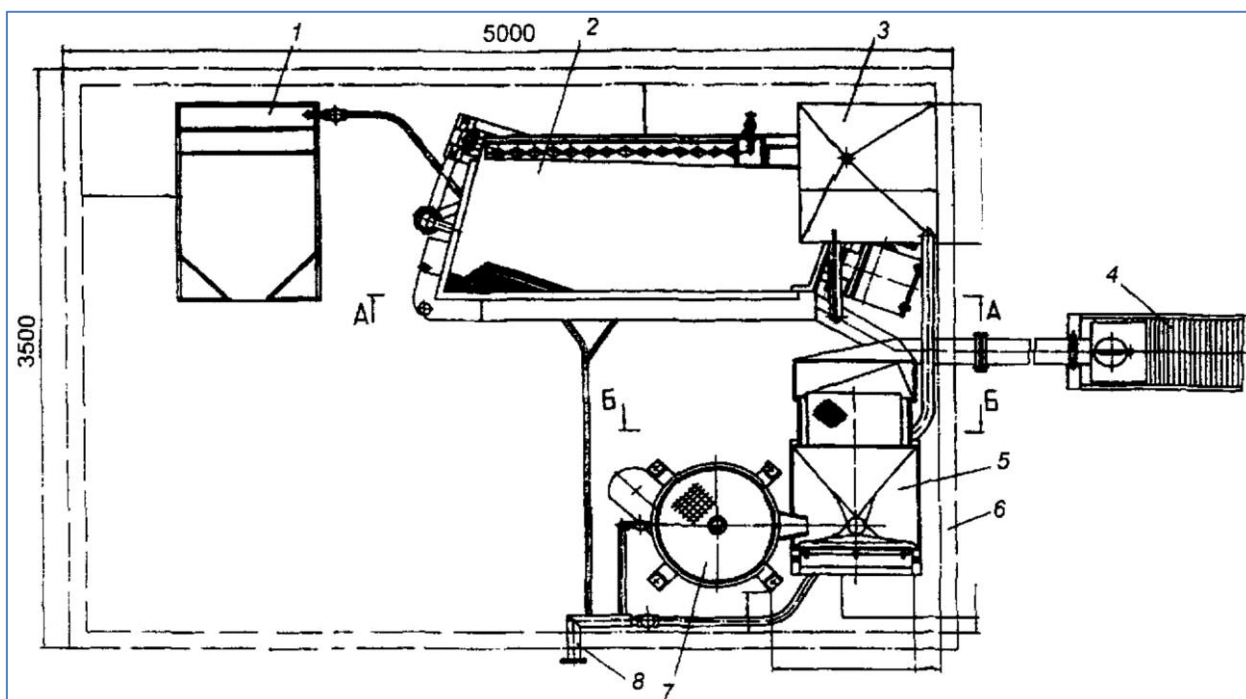


Рис. 6. Малогабаритная передвижная обогатительная установка МПОУ

1 - вашгерд; 2 - стол концентрационный СКО; 3 - бункер-накопитель; 4 - шлюз доводочный ШД; 5 - отсадочно-классификационная машина ОКМ; 6 - балок; 7 - концентратор центробежно-вибрационный; 8- водная коммуникация золотосодержащих концентратов

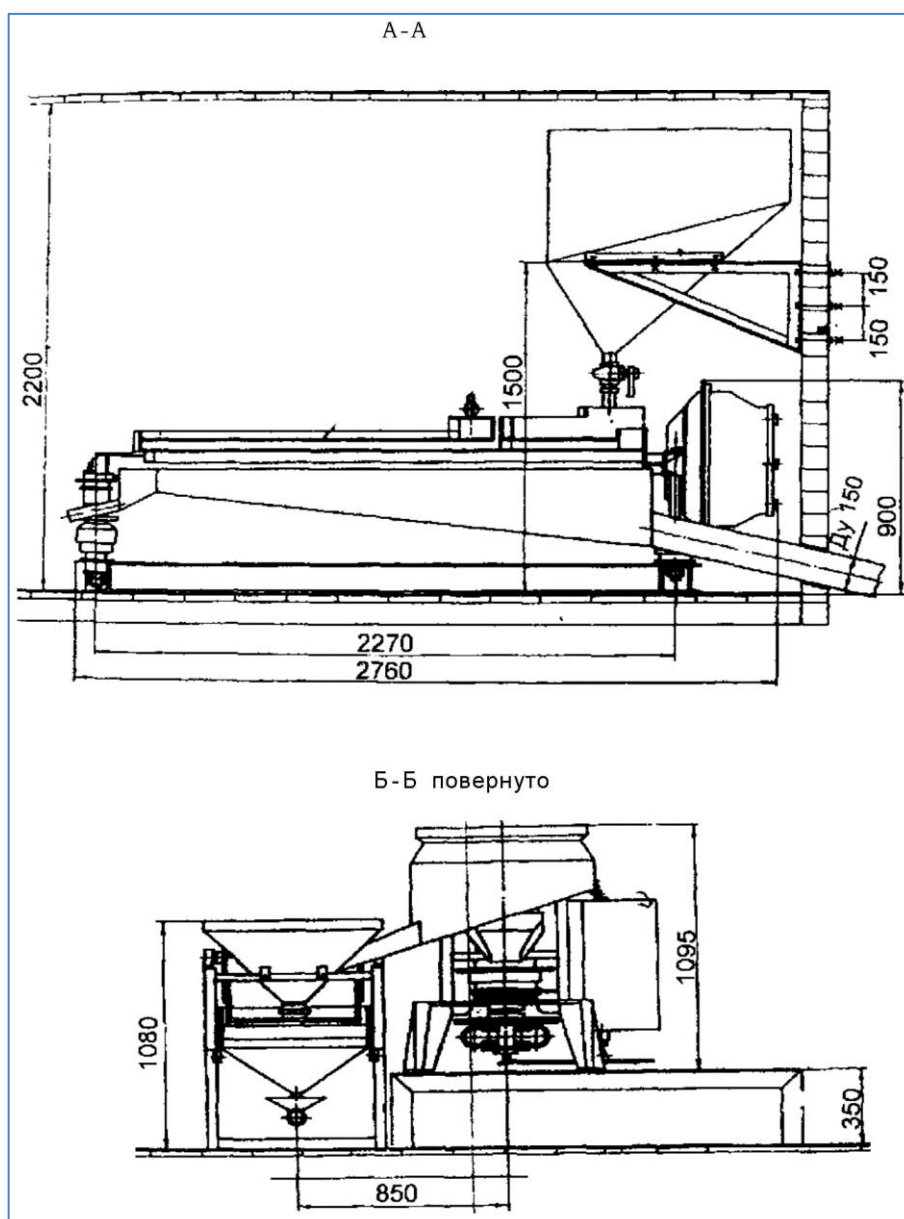
Цепь аппаратов установки скомпонована в один модуль (рис. 6).

Технология обогащения шлюзовых концентратов (проб) включает два цикла обогащения:

- в первом предусматривается максимально полное извлечение шлихового золота (до 90%) и накопление продукта, предназначенного для второго цикла обогащения;
- во втором цикле доизвлекается свободное золото (5—8%) и накапливается продукт, предназначенный для обработки на центральной ШОФ или ЗИФ.

В отвал выводятся хвосты контрольного шлюза как от первого цикла, так и от второго, с содержанием золота меньше 2 г/т.

Выход продукта, предназначенного для дальнейшего обогащения на ШОФ (ЗИФ), зависит от шлихового комплекса перерабатываемых концентратов.



Малогабаритная передвижная обогатительная установка МПОУ (к рис. 7)

Установка состоит в основном из оборудования, разработанного лабораторией обогащения ОАО «ВНИИ-1» (отсадочно-классификационная машина ОКМ, центробежно-вибрационный концентратор ЦВК-500, стол концентрационный СКО-2). Технологическая схема установки приведена на рис. 7.

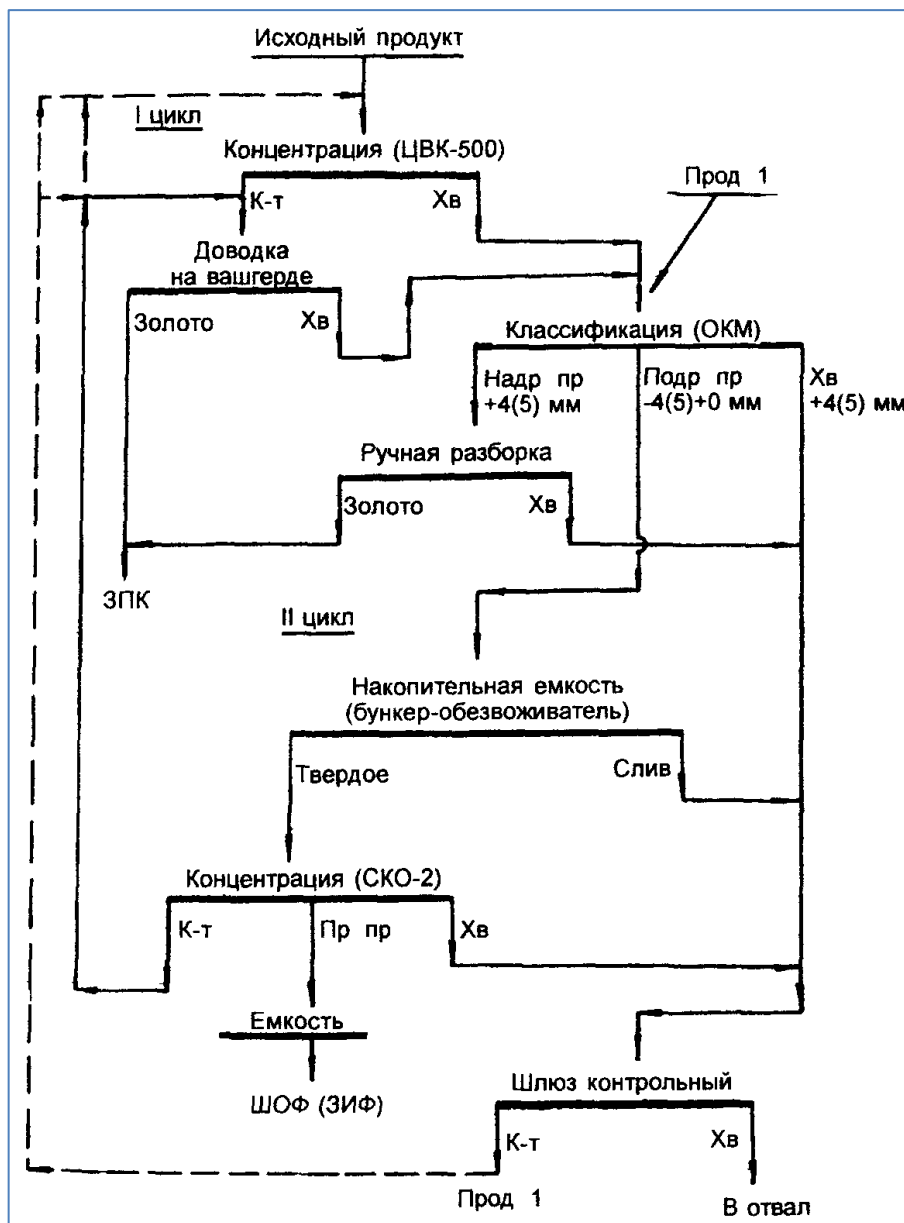


Рис 7. Технологическая схема установки МПОУ

## 7. Обработка черного золота

Из черного золота удаляют магнитом магнитную фракцию - железный скрап, окалину, магнетит и другие сильномагнитные минералы.

После отделения магнитной фракции в целях удаления других посторонних примесей золото рассеивают на ситах с размерами отверстий, равными приблизительно 3, 1, 0,5 и 0,2 мм. Из фракции крупнее 3 и -3+1 мм посторонние

примеси удаляют вручную, фракции  $-1 +0,5$ ;  $-0,5 +0,2$  и  $-0,2 +0$  мм отдельно подвергают отдувке для удаления примесей породы и сульфидов. После этого вручную при просмотре золота удаляют оставшиеся минералы большой удельной плотности (касситерит, шеелит, вольфрамит и др.) и скрап цветных металлов (медь, бронза, латунь и др.). Отходы первичной обработки черного золота, отдувы, скрап и др. образуют кассовые шлихи.

Кассовые шлихи тщательно собирают и по мере накопления перерабатывают в целях извлечения золота с применением металлургических методов.

Отдутое шлиховое золото в случае необходимости подвергают протолочке (отдельно мелкую фракцию и самородки) для разрушения включений кварца и ожелезненной «рубашки». После протоочки производят повторную отдувку золота. Выделенные при этом отходы называют красными шлихами, или оттолочками; это шлихи с высоким содержанием золота.

Их собирают и хранят отдельно от кассовых шлихов. Красные шлихи подлежат плавке на золотой слиток с флюсами в соотношении на 1 часть шлихов 0,5 части соды и 1,5 части буры. Шлак от плавки подлежит дроблению и дальнейшей переработке (он является оборотным материалом в последующих плавках).

Золото, полученное после кассовых операций, направляют на аффинажный завод как готовую продукцию.

## **8. Определение подлинности золота**

В производственной практике очень часто в шлиховое золото попадают посторонние цветные металлы в виде капсулей от взрывателей, медных, латунных, бронзовых, баббитовых обломков и т. д. Подделки под золото могут быть в виде позолоты, нанесенной на кусочки или гранулы тяжелых металлов (медь, железо и др.), и в виде сплавов металлов, которые по цвету и блеску похожи на золото

Кроме того, иногда в целях увеличения массы золота его нартучивают: подвергают насыщению ртутью, а затем кратковременному отжигу. Указанные случаи требуют от кассиров - приемщиков золота особой внимательности и умения распознавать посторонние примеси в принимаемом золоте.

При затруднениях в определении подлинности золота по внешнему виду следует прежде всего воспользоваться методом растворения в кислоте. Золотины,



вызывающие сомнение, или часть металла, отрезанного от крупных кусочков, помещают в пробирку, стакан или фарфоровую чашку и заливают небольшим количеством азотной кислоты (удельный вес 1,3). Сосуд с металлом и кислотой подогревают на электрической плитке.

Если при этом не происходит растворения металла, не выделяются пузырьки газа и не изменяется цвет кислоты, то это показывает, что испытуемые образцы являются золотом. При наличии признаков растворения необходимо взять часть употребленной кислоты в другую пробирку или стакан, разбавить таким же количеством дистиллированной воды и добавить нашатырного спирта. Если раствор даст синюю окраску, то это указывает на наличие подделки, содержащей медь. Поступившее в кассу золото с примесью подделок необходимо переплавить на слиток и произвести опробование либо подвергнуть кислотной обработке. В последнем случае рекомендуется крупные кусочки расковать, весь металл высыпать в фарфоровые чашки, залить азотной кислотой и нагревать до кипения. После прекращения растворения кислоту (раствор) надо слить в бутылку, залить в чашки новую порцию свежей кислоты и снова нагреть до кипения. Так повторить несколько раз до полного растворения примесей. Обработанное кислотой золото промывают водой и взвешивают. Обычно после обработки кислотой низкопробное золото (ниже 500-й пробы) имеет темный цвет. Определение пробности партий шлихового золота с каждого месторождения следует производить пробирным анализом.

## РАЗДЕЛ IX. ОПРОБОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПРОМРИБОРОВ И ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

### **1. Общие положения**

На каждую промывочную установку необходимо составлять технологическую инструкцию (карту), которая представляет собой основной документ, регламентирующий работу установки.

В технологической инструкции отражаются: характеристика промывочной установки, характеристика песков, описание технологической схемы и способа сполоска, характеристика основного оборудования, параметры работы оборудования, характеристика отходов промывки, порядок и методы технологического контроля, энерго- и водоснабжение, способ обезвреживания сточных вод

Технологическую инструкцию, которая утверждается техническим руководителем, разрабатывают производственно-технические службы предприятия.

Соблюдение технологической инструкции - основная задача обслуживающего персонала. Выполнение ее проверяет инженер-обогадитель. В связи с тем, что основной целью регламентации технологического процесса является рациональное использование минерального сырья, особое значение приобретает опробование продуктов обогащения на содержание в них полезного компонента.

В практике различают три вида опробования: оперативное, или текущее, целевое и балансовое.

**Оперативное опробование** проводят для определения потерь полезного компонента в отходы промывки - галю и эфеля. Осуществляют его специалисты-обогадители предприятия или участка по графику - не реже 1 раза в 10 дней. График составляется таким образом, чтобы каждая установка за время ее работы на одной стоянке опробовалась не менее 3-4 раз.

**Целевое опробование** проводят для изучения работы отдельных аппаратов или узлов. Его выполняют научно-исследовательские организации, исследовательские группы предприятий и обогадители предприятий по специально разработанной методике.

**Балансовое опробование** производят в тех случаях, когда надо установить распределение полезного компонента по всем продуктам обогащения и узлам.

Выполняют его, как правило, научно-исследовательские организации.

В зависимости от целей опробования в продуктах промывки, кроме содержания полезных компонентов, определяют их гранулометрический состав, отношение твердого к жидкому на различных стадиях процесса и нагрузку на аппараты.

Опробование можно разделить на два цикла: отбор проб и их обработку. Отбор проб относится к наиболее ответственной операции.

Проба должна характеризовать опробуемый продукт. Отбор проб при промывке песков осложняется особенностями гранулометрического состава золота и породы и главным образом неравномерностью распределения зерен золота в продуктах промывки.

Известные способы отбора проб от потока пульпы в условиях промывки песков дороги и трудоемки. В связи с этим способы отбора проб, обеспечивающие высокую достоверность, применяют в основном при целевом и балансовом опробовании.

В условиях же оперативного опробования предпочитают менее надежные, но более простые способы.

## **2. Оперативное опробование при промывке песков**

### **Отбор проб**

При этом виде опробования пробы отбирают от следующих продуктов:

- на промывочных установках с одностадийной схемой обогащения (ПГШ) - от гали гидровашгерда и эфелей после шлюза;
- на промывочных установках с двухстадийной схемой обогащения (ПГБ)
  - от гали гидровашгерда, гали барабанного грохота и эфелей;
- на скрубберных промприборах - от гали скруббера и эфелей.

Пробу эфелей можно набирать тремя способами: пересечением потока пульпы специальным пробником; отсечением части потока пульпы щелевым сократителем, вмонтированным в днище шлюза или желоба; набором частных проб из копушей на эфельном отвале.

Первые два способа весьма громоздки, поэтому в практике избегают применять их для оперативного опробования.

При оперативном опробовании обычно применяют третий способ. В этом случае площадь отвала разбивают условной сеткой на ряд квадратов, из которых в шахматном порядке копушами набирают нужный объем пробы.

Минимально допустимый объем пробы эфелей показан в табл. 1.

Таблица 1

Минимально допустимый объем проб

Эфеля			Галя		
Объем пробы в плотной массе, м <sup>3</sup>	Объем (в плотной массе) продукта в ендовке, л*	Кол-во ендовок, шт.	Объем пробы в плотной массе, м <sup>3</sup>	Объем (в плотной массе) продукта в ендовке, л*	Кол-во ендовок, шт.
Приборы бочечно-скрубберные (ПКБШ, ПБШ, ПГБ) с двухстадиальной схемой обогащения					
0,5	22,5	22	1,0	18,7	54
Приборы типа ПГШ с одностадиальной схемой обогащения					
1,0	21,5	46	1,0	17,5	57

\*Геометрический объем стандартной геологической ендовки 28 л.

Перед копушением поверхность отвала в местах расположения копушей зачищают на 5-10 см. Количество копушей, из которых набирают пробу, составляет 10. Один из копушей располагают в точке «боя».

Из каждого копуша отбирают в одинаковом объеме эфеля, поступающие в пробу. Необходимо, чтобы количество копушей, взятых в пробу из развалованной и неразвалованной частей отвала, было пропорционально объемам частей самого эфельного отвала. Количество и места расположения копушей определяют приисковый или участковый геолог и обогатитель.

Целесообразно перед опробованием пройти бульдозером траншею в отвале для транспортирования эфелей и потом набирать пробу по сетке только с площади этой траншеи.

Пробу гали скрубберных приборов и барабанного грохота прибора ПГБ отбирают копушами, равномерно расположенными по гребню галечного отвала. Перед копушением снимают верхний слой на 10-15 см. Минимальное количество копушей - 10. Из каждого копуша отбирают одинаковый объем гали, поступающий в пробу. В пробу отбирают как мелкий, так и крупный материал (собственно галю).

Пробу гали гидровашгерда приборов ПГШ и ПГБ следует отбирать в период разваловки галечного отвала за контур полигона. Частные пробы объемом 50 л берут лопатой из навала галечного материала на ноже бульдозера.

При заполнении ендовок пробой материал необходимо уплотнять встряхиванием. Если для заполнения проб используют другие емкости (бочки,

баки, лари), то для определения объема проб в плотной массе объем рыхлого материалы делят на коэффициент его разрыхления.

Для перевода объема материала из рыхлой массы в плотную рекомендуется принимать коэффициент разрыхления: для эфелей мельче 30 мм - 1,1; крупнее 30 мм - 1,3; для гали скрубберов и барабанного грохота - 1,5; для гидровашгерда - 1,6.

### Обработка проб

Перечень инвентаря, необходимого для обработки проб, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Инвентарь для обработки проб, ед.

Инвентарь и его размеры	Бочечно-скрубберные установки (ПГБ, ПКБШ)	Установки типа ПГШ
Проходнушка, $B \times L = 300 \times 3000$ мм	1	1
Бак металлический для складирования пробы эфелей, $L \times B \times H = 1250 \times 800 \times 600$ мм	1	—
Бак металлический для пробуторки гали ( $1 \times 5 \times Я = 1000 \times 600 \times 500$ мм) с ложным съемным перфорированным днищем (диаметр отверстий 10 мм) на высоте 150 мм от дна	1	1
Бак металлический для пробуторки гали ( $L \times B \times H = 1250 \times 800 \times 700$ мм) с ложным съемным перфорированным днищем (диаметр отверстий 10 мм) на высоте 300 мм от дна	1	1
Промывочный лоток	2	2
Ендовки геологические мерные объемом 28 л	4	4
Лопаты, шланги, пробуторки, совки разные. Сито для отсева шиха диаметром 200 мм (сетка 1 мм)	Один комплект сит в ЗПК	
Сита для отсева золота: круглые отверстия размером 30, 20, 15, 10 и 5 мм		
квадратные — 3; 2; 1; 0,5 и 0,2 мм		

Пробы можно обрабатывать на одной из малогабаритных промывочных установок типа РС-400 (ПУРС-400), УОМКР-400 «Проба-2М», ПОУ-4М, предназначенных для промывки разведочных проб золотоносных песков. При

отсутствии таких установок пробу обрабатывают ручным способом. При этом в первую очередь ее подвергают грохочению в специальных баках со съемными решетками. Материал пробы пробуторивают на решетке в водяной ванне, отделяя крупную (более 10 мм) фракцию. После просмотра ее сбрасывают в отвал. Мелкую (мельче 10 мм) фракцию подвергают обогащению.

Для установления эффективности грохочения песков в скруббере определяют выход фракций мельче размера перфорации скруббера в исходных песках и гале путем рассева их в пробуторочном баке со съемным решетом. Отверстия решета по величине и форме должны соответствовать отверстиям грохота скруббера. В отдельных случаях могут быть использованы геологоразведочные данные по крупности песков.

Эффективность грохочения песков определяют по формуле

$$\eta = (\alpha - V) / \alpha (100 - V) \times 10\%,$$

где  $\alpha$  - выход по объему фракции мельче размера отверстий грохота скруббера в исходных песках, %;  $V$  - то же, в пробе гали.

Мелкую фракцию (мельче 10 мм), отсеянную из галечных проб, тщательно промывают на ручном лотке до черного шлиха. Полученные при промывке на лотке шлихи сушат, капслюлируют и маркируют (указывают номер прибора, наименование и объем пробы, дату опробования). Затем шлихи подвергают камеральной обработке - отделению шлихового золота и взвешиванию его на аналитических весах.

1. Фракцию мельче 10 мм, отсеянную из эфельных проб, обогащают на проходнушке, установленной с уклоном 0,10 при расходе воды 10-12 л/с. Проходнушку армируют трафаретами высотой 15-20 мм и резиновыми ковриками. Концентрат проходнушки в полном объеме тщательно промывают на ручном лотке до серого шлиха массой 1-1,5 кг во избежание потерь мелкого золота. Полученный шлих рассеивают на сите с отверстиями 1 мм.

2. Фракцию крупнее 1 мм промывают на лотке до черного шлиха, который подвергают камеральной обработке, или всю фракцию подвергают непосредственной камеральной обработке. Таким образом определяют весовое количество полученного золота.

### ***Обработка результатов опробования***

Исходные данные по опробованию промывочных установок фиксируют в первичном рабочем журнале (форма 1). Окончательные результаты опробования по каждой установке в отдельности заносят в сводный журнал (форма 2).

Форма 1

Рабочий журнал оперативного опробования промывочных устройств									
Номер промывочного прибора	Дата опробования	Наименование пробы	Объем пробы, м <sup>3</sup>		Получено золота из пробы, г		Содержание химически чистого золота в пробе, г/м <sup>3</sup>	Примечание	Подпись руководителя опробования (бригадира или участкового обогатителя)
			в рыхлой массе	в плотной массе	шлихового	химически чистого			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Форма 2

Сводный журнал оперативного опробования промприбора

За месяц Всего за период работы прибора	Объем промытых песков, м³	Получено на приборе химически чистого золота, г			Выход гали		Выход эфелей		Содержание химически чистого золота, г/м³*	
		со шлюзов	из шлихов	всего	м³	%	м³	%	в гале	в эфелях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Запас хими- чески чистого золота, г		Всего химически чистого золота в промытых песках, г (5+12+13)	Содержание химически чистого золота в промытых песках, г/м³ (14:2)	Потери золота при промывке, %			Чистое время работы промприбора, ч	Производитель- ность прибора, м³/ч (2.19)	Примечание
в галечном отвале	в эфельном отвале			в галю (12.14)	в эфеля (13.14)	всего (16+17)			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

\*Содержание золота в гале и эфелях (поз 10 и 11) берут из журнала (форма 1) как средневзвешенные величины за каждый месяц и за весь период работы промприбора.

Объем промытых песков по полигону принимают по данным маркшейдерского замера в конце каждого месяца и после полной их отработки. Выход гали и эфелей на бочечно-скрубберных промприборах определяют по ситовому составу песков с учетом КПД грохочения в скруббере (бочке).

Выход гали гидровашгерда гидроэлеваторных промывочных установок определяют по маркшейдерскому замеру или по ситовому составу исходных песков. При подсчете выхода эфелей учитывают льдистость песков (по геологическим данным).

Количество уловленного на промывочной установке золота принимают по данным ЗПК, потерянного в отходы промывки (галю и эфеля) - по данным опробования. Баланс металла составляют по химически чистому золоту с учетом его пробности.



## РАЗДЕЛ X. ОХРАНА НЕДР ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ

Выполнение правил охраны недр обязательно, для всех юридических и физических лиц независимо от форм собственности, осуществляющих поиск, разведку, проектирование и ведение разработки россыпей, обустройство и строительство сопутствующих промысловых сооружений.

### I. ПОЛНОТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ИЗ НЕДР

#### *1. Оценка полноты выявления запасов россыпей по результатам разведки и добычи.*

Одним из основных требований после отработки россыпи и до рекультивации нарушенных земель является **отсутствие промышленных запасов полезного компонента на отработанном участке не только в пределах горного отвода, но и за его пределами.**

Предварительная оценка наличия этих запасов на отработанном участке осуществляется по разности балансовых и извлеченных запасов золота. Для этого необходима достоверная оценка запасов при достоверном установлении контура балансовых запасов.

При разведке россыпных месторождений золота в большинстве случаев наблюдается систематическая погрешность в меньшую сторону в оценке их запасов, о чем свидетельствуют средние значения коэффициентов намыва  $K_n$  (табл. 1).

Таблица 1.

Средние значения коэффициента намыва  $K_n$ , полученные при разработке  
россыпей

Способ разработки россыпей	Район эксплуатации	Период эксплуатации	Среднее значение коэффициента намыва $K_n$
Дражный по добыче золота	По всему СССР	С 1928 по 1973 гг. С 1973 по 1987 гг.	1,26 1,13
Открытый раздельный	Магаданская обл., Чукотка Читинская обл.	С 1983 по 1989 гг. С 1990 по 2000 гг.	1,07 1,43
Подземный	Магаданская обл., Чукотка	С 1983 по 1989 гг.	0,93

Этот коэффициент устанавливается путем деления извлеченного

количества полезного компонента на установленное по результатам разведки в соответствующем контуре.

Как показала оценка результатов эксплуатационной разведки, при эксплуатационном опробовании россыпей, также как и при детальной разведке, не выявляется значительная часть запасов полезного компонента не только внутри контура балансовых запасов, но и за его пределами.

Причины не выявления значительной части запасов россыпей можно разделить на объективные и субъективные.

К объективным причинам следует отнести мизерную массовую долю присутствия частиц золота в песках (порядка 0,0000001-0,000001). При такой доле присутствия практически невозможно извлечь частицы золота из недр при разведке без значительных их потерь. К этому следует добавить, что при буровой разведке россыпей происходит нарушение первоначальной скважины, неполная очистка забоя скважины от бурового шлама желонкой, неполное извлечение частиц золота вследствие отжатия песков в затрубное пространство в процессе долбления, искажение истинной мощности продуктивного пласта и положения его в вертикальном разрезе россыпи, несоответствие фактически извлекаемого из скважины объема песков расчетному, потери золота с буровым шламом.

К субъективным причинам относятся зависимость заработной платы непосредственных исполнителей работ от количества пройденных погонных метров разведочных выработок и обработанных проб. Содержание золота в песках по результатам разведки оценивается по той части, которую удалось вынуть из недр при взятии проб, сохранить его в выкладках и привлечь при обработке проб.

Повысить полноту выявления запасов россыпей позволяет валовое опробование, которое требует значительных затрат. Его применяют лишь для заверки результатов малообъемного опробования.

В качестве примера на рис. 1 приведена диаграмма выявления запасов золота по результатам разведки и извлечения их с учетом допущенных потерь по результатам эксплуатации золотоносной россыпи руч. Унда (Забайкалье). Как видно из рис. 1, в россыпи после ее эксплуатации в недрах и в отвалах хвостов промывки песков теряется немалая часть ее запасов (44,7%).

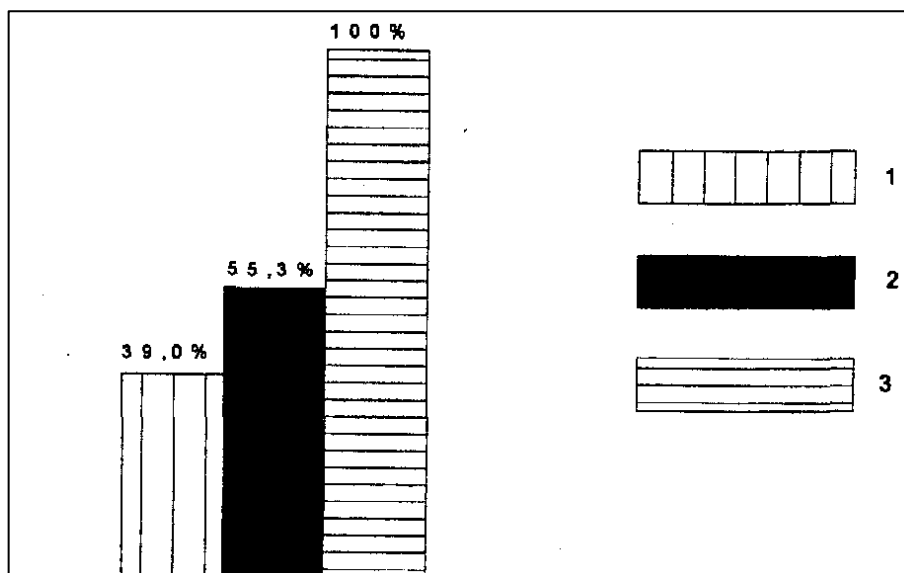


Рис. 1. Диаграмма выявления и использования запасов золота:

- 1 - выявлено разведкой;
- 2 - извлечено при эксплуатации россыпи;
- 3 - фактические его запасы в россыпи

Существенные потери золота при первичной разработке россыпи были допущены в недрах (20,4%), при промывке (обогащении) песков (19,8%) и в песках, потерянные при доставке (4,5%).

Основные причины этих потерь:

- неполное выявление запасов золота разведкой, при котором не было возможности установить истинную степень извлечения золота из недр (намывали больше, чем числилось по результатам разведки);
- зависимость заработной платы команды от объемов промывки песков, при которой малопроизводительные операции по задирке плотика и отработке межходовых целиков зачастую не выполнялись;
- отсутствие прямой материальной заинтересованности от количества золота, извлекаемого сверх установленного предела;
- неполная дезинтеграция песков по причине наличия в них глинистого материала, вследствие чего в галечном отвале наблюдалось присутствие мелкозема вместе с частицами золота.

При открытом раздельном способе разработки целиковой россыпи, когда к отработанному пространству имеется непосредственный доступ, потерь песков в недрах при их выемке обычно не наблюдается, так как отработанные участки актируются перед их сдачей как полностью отработанные. Однако и в этом случае не исключены потери золота, обусловленные неровностями плотика и недостаточной глубиной его задирки. Эти потери, как показывает практика, могут

быть представлены отдельными небольшими самородками, находящимися в сростках, и линзами песков с повышенным содержанием золота.

## **2. Типовые схемы размещения участков с повышенной концентрацией золота в техногенных россыпях**

Обобщение результатов повторной разработки россыпей, выявление причин образования потерь и их оценка, а также детальное представление технологии разработки целиковых россыпей позволили выявить типовые схемы размещения участков с повышенной концентрацией полезного компонента в техногенных россыпях, образованных при открытом раздельном способе разработки (рис. 2).

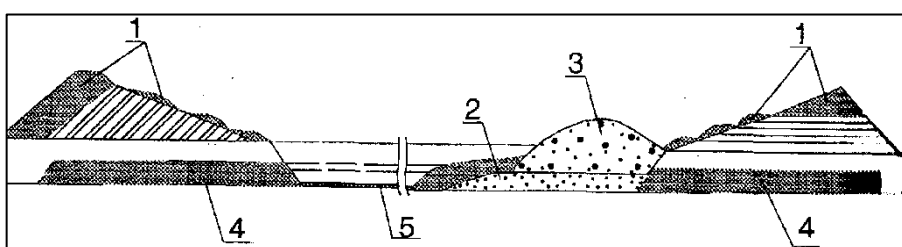


Рис. 2. Типовая схема размещения участков с повышенными концентрациями полезного компонента в техногенной россыпи, образованной при открытом раздельном способе разработки с применением бульдозерного способа удаления вскрыши:

- 1 - пески в отбитом состоянии в отвале вскрыши; (слева - при наклонных слоях отвалообразования, справа - при горизонтальных);
- 2 - потери в эфельном отвале;
- 3 - потери в галечном отвале;
- 4 - пески, расположенные за контуром балансовых содержаний;
- 5 - пески, потерянные в массиве при недостаточной глубине заделки плотика

Распределение золота в галечных и эфельных отвалах при открытом способе разработки россыпей, в связи с их периодической планировкой (с целью снижения высоты) носит хаотический характер. Однако там, где эфельный отвал не был нарушен планировкой, наиболее обогащенная его часть (по вертикали) расположена вблизи сброса пульпы.

В отвалах вскрыши потери песков в отбитом состоянии вызваны не только случайными отклонениями фактического промышленного контура от контура балансовых запасов, но и просадкой частиц золота на забое скважины. За счет этой просадки контур кровли пласта на геологических разрезах смещен несколько ниже истинного, что при вскрышных работах приводит к образованию потерь песков в отбитом состоянии.

### **3. Способы выявления в техногенной россыпи участков с повышенной концентрацией золота.**

Выявление участков с повышенной концентрацией золота в техногенной россыпи целесообразно осуществлять методом последовательного изучения имеющейся и вновь полученной дополнительной информации, характеризующей полноту использования запасов. По этой информации полноту использования запасов россыпей можно оценить вначале путем выявления косвенных признаков, а затем - оценки количественных показателей, полученных путём сравнения разведки и эксплуатации целиковой россыпи. Полученные результаты такой оценки заверяются непосредственно опробованием техногенной россыпи.

После предварительной оценки полноты использования запасов осуществляется визуальный осмотр галечных отвалов хвостов промывки песков. Эти отвалы при открытом способе разработки складываются отдельно от эфельных. О количестве потерянного золота в галечном отвале судят по количеству в нем мелкозёма. При этом мелкозем в галечном отвале может присутствовать в виде слипшихся или разрушенных комьев глины, а также мелких фракции песков, попавших в галечный отвал при высокой производительности и чрезмерной подачи песков на промприбор. В эфельном отвале наличие глины можно зафиксировать при осмотре его неподтопленной части.

Прямые способы выявления участков с повышенной концентрацией золота основываются на непосредственном их определении в техногенной россыпи.

Наиболее оперативным является способ поиска с применением металлодетекторов, который позволяет находить участки с крупным золотом, включая самородки. Металлодетектор необходимо применять также для поиска самородков на поверхности галечных отвалов, где отмечается материал, вынутый из приплотиковой части россыпи, и в почве пространства, выработанного открытым способом.

Лунковое опробование применяют при определении содержания золота в потерянных песках, находящихся в отвалах вскрыши. Однако из-за малой достоверности лунковое опробование требует заверки валовыми пробами.

Отвалы хвостов промывки песков из-за неравномерного разрыхленного состава (галя, эфеля, глина) необходимо опробовать также более достоверным валовым способом.

Поскольку результаты разведки россыпей характеризуются наличием систематической погрешности, значение которой увеличивается с уменьшением

выявленного содержания полезного компонента в пробах, то не исключается наличие участков с промышленными его запасами за контуром отработки. Особое внимание необходимо обращать на те участки россыпи, где из-за указанной погрешности наблюдалось по результатам разведки чередование площадей с балансовыми и непромышленными запасами поперек долины. При эксплуатационных работах такие участки часто становятся промышленными. Следовательно, эти участки должны отрабатываться валово без селективной выемки «струи» с повышенным содержанием полезного компонента, выявленной разведкой.

Подобная ревизия значений содержаний полезного компонента по результатам разведки должна проводиться и для бортовых участков россыпи, особенно тогда, когда наблюдается изменчивость в плане контура балансовых запасов, и пределах которого осуществляется отработка россыпи. При этом должен учитываться рельеф плотика в бортах россыпи. Его понижение явно указывает на то, что тальвег, с которым связано образование россыпей, оказался в стороне от выявленной части россыпи и, следовательно, в оконтуривании балансовых запасов допущена существенная погрешность.

#### ***4. Способы выемки промышленных участков техногенной россыпи***

Представленная на рис. 2 типовая схема размещения участков с повышенной концентрацией золота для техногенной россыпи, образованной при открытом раздельном способе разработки, в случае отнесения их к промышленным позволяет рекомендовать следующие рациональные способы разработки:

- при наличии значительных потерь полезного компонента, допущенных при промывке песков, осуществляют валовую выемку и промывку галечного и эфельного отвалов;
- при наличии продуктивных песков в отвалах вскрыши осуществляют селективную выемку тех частей отвала, где эти потери размещены;
- при обнаружении самородков, крупного золота, а также песков в понижениях плотика осуществляют его задирку с последующей промывкой собранного материала.

Подтвержденные результатами опробования, предварительно выявленные указанным методом промышленные участки в бортах россыпи зачастую бывают

завалены отвалами торфов, на уборку которых требуются затраты. В таких случаях уборку этих отвалов с выявленных промышленных участков необходимо совмещать с рекультивацией нарушенных земель при соответствующей технико-экономической оценке.

## **II. ПРАВИЛА ОХРАНЫ НЕДР ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ**

### ***1. Общие положения***

1.1. Правила охраны недр при разработке золотоносных россыпей (далее Правила) подготовлены на правовой основе Закона «О недрах» и содержат нормативные требования по охране и использованию недр на стадии промышленного освоения россыпей.

1.2. Правила обязательны для всех юридических и физических лиц, деятельность которых связана с разработкой золотоносных россыпей, а также для научно-исследовательских и проектных организаций.

1.3. Правила устанавливают стандарты проектирования, геолого-маркшейдерского обслуживания, в том числе маркшейдерских замеров объемов добычи и промывки песков, геолого-маркшейдерского учета и отчетности при разработке золотоносных россыпей.

1.4. Правила устанавливают административную, экономическую и уголовную ответственность за нарушения законодательства о недрах при разработке золотоносных россыпей.

### ***2. Стандарты проектирования***

2.1. Порядок, сроки представления и регистрации горных проектов на экспертизу по охране недр.

2.1.1. Горные проекты представляются в Управление охраны и использования недр на экспертизу за месяц до окончания срока, согласованного условиями предоставления прав пользования недрами

2.1.2. Срок проведения государственной экспертизы по охране недр устанавливается до 30 дней с момента регистрации проекта в государственном органе по недропользованию.

2.1.3. Проект не регистрируется в случаях несоответствия полноты представленных проектных материалов настоящим правилам.

2.1.4. При отрицательной экспертизе по охране недр, проект возвращается на доработку, если не истек срок представления проекта на экспертизу, установленным в условиях предоставления прав пользования недрами.

2.1.5. При представлении доработанного проекта после истечения срока, установленного в условиях предоставления прав пользования недрами, право пользования недрами аннулируется.

## **2.2. Геологическая часть горного проекта.**

2.2.1. В геологической части горного проекта, с учетом изменения цен и затрат относительно принятых при подсчете и апробации запасов, корректируются основные кондиционные параметры для подсчета балансовых и забалансовых запасов.

2.2.2. В пояснительной записке к геологической части проекта, приводятся:

- сведения о разведочных работах, категориях разведанности, количестве и качестве запасов россыпи и их апробации;
- размеры россыпи по простиранию и вкрест простирания;
- мощности торфов и песков по разведочным линиям;
- средние содержания золота на пласт и на горную массу по разведочным линиям и подсчетным геологическим блокам;
- подсчет балансовых и забалансовых запасов в границах горного отвода;
- сведения о горнотехнических и гидрогеологических условиях разработки россыпи;
- технологические характеристики промывистости (обогащаемости) песков в контурах горного отвода россыпи.

2.2.3. В табличной форме, с учетом скорректированных кондиций представляются:

- балансовые и забалансовые запасы в контурах россыпи с их апробацией ГКЗ КР;
- подсчет балансовых и забалансовых запасов в контуре лицензионного участка (горного отвода) россыпи с их апробацией ГКЗ;
- подсчет балансовых и промышленных запасов по эксплуатационным блокам (полигонам) отработки в контурах лицензионного участка (горного отвода).

## **2.3. Горная часть горного проекта.**

2.3.1. В пояснительной записке приводится обоснование:



- границ горного и земельного отводов с координатами угловых точек в системе прямоугольных координат;
- эксплуатационных потерь и разубоживания по эксплуатационным блокам (полигонам) и общекарьерных потерь песков и золота в недрах;
- промышленных и эксплуатационных запасов песков и золота в контурах горного отвода;
- производственной мощности прииска по горнотехническим и экономическим критериям;
- количество добычи и промывки песков по годам отработки россыпи;
- объемы горно-капитальных и горно-подготовительных выработок;
- календарный план вскрытия, подготовки и разработки россыпи;
- размещения отвалов торфов и гале-эфельных отходов.

## **2.4. Технологическая часть горного проекта.**

### **2.4.1. В пояснительной записке приводится обоснование:**

- технологической схемы промывки песков;
- извлечения золота в концентрат и технологических потерь золота при промывке песков;
- извлечения товарного золота после аффинирования и количества товарного золота.

## **2.5. Экономическая часть горного проекта**

В экономической части проекта приводится обоснование:

- капитальных и эксплуатационных затрат;
- калькуляции себестоимости товарной продукции с учетом налогов с продаж и амортизации;
- финансово-экономической модели промышленного освоения месторождения;
- чувствительности горного проекта к изменению капитальных и эксплуатационных затрат, ценам на товарную продукцию, среднему содержанию полезных компонентов в запасах месторождения или его участка, технологическому извлечению золота в концентрат;
- оптимальной схемы продаж товарного золота с учетом экономических интересов недропользователя и государства.

## **2.6. Графическая часть горного проекта.**

В графической части представляются:

### **К геологической части:**

- топографический план поверхности россыпи в границах горного и земельного отводов масштаба 1: 200 или 1: 500;
- геологическая карта месторождения или его участка в масштабах 1: 1:5000 или 1:2000 в зависимости от размеров площади месторождения или его участка;
- геологические разрезы по разведочным линиям в масштабах 1:1000 или 1:500 или 1:200;
- геологические планы эксплуатационных блоков в масштабах 1:500 или 1:1000 или 1:2000, с подсчетными геологическими блоками и границами отработки;

### **К горной части:**

- планы горных и земельных отводов в масштабах 1:1000 или 1:2000 или 1:5000 в зависимости от размеров площади месторождения или его участка, с координатами угловых точек в прямоугольной системе координат;
- схема вскрытия и подготовки россыпи или ее участка в масштабах 1:5000 или 1:2000 или 1:10000 в зависимости от размеров площади месторождения или его участка;
- план горных работ на начало промышленной разработки россыпи в масштабах 1:500 или 1:1000 или 1:2000, в зависимости от размеров площади месторождения или его участка;
- план горных работ на конец отработки россыпи в масштабах 1:500 или 1:1000 или 1:2000, в зависимости от размеров месторождения или его участка;
- план размещения объектов промышленной инфраструктуры, в т.ч. промышленной площадки прииска (россыпи), промывочных приборов, отвалов торфов и гале-эфелей, технологических дорог, насосных станций, системы оборотного водоснабжения, линий электропередач и других объектов в масштабах 1:5000 или 1:2000 или 1:1000.

### **К технологической части:**

- обоснование и выбор технологической схемы обогащения золотоносных песков с расчетом товарного баланса золота;
- схема цепи аппаратов для промывки песков;
- план размещения торфов и гале-эфельных отвалов в масштабе 1:1000 или 1:2000.

### **3. Стандарты разработки золотоносных россыпей**

**3.1.** Разработка золотоносных россыпей проводится по горному проекту, прошедшему экспертизу в части охраны недр, окружающей среды и промышленной безопасности.

**3.2.** Горные проекты выполняются специализированными проектными организациями в соответствии настоящими правилами.

**3.3.** Разработка золотоносных россыпей осуществляется с учетом следующих технико-экономических условий:

**3.3.1.** В горном проекте должны быть оптимизированы экономические интересы собственника недр (Государства) и инвестора (недропользователя), с учетом соответствия производственной мощности по добыче и промывке песков количеству запасов месторождения;

**3.3.2.** Проработки и выбор возможных вариантов технологических схем обогащения песков с выбором оптимального варианта по критерию максимально возможного и экономически приемлемого для инвестора и государства, технологического извлечения золота в товарную продукцию;

**3.3.3.** Обогащение золотоносных песков проектируется с учетом получения конечной товарной продукции на территории Кыргызской Республики;

**3.3.4.** Конечные результаты технико-экономической оценки в горном проекте представляются в финансово-экономической модели промышленного освоения россыпи с выводом основных критериев оценки горного проекта:

- чистой текущей стоимости – NPV, тыс. \$США;
- внутренней нормы прибыли на капиталовложение - IRR, %;
- индекса рентабельности - PI, д.е.;
- срока окупаемости капиталовложений - T, лет.

**3.4.** Разработка россыпи осуществляется в границах горного отвода, с пространственными прямоугольными координатами угловых точек, обоснованных горным проектом, с учетом следующих условий:

**3.4.1.** Границы горного отвода определяются контурами разведанной россыпи или ее части с учетом разноса бортов эксплуатационного полигона.

**3.4.2.** Прирезки к горному отводу проектируются дополнениями к основному горному проекту, в порядке, предусмотренными настоящими правилами;

**3.4.3.** В зависимости от рельефа и горно-геологических условий размещения разведанных запасов россыпи, горный отвод может проектироваться одному или нескольким недропользователям. В случае разработки россыпи несколькими

недропользователями, все проектные решения по охране недр должны быть взаимосвязаны между собой.

**3.5.** Проект земельного отвода для разработки россыпи выполняется одновременно с проектом горного отвода и служит основанием для получения земельного участка во временное пользование под недропользование. В границы земельного отвода включаются контуры горного отвода, промышленной площадки прииска (россыпи), гале-эфельных отвалов и отвалы торфов, отстойники оборотной воды, капитальные вскрывающие траншеи, горнотехнические сооружения, технологические дороги, линии электропередач, водоводы, и другие объекты промышленной инфраструктуры прииска (россыпи).

**3.6.** Разработка золотоносных россыпей осуществляется при соблюдении следующих условий:

**3.6.1.** Не допускается образование эксплуатационных потерь в недрах при добыче песков, сверх установленных горным проектом и лицензионным соглашением нормативов;

**3.6.2.** Не допускается снижение технологического извлечения золота, сверх установленных техническим проектом нормативов;

**3.6.3.** Не допускается оставление за границами или в границах горного отвода недоработанных участков россыпи(недоработок), самостоятельная разработка которых является убыточной при данном уровне цен и промышленных технологий;

**3.6.4.** Не допускается размещение торфов и гале-эфельных отвалов на площадях залегания балансовых и забалансовых запасов россыпи;

**3.6.5.** Не допускается размещение торфов и гале-эфельных отвалов на неактивированных отработанных площадях эксплуатационных полигонов;

**3.6.6.** Запрещается самовольная разработка россыпей без получения прав пользования недрами (лицензии);

**3.7.** В случаях, перечисленных в подпунктах 3.6.1 - 3.6.5 нарушений настоящих правил, разработка россыпи оценивается как выборочная, с предъявлением экономических санкций, налагаемых уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию в соответствии с настоящими правилами.

**3.8.** Рекультивация отработанных площадей россыпи.

**3.8.1.** Рекультивация отработанных площадей россыпи осуществляется из средств фонда рекультивации, аккумулируемого недропользователем с начала

разработки за счет ежемесячных отчислений, рассчитываемых от стоимости проекта рекультивации пропорционально погашаемым запасам песков. Рекультивация проводится в соответствии с проектом, согласованным с уполномоченными государственными органами по экологической, промышленной безопасности, охране недр и владельцами земельных прав.

**3.8.2.** Средства фонда рекультивации размещаются накопительно, каждый месяц, на счетах в банках Кыргызской Республики и не могут расходоваться на другие цели, в том числе для удовлетворения требований кредиторов и погашения задолженности по налоговым или другим обязательным платежам.

**3.8.3.** В случае банкротства, ликвидации предприятия или смерти недропользователя средства фонда рекультивации перечисляются на расчетный счет владельца земельного участка уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию для дальнейшего проведения рекультивационных работ. Использование средств специального фонда рекультивации на иные цели запрещается.

**3.9.** Условия застройки площадей россыпи.

**3.9.1.** Запрещается проектирование и строительство зданий и сооружений, промышленных комплексов и иных объектов, не связанных с промышленной разработкой россыпей, на площадях залегания россыпного золота.

#### ***4. Стандарты годовых программ развития горных работ***

**4.1.** Годовые программы (планы) развития горных работ на золотоносных россыпях (далее «годовые программы») представляются в **уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию** до 25 января планируемого года в форме краткой аналитической записки и графических приложений.

**4.2.** Годовые программы, утвержденные техническим руководством предприятия, разрабатываются на основании технического проекта, прошедшего экспертизы по технической, экологической безопасности и охране недр.

**4.3. Аналитическая записка** годовой программы содержит общую, геологическую, горную, технологическую и экономическую части.

**4.3.1. Общая часть** годовой программы содержит краткие (в основном в табличной форме) сведения о:

- местоположении лицензионного объекта;

- выполнении условий лицензионного соглашения и согласованной годовой программы отчетного периода;

- выполненных работах в отчетном году, представляемых в соответствии со «Стандартами ежегодной отчетности по выполнению планов развития горных работ и условий лицензионных соглашений» (в последующем тексте «Стандартами ежегодной отчетности ...»).

**4.3.2. В геологической части** представляется:

- краткая (1-1.5 стр.) геологическая характеристика участка месторождения планируемого к отработке.

- годовой отчет по движению балансовых (экономических) и забалансовых (потенциально экономических) запасов по форме 5-гр по схеме: (запасы на начало отчетного года) минус (погашено запасов за отчетный год) плюс (прирост запасов за отчетный год) минус списание запасов за отчетный год =(запасы на начало планируемого года).

**4.3.3. В горной части** представляется:

- краткое описание направлений развития горных работ на лицензионном объекте, местоположения эксплуатационных блоков(полигонов) и обоснования-расчеты эксплуатационных потерь песков в недрах по каждому полигону;

- технико-экономические показатели в соответствии со «Стандартами отчетности».

**4.3.4. В технологической части** представляется:

- обоснование технологического извлечения золота из песков при промывке и аффинировании;

- технико-экономические показатели при добыче и промывке песков в соответствии со «Стандартами ежегодной отчетности ...».

**4.3.5. В экономической части** представляются основные финансово-экономические показатели годовой программы:

- объем капиталовложений;
- объемы реализации товарной продукции;
- производственная себестоимость товарной продукции;
- налоги и платежи;
- рентабельность товарной продукции.

**4.4. В графических приложениях** к годовой программе представляются:

- сводный (совмещенный) план горных работ в границах горного отвода на начало и конец планируемого календарного года в масштабе не мельче 1:2000, с нанесением контуров фактически выполненной и планируемой отработки;

- вертикальные разрезы вкрест простирания в границах горного отвода в масштабе 1:2000 или 1:1000 или 1:500, в зависимости от размеров россыпи по простиранию и падению с нанесением контуров планируемой отработки;

- планы (вертикальные проекции) и вертикальные разрезы вкрест простирания рудных тел в масштабе 1:200 или 1:500 по каждой вновь вводимой выемочной единице (блоку, камере, уступу) с нанесением результатов опробования, контуров рудных тел, элементов системы разработки, охранных и опорных целиков.

## **5. Стандарты геолого-маркшейдерского учета погашенных запасов**

**5.1.** Геолого-маркшейдерскому учету подлежат все разведанные балансовые и забалансовые запасы россыпи по количеству песков и золота.

**5.2.** Геолого-маркшейдерский учет осуществляется отдельно по эксплуатационным полигонам, совмещенными с подсчетными геологическими блоками.

**5.3.** Геолого-маркшейдерский учет погашенных запасов проводится без учета разубоживания песков вмещающими породами и потерь при добыче и промывке песков.

**5.4.** Геолого-маркшейдерский учет осуществляется на основе:

- добычи песков;
- потерь и разубоживания песков при добыче;
- прироста разведанных запасов в результате промышленной разведки в границах горного отвода;
- изменения разведанных запасов в результате списания их с учета предприятий.

**5.5.** Учет добычи, потерь и разубоживания осуществляется по данным ежемесячных маркшейдерских замеров и геологической документации эксплуатационных полигонов, совмещенных с подсчетными геологическими блоками.

**5.6.** Учет изменения запасов в результате геологоразведочных и эксплуатационных работ производится по данным оперативного подсчета запасов с последующей апробацией их в ГКЗ.

**5.7.** Учет изменения разведанных запасов в результате списания их с учета предприятий осуществляется геолого-маркшейдерской службой предприятий.

**5.8.** Учет состояния и движения запасов полезных ископаемых осуществляется геолого-маркшейдерской службой предприятий.

**5.9.** Геолого-маркшейдерский учет состояния и движения разведанных запасов включает:

- ежемесячный первичный учет запасов на основе первичной полевой и графической документации;
- ежеквартальный сводный учет запасов на основе первичного учета;
- годовой отчетный баланс запасов 5-гр на основе сводного учета.

**5.10.** Учету подлежат только балансовые запасы. Состояние и движение забалансовых запасов отражается в отчетном балансе по форме 5-гр. Если в процессе эксплуатации россыпи проектом разработки предусматривается или фактически включаются в добычу забалансовые запасы, то они подлежат переводу в группу балансовых запасов.

## **6. Стандарты статистической отчетности недропользователей**

**6.1.** Ежегодная статистическая отчетность по выполнению планов развития горных работ и условий лицензионных соглашений представляется в Управление охраны и использования недр Министерства природных ресурсов до 25 января планируемого года по следующей форме:

Технико-экономические показатели	Единицы измерения	Количество		
		по лицензионному соглашению	фактически по отчету	планируется на следующий год
1. Вскрыша торфов	тыс. м <sup>3</sup>			
3. Добыча песков: среднее содержание золота золото	тыс. м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup> кг			
4. Извлечение из недр	%			
5. Промыто песков: среднее содержание золота золото	тыс. м <sup>3</sup> г/т кг			



6. Технологическое извлечение золота на промывочном приборе	%			
7. Технологическое извлечение при аффинировании	%			
8. Сквозное извлечение золота в товарное золото	%			
9. Потери золота в хвостах промывки и аффинирования	кг			
10. Получено товарной продукции	кг			
11. Остаток балансовых запасов на 01.01.200 : пески среднее содержание золота золото	тыс. м <sup>3</sup> г/т кг			
12. Капитальные вложения, всего в т. числе: горно-капитальные работы технологическое оборудование	тыс. руб  тыс. руб тыс. руб			
13. Производственная себестоимость: добычи песков конечной товарной продукции	руб/м <sup>3</sup> руб/г			
14. Уплачено налогов, всего в т. ч. бонус роялти налог на прибыль налог с продаж 2% в местный бюджет НДС налог на имущество земельный налог 15. Неналоговые платежи, всего в том числе: платежи за удержание лицензии экономические санкции за нарушение законодательства о недрах	тыс. руб  тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб тыс. руб			

**6.2.** Статистическая отчетность осуществляется в товарных песках, с учетом разубоживания их торфами и породами плотика.

## **7. Списание запасов с учета предприятий**

**7.1.** Списанию запасов подлежат балансовые запасы песков и золота:

- 1) добытые из недр;
- 1) потерянные при добыче песков, в т. ч. сверхнормативные потери при добыче;
- 2) потерянные при промывке песков и аффинировании концентрата;

3) неприемлемые к отработке по технико-экономическим обоснованиям, при проектировании или в процессе разработке россыпи или при проведении ее промышленной доразведки;

4) утратившие промышленное значение в результате выборочной разработки россыпи;

5) неподтвердившиеся в результате проведения геологоразведочных работ и (или) горно-подготовительных работ в контурах горного отвода.

**7.2.** Списание запасов по п.п.1), 2) проводятся недропользователями в форме представления и регистрации в Управление охраны и использования недр ежегодной статистической отчетности по отчетному балансу движения запасов, отчету по потерям в недрах и отчету о комплексном использовании при промывке и использованию гале-эфельных отходов.

**7.3.** Списание запасов по п. 3) проводится недропользователями в процессе разработки месторождения в форме представления в государственный орган по недропользованию технико-экономических обоснований нецелесообразности разработки представляемых к списанию балансовых запасов россыпи в контуре горного отвода.

**7.4.** Списание запасов по п. 4) проводится уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию, по мере выявления запасов, утративших промышленное значение в результате выборочных разработок, по вине недропользователя.

**7.5.** Списание запасов по п. 5) проводится недропользователем в процессе разработки месторождения в форме представления в Управление охраны и использования недр обоснований неподтвердившихся запасов, по отдельным подсчетным геологическим блокам, совмещенным с эксплуатационными полигонами, после их полной отработки.

## ***8. Контроль за использованием и охраной недр***

**8.1.** Контроль за использованием и охраной недр при разработке золотоносных россыпей осуществляется уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию по графику в соответствии с «Инструкцией о порядке проведения проверок соблюдения субъектами недропользования законодательства о недрах».

**8.2.** Проверки (обследования) подразделяются на плановые, внеплановые, контрольные и перепроверки ранее проведенных проверок.

**8.2.1.** Плановая проверка - проверка проводится уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию в соответствии с годовым планом проверок, по месту нахождения проверяемого субъекта недропользования, регистрации или по месту ведения экономической деятельности.

Основанием для включения субъектов недропользования в план проведения плановой проверки является истечение срока не менее 12 календарных месяцев с месяца окончания предыдущей плановой проверки.

Плановой проверкой охватывается период деятельности субъектов недропользования со дня окончания периода, охваченного предыдущей плановой проверкой.

**8.2.2.** Внеплановая проверка проводится уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию вне утвержденного плана проведения проверок. Основаниями проведения внеплановой проверки являются:

1) письменное заявление субъекта недропользования о проведении внеплановой проверки;

2) получение уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию сведений о фактах нарушения субъектами недропользования требований законодательства Кыргызской Республики о недрах;

3) нарушение субъектами недропользования технологии разработки россыпи и промывки песков, при которых возможны потери запасов в недрах или причинение вреда окружающей среде;

4) письменное заявление физического или юридического лица с приложением документов, материалов и иных подтверждающих сведений о нарушении субъектами недропользования прав и интересов заявителя;

Заявления, не позволяющие установить фамилию, имя, отчество и место нахождения лица, обратившегося в Управление, не являются основанием для проведения внеплановой проверки.

**8.2.3.** Контрольная проверка проводится уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию для

проверки устранения субъектами недропользования нарушений, отмеченных предыдущей плановой или внеплановой проверкой, не может выходить за рамки предыдущей проверки и проводится только по истечении установленных сроков для устранения выявленных нарушений.

**8.2.4.** Перепроверка ранее проведенной проверки производится Управлением охраны и использования недр на основании жалобы субъекта недропользования на результаты плановой проверки, которые не отражены, либо неясно отражены в акте проверки. Перепроверка производится в случае разногласий между контролирующими уполномоченными органами и недропользователем, при несогласии последнего результатами проверки.

Основанием для проведения перепроверки является обжалование результата проверки проверяемым субъектом недропользования в уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию.

При проведении перепроверки запрещается проводить проверку по всем вопросам плановой проверки, а проверяется только обжалуемый результат предыдущей проверки.

## **9. Ответственность за нарушения правил охраны недр**

### **9.1. Общие условия ответственности**

За нарушение требований установленных настоящими правилами виновные лица несут административную, экономическую и уголовную ответственность.

**9.2.** Возникновение административной ответственности за нарушения правил охраны недр.

Административная ответственность за нарушение правил охраны недр наступает в случаях:

**9.2.1.** Не выполнения установленных настоящими правилами стандартов ведения геологической, горнотехнической и технологической документации при разработке золотоносных россыпей.

**9.2.2.** Не соблюдения установленных настоящими правилами стандартов:

1) составления и представления в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию отчетов при разработке россыпей;

2) представления горных проектов в части охраны недр.

**9.2.3.** Предоставление в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики недостоверной информации по отработке россыпи, если не установлена экономическая или уголовная ответственность за данное нарушение.

**9.2.4.** Нарушения технологии добычи и переработки песков, если не установлена уголовная или экономическая ответственность за данное нарушение.

**9.2.5.** Нарушение установленных настоящими правилами стандартов геолого-маркшейдерского учета погашенных запасов месторождения.

**9.2.6.** Нарушение установленных настоящими правилами стандартов по списанию запасов полезных ископаемых с учета предприятия.

**9.3.** Порядок привлечения к административной ответственности.

Порядок привлечения к административной ответственности устанавливается Кодексом об административной ответственности.

**9.4.** Возникновение экономической ответственности за нарушение правил охраны недр.

Экономическая ответственность за нарушения правил охраны недр в форме экономических санкций, возникает в случаях:

**9.4.1.** Образования сверхнормативных потерь золота при добыче сверх установленных горным проектом нормативов;

**9.4.2.** Снижения технологического извлечения при промывке песков, сверх установленных техническим проектом нормативов;

**9.4.3.** Оставления за границами или в границах горного отвода участков россыпи (недоработок), самостоятельная разработка которых является убыточной при данном уровне цен и промышленных технологий;

**9.4.4.** Прямого или скрытого искажения геолого-маркшейдерского учета добычи песков из недр и товарного баланса золота при промывке песков.

**9.4.5.** Самовольного пользования недрами при разработке россыпей.

**9.5.** Оценка экономического ущерба.

**9.5.1.** При образовании сверхнормативных потерь золота при добыче песков, экономический ущерб определяется как рыночная стоимость золота в сверхнормативных потерях песков;

**9.5.2.** Экономический ущерб от снижения технологического извлечения золота при промывке песков определяется, как рыночная стоимость потерянного золота в торфах и гале-эфельных отвалах, сверх установленных техническим проектом нормативов;

**9.5.3.** Экономический ущерб от оставления в недрах недоработок балансовых запасов россыпи определяется как рыночная стоимость золота в недоработках, учтенных государственным балансом в подсчетных геологических блоках,

**9.5.4.** Экономический ущерб от прямого или скрытого искажения геолого-маркшейдерского или статистического учета добычи песков из недр и товарного баланса золота при промывке песков определяется как рыночная стоимость золота в величине искажения при добыче и в товарном балансе золота.

**9.5.5.** Экономический ущерб от самовольного пользования недрами определяется как рыночная стоимость золота в самовольно извлеченных запасах золота и суммы неуплаченных налогов за пользование недрами.

**9.6. Порядок предъявления экономических санкций**

**9.6.1.** Экономические санкции, предусмотренные настоящими правилами, определяются уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию Управления охраны и использования недр по результатам анализа ежегодных отчетов, и (или) при проведении проверок на местах производства горных работ и (или) контрольных маркшейдерских замеров извлеченных из недр полезных ископаемых.

**9.6.2.** Экономические санкции предъявляются недропользователям в форме решения уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию.

**9.6.3.** Суммы денежных средств по экономическим санкциям уплачиваются недропользователями в республиканский бюджет, в срок не позднее 1 месяца, с момента вручения приказа.

**9.6.4.** Лицо, не согласное с применением к нему экономических санкций, вправе обжаловать решение уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию в судебном порядке.

**9.7. Возникновение уголовной ответственности за нарушения правил охраны недр.**

Уголовная ответственность за нарушения правил охраны недр возникает в случаях:

**9.7.1.** Самовольного пользования недрами при разработке россыпных месторождений золота.

Для целей настоящего пункта правил самовольное пользование недрами означает разработку россыпей золота без получения прав пользования недрами и

технического проекта, проэкспертированного уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию в части охраны недр, промышленной и экологической безопасности.

**9.7.2.** Самовольной застройки площадей залегания россыпного золота. Для целей настоящего пункта самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых означает гражданское или промышленное строительство объектов на площадях залегания полезных ископаемых без согласования (разрешения) с уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию.

**9.7.3.** Создания условий для порчи запасов при разработке месторождений россыпного золота.

Для целей настоящего пункта «создание условий для порчи запасов и при разработке месторождений россыпного золота» означает создание условий для затопления эксплуатационных полигонов, в результате нарушения технологии карьерной разработки.

**9.7.4.** В особых случаях выборочной разработки россыпи, повлекшей утрату его промышленной ценности.

**9.7.5.** Представление в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию недостоверной информации об объемах добычи и промывки песков.

**9.7.6.** Скрытое или явное искажение стандартов ежегодной отчетности, статистической отчетности и геолого-маркшейдерского учета погашенных запасов, установленных настоящими правилами.

**9.8.** Порядок привлечения к уголовной ответственности за нарушения правил охраны недр.

**9.8.1.** Порядок привлечения к уголовной ответственности за нарушения правил охраны недр устанавливается процессуальным Уголовным кодексом.

**9.8.2.** Уголовную ответственность за нарушение правил охраны недр инициируют уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию и/или органы прокуратуры.

# РАЗДЕЛ XI. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

## I. НАРУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

### 1. Оценка площади нарушенных земель

Структура нарушаемых земель показана на рис. 1.

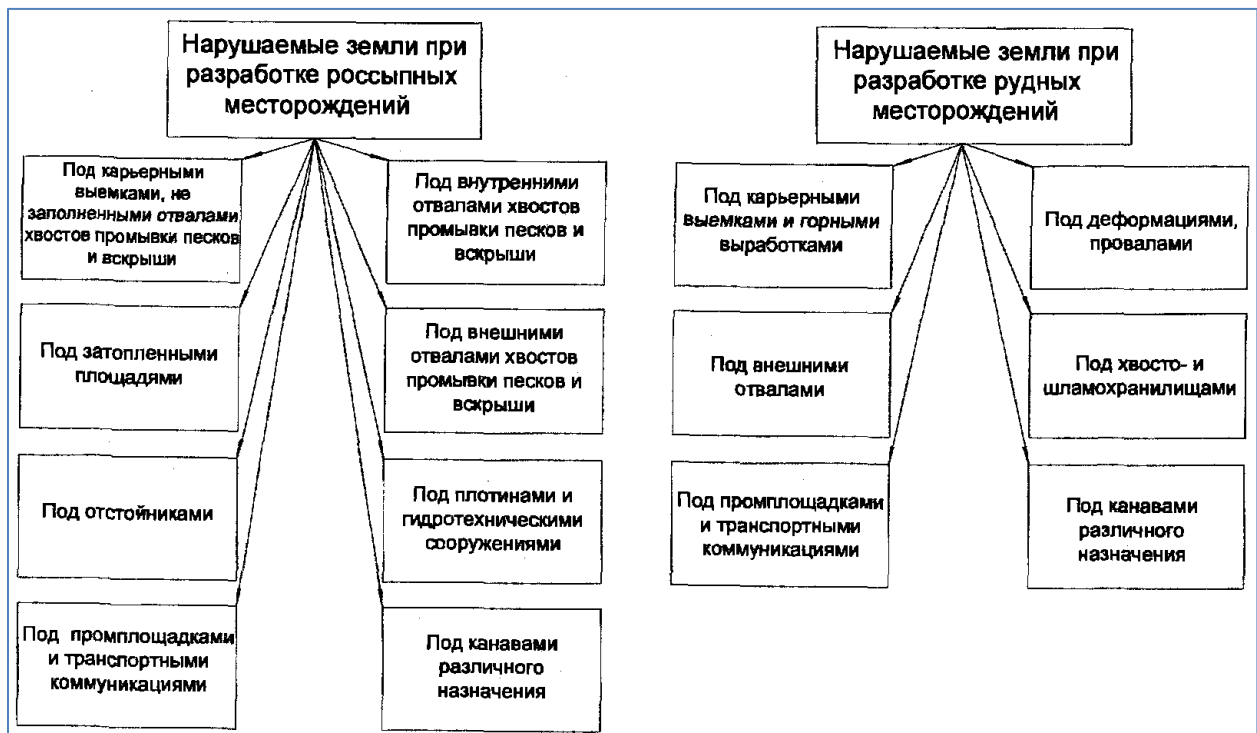


Рис. 1. Распределение нарушенных земель по видам их отчуждения

При анализе материалов инвентаризации, выяснилось, что 93,9% всех нарушенных земель при разработках месторождений золота связано с ведением открытых горных работ (рис. 2).

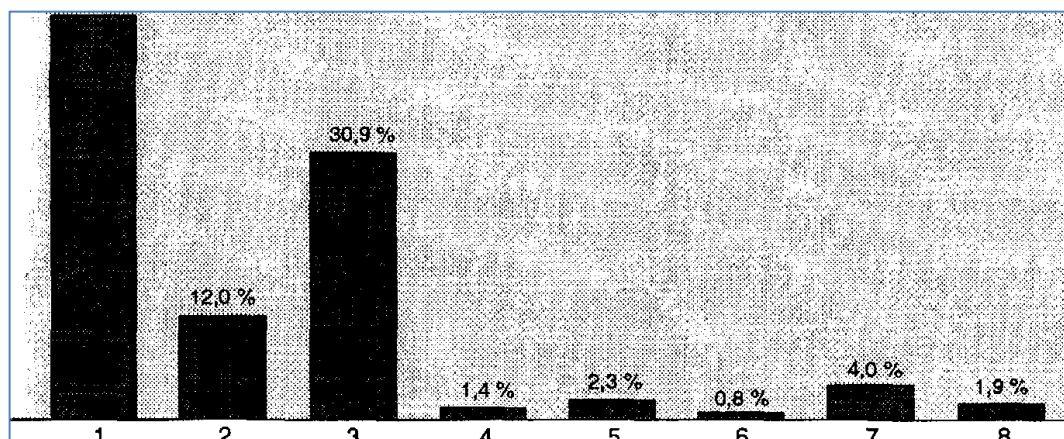




Рис. 2. Распределение нарушенных земель по видам их отчуждения  
 1 - карьерные выемки; 2 - внутренние отвалы; 3 - внешние отвалы; 4 - отвалы подземных разработок; 5 - прочие отвалы; 6 - строительство; 7 - деформированные поверхности шахтных полей; 8 - прочие нарушения

## ***2. Районы нарушения земель россыпными месторождениями, их природно-климатическая и экономическая оценка***

На территории Средней Азии и Казахстана можно выделить две природно-климатические зоны. Эти зоны отражают не только климатические, но в некоторой степени и экономические условия деятельности не только приисков, но и рудников, вследствие их близкого взаимного расположения.

1. Зона умеренного климата (Северный, Центральный и Восточный Казахстан, высокогорные районы Тянь-Шаня и Памира.) с продолжительностью промывочного сезона 240-280 дней находится на территории с развитой промышленностью, густой сетью железных и автомобильных дорог и сравнительно дешевой электроэнергией.

2. Зона сравнительно теплого климата (Южные районы Казахстана, большая часть районов Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана) с почти круглогодичным промывочным сезоном находится на территории с развитой промышленностью, густой сетью путей сообщения и характеризуется малыми издержками производства.

## ***3. Воздействие нарушаемых земель на окружающую среду***

Земли, нарушаемые горными работами, представляют собой комплексный источник воздействия на окружающую природную среду. Все техногенные нарушения природной среды подразделяются на ландшафтно-экологические и горно-геологические (табл. 1).

Ландшафтно-экологические нарушения проявляются не только в пределах земельного отвода, но и на прилегающих территориях. Отрицательные последствия горно-геологических нарушений ограничиваются районом разрабатываемого месторождения.

Разработка россыпей открытым способом, характеризуется большим нарушением земной поверхности.

Разрушая земную поверхность и горный массив, открытые горные работы значительно изменяют ландшафт. Особенно большое разрушительное действие они оказывают в пустынях, полупустынях и высокогорной тундре. В результате

интенсивного развеевания отвалов в пустынных и полупустынных районах происходит загрязнение атмосферы. В районах существования мерзлоты в высокогорье нарушение почвенного покрова влечет за собой быстрое развитие оползневых процессов.

Таблица 1

## Техногенные факторы воздействия на природную среду

Объект воздействия	Техногенный фактор воздействия	Результат воздействия
<b>1. Ландшафтно-экологические нарушения</b>		
Структура и природные комплексы ландшафта	Создание значительных по размерам выемок (карьеров) и насыпей (отвалов, хвостохранилищ и пр.); осушение месторождения; строительство сооружений и коммуникаций	Образование техногенного ландшафта (вместо природного); сокращение земельных ресурсов; деформация земной поверхности
Гидросфера	Осушение месторождения; водозабор для технических нужд горного предприятия; сброс шахтных и сточных вод; геохимическое рассеивание токсичных веществ и тяжелых металлов из карьеров, отвалов и хвостохранилищ	Нарушение гидрологического и гидрогеологического режимов водного бассейна; истощение запасов подземных и поверхностных вод; загрязнение и ухудшение качества вод
Атмосфера	Совокупность технологических процессов (бурение, взрывание, погрузка горной массы и т. д.) при добыче и переработке полезных ископаемых; обнаженные поверхности карьеров, отвалов и хвостохранилищ	Ухудшение качества воздуха в результате пыления при бурении, погрузочно-транспортных, отвальных и других работах, а также загазирование атмосферы при взрывании пород, переработке полезных ископаемых и др.
Почвы	Создание горных выработок и насыпей (отвалов, хвостохранилищ и пр.); строительство сооружений и коммуникаций; сброс шахтных и сточных вод; геохимическое рассеивание токсичных веществ и тяжелых металлов из карьеров, отвалов и хвостохранилищ	Уничтожение, обеднение, загрязнение и ухудшение качества почв
Флора и фауна	Сброс шахтных и сточных вод в поверхностные водоемы, нарушение гидрологического и гидрогеологического режимов водного бассейна; запыление и загазирование атмосферы; загрязнение почв; деформация земной поверхности, создание выемок и насыпей; производственный шум	Ухудшение условий жизнеобитания растений и животных; сокращение численности диких животных; сокращение площадей сельхозугодий и лесного фонда; снижение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности лесного хозяйства
<b>2. Горно-геологические нарушения</b>		
Недра	Проведение горных выработок; искусственное нагружение склонов; осушение месторождения; извлечение полезных ископаемых; захоронение твердых и жидких отходов; принос и аккумуляция естественными водотоками антропогенных грунтов	Изменение природного напряженно-деформированного состояния массива горных пород; затопление и обводнение месторождений; развитие карстовых процессов; сокращение запасов минеральных ресурсов; загрязнение недр; морозное пучение; образование наледей; деградация многолетней мерзлоты; оползни; выдавливания; антропогенные преобразования естественных речных осадков

Открытый способ разработки месторождений, отрицательно влияет на гидрогеологические условия прилегающих территорий. Откачка воды из карьеров приводит к образованию больших депрессионных воронок, в пределах которых из-за обезвоживания существенно изменяется видовой состав растительности.

#### ***4. Источники и виды воздействия горных работ на земельные ресурсы***

На россыпных месторождениях при производстве горных работ основными источниками воздействия на земельные ресурсы являются:

- выемки открытых горных, гидравлических и дражных работ;
- внешние отвалы вскрыши;
- внешние галечные и эфельные отвалы промывки песков;
- внешние плотины, дамбы, перемычки;
- каналы, канавы, траншеи, выемки;
- внешние илоотстойники;
- площадки ремонта машин и механизмов, склады ГСМ, склады ВМ, вахтовые поселки;
- внешние дороги, ЛЭП.

Все указанные источники оказывают прямое воздействие на земельные ресурсы в виде их изъятия из лесных массивов, площадей сельскохозяйственного производства, мест обитания и популяции ценных видов растительного и животного мира.

Размещение отвалов вскрыши, галечных и эфельных отвалов промывки песков, илоотстойников, дорог внутри выработанного пространства не сопровождается указанным изъятием земель. Однако как при внутреннем, так и при внешнем размещении указанные источники способствуют развитию техногенных процессов. Виды и источники развития техногенных процессов приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Основные виды и источники развития техногенных процессов

Виды развития техногенных процессов	Источники развития техногенных процессов	Оценка развития техногенных процессов
Появление техногенного рельефа с относительно резкими формами, отрицательно влияющими на биологический этап восстановления земель	1. Крутые откосы отвалов вскрыши 2. Крутые откосы бортов карьерных выемок 3. Провалы, воронки обрушения	Медленное самозарастание крутых отвалов и бортов выемок из-за сдувания ветром и смыва дождевыми осадками семян древесной и кустарниковой растительности, отсутствие условий жизнедеятельности растительности
Появление поверхностей пород, непригодных и малопригодных для биологического этапа восстановления земель	1. Дно карьерных выемок, представленное коренными породами плотика 2. Эфельные отвалы хвостов промывки песков 3. Галечные отвалы хвостов промывки песков	Отсутствие в большей степени самозарастания древесной и кустарниковой растительностью
Появление участков, служащих источниками загрязнения водотоков и атмосферного воздуха	1. Эфельные отвалы 2. Осажденные илы в отстойниках 3. Отвалы забалансовых и некондиционных руд	Вынос мелких трудноосаждаемых частиц в водоемы с последующим их загрязнением и заиливанием, пыление отвалов с выносом части пыли на окружающую территорию
Нарушение естественного стока поверхностных вод	1. Нагорные канавы 2. Внешние отвалы вскрыши	Появление увлажненных участков и болот, замкнутых водоемов с непроточной водой, развитие водной эрозии
Нарушение дренажа грунтовых вод в результате образования депрессионной воронки	1. Карьерные выемки 2. Нагорные канавы	Снижение уровня грунтовых вод, влажности горных пород, примыкающих к бортам выемки
Загрязнение местности из-за потерь горючесмазочных материалов (ГСМ)	1. Бульдозеры 2. Скреперы 3. Автомашины 4. Экскаваторы 5. Буровые станки	Образование на поверхности грунтов «пятен» нефтепродуктов 2-го класса опасности

## II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ

### 5. Термины и определения при рекультивации земель

Термин	Определение
<b>Общие понятия</b>	
1. Нарушение земель	Процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель
2. Нарушенные земли	Земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду
3. Рекультивированные земли	Нарушенные земли, на которых восстановлена продуктивность, народнохозяйственная ценность и улучшены условия окружающей среды
4. Рекультивация земель	Комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества
5. Этапы рекультивации земель	Последовательно выполняемые комплексы работ по рекультивации земель <u>Примечание.</u> Рекультивация земель предполагает два этапа - технический и биологический
6. Техногенез	Процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека
7. Техногенный ландшафт	Антропогенный ландшафт, особенность формирования и структура которого обусловлены промышленной деятельностью
8. Горнопромышленный ландшафт	Техногенный ландшафт, структура и формирование которого обусловлены деятельностью горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности

Термин	Определение
9. Рекультивированный горнопромышленный ландшафт	Горнопромышленный ландшафт, планомерно преобразованный в процессе рекультивации с восстановлением его народнохозяйственной, природоохранной и эстетической ценности в соответствии с потребностями общества
10. Техногенный рельеф	Рельеф, созданный в результате промышленной деятельности человека
11. Классификация горных пород для биологической рекультивации	Систематизация вскрышных и вмещающих пород по пригодности для биологической рекультивации с учетом почвенных свойств
12. Направление рекультивации земель	<p>Определенное целевое использование нарушенных земель в народном хозяйстве</p> <p><u>Примечание.</u> К основным направлениям рекультивации относятся: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное и др.</p>
13. Оптимизация техногенных ландшафтов	Система мер, направленная на восстановление и повышение продуктивности, природоохранной, хозяйственной и эстетической ценности техногенных ландшафтов, на их оптимальную реконструкцию и организацию с учетом потребностей общества
14. Землевание	Комплекс работ по снятию, транспортированию и нанесению плодородного слоя почвы и (или) потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения
15. Технический этап рекультивации земель Техническая рекультивация	<p>Этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве.</p> <p><u>Примечание.</u> К техническому этапу относятся: планировка, формирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород на рекультивируемые земли, при необходимости коренная мелиорация, строительство дорог, специальных гидротехнических сооружений и др.</p>
16. Планировочные работы	<p>Работы по выравниванию поверхности нарушенных земель, выполаживанию откосов, отвалов и бортов карьера в соответствии с последующим использованием</p> <p><u>Примечание.</u> Планировочные работы включают сплошную, грубую и чистовую планировку поверхности</p>

Термин	Определение
17. Сплошная планировка земель	Выравнивание поверхности с уклонами, допустимыми для сельскохозяйственного или механизированного лесохозяйственного освоения нарушенных земель
18. Частичная планировка земель	Выборочное выравнивание поверхности, обеспечивающее создание благоприятных условий для целевого освоения нарушенных земель
19. Грубая планировка земель	Предварительное выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ
20. Чистовая планировка земель	Окончательное выравнивание поверхности и исправление микрорельефа при незначительных объемах земляных работ
21. Выполаживание откосов	Земляные работы с целью уменьшения углов откосов отвалов и бортов карьерных выемок
22. Переформирование отвалов	Работы по изменению форм отвалов с целью создания благоприятных условий для последующего освоения
23. Рекультивационный слой	Специально создаваемый на техническом этапе рекультивации верхний слой почвы с благоприятными для биологической рекультивации условиями
24. Ремонт рекультивируемых участков	Работы по устранению неровностей рельефа, возникших в результате уплотнения отвальных пород или эрозионных процессов в период рекультивации, а также дефектов гидротехнических сооружений и дорог
25. Коренная мелиорация	<p>Мелиорация, направленная на коренное улучшение свойств пород в поверхностном слое отвалов, препятствующих развитию растительности, и на дальнейшее повышение плодородия пород и урожайности сельскохозяйственных культур.</p> <p><u>Примечание.</u> К коренной мелиорации относится внесение различных мелиорирующих веществ</p>
26. Биологический этап рекультивации земель Биологическая рекультивация	Этап рекультивации земель, включающий комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель
27. Классификация смесей пород	Систематизация различных смесей горных пород в поверхностном слое нарушенных земель по пригодности для биологической рекультивации в зависимости от геологической характеристики, гранулометрического состава и их химических свойств

Термин	Определение
28. Плодородный слой почвы	Верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и биологическими свойствами
29. Потенциально плодородные породы	Горные породы, обладающие ограниченно благоприятными для роста растений физическими и (или) химическими свойствами
30. Малопригодные породы	Горные породы, обладающие неблагоприятными для роста растений физическими и (или) химическими свойствами
31. непригодные породы	Горные породы, гранулометрический состав и физические и (или) химические свойства которых препятствуют росту и развитию растений. <u>Примечание.</u> Для данных пород необходимо применение мероприятий по коренной мелиорации при их экономической эффективности
32. Биологическая мелиорация	Мелиорация, направленная на интенсивное повышение плодородия нарушенных земель, урожайности сельскохозяйственных и лесных культур путем применения системы агротехнических и гидромелиоративных мероприятий. <u>Примечание.</u> К основным мероприятиям по биологической рекультивации относятся: внесение повышенных доз органических и минеральных удобрений, посев многолетних бобовых культур, посадка почвоулучшающих деревьев и кустарников
33. Мелиоративный период	Интервал времени, за который проводится улучшение качества рекультивируемых земель и восстановление их плодородия путем применения коренной и биологической мелиорации

## 6. Этапы рекультивации нарушенных земель

### 6.1. Общие положения

Целью рекультивации является восстановление хозяйственной ценности природных комплексов и угодий, нарушенных в результате разведки и эксплуатации недр, а также устранение отрицательных последствий воздействия нарушенных земель на окружающую среду.



Рекультивация земель, нарушенных горными работами, включает в себя горные, строительные, мелиоративные, гидротехнические, сельскохозяйственные работы по восстановлению плодородия почв, созданию на них сельскохозяйственных и лесных угодий и водоемов различного назначения, природоохранных и рекреационных зон и строительных объектов. Эти работы осуществляются в два последовательных этапа - технический и биологический, причем первый выполняется исходя из требований второго.

Технический этап рекультивации нарушенных земель обязаны за свой счет выполнять горные предприятия и организации, проводящие геологоразведочные, изыскательские, горные, строительные и иные работы, связанные с нарушением почвенного покрова; биологический этап - землепользователи, которым передаются (возвращаются) земли, за счет средств горного предприятия.

## **6.2. Технический этап рекультивации**

Технический этап рекультивации предусматривает выполнение мероприятий по подготовке нарушенных земель, освобождающихся после разработки месторождения, к последующему целевому использованию в народном хозяйстве. На горнотехническом этапе рекультивации нарушенных земель предусматриваются следующие основные работы:

- освобождение рекультивируемой поверхности от крупногабаритных кусков пород, производственных конструкций и строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием в специально отведенных местах;
- грубая и чистовая планировка поверхности отвалов, засыпка нагорных, водоподводящих, водоотводных канав и каналов, выполаживание или террасирование откосов, засыпка и планировка шахтных провалов;
- покрытие рекультивируемой поверхности вначале слоем потенциально плодородных пород, а затем - слоем плодородной почвы при ее наличии для создания общего рекультивационного корнеобитаемого слоя;
- оформление русла водотока при его возвращении в пойменную часть долины, нарушенную горными работами, устройство откосов выемки при создании водоемов;
- ликвидация или использование плотин, дамб, насыпей, устройство при необходимости дренажной, водоотводящих и оросительных сетей, других гидротехнических сооружений;

- создание в необходимых случаях экранирующего слоя;
- мелиорация токсичных пород и загрязненных почв перед покрытием их слоем потенциально плодородных пород и почвы;
- выполнение мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение химических и физических свойств отвальных грунтов, слагающих поверхностный слой рекультивируемых земель.

### **6.3. Биологический этап рекультивации**

После усадки отвалов и полного завершения технического этапа рекультивации осуществляется биологическая рекультивация нарушенных земель.

Основные задачи биологического этапа - создание продуктивных сельскохозяйственных угодий, лесных насаждений, рыбохозяйственных, водохозяйственных и охотничьих объектов, зон отдыха, закрепление с помощью растительности эродированных поверхностей промышленных отвалов, предотвращение отрицательного воздействия на окружающую природную среду.

На биологическом этапе рекультивации осуществляются мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель, их озеленение, создание ландшафтов, благоприятных для жизнедеятельности человека, возвращение земель в сельскохозяйственное и лесное использование.

Различают сельскохозяйственную и лесную биологическую рекультивацию. Сельскохозяйственная проводится в два этапа: сначала восстанавливают плодородие почв таким образом, чтобы можно было выращивать сельскохозяйственные культуры. Для этого используют растения, не требовательные к почвенным условиям, устойчивые к болезням и сорнякам и создающие большое количество надземной и подземной растительной массы. На втором этапе - приступают к возделыванию сельскохозяйственных культур. Лесная рекультивация предусматривает вначале посадку кустарников (ольха, акация желтая, мох узколистный, жимолость татарская, облепиха обыкновенная), выполняющих мелиоративные функции, в сочетании с необходимыми мерами химической мелиорации. После этого, на рекультивируемых землях осуществляют посадку деревьев, подобранных с учетом агротехнических и водно-физических свойств почво-грунтов. Мощность слоя потенциально плодородных пород, на котором осуществляют посадку древесных пород, должна обеспечивать развитие корневой системы высаживаемых деревьев (1-2 м). Если нет возможности создать такой слой из-за отсутствия указанных пород, то осуществляют высадку деревьев в

траншеи глубиной 1-2 м, заполненные породами, пригодными для произрастания выбранных пород деревьев.

## **7. Направления рекультивации нарушенных земель**

### **7.1. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации**

Таблица. 3

Группы нарушенных земель по направлениям рекультивации	Виды использования рекультивированных земель
Земли сельскохозяйственного направления рекультивации	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения
Земли лесохозяйственного направления рекультивации	Лесонасаждения общего хозяйственного и полевосащитного назначения, лесопитомники
Земли водохозяйственного направления рекультивации	Водоемы для хозяйственно-бытовых, промышленных нужд, орошения и рыбоводческие
Земли рекреационного направления рекультивации	Зоны отдыха и спорта: парки и лесопарки, водоемы для оздоровительных целей, охотничьи угодья, туристические базы и спортивные сооружения
Земли природоохранного и санитарно-гигиенического направления рекультивации	Участки природоохранного назначения: противозерозийные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки самозарастания - специально не благоустраиваемые для использования в хозяйственных или рекреационных целях
Земли строительного направления рекультивации	Площадки для промышленного, гражданского и прочего строительства, включая размещение отвалов отходов производства (горных пород, строительного мусора, отходов обогащения и др.)

### **7.2. Сельскохозяйственное направление**

К землям сельскохозяйственного направления рекультивации по виду использования относятся пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения, сады и огороды.

В целях снижения затрат для сельскохозяйственного использования рекультивируются участки нарушенных земель, удобные по рельефу, размерам и форме. Созданию сельскохозяйственных угодий на рекультивируемых землях должно предшествовать их обследование, выявление пригодности пород для биологической рекультивации. Методы измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах указаны в ГОСТе 17.5.4.02-84.

Окончательное решение о возможности использования рекультивируемых земель под сельскохозяйственные угодья принимается лишь после положительного заключения агрохимической и санитарно-эпидемиологической службы, свидетельствующего об отсутствии опасности выноса растениями веществ, токсичных для людей и животных. В случае их наличия водят химическую мелиорацию подстилающих пород.

На рекультивируемых землях, предназначенных для сельскохозяйственного использования, спланированные участки не должны иметь замкнутых углублений во избежание скопления атмосферных осадков, иметь очертание границы, близкое к прямоугольной, и уклоны, обеспечивающие производительное использование современной сельскохозяйственной техники и исключая развитие эрозионных процессов. Площадь таких участков для сельскохозяйственного использования - не менее 10 га.

Рельеф спланированной поверхности должен быть с уклонами:

- для пашни при посеве многолетних трав и зерновых культур - до  $1-2^{\circ}$ ;
- для сенокосных угодий и пастбищ - до  $6^{\circ}$ ;
- для многолетних насаждений - до  $10^{\circ}$  с образованием террас.

К спланированным участкам должны быть подведены дороги. При необходимости за их пределами проводят водосборные и водоотводные каналы отвода паводковых вод во избежание эрозионных процессов. По границе участков следует создавать полевые защитные лесные полосы с 5-7-рядными древесно-кустарниковыми насаждениями. Планировка участков в пределах будущих полевых защитных лесонасаждений производится с уклоном не более  $5^{\circ}$ .

Для выравнивания поверхности с уклонами, допустимыми для сельскохозяйственного или механизированного лесохозяйственного освоения нарушенных земель осуществляют сплошную планировку отвалов в два этапа; включая грубую, затем чистовую, после которой на устоявшуюся поверхность наносится плодородный слой почвы с последующей его чистовой планировкой.

Мощность наносимого плодородного слоя и потенциально плодородных, пород устанавливается с учетом свойств подстилающих пород, наносимого материала и последующего вида использования рекультивируемых земель в сельском хозяйстве.

При подготовке земель под пашню на малопригодные породы необходимо нанести плодородный слой почвы мощностью не менее 0,4 м, под сенокосные угодья и огороды - не менее 0,3 м, под пастбища - не менее 0,2 м. При отсутствии

или недостатке плодородного слоя почвы для создания сенокосных и пастбищных угодий, а в отдельных случаях и пашни, могут быть использованы потенциально плодородные породы с проведением специальных агротехнических мероприятий.

Для восстановления и формирования структуры корнеобитаемого слоя и его обогащения органическими веществами необходимо интенсивное мелиоративное воздействие с выращиванием однолетних или многолетних злаковых и бобовых культур.

Уровень поверхности полностью восстановленных земель по высоте должен занимать положение от грунтовых вод не менее 2-3 м для пашни, 0,7-0,8 м - для сенокосных угодий, 1,0-1,5 м - для пастбищ. У заливных сенокосных угодий этот уровень должен быть ниже 0,2 м средней высотной отметки паводковых вод.

Площади, расположенные в пойменных частях речных долин, должны иметь спланированную поверхность на горизонте выше среднего многолетнего уровня паводковых вод, при котором обеспеченность этих паводковых вод составляет: для полевых севооборотов, пастбищ и сенокосов - 10%, для овощных севооборотов и многолетних насаждений - 5%. Во избежание заболачивания спланированная поверхность должна иметь уклон в сторону русла водотока для стока атмосферных осадков.

Под посадку многолетних насаждений устраивают посадочные траншеи или ямы (лунки). Ширина траншеи под плодовые сады - не менее диаметра кроны, под ягодники - 1 м. Размеры ям в плане: для кустарников - 1,0 x 1,0 м, ягодников - 0,7 x 0,7 м. Глубина траншей и ям для кустарников - 0,4 м. Траншеи и ямы засыпаются плодородной почвой или потенциально плодородными породами вскрыши до полного выравнивания поверхности. Одновременно вносятся минеральные и органические удобрения.

### **7.3. Лесохозяйственное направление**

Восстановленные леса на нарушенных землях рассматриваются как источники возобновления флоры и фауны, которые характерны для рассматриваемой местности. Лесохозяйственная рекультивация предусматривается тогда, когда невозможна или нецелесообразна сельскохозяйственная, требуется улучшение экологической обстановки урбанизированной территории и зоны горных работ, защита прилегающих земель от эрозии и дефляции.

На рекультивируемых землях создаются следующие типы лесных

насаждений:

- сплошные крупномассивные с посадками деревьев хозяйственно ценных пород (эксплуатационные леса);
- сплошные с посадкой временного (мелиоративного) типа древесных пород, способных фиксировать атмосферный азот, с последующей поэтапной их заменой на хозяйственно ценные породы;
- полосные и сплошные на выположенных или террасированных откосах, осуществляемые в противозерозионных и санитарно-гигиенических целях.

Лесные насаждения эксплуатационного типа должны иметь преимущественное распространение в лесной или лесостепной зонах с целью восстановления и увеличения лесного фонда для выращивания товарной древесины.

Лесная рекультивация осуществляется преимущественно путем искусственного лесоразведения на спланированной площади. Если вблизи имеются естественные лесные массивы, служащие источником обсеменения, то такие площади могут оставляться для самозарастания при условии, что верхний слой будет представлен плодородными и потенциально плодородными породами.

Наиболее благоприятным для лесной рекультивации является равнинно-волнистый рельеф с уклоном не более  $6^\circ$ , который обеспечивает условия механизированной посадки лесокультур, при уклонах от  $6^\circ$  до  $12^\circ$  возможна только ручная посадка,  $12-25^\circ$  - только после нарезки террас под механизированную посадку деревьев. Ширина террас при этом должна составлять 6,5 м, а расстояние между ними по вертикали - 8-10 м.

Равнинно-волнистый рельеф создается путем планировки отвалов со срезкой вершин гребней и конусов бульдозерами и экскаваторами. Террасы на склонах нарезают с обратным уклоном полотна  $2-3^\circ$ . На крутых склонах, откосах, лощинах следует создавать насаждения из деревьев и кустарников, которые служат резерватом для животных и птиц.

Земельные участки, подготавливаемые под лесонасаждения, должны быть обеспечены корнеобитаемым слоем, необходимым для произрастания деревьев мощностью не менее 2,5 м для хозяйственно ценных деревьев и не менее 1,0 м - для деревьев озеленительного характера.

При наличии на рекультивируемой поверхности непригодных горных пород рекультивационный слой создается из потенциально плодородных пород вскрыши. Если имеется плодородная почва на месторождении, то она вносится в борозды и

лунки перед посадкой деревьев после того, как создан корнеобитаемый слой.

Поверхность автоотвалов, а также отвалов отсыпанных тяжелыми бульдозерами, как правило, сильно уплотнена, поэтому перед посадкой лесных культур в целях нормального их укоренения и развития необходимо провести рыхление грунта.

Породные отвалы, образованные при бестранспортной отсыпке и представляющие собой гряды сопряженных конусовидных холмов с крутыми откосами, необходимо подвергнуть полной или частичной планировке бульдозерами.

По окончании разравнивания и планировки необходимо очистить поверхность отвалов от всевозможного металлолома, крупных камней и других предметов, которые могут вызвать поломку почвообрабатывающих орудий и лесопосадочных машин.

Если вершины отвалов по рельефу не являются единым целым, то разравнивание и насыпка лесопригодного грунта производится отдельными участками площадью не менее 1 га. Между прилегающими соседними участками устраиваются съезды.

При лесохозяйственной рекультивации необходимо предусматривать противопожарные мероприятия, общепринятые в лесном хозяйстве, особенно обращая внимание на близость населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий.

#### **7.4. Водохозяйственное направление**

Замкнутые карьерные выемки, засыпка которых затруднена или экономически неэффективна, траншеи, деформированные участки отработанных шахтных полей целесообразно использовать для создания искусственных водоемов с проведением мероприятий, обеспечивающих рациональное их использование для определённых целей.

Создаются водоемы следующего назначения:

- для рыбохозяйственных целей;
- для обитания водоплавающей птицы, нутрии, ондатры, бобров; создания охотничьих хозяйств;
- для промышленности, сельского хозяйства и водоснабжения;
- для илонакопления в целях предотвращения образования конусов выноса мелких частиц за пределы горного отвода после окончания рекультивации

нарушенных земель в поймах водотоков;

- для сдерживания (регулирования) паводка.

Требования к рекультивации земель при водохозяйственном направлении, должны включать:

- строительство соответствующих гидротехнических сооружений, необходимых для затопления карьерных выемок и поддержания в них расчетного уровня воды;
- мероприятия по предотвращению оползней бортов и поддержанию благоприятного режима и состава воды в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями;
- экранирование токсичных пород ложа и бортов водоемов;
- выполаживание откосов надводной части водоемов в зоне волновой переработки берегов до углов естественного откоса грунта в состоянии полного водонасыщения;
- защиту дна и берегов от возможной фильтрации;
- мероприятия по благоустройству территории и озеленению откосов.

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями глубина воды в водоеме должна быть не менее 1,5-2,0 м. В прибрежной полосе создается мелководная зона шириной не менее 30 м с постепенным увеличением глубины в случае использования водоема для рыбохозяйственных целей. Длина этой зоны должна быть не менее 40% от общей протяженности береговой линии. Мелководная зона выравнивается и покрывается плодородным слоем почвы не позднее 1-2 лет до затопления.

Водоемы в зависимости от их назначения должны иметь в наличии достаточное количество проточных и грунтовых вод без поступления к ним токсичных металлов и химических соединений для поддержания чистоты водоема, согласно требованиям санэпидстанции.

На реках, имеющих рыбохозяйственное значение, не допускается перекрытие основного водотока отвалами вскрыши и промывки песков, по возможности его необходимо оставлять в естественном состоянии. Горнотехническая рекультивация должна предусматривать мероприятия по расчистке и углублению перекатов, предотвращению водной эрозии берегов, созданию нерестовых зон, взамен нарушенных.



## **7.5. Рекреационное направление**

Рекультивация при рекреационном направлении должна включать:

- вертикальное планирование территории нарушенных земель с минимальным объемом земляных работ, сохранение существующих или образованных в результате производства горных работ форм рельефа на стадии технического этапа;
- обеспечение стабильности грунтов при строительстве сооружений для отдыха и занятий спортом;
- проектирование, строительство и эксплуатация зон рекреации водных объектов для организованного массового отдыха и купания.

## **7.6. Природоохранное и санитарно-гигиеническое направление**

Восстанавливаемые земли природоохранного и санитарно-гигиенического направления рекультивации должны обеспечивать устранение, либо значительное сокращение отрицательного влияния нарушенных земель на окружающую среду, в том числе на атмосферу, прилегающие земельные угодья, поверхностные и грунтовые воды.

Рекультивация земель при санитарно-гигиеническом направлении должна включать:

- выбор средств консервации нарушенных земель в зависимости от состояния, состава и свойств слагаемых пород, природно-климатических условий, технико-экономических показателей;
- согласование всех мероприятий по технической или биологической рекультивации при консервации нарушенных земель с органами санитарно-эпидемиологической службы;
- применение вяжущих материалов для закрепления поверхности нарушенных земель, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду и обладающих достаточной водопрочностью и устойчивостью к температурным колебаниям;
- нанесение экранирующего слоя почвы из потенциально плодородных пород на поверхность промышленных отвалов, сложенных не пригодным для биологической рекультивации субстратом;
- выполнение мелиоративных работ;
- консервацию шламоотстойников, хвостохранилищ и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества;

- закрепление промышленных отвалов техническими, биологическими или химическими способами.

В целях ликвидации отрицательного влияния на атмосферу должны быть приняты меры, обеспечивающие прекращение пылегазовых выбросов до установленных норм. Для ликвидации вредного влияния нарушенных земель на прилегающие земельные угодья осуществляемые меры должны обеспечить предупреждение эрозионного сноса с отвалов продуктов, загрязняющих почву. Если в процессе производства горных работ образуются загрязненные воды, то необходимо организовать их сбор, отстаивание и, при необходимости, нейтрализацию в соответствии с действующими нормами ПДК.

К участкам природоохранного назначения относятся: противоэрозионные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки самозарастания, специально не благоустраиваемые, для использования в хозяйственных или рекреационных целях.

### **7.7. Строительное направление**

Под строительное направление рекультивации используют земли, нарушенные в основном вблизи населенных пунктов. При этом карьерные выемки могут использоваться непосредственно после их образования, отвалы - только после их усадки.

Для строительства в карьере должен быть подобран такой тип зданий или сооружений, который будет вписываться в ансамбль архитектуры ближайшего Населенного пункта. Наиболее приемлемыми для условий карьера являются: хранилища овощей, материально-технические склады, гаражи, ремонтные мастерские, заводы железобетонных изделий, тепличные хозяйства, грибницы и др.

Целесообразность использования нарушенных земель под промышленное, гражданское и иное строительство устанавливается на основе генеральных планов планировки и застройки территорий, данных инженерно-геологических исследований и соответствующих технико-экономических расчетов. Инженерно-геологические исследования нарушенных земель, намечаемых к застройке, должны проводиться согласно требованиям действующих нормативных документов и СНиПов.

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

#### **8. Снятие и хранение плодородного слоя почвы**

##### **8.1. Общие сведения о почве**

Главное отличие почвы от других пород - плодородие. Плодородные почвы являются подлинными хранилищами углерода, азота, фосфора, серы, калия, кальция и других полезных элементов. Их-то и использует для своего роста и развития флора планеты. На сегодняшний день ученые различают девять типов почв: тундровые, подзолистые, черноземные, каштановые, сероземные, красноземные, желтоземные, засоленные и болотистые.

Название почвы во многом указывает на географический район ее распространения.

Тундровые почвы залегают в высокогорье, на высотах более 3000 м. Их толщина всего 2-3 см. Подзолистые почвы немного похожи на золу. Они в основном располагаются в лесах. Черноземы - наиболее плодородные почвы планеты, их основной район распространения - лесостепь и степь. Сероземы залегают в Средней Азии, красноземы и желтоземы - в субтропиках и тропиках.

##### **8.2. Нормы снятия плодородного слоя почвы**

Согласно ГОСТу 17.5.3.06-85 показатели состава и свойств плодородного слоя почвы должны быть следующими.

1. Массовая доля гумуса по ГОСТу 26213-84 в нижней границе плодородного слоя почвы должна составлять (в%): в лесостепной и степной зонах - не менее 2; в южно-таежно-лесной, сухостепной, полупустынной, предгорной пустынно-степной, субтропической предгорной, полупустынно-пустынной, субтропической кустарниково-степной и сухолесной, субтропической, влажнолесной, в северной части лесостепной зоны для серых лесных почв, в почвах горных областей - не менее 1; в пустынной и субтропической пустынной - не менее 0,7.

Массовая доля гумуса в потенциально плодородном слое почвы (в%) должна быть в лесостепной и степной зонах - 1-2; в сухостепной и пустынной зонах - 0,5-1.

2. Величина pH водной вытяжки в плодородном слое почвы должна составлять 5,5-8,2; в подзолисто-желтоземных почвах, красноземах и почвах горных областей - не менее 4,0. Величина pH солевой вытяжки дерново-подзолистых почв должна составлять не менее 4,5; в торфяном слое - 3,0

-8,2.

3. Массовая доля обменного натрия, (в %), от емкости катионного обмена должна составлять: в образуемой смеси плодородного слоя чернозема, темно-каштановых, каштановых почв и сероземов в комплексах с солонцами - не более 5; на слабо- и среднесолонцеватых зональных и гидроморфных почвах лесостепной и степной зон - до 15; на слабо- и среднесолонцеватых разновидностях малогумусных южных черноземов, бурых, каштановых почвах и сероземах, а также гидроморфных полугидроморфных почвах сухостепной и полупустынной зон - до 10.

4. Массовая доля водорастворимых токсичных солей в плодородном слое Почвы не должна превышать 0,25 % от массы почвы: предел допустимого количества водорастворимых токсичных солей в плодородном слое почвы может быть увеличен до 0,5 % при использовании его на орошаемых участках. Измерение и расчет суммы токсичных солей производится по ГОСТу 17.5.4.02-84.

5. Массовая доля почвенных частиц менее 0,1 мм должна быть в интервале от 1,0 до 75 %; на пойменных, старичных, дельтовых песках и приарычных песчаных отложениях - 5-10%.

Крупномасштабные почвенные карты следует использовать для установления типовой, подтиповой, родовой и видовой принадлежностей почв.

Выборочно устанавливают норму снятия плодородного слоя почвы с учетом структуры почвенного покрова на почвах северных, северо-западных, северо-восточных областей, краев, автономных республик с тундровыми, мерзлотно-таежными почвами, а также в таежно-лесной зоне с подзолистыми почвами.

Не устанавливают норму снятия плодородного слоя почвы в случае несоответствия его ГОСТу 17.5.3.05-84 и на почвах в сильной степени щебнистых, сильно- и очень сильнокаменистых, слабо-, средне- и сильноосыпчатых дерново-подзолистых, бурых лесных, серых и светло-серых лесных; средне- и сильноосыпчатых темно-серых лесных, темно-каштановых, дерново-карбонатных, желтоземов, красноземов, сероземов.

### **8.3. Снятие и хранение плодородного слоя почвы**

Снятие, транспортировка и складирование почвы являются обязательным техническим мероприятием, выполняемым перед производством вскрышных работ, а при отсутствии последних - перед производством добычных работ.

При снятии, складировании и хранении плодородной почвы должны быть приняты меры, исключающие ухудшение его качества (смешивание с породами, загрязнение и др.).

Согласно ГОСТу 17.4.3.02-85 снятие и рациональное использование плодородного слоя почвы при производстве земляных работ следует производить на землях всех категорий.

Целесообразность снятия плодородного, потенциально плодородного слоев почвы и их смеси устанавливают в зависимости от уровня плодородия почвенного покрова конкретного региона, природной зоны, типов и подтипов почв и основных показателей свойств почв: содержания гумуса, показателя концентрации водородных ионов (рН солевой вытяжки, водного раствора), содержания поглощенного натрия по отношению к сумме поглощенных оснований) сумме водорастворимых токсичных солей, сумме фракций менее 0,01 мм.

Плодородный и потенциально плодородный слои почв на глинистых, суглинистых и супесчаных почвах следует снимать для землевания малопродуктивных угодий и биологической рекультивации земель. На почвах песчаного механического состава плодородный слой должен быть снят только на освоенных и окультуренных землях.

На участках, занятых лесом, плодородный слой почвы мощностью менее 10 см не снимается.

Снятие плодородного и потенциально плодородного слоев почвы следует производить селективно. Плодородный слой почвы должен быть использован для землевания малопродуктивных угодий и биологической рекультивации земель; потенциально плодородный слой - в основном для биологической рекультивации земель.

Снятие плодородного слоя почвы должно осуществляться на участках не только карьерной выемки, но и размещения хвостохранилищ, отстойников, отвалов вскрыши, если они не будут полностью убраны при планировке нарушенной площади. Перед снятием плодородного слоя почвы на участке должны быть вырублены лес и кустарник, выкорчеваны пни, произведены осушительные работы, убраны мусор, камни и металлолом.

Мощности снимаемых плодородного и потенциально плодородного слоев почв должны быть установлены на основе оценки уровня плодородия почвы и структуры почвенного покрова; оценки плодородия отдельных генетических тризон почвенного профиля основных типов и подтипов почв. Оценку уровня

плодородия почв следует производить на основании изучения данных об их свойствах и при наличии данных многолетней урожайности основных сельскохозяйственных культур.

При установлении мощности снимаемого плодородного слоя почв следует руководствоваться следующими показателями: уровень плодородия смеси снимаемых слоев должен быть выше уровня плодородия малопродуктивных угодий, подлежащих землеванию в конкретном регионе; плодородие нижнего снимаемого горизонта или его части должно быть выше уровня плодородия малопродуктивных угодий конкретного региона.

Показатели свойств почв, по которым устанавливают мощность снимаемого плодородного и потенциально плодородного слоев почв, следует дифференцировать в зависимости от типов и подтипов почв различных природных зон, от условий почвообразования и других факторов, влияющих на изменение мощности, почвенного профиля.

Плодородный слой почвы, не использованный в ходе работ, должен быть сложен в бурты, соответствующие требованиям ГОСТа 17.5.3.04-83.

Поверхность бурта и его откосы должны быть засеяны многолетними травами, если срок хранения плодородного слоя почвы превышает 2 года. Откосы бурта допускается засеивать гидроспособом.

Плодородный слой почвы может храниться в буртах в течение 20 лет.

Под бурты должны быть отведены не пригодные для сельского хозяйства, не заболоченные участки в пределах горного отвода вблизи площади, подлежащей рекультивации.

## ***9. Вскрышные и вмещающие породы***

### **9.1. Классификация вскрышных и вмещающих пород по пригодности для биологической рекультивации**

Поскольку технический этап рекультивации создает условия для последующего биологического, то важно знать, к какой группе по пригодности для последнего этапа относятся вскрышные и вмещающие породы.

Эти породы делятся на следующие группы:

- пригодные;
- малопригодные;
- непригодные.

К пригодным относятся плодородный слой почвы, в котором содержится более 1% гумуса для лесной и полупустынных зон и более 2% для степной и лесостепной, а также потенциально плодородные породы с массовой долей гумуса соответственно менее 1% и 2% для указанных зон. Плодородный слой почвы используется при рекультивации земель для сельскохозяйственных целей: под пашни, сенокосы и многолетние насаждения с применением зональных, типовых, агротехнических мероприятий, под лесонасаждения различного назначения, потенциально плодородные породы - под пашни, сенокосы и пастбища со специальными агротехническими мероприятиями, а также в качестве подстилающих пород под пашню, лесонасаждения различного назначения и ложе водоемов.

К малопригодным по физическим свойствам относятся быстровыветриваемые, осадочные, несвязные и связные породы. После мелиорации по улучшению физических свойств и специальных агротехнических мероприятий они могут использоваться под лесонасаждения различного назначения, сенокосы, травосеяние с противозерозионной целью, а также в качестве подстилающих под пашню и ложе водоемов. Малопригодные по химическому составу связные породы могут использоваться под сенокосы и в качестве подстилающих под пашню и ложе водоемов после мелиорации по улучшению химических свойств и специальных агротехнических мероприятий.

К непригодным по физическим свойствам относятся трудновыветриваемые скальные магматические, метаморфические, осадочные сцементированные породы. По химическому составу к этим породам относятся связные и несвязные несцементированные, быстровыветривающиеся сцементированные осадочные породы. Непригодные породы не следует выносить на поверхность рекультивированных земель. В случае их наличия на поверхности необходима коренная химическая мелиорация, создание экрана из нейтрализующих токсичные свойства пород, перекрытие потенциально плодородными породами мощностью, обеспечивающей нормальное развитие растений в данных природно-климатических условиях.

## **9.2. Выемка и размещение вскрышных пород**

Обычно вскрышные породы в горном массиве по пригодности для биологической рекультивации размещаются сверху вниз в следующем порядке:

1 - при поверхности залегает плодородный слой почвы мощностью от 0,1 до

0,7 м;

2 - глубже - потенциально плодородные осадочные породы;

3 - далее - малопригодные;

4 - и, наконец, - непригодные коренные породы.

Поскольку выемка вскрышных пород осуществляется по глубине в указанном порядке их размещения по пригодности для биологической рекультивации, то не исключена возможность попадания пригодных пород в основание отвалов, а непригодных, наоборот, в верхние его слои, что может привести к неэффективности работ по биологической рекультивации нарушенных земель. Поэтому на стадии вскрышных работ должны быть предусмотрены мероприятия, устраняющие указанное размещение вскрышных пород по пригодности для биологической рекультивации.

При наличии в массиве вскрышных пород различной степени пригодности для биологической рекультивации необходимо применять селективную их выемку и укладку в отвалы. Малопригодные и непригодные породы укладывают в нижнюю часть отвалов, потенциально плодородные породы и почвенный слой - в верхнюю. При наличии малопригодных и непригодных пород и отсутствии пригодных селективно вынимают и укладывают в основание отвала непригодные, а в верхнюю его часть - малопригодные.

## **10. Совмещение технологии открытых горных работ с рекультивацией нарушенных земель**

Перед производством горных работ в целях создания условий успешного выполнения рекультивационных работ на месторождении или его участке необходимо осуществлять строительство гидротехнических сооружений природоохранного назначения, таких как руслоотводные каналы, илоотстойники и отстойники сточных вод, водоотводные и водозаводные дамбы, водоотводные и нагорные каналы. В процессе вскрышных работ необходимо избегать складирования отвалов вскрышных пород на площадях возможного стока атмосферных осадков. Если такой возможности не представляется, то при складировании отвалов необходимо предусматривать в основании отвалов отсыпку крупнообломочного материала, через который происходил бы дренаж скапливающихся атмосферных осадков.

Практика показывает, что рекультивация земель идет более успешно, если



ее отдельные операции выполняются в процессе горных работ. Технический этап рекультивации необходимо рассматривать как неотъемлемую часть технологии открытых горных работ. Технология горных работ по возможности должна включать в себя как можно больше элементов совмещения с последующими работами по рекультивации с целью получения минимальных суммарных затрат на отработку месторождения и восстановление нарушенных земель. Условия для снижения затрат на рекультивацию должны создаваться в процессе горных работ с учетом выполнения требований выбранного направления рекультивации.

Производство горных работ с учетом последующих работ по рекультивации должно предусматривать:

- опережающее снятие плодородного слоя почвы, его складирование и хранение в целях землевания малопродуктивных угодий;
- селективную выемку потенциально плодородных пород, их транспортировку, хранение или непосредственное использование для рекультивации;
- совмещение процессов по удалению вскрыши и добычи с рекультивацией;
- складирование пород вскрыши и хвостов промывки песков в выработанное пространство;
- минимальные потери и разубоживание плодородной почвы и пригодных пород при их выемке, транспортировке и укладке в отвалы (бурты);
- укладку в отвалы максимально возможного объема вскрышных пород наиболее производительным, валовым способом.

С целью сокращения объемов планировочных работ и соответственно затрат на рекультивацию принимаемая схема отвалообразования должна обеспечивать создание рельефа поверхности, близкого к проектному, уже в процессе отсыпки отвала.

При выборе места размещения отвалов должны учитываться роза ветров, наличие водотоков и водостоков, расположение населенных пунктов и предприятий, необходимость соблюдения установленных размеров санитарно-защитных зон.

## **11. Планировочные работы**

Основная задача планировочных работ - приведение техногенного рельефа в состояние, пригодное для целевого использования. В зависимости от

направления рекультивации нарушенных земель различают сплошную и частичную планировку поверхности.

Сплошная планировка - выравнивание поверхности с уклонами, допустимыми для применения землеобрабатывающей и посадочной техники. Частичная планировка - выравнивание поверхности с сохранением характерных особенностей рельефа нарушенных земель. При частичной планировке имеем снижение удельного объема земляных работ.

Планировка гребневидных отвалов согласно ГОСТу 17.5.3.04-83 производится в два этапа: вначале грубая, затем чистовая.

Грубая планировка имеет целью предварительное выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ. При этом должно выполняться условие равенства объемов срезки с объемом насыпи при допустимых углах наклона спланированной поверхности для выбранного направления хозяйственного использования. Она осуществляется с минимальным отставанием от фронта отвальных работ для обеспечения равномерной усадки пород в отвалах. Чистовая планировка производится для окончательного выравнивания поверхности с перемещением незначительных объемов вскрышных работ.

Необходимость выполнения чистовой планировки возникает после усадки пород, в результате которой спланированная поверхность отвала деформируется. Она производится после 2-х лет усадки отвала перед нанесением плодородного слоя почвы, потенциально плодородных пород или перед производством лесопосадочных работ.

Во избежание переуплотнения поверхности рекультивируемых площадей при производстве горно-планировочных работ чистовая планировка должна проводиться машинами с низким удельным давлением на грунт. Если имело место указанное переуплотнение, то для создания благоприятных условий развития корневых систем растений при подготовке участка должно быть выполнено глубокое безотвальное рыхление приповерхностного корнеобитаемого слоя.

Породы вскрыши, не пригодные для землевания, должны использоваться для засыпки ближайших выемок, межотвальных понижений, пригодные - для покрытия (захоронения) ранее отсыпанных непригодных пород.

## **12. Формирование рекультивационного и экранирующего слоев**

Рекультивационный слой - специально создаваемый на техническом этапе рекультивации слой почвы с благоприятными условиями для биологической рекультивации.

Структура и мощность рекультивационного слоя определяются в зависимости от направления рекультивации, пригодности пород для биологической рекультивации и водного режима, который сложится на рекультивированных землях.

При сельскохозяйственном направлении рекультивации рекультивационный слой формируется из потенциально плодородных пород (ППП) и плодородного слоя почвы (ПСП). Если породы, слагающие поверхность спланированных отвалов, относятся к ППП или приближаются к ним по качеству, то ПСП наносится непосредственно на них. При наличии во вскрышной толще пород, по своим характеристикам превосходящих ППП, который снимается с нарушаемых участков, рекультивационный слой может формироваться из этих пород (глауконитовые породы и др.). Не допускается нанесение ПСП непосредственно на породы, непригодные по химическим и физическим свойствам для биологической рекультивации.

В зависимости от вида последующего использования земель и пригодности подстилающих горных пород (отвальных грунтов) для биологической рекультивации формируется одно-, двух- и трехслойный рекультивационный слой (табл. 2).

Мощность рекультивационного слоя в зависимости от условий увлажнения и видов возделываемых сельскохозяйственных культур должна быть 0,8-1,5 м. Мощность насыпного ПСП зависит от его наличия и должна быть во всех случаях не менее 0,3 м, в черноземной зоне - 0,4 м. При создании на рекультивируемых землях сенокосов и пастбищ мощность ПСП может быть снижена до 0,2 м.

На участках, где отсутствует ПСП или селективное снятие его нецелесообразно, рекультивационный слой может формироваться из ППП (покровные четвертичные суглинки, лессы и др.). Мощность рекультивационного слоя должна соответствовать указанной выше.

Таблица 4

## Формирование рекультивационного слоя

Направление рекультивации	Характеристика подстилающих горных пород (отвалных грунтов)	Структура рекультивационного слоя (сверху вниз)
Сельскохозяйственное	Породы: малопригодные по физическим свойствам и химическому составу; непригодные по физическим свойствам	Плодородный слой почвы + потенциально плодородные породы
	Породы : непригодные по химическому составу	Плодородный слой почвы + потенциально плодородные породы + экранирующий слой
Лесохозяйственное	Породы: малопригодные по физическим свойствам и химическому составу; непригодные по физическим свойствам	Потенциально плодородные породы
	Породы: не пригодные по химическому составу	Потенциально плодородные породы + экранирующий слой

На спланированных участках, сложенных из пород, непригодных для биологической рекультивации по химическим свойствам, перед формированием рекультивационного слоя наносится экранирующий или капилляропрерывающий слой. Мощность этого слоя должна превышать высоту капиллярного поднятия грунтовых вод в используемых материалах. Этот слой может формироваться из щебня, гравия, гальки, песка и других материалов, обладающих низкой высотой капиллярного поднятия и имеющихся в районе рекультивации. Ориентировочно мощность экранирующего слоя можно принять в следующих пределах: глина (уплотненная) - 0,4+0,5 м; пески - 0,5+1,0 м; торф - 0,5+0,8 м; щебень, галька - 0,4+1,0 м; супесь - 1,0+1,5 м; суглинок - 1,5+3,0 м. При отсутствии соответствующих материалов верхний слой токсичных пород может быть промелиорирован (известкование, гипсование). Мелиорируется слой породы мощностью 0,2-0,3 м.

Если планируется проводить нанесение ПСП непосредственно на спланированную поверхность, то поверхностный слой после выравнивания мощностью 0,5 м должен содержать не менее 25% мелкозема (частицы диаметром до 1 мм) и не более 40% массы камней крупностью более 40 мм. Камни диаметром 100 мм и более должны быть убраны с выровненной поверхности.

Под сенокосы и пастбища рекультивационный слой может формироваться из потенциально плодородных пород. Мощность его зависит от пород, слагающих отвалы, водного режима и должна составлять 0,3-0,8 м.

После разравнивания отвала, сложенного не пригодными для лесохозяйственной рекультивации породами, на его поверхность наносится рекультивационный слой. Мощность его устанавливается в зависимости от целевого назначения лесных насаждений, биологических особенностей древесных пород или степени токсичности расположенных ниже горных пород. Но при прочих условиях мощность лесорастительного слоя для выращивания ценных древесных пород должна составлять 1,5-2,0 м. Если указанную мощность рекультивационного слоя обеспечить невозможно, следует использовать менее ценные насаждения с учетом биологических особенностей растений. Необходимость нанесения ППП на малопригодные породы зависят от вида лесонасаждений. Для рекультивационного слоя при лесной рекультивации используется ППП. ПСП в этом случае применяют для землевания малопродуктивных угодий.

Состав грунтов на отвалах, подготавливаемых для лесопосадок, в пределах корнеобитаемого слоя (1,5-2,0 м) должен иметь благоприятные лесорастительные свойства. В поверхностном слое (0,4-0,5 м) должны отсутствовать крупные (более 0,3 м) включения скальных пород, препятствующие механизации работ, содержание мелкозема не должно быть менее 5-10%. В противном случае необходимо нанесение на спланированную поверхность рекультивационного слоя из ППП указанной мощности. На отвалах, сложенных сульфидосодержащими породами, мощность рекультивационного слоя (при создании ценных хозяйственных насаждений) увеличивается до 2,5-3,0 м.

Если после технической подготовки участка наблюдается переуплотнение верхнего слоя, то необходимо проводить его рыхление на глубину 0,5-0,7 м.

В проектах рекультивации породных отвалов возможен следующий ряд вариантов формирования рекультивационного слоя (рис. 1).

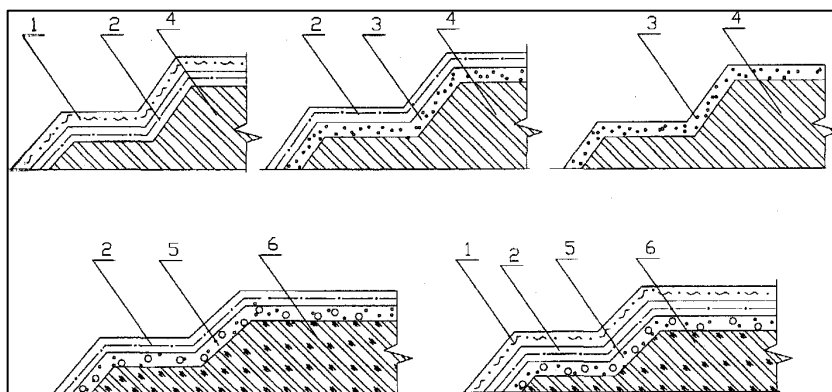


Рис. 3. Варианты формирования поверхности отвала при рекультивации: 1 - плодородный слой; 2 - потенциально плодородные породы; 3 - бесплодные, но нетоксичные породы; 4 - вскрышные нетоксичные породы; 5 - экранирующий слой; 6 - вскрышные токсичные породы

1. В отвал уложены нетоксичные вскрышные породы. Поверхность отвала не требует дополнительных технических мероприятий. ППП разгружают и укладывают по всей спланированной площади. На них наносят ПСП.

2. В отвал уложены вскрышные нетоксичные скальные породы. На поверхность отвала укладываются и планируются рыхлые нетоксичные породы, перекрываемые затем потенциально плодородными породами. При отсутствии потенциально плодородных пород, возможно, использовать для целей биологической рекультивации бесплодные (нетоксичные) породы с нанесением минерального удобрения.

3. В отвал уложены токсичные вскрышные породы. На токсичных вскрышных породах возможно проведение биологической рекультивации при условии создания экранирующего (защитного) слоя, обеспечивающего прерывание стока солей из нижних горизонтов в верхний. Мощность экранирующего (изолирующего) слоя должна быть не менее 0,4 м после прикатывания. Экранирующий слой создается из нетоксичных глин или смеси щебня.

При проектировании рекультивационных работ на приисках с бестранспортной системой разработки россыпей необходимо отдавать предпочтение схемам селективного формирования отвалов с непосредственной экскаваторной перевалкой вскрыши в выработанное пространство (рис. 2).

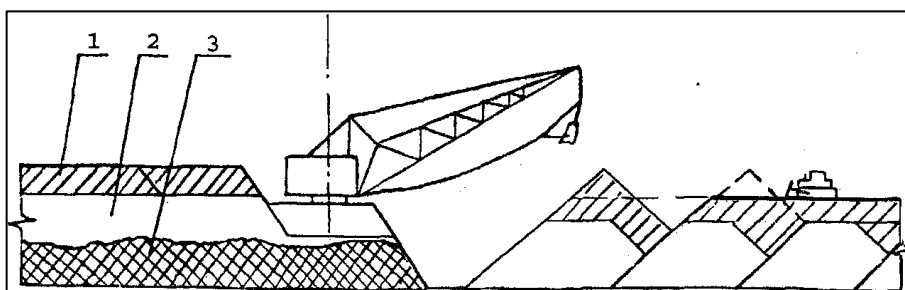


Рис. 4. Технологическая схема селективной выемки и укладки в отвал вскрышных пород драглайном: 1 - ПСП; 2 - ППП; 3 - пески

В случае глубокого залегания грунтовых вод (более 5 м) и при необходимости использования земель в сельскохозяйственных и лесохозяйственных целях можно предусмотреть создание искусственного водоносного горизонта, типа «верховодка», в слое ППП на глубине, обеспечивающей оптимальный для сельскохозяйственных растений режим грунтовых вод.

Положение уровня грунтовых вод на глубине 2-5 м от поверхности земли является оптимальным для рекультивированных земель. Специальных

мероприятий по регулированию водного режима обычно не проводят.

Одним из наиболее экономичных и эффективных способов является формирование рекультивационного слоя на поверхности и откосах отвала с использованием бульдозера. При бульдозерном отвалообразовании рекультивационный слой создают обычно отсыпкой на поверхность отвала обособленного яруса из ППП или чернозема.

### **13. Землевание малопродуктивных угодий**

Землевание производится в целях повышения плодородия малопродуктивных земель. Малопродуктивные земли после землевания должны быть использованы преимущественно под сельскохозяйственные угодья: пашню, культурные сенокосы и пастбища, многолетние плодовые насаждения.

Землевание должно проводиться с учетом:

- предварительного осуществления культурно-технических и мелиоративных работ и первичной обработки почвы;
- тщательной подготовки участка рекультивации по ГОСТу 17.5.3.04-83;
- объемов снятого плодородного слоя почвы;
- оценки пригодности плодородного слоя почвы по его свойствам;
- норм нанесения плодородного слоя почвы, составленных с учетом конкретных условий, особенностей природной зоны, выращиваемых сельскохозяйственных культур и объектов землевания;
- необходимости проведения агрохимических, противозерозионных и мелиоративных работ;
- природно-экономической характеристики рекультивируемых земель и направлений их дальнейшего использования.

Пригодность плодородного слоя почвы для землевания устанавливается по ГОСТу 17.4.2.02-83. Он не должен содержать радиоактивные элементы, тяжелые металлы, остаточные количества пестицидов и другие токсичные соединения в концентрациях, превышающих предельно допустимые уровни, установленные для почв; не должен быть опасным в эпидемиологическом отношении и не должен быть засорен отходами производства, не вредными предметами, камнями, щебнем, галькой, строительным мусором.

Землевание малопродуктивных угодий бывает сплошным или выборочным. Сплошное землевание проводят на участках с однородными почвами. Выборочное

землевание проводят на участках с комплексным почвенным покровом и выраженным микрорельефом.

В зависимости от механического состава почв малопродуктивных угодий и наносимого плодородного слоя землевание делят на обычное и комбинированное. Обычное землевание проводят при незначительном различии гранулометрических составов наносимого плодородного слоя почв и почв улучшаемых земель в один прием без перемешивания. Комбинированное землевание проводят при значительном различии гранулометрических составов наносимого плодородного слоя почв и почв улучшаемых земель. Комбинированное землевание проводят в два этапа:

первый - нанесение плодородного слоя мощностью 10-15 см и перемешивание его с улучшаемой почвой или породой;

второй - повторное нанесение плодородного слоя почвы до запроектированной нормы.

Землевание участков с почвами легкого механического состава включает следующие работы:

- проведение комплекса агротехнических мероприятий;
- известкование при кислой и гипсование при щелочной реакциях почвенной среды;
- внесение органических и минеральных макро- и микроудобрений, а также магнийсодержащих удобрений;
- использование комбинированного способа при нанесении плодородного слоя тяжело- и среднесуглинистого механического состава.

Землевание переувлажненных участков включает:

- двустороннее регулирование уровня грунтовых вод;
- известкование кислых почв;
- внесение органических и минеральных макро- и микроудобрений.

Землевание солонцов предусматривает следующие работы.

1. Проведение комплекса агротехнических и мелиоративных мероприятий включающих:

- глубокую мелиоративную вспашку с целью вовлечения солей кальция в мелиорацию солонцового слоя почвы;
- дополнительное увлажнение почв за счет снегонакопления, парования, посадки кулис из высокостебельных растений, древесно-кустарниковых полоо или за счет орошения;



- подбор культур - освоителей из солеустойчивых и солонцеустойчивых растений.

2. Проведение предварительной химической мелиорации солонцов и комплексов зональных почв с корковыми, мелкими и средними солонцами с использованием гипса, фосфогипса и других мелиорантов в случае залегания карбонатов и гипса глубже 40-50 см.

3. Использование сплошного способа землевания солонцов и выборочного землевания солонцов в комплексе с зональными почвами до 10 % и от 10 до 25-30 % площади комплекса, а также солонцов, составляющих от 25-30 до 50 % площади комплекса, если они расположены среди зональных и солонцеватых почв крупными пятнами более 0,5 га.

4. Нанесение плодородного слоя почв, мощность которого дифференцируется в зависимости от вида солонцов.

5. Использование луговых гидроморфных солонцов в качестве объекте! землевания только после снижения уровня грунтовых вод ниже критического о помощью искусственного дренажа.

Землевание участков с засоленными и гипсоносными почвами включает следующие работы:

- снижение уровня грунтовых вод ниже критического с помощью искусственного дренажа;

- увеличение мощности надгипсового и надсолевого горизонта дифференцированными нормами нанесения плодородного слоя почв в зависимости от возделываемых культур;

- орошение;

- внесение навоза и минеральных удобрений;

- использование специальной агротехники.

Землевание участков, расположенных на склонах крутизной свыше 5-10 , должно предусматривать внедрение комплекса противозрозионных мероприятий с учетом зональных особенностей почв и степени выраженности эрозионных процессов, включающих при необходимости:

- применение водозадерживающей обработки почвы;

- введение специальных почвозащитных севооборотов с посевом зерновых и многолетних трав;

- зарегулирование поверхностного стока и сброса воды путем строительства обводных каналов, сбросных сооружений, крепления мест сосредоточенного стока;

- проведение вспашки эродированных участков поперек склонов, применение безотвальной обработки почвы участков землевания с частичным содержанием стерни;

- засыпку и выполаживание промоин и оврагов перед нанесением плодородного слоя почвы;

- внесение органических и минеральных макро- и микроудобрений. Мощность наносимого плодородного слоя дифференцируется в зависимости от степени эродированности почв.

Землевание неполноразвитых, маломощных почв на плотных породах должно предусматривать создание оптимальных условий выращивания сельскохозяйственных культур данной зоны. Для увеличения почвенного профиля следует в некоторых случаях использовать потенциально плодородный слой с последующим нанесением плодородного слоя почвы проектируемой мощности.

## **14. Защита рекультивируемых земель**

### **14.1. Защита рекультивируемых земель от водной эрозии и заболачивания**

Откосы отвалов вскрышных пород во избежание водной и ветровой эрозий, а также создания условий для зарастания их древесно-кустарниковой растительностью должны быть выположены до углов:

для глинистых пород	18°;
для песчаных пород	14°;
для прочих нескальных пород	20-25°

и террасированы.

Террасирование осуществляют при отсыпке отвалов ярусами на пониженных участках. При размещении отвалов вскрышных пород в целях избежания заболаченности в основании отвалов для спуска дождевых и паводковых вод должны быть предусмотрены специальные устройства, такие как фильтрующие насыпи, трубы, дренажные канавы с фильтрами из фашин и камня и др. Фильтрующие насыпи рекомендуется устраивать только на водотоках, действующих и летнее время. Насыпи делаются из скальных пород размером кусков 0,3 x 0,3 м.

На поверхности спланированных отвалов впадины, трещины, размывы должны быть засыпаны. Недопустимо оставление бессточных углублений, Кроме

специально оборудованных водоемов.

У основания спланированных отвалов со стороны выработанного пространства должны устраиваться ловчие канавы с последующим сбросом воды в водоотводящие канавы, по которым вода будет поступать за пределы рекультивируемого участка.

На отвалах, сложенных непригодными и малопригодными по химическим свойствам породами, вода может оказаться не пригодной для хозяйственного использования. Сброс вод с таких отвалов в естественные водоемы без предварительного обследования и очистки запрещается. Для уменьшения смыва продуктов эрозии и предотвращения загрязнения прилегающих к отвалу земель по краям спланированных участков устраивается обвалование, на откосах нарезаются террасы с обратным уклоном 2-5°, у подошвы отвала сооружаются ограждающие валы или канавы.

Отвалы, расположенные на косогорах с большой водосборной площадью, должны быть защищены от ливневых вод путем устройства обвалований и нагорных канав. Расстояние между канавой и отвалом должно быть не менее 5 м, при наличии площадки между ними с уклоном 2-4° в сторону нагорной канавы. Продольный уклон нагорной канавы должен быть под углом не менее 0,5 (оптимальный 3-4°).

Если кавальер располагается с нагорной стороны, то через каждые 50-100 м устраиваются разрезы для пропуска воды в канаву. При легкоразмываемых породах дно и откосы канавы необходимо укреплять посевом трав, дерном, либо устраивать деревянные лотки.

Дренажные работы на рекультивируемых землях должны проводиться только после полной усадки насыпных пород и стабилизации внутренних напряжений в поверхностном слое.

Осушение минеральных почв тяжелого механического состава с избыточным увлажнением - наиболее часто встречающиеся случаи на подработанных территориях. Особенность таких почв - слабая водопроницаемость и относительная непродолжительность избыточного увлажнения. Как правило, они переувлажняются весной после снеготаяния, летом и осенью - во время обильных и затяжных дождей. Поскольку избыточное водное питание этих почв преимущественно атмосферное, то осушают их ускорением поверхностного стока. Для этого применяют разряженную сеть открытых собирателей в сочетании с агромелиоративными мероприятиями, узкозагонной вспашкой, профилированием

поверхности, грядованием, гребневанием, бороздованием, планировкой поверхности, рыхлением подпахотного слоя почвы. Глубина открытых собирателей - 0,7-0,8 м, ширина по дну - 0,3 м, заложение откосов - 1:1.

#### **14.2. Защита рекультивируемых земель от ветровой эрозии. Снижение пыления отвалов и хвостохранилищ.**

Ветровая эрозия почв распространена в тех районах, где недостаточное увлажнение (испаряется больше, чем выпадает осадков), высокие температуры весной и летом и низкая относительная влажность воздуха, усиленная ветровая деятельность, малая связанность почв и низкие защитные качества растительного покрова. При этом ветровая эрозия наблюдается в определенную ветро-эрозионную погоду, которая в метеорологии характеризуется засушливостью (отсутствие дождей или осадков менее 5 мм/сут, скорость ветра - 6 м/с и более на высоте флюгера для почв легкого механического состава и 10 м/с - для тяжелого).

Наибольшая сдуваемость и наименьшая критическая скорость характерны для пыли угля и графита, а наименьшая сдуваемость и наибольшая критическая скорость - для пыли клинкера.

Минимальная скорость воздушного потока, при котором начинается процесс сдувания пыли, составляет 2-2,5 м/с.

В целях снижения пыления отвалы и хвостохранилища следует располагать в пониженных частях рельефа или в местах, где господствующим ветрам препятствуют естественные складки местности и т.д.

На малоценных землях необходимо стремиться при проектировании отвального хозяйства к снижению высоты отвального массива, на плодородных землях, наоборот, - к его увеличению при условии выполнения эффективных технических мероприятий по снижению или исключению пыления этого массива на стадии эксплуатации, а в последующем, после окончания эксплуатации, - на стадии рекультивации.

Для предотвращения сдувания пыли с поверхности гидроотвалов и хвостохранилищ могут быть применены различные способы.

При борьбе с пылью, сдуваемой с поверхностей отвалов и хвостохранилищ, находящихся в эксплуатации, как показывает практика, наибольшее распространение получили два способа:

- увлажнение пылящей поверхности водой;

- физико-химическая стабилизация поверхности.

Вода используется для локального пылеподавления. С ее помощью удается снизить поступление пыли в атмосферу на 50-60%. Однако большой ее расход и значительные эксплуатационные затраты (на 1 га до 12 тыс. м<sup>3</sup>) несколько снижают эффективность ее применения. Кроме того, воду нельзя использовать при отрицательных температурах. Рассматриваемый способ можно рекомендовать как вспомогательный, когда орошаемые площади незначительны, а срок их существования непродолжителен.

Более перспективным является физико-химический способ борьбы с пылью, сущность которого заключается в закреплении пылящей поверхности с помощью вяжущих или структурообразующих веществ. При нанесении закрепляющих веществ на поверхности образуется тонкая пленка или корка, препятствующая сдуванию пыли. Основными требованиями к материалам, используемым для укрепления пылящих поверхностей, являются:

- безопасность для человека и растительности;
- устойчивость к выщелачиванию или смыву водой;
- простота технологии приготовления и нанесения;
- дешевизна и недефицитность;
- небольшой расход при условии сохранения эффекта закрепления.

#### **IV. РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА**

##### ***15. Экологические последствия разработки россыпей***

По экологическим последствиям районы Средней Азии и Казахстана разработки россыпей по принятой классификации могут быть отнесены к горному и горностепному регионам.

##### **Экологические последствия разработки россыпей в горной и горностепной местности**

##### **15.1. Гидролого-геоморфологические особенности техногенных россыпей**

После разработки россыпей территории имеют пересеченный, валово-гребнистый рельеф, эрозионная напряженность которого в среднем в 3,7 раз выше исходной. Однако экологические последствия разработки россыпей не ограничиваются территорией непосредственного нарушения поверхности. Они

прослеживаются на значительном расстоянии по долине реки.

Визуально отчетливо различаются три разнокачественных участка нарушений: а) активного дренажа - в бортах долин; б) техногенной эрозии - в пойменной части или на террасах отработанных песков, складированных торфо! вскрыши и незаваленных бортов карьерных выемок; в) техногенной аккумуляции - в пойме реки ниже участка горных работ.

Для участка активного дренажа характерно снижение уровня грунтовых вод. Это снижение влияет на интенсивность продукционного процесса растительного покрова. При этом влияние его может быть двояким - как положительным, так и отрицательным. Положительное воздействие проявляется в условиях избыточного увлажнения, при наличии болот, а также в условиях крио-литогенеза. При отсутствии указанного снижение уровня грунтовых вод играет негативную роль. Визуально оно проявляется в усыхании древостоев на склонах долины.

Наиболее экстремальная экологическая ситуация складывается на участке техногенной эрозии. Здесь практически полностью уничтожается почвенно-растительный покров, изменяется рельеф, происходит нарушение целостности речного русла (дробление его на рукава, перекрытие отвалами). В результате создания технологических водоемов и отстойных прудов увеличивается площадь водного зеркала поверхностных вод. Изменяются альbedo и водно-физические свойства пойменных грунтов. Все это в совокупности повышает тепловой потенциал долино-речных природных комплексов. Как правило, их теплообеспеченность в летнее время года увеличивается по всем компонентам на 3-7° по сравнению с естественной долиной.

Взрыхлённое состояние аллювиальных отложений при потенциальной энергии русла потока ведет к интенсификации его эрозионной активности, что является причиной повышенного выноса взвешенного материала за пределы участков горных работ и после их завершения. Поверхностная эрозия интенсивно протекает на отвалах с содержанием мелкозема в субстрате свыше 3-5%. При более низком содержании мелкозема эрозионный смыв уступает место вымыванию мелких фракций из верхних горизонтов в нижние. Поэтому на глубине 20 см от поверхности наблюдается повышенное содержание мелкозема.

Для участка техногенной аккумуляции характерна доминирующая роль накопительных процессов, происходящих при выносе водным потоком взвешенного и влекомого материала за пределы территории горных работ. Протяженность участков техногенной аккумуляции зависит от гидрологических

характеристик водного потока. Для большинства рек, вовлеченных в горнодобывающий процесс, эта протяженность составляет 12-20 км. Содержание взвешенного и влекомого материала в речных водах на участках аккумуляции в 2-307 раз превышает естественную мутность рек на протяжении всего промывочного сезона. Вынос взвешенных веществ за пределы участков горных работ ухудшает санитарно-гигиеническую обстановку в речных долинах, загрязняет поверхностные воды, приводит к заиливанию нерестилищ ценных видов рыб, ведет к истощению кормовой базы ихтиофауны, ухудшению условий нереста и нагула.

Сопоставление литературных данных и материалов непосредственных наблюдений за выносом взвешенного материала поверхностными водами на объектах, горнодобывающие работы на которых завершены, позволило оценить размывающую скорость водотока, равную 2 м/с при расходе около 10 м<sup>3</sup>/с.

### **15.2. Почвообразование на отвалах**

Для пойменных участков речных долин основными естественными типами являются торфяно-глеевые почвы. Для террасовых участков речных долин характерны торфянисто-перегнойные почвы.

При рассмотрении агрохимических свойств почв ненарушенных долин установлена зональность их кислотных свойств.

Условия формирования почв на отвальных типах рельефа характеризуются следующими особенностями:

- субстрат, на котором идет развитие почв, вынесен на дневную поверхность с глубины, слабо окислен;
- содержание мелкоземной фракции в отвалах промывки песков меньше, чем в профиле естественных почв;
- увлажнение на отвалах, в основном, имеет атмосферный характер в отличие от увлажнения естественных почв;
- выход в ряде случаев на поверхность отвалов карбонатных пород.

По кислотно-основным свойствам мелкозем формирующихся почв характеризуется нейтральной, а в ряде случаев - слабощелочной реакцией среды.

Особняком в ряду техногенных стоит почва, формирующаяся на субстрате илоотстойника. В отличие от почв отвалов ее развитие происходит в условиях переувлажнения, характерных для ненарушенной поймы. Содержание мелкоземной фракции в данной почве также высоко, как и у естественных

пойменных почв. Однако по агрохимическим показателям она довольно резко отличается от последних. Реакция среды у нее слабощелочная в отличие от естественной слабокислой. Сумма обменных оснований техногенной гидроморфной почвы более чем в два раза превышает аналогичный показатель ненарушенной.

Главным носителем мелкозема являются отвалы вскрыши. Его содержание в отвалах экскаваторной вскрыши, например, на некоторых россыпях варьирует от 30 до 65%.

Основным показателем плодородия почв является наличие в них гумуса. Процентное содержание его в почве вскрышных отвалов весьма невелико (менее 1 %). Согласно ГОСТу 17.5.1.03-86, почво-грунтовые смеси с содержанием гумуса менее 2 % для сельскохозяйственных целей рекультивации не подлежат.

По содержанию органического азота техногенные почвы относятся к бедным (не больше 0,1%).

По содержанию обменного калия почвы отвалов относятся к низкообеспеченным (4-8 мг на 100 г). Значительно лучше обстоят дела с обеспеченностью мелкозема отвалов всех типов обменным фосфором (10-25 мг на 100 г).

Илоотстойники или бывшие пруды-осветители занимают относительно небольшие площади, но являются аккумуляторами мелкозема, однако почвенно-грунтовые смеси отстойников по агрохимическим характеристикам несколько уступают мелкозему отвалов вскрыши. Но они вполне могут быть использованы в качестве потенциально плодородных смесей для нанесения на сильнокаменистые отвалы промывки.

### **15.3. Классификация техногенных почво-грунтов по степени пригодности для рекультивации**

Данные, полученные в ходе полевых и лабораторных исследований, позволяют отнести к непригодным для рекультивации галечные отвалы гидравлической промывки песков, а также вскрытые коренные породы плотика. Указанные отвалы и породы плотика практически не подвержены самозаращению. Все остальные типы техногенных образований (отвалы бульдозерной и экскаваторной вскрыши, или водоемов-отстойников за исключением эфельных отвалов) пригодны для поселения на них растительности.

Эфельные отвалы при отсутствии в них мелкозема относятся к



малопригодным.

В качестве одного из возможных вариантов по улучшению качества почво-грунтов можно использовать искусственно приготовленные смеси. Такие смеси готовятся из илов отстойников и торфа или из освобожденного от валунов субстрата вскрышных отвалов и торфа. При создании данных смесей достигается значительное увеличение содержания гумуса в потенциально плодородных грунтах, изначально имеющих его дефицит на фоне достаточного содержания обменных, форм фосфора и калия.

#### **15.4. Воздействие горных работ на растительный покров**

Под воздействием горных работ естественная растительность в долинах рек на территориях горных отводов практически полностью уничтожается. Однако данный факт не может служить поводом для оценки ущерба, поскольку растительный покров после прекращения горных работ восстанавливается. Естественное восстановление на нарушенных землях зависит от ряда факторов, основными среди которых являются: наличие естественных обсеменителей, ширины площади обсеменения, морфологических условий и особенностей фракционно-литологического, а также агрохимического состава отвального субстрата. Эти факторы определяют интенсивность возобновления, видовой состав формирующихся фитоценозов, ход их роста и продуктивность.

В ходе исследований установлено, что динамика лесовозобновления на отвалах вскрыши и промывки песков отличается существенно.

Отвалы вскрыши, расположенные в бортах долин в непосредственной близости от естественных обсеменителей, уже на следующий год после горных работ характеризуются наличием обильных всходов как лиственных, так и хвойных пород в зависимости от видового состава обсеменителей зрелого древостоя и бортах долины.

Отвалы промывки песков с малым количеством глинистого материала отличаются несравненно меньшей интенсивностью возобновления из-за того, что субстрат их огрублен и содержит мало мелкозёма. Поселение на них древесно-кустарниковой растительности в массовом количестве отмечается лишь по прошествии 20-25 лет со времени завершения горных работ, однако единичные особи могут поселиться здесь на 4-5 год и даже ранее при наличии мелкозёма. В породном составе возобновления доминируют хвойные: лиственница, ель, сосна.

На крупнофракционных отвалах промывки песков с содержанием мелкозёма

до 7% возобновление протекает крайне неудовлетворительно, а в большинстве случаев и вовсе отсутствует.

В заиленных отстойниках формируются ивняки. На отвалах высотой до 1 м и содержанием мелкозёма 30% и более формируются древостой с преобладанием лиственных пород: берёзы, ивы, чозении, тополя.

В отличие от естественных древостоев, где породный состав практически однороден, состав восстанавливающейся растительности значительно усложнен. Однако с увеличением возраста деревьев прослеживается тенденция к однородности в породном составе.

В большинстве случаев продуктивность древостоев, формирующихся на техногенных экотопах, ниже, чем в естественных условиях. Однако при благоприятных эдафических условиях в долинах рек, где ранее отмечалось наличие многолетней мерзлоты, продуктивность восстанавливающихся насаждений превышает естественную.

Если рассматривать лесовозобновление от морфологических параметров техногенного рельефа, то в межваловых понижениях, обычно заиленных, с близким уровнем залегания грунтовых вод формируются насаждения с преобладанием лиственных пород: ивы, чозении, ольхи, тополя. Эти же породы доминируют в древостоях низких отвалов (до 2-3 м) с относительно высоким (более 15%) содержанием мелкозёма в субстрате.

Хвойные породы (лиственница, сосна, ель) в межваловых понижениях и на низких отвальных экотопах составляют сравнительно небольшую долю, очевидно, вследствие угнетения и подавления хвойного возобновления лиственным. Наиболее распространённая в восстанавливающихся насаждениях лиственница при одинаковом содержании мелкозёма в субстрате отвалов лучше растёт на низких отвалах, чем в межваловых понижениях. По мере увеличения высоты отвалов при постоянном содержании мелкозёма темпы роста лиственницы не снижаются, как у берёзы или ивы, а наоборот, увеличиваются.

Очень близка к лиственнице по биоэкологическим характеристикам сосна обыкновенная. Обе эти породы, сосна и лиственница, наибольший вес имеют в составе насаждений, восстанавливающихся именно на высоких отвалах.

После завершения горных работ экологическая обстановка на нарушенных территориях относительно быстро стабилизируется. Уже через 1-4 года на отвалах вскрышных пород появляется растительность. Бонитет формирующихся древостоев IV-V, как у исходных. В ряде случаев отмечено повышение бонитета до

III. Это свидетельствует об улучшении лесорастительных условий в долинах рек после горных работ и объясняется увеличением теплового потенциала пойменного субстрата, улучшением его водно-физических свойств, происходящим в результате разрыхления аллювиальных отложений в процессе разработки россыпи. Установлено, что повышение бонитета наблюдается у древостоев, формирующихся на положительных элементах высотой от 1,5 до 8 м при обязательном наличии двух условий:

- массовая доля мелкозёма (фракций диаметром менее 1 мм) в грунтосмеси от 15-17 до 30%;
- сбалансированном соотношении высоты и площадного размера отвала.

Последнее должно обеспечивать нормальное грунтовое увлажнение корнеобитаемого горизонта. Это возможно лишь при соотношении высоты отвала с его площадными размерами не менее 1:100, т.е. площадь проекции отвала на горизонтальную плоскость в абсолютных единицах должна не менее чем в 100 раз превосходить его высоту. Отвалы, складированные отдельными высокими кучами, быстро просыхают. Растительность не может вегетировать на них из-за отсутствия корнедоступной влаги.

При наличии естественных обсеменителей (зрелых плодоносящих деревьев в бортовых участках) неширокие полосы нарушения, доступные для обсеменения, зарастают естественным путём. Полоса обсеменения рассчитывается учетверением высоты плодоносящего дерева относительно днища долины. Для обследованных россыпей она составляет 200 м из расчёта, что эта полоса будет обсеменяться с левого и правого бортов долины.

### **15.5. Зональные особенности экологических последствий в горных и горностепных районах разработки россыпей**

Причиной появления зональных особенностей экологических последствий нарушенных земель является неоднородное распределение тепла и влаги в районах разработки россыпей, которое проявляется в последовательной смене не только с севера на юг, но и с запада на восток природных комплексов с характерными для них гидроклиматическими, геохимическими, геоморфологическими и почвенно-биотическими процессами. Наиболее наглядно оно проявляется в растительном покрове и меньше всего в техногенезе, учитывая идентичность технологии разработки россыпей в указанных районах.

На первых стадиях освоения растительностью отвальных экотопов, как

показывают результаты исследований, существенных зональных различий не наблюдается. Во всех районах набор видов - освоителей однообразен. Для растительного покрова характерна низкая продуктивность. Из растительности преобладают древесные породы - ива, чозения, ольха и травянистые - злаки.

Зональная дифференциация намечается к пятнадцатилетнему возрасту растительного покрова. Наиболее ярко она проявляется в продуктивности формирующихся фитоценозов. В этом возрасте среднее значение продуктивности растительности, формирующейся на техногенных экотопах достигает 57- 83 ц/га.

## ***16. Инструктивные рекомендации по рекультивации нарушенных земель***

В настоящее время почти для всех районов разработки россыпей составлены инструкции по рекультивации нарушенных земель. Эти нормативные документы были разработаны с учетом результатов изучения экологических последствий разработки россыпей в полевых условиях. Рекомендуемые характеристики групп пригодности почво-грунтов отвалов вскрыши и промывки песков для целей биологической рекультивации в этой инструкции показаны в табл. 5, а экологически допустимые параметры отвалов после разработки россыпных месторождений - в табл. 6.

В табл. 5 характеристика пригодности почвогрунтов отвалов для целей рекультивации - результат полевых наблюдений за динамикой заселения техногенных экотопов. На это заселение в первую очередь влияет содержание мелкозёма, которое в отстойниках и вскрышных отвалах не зависит от технологии горных работ. В отвалах же промывки песков (галечном и эфельном), наоборот, наличие мелкозема напрямую связано с режимом промывки песков, который в свою очередь зависит от производительности промывочных установок. При большой их производительности даже при отсутствии глины в песках можно наблюдать наличие мелкозема в отвалах промывки песков. При глинистых песках процесс их дезинтеграции намного ухудшается.

Таблица 5

Характеристика групп пригодности почвогрунтов отвалов вскрыши и промывки  
песков для целей биологической рекультивации

Индекс группы	Генетическая принадлежность грунто-смесей	Агрофизические характеристики :			Возможное использование	Примечание
		Зава-лунен-ность, %	Массо-вая доля мелко-зема, %	pH		
Ia- Ic	Ил из отстойника, торфа	нет	свыше 60	6,5-8,0	Все направления рекультивации, включая сельскохозяйственную (под луговые угодья, картофель). Для землевания после удаления валунов	При использовании в сельскохозяйственных целях необходим анализ грунтов на содержание тяжелых металлов: Mo, Pb, Cu, Cd, Ni
IIa	Вскрыпная порода	свыше 10	17-40	4,0-8,0	Под естественное лесовозобновление. Для лесохозяйственной рекультивации.	
IIb	Отвалы промывки песков	до 10	17-40	4,0-8,0	Для лесонасаждений рекреационного и водоохраннозащитного назначения.	
IIc	Отвалы промывки песков	свыше 10	5-17	4,0-8,0	Под естественное лесовозобновление	
III	Отвалы промывки песков	свыше 10	менее 5	4,0-8,0	Для биологической рекультивации не пригодны. Требуется землевание поверхности	

14

Таблица 6

Экологически допустимые параметры отвалов после разработки россыпных месторождений

Группа пригодности грунтов	Коэффициент рассредоточения отвала	Углы откоса отвалов, градус	Направление рекультивации
Ia- Ic	менее 0,001	до 3	Сельскохозяйственное
	менее 0,01	до 12	Лесохозяйственное
	менее 0,1	до 23	Рыбо- и водохозяйственное Под самозарастание
IIa	менее 0,01	до 12	Лесохозяйственное
	менее 0,1	до 23	Под самозарастание
IIb	менее 0,1	до 23	Водоохранно-защитное
	менее 0,1	до 30	Рекреационное
	менее 0,1	до 23	Под самозарастание
IIc	менее 0,1	до 23	Под самозарастание
III	менее 0,1	до 30	Под пожароразрывные полосы

\*Примечание: в формуле  $K_p = \frac{H_{отв.}}{\Pi_{отв.}}$ ,  $H_{отв.}$  – высота отвала, м;  $\Pi_{отв.}$  – площадь основания отвала, м<sup>2</sup>.

Нормальное грунтовое увлажнение корнеобитаемого горизонта отвалов зависит от их высоты. Чем больше высота, тем меньше должен быть коэффициент рассредоточения отвала  $K_p$ . Однако в табл. 6 значения коэффициента  $K_p$  приведены без указанной зависимости. Кроме того, вызывает сомнение указанное в табл. 4 значение  $K_p < 0,1$ , так как оно может быть получено лишь при углах откоса отвала более крутых, чем угол устойчивого естественного откоса, что физически невозможно.

### ***17. Общая оценка воздействия разработки россыпей на окружающую среду***

Разработка россыпей, включая рекультивационные работы, оказывает воздействие на все элементы биосферы: природный ландшафт, воздушный и водный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир. Масштабы этого воздействия зависят от объемов разработки и площади нарушаемых земель.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу работающими механизмами при разработке россыпей соответствуют примерно тем удельным показателям, которыми характеризуются открытые горные работы на рудных месторождениях. Поэтому из-за малых объемов промывки и сроков эксплуатации общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу будет сравнительно небольшим. По уровню удельного потребления воды для промывки песков разработка россыпных месторождений характеризуется наибольшими показателями по сравнению с разработками угольных и рудных месторождений. Для разработок россыпей характерны также наибольшие удельные показатели нарушения земель. Поэтому, несмотря на малые объемы промывки песков, вредное воздействие на окружающую среду от загрязнения водотоков сточными водами и нарушения земель горными работами, если не принимать природоохранные меры в процессе эксплуатации и после ее окончания, как показала практика, может достигнуть значительных масштабов. Успешному решению природоохранных мероприятий в процессе эксплуатации россыпи и после ее окончания способствуют следующие обстоятельства, характерные для разработки россыпей:

- сравнительно малые расходы воды в водотоке, протекающем по россыпи, что дает возможность при малых затратах отводить русло за пределы разрабатываемых запасов и снова возвращать на прежнее место после производства рекультивационных работ;

- увеличение площади выработанного пространства по мере выемки песков, что дает возможность образовывать новые замкнутые илоотстойники, а также размещать отвалы вскрыши в выработанном пространстве, т.е. рационально использовать уже нарушенные земли под размещение хвостов промывки песков перед их рекультивацией;

- неглубокое залегание россыпей по сравнению с другими месторождениями позволяет при наименьших затратах осуществлять рекультивационные работы вплоть до полного (первоначального) восстановления нарушенных земель, включая режим поверхностных и грунтовых вод.

При разработке россыпей не образуются опасные отходы (в том числе радиоактивные), а в процессах промывки и обогащения не используются опасные и вредные вещества. Основными загрязняющими веществами, которые будут влиять на водную среду, являются минеральные частицы и нефтепродукты. Поэтому разработка мер по предотвращению загрязнения водотоков илисто-глинистыми частицами, образующимися при обогащении золотосодержащих песков, и нефтепродуктами, поступающими в воду вследствие естественных потерь при работе землеройной техники, должна быть направлена на снижение негативного воздействия на водные ресурсы. К ним следует отнести: организацию оборотного водоснабжения промприборов с доочисткой фильтрационно-дренажного стока в промежуточном отстойнике, исключение открытого сброса из очистных сооружений, обваловку площади у пункта заправки и хранения ГСМ, отведение русла реки за пределы промышленного контура.

Наибольшее воздействие разработка россыпей оказывает на природный ландшафт. Безусловно, горные и рекультивационные работы приводят к негативным последствиям, сводящимся к ликвидации устоявшегося природного ландшафта и появлению отрицательно воспринимаемого техногенного рельефа. Этот рельеф характеризуется наличием выемок, возможно, заполненных водой, искусственных насыпей, превышающих первоначальные отметки поверхности до 8 м и более, протяженных дамб, плотин и обваловок. Все это приводит к полной ликвидации растительности, изменению уровня грунтовых вод относительно техногенной поверхности, перемешиванию природно отложенных литологических слоев рыхлых отложений, классификации пород по крупности с выделением галечных отвалов (материал крупнее 70-100 мм) и эфельных, делящихся на зернистую часть и илисто-глинистую. Кроме того, как правило, меняется местоположение русла, имеющегося в долине водотока.

Существеннымотягающим обстоятельством является то, что при разработке россыпей, имеющих обычно пласт песков малой мощности (до 1-2 м), нарушению подвергаются большие площади. В зависимости от годовой производительности объекта ежегодно нарушается от 10 до 20 гектаров. Однако это не может служить поводом для отрицания производства горных работ, поскольку растительный покров принадлежит к числу возобновляемых ресурсов и после прекращения работ восстанавливается.

Естественное восстановление растительного покрова на нарушенных участках зависит от ряда факторов, основными из которых являются: наличие естественных обсеменителей, ширина площади обсеменения, морфологические условия и особенности фракционно-литологического и агрохимического состава отвального субстрата. Перечисленные факторы определяют интенсивность возобновления, видовой состав формирующихся фитоценозов, ход роста растений и их продуктивность, о чем свидетельствуют результаты многолетних наблюдений, проведенных сотрудниками Пермского университета.

Наличие естественных обсеменителей в горной и горностепной местности для восстановления растительного покрова на нарушенных землях обеспечивается расположением этих земель в массивах при сохранении природного ландшафта за пределами горных работ.

При наличии плодоносящих семенных деревьев не далее 60 м от нарушенной площади отвалы высотой до 6 м (а в случае их больших площадных размеров и более высокие), расположенные в бортах вытянутым, сравнительно цельным валом, обычно по прошествии 17-20 лет после завершения горных работ имеют сомкнутый растительный покров.

Влияние содержания мелкозема в составе субстрата на формирование породного состава древостоя проявляется в следующем. На крупнофракционных отвалах гидравлической промывки (галечные отвалы) с содержанием мелкозема до 7% (за счет неразмывшихся комьев глины) восстановление протекает крайне неудовлетворительно, а в большинстве случаев отсутствует. В заиленных отстойниках, заполненных практически одним мелкоземом, формируются ивняки. На низких отвалах высотой до 3 м и содержанием мелкозема 30% и более (породы вскрыши) формируются древостой с преобладанием лиственных пород: березы, ивы, чозении крупночешуйчатой, тополя.

Хвойные деревья (лиственница, ель, сосна) формируют свой древостой на средневысоких и высоких отвалах вскрыши, которые содержат 30% и более



мелкозема.

После завершения горных работ экологическая обстановка на нарушенных территориях сравнительно быстро стабилизируется. Уже через 1-4 года на отвалах вскрыши появляется растительность.

В условиях отдаленности, малой заселенности местности горно-таежного ландшафта предпочтение следует отдавать природоохранному направлению рекультивации с реализацией мероприятий устраняющих вредное воздействие нарушенных земель на окружающую среду, к которым, прежде всего, относят:

- создание земельных ландшафтов зарастания;
- устранение нарушения гидрологического режима местности, очагов эрозионных процессов и источников загрязнения водотоков.

К факторам, сдерживающим естественное восстановление леса, в первую очередь следует отнести: отсутствие мелкозема на галечных и эфельных отвалах, плотике, вскрытом горными работами; крутые откосы отвалов и бортов карьерных выемок, при которых происходит снос семян под действием ветра и потока дождевых осадков; наличие отвалов с отношением высоты к их площади больше чем 1:100, приводящей к их обезвоживанию, а также участков нарушенных земель шириной, превышающей 200 м, при которой наиболее удаленная от естественных обсеменителей центральная часть имеет низкие темпы восстановления.

Выполнение проектных решений при рекультивации нарушенных земель по природоохранному направлению значительно снижает влияние указанных негативных факторов воздействия и создаёт благоприятные эдафические условия для увеличения продуктивности восстанавливающихся насаждений. К таким решениям, прежде всего, следует отнести:

- нанесение рекультивационного (корнеобитаемого) слоя из вскрышных пород, содержащих от 30 до 70% мелкозема, на спланированные галечные и эфельные отвалы;
- планировка отвалов вскрышных пород с выполаживанием откосов, снижением высоты и увеличением площади их основания;
- выполаживание откосов бортов карьерных выемок;
- нанесение на поверхность илоотстойника экранирующего слоя мощностью не менее 0,2 м из вскрышных пород, пород ограждающих дамб и обвало-вок с целью предотвращения их пыления, сноса иловых фракций в водотоки с атмосферными осадками и зарастания более ценным древостоем;
- отсыпка невысоких гребней поперек выположенных откосов отвалов и

бортов выемок с целью задержки семян лесных насаждений и влаги от атмосферных осадков;

- проходка неглубоких траншей на верхних площадках отвала, образовавшихся после их планировки с целью задержки атмосферных осадков и образования корнедоступной влаги;

- использование наиболее удаленной от естественных обсеменителей центральной части нарушенных участков под русло водотока.

В процессе ведения горных работ отрицательное воздействие на атмосферный воздух сводится к следующему:

- загрязнение продуктами сгорания топлива двигателей внутреннего сгорания;

- пыление при выемке, погрузке, транспортировке и разгрузке пород;

- пыление сформированных отвалов вскрыши;

- испарение углеводородов при хранении и отпуске нефтепродуктов;

- выделение загрязняющих веществ при ведении ремонтных работ.

Для условий россыпей (значительная удаленность от населенных пунктов, малая производительность карьера, практическое отсутствие загрязняющих веществ в атмосферном воздухе региона) отрицательное воздействие на атмосферный воздух в процессе ведения горных работ будет незначительным и временным.

После завершения горных работ отрицательное воздействие на атмосферный воздух может оказывать пыление отвалов вскрыши и илоотстойников при сильных ветрах. Этот процесс возможен, если на поверхности отвалов находятся породы, имеющие в своем составе тонкодисперсные глинистые фракции. Не исключено, что при выполнении технической рекультивации такие породы временно могут оказаться на поверхности не только илоотстойников, но и отвалов вскрыши. Однако пыления таких поверхностей на отвалах вскрыши, как правило, не происходит по следующим причинам.

Во-первых, после выполнения рекультивации породы вскрыши, состоящие из аллювиальных отложений и включающие обычно весь спектр фракций гранулометрического состава от крупных валунов до частиц микронного размера, после двух-трех дождей на поверхности не имеют тонкодисперсных, склонных к сдуванию частиц. Эти частицы смываются дождем и проникают вглубь рыхлой толщи, а на поверхности остается каменистый и достаточно крупный материал, не склонный к пылению.

Во-вторых, происходит постепенное самозаращение рекультивационной поверхности травой, кустарником и лесом, что также исключает пыление.

Загрязняющие вещества, попавшие в атмосферу в небольшом количестве из-за сравнительно малых объемов промывки, после производства горных работ должны рассеяться на местности до минимальных концентраций, поскольку другие источники выбросов в горной и горностепной местности отсутствуют. Находясь в минимальных концентрациях, эти вещества в дальнейшем поглощаются растительностью и микроорганизмами. То есть после окончания горных работ отрицательное воздействие объекта на атмосферный воздух будет практически ничтожным.

Вторым компонентом природной среды, подвергающимся отрицательному воздействию (после природного ландшафта), являются поверхностные воды. Именно они при разработке россыпей в значительной мере загрязняются взвешенными веществами, что вызвано использованием большого количества воды для извлечения золота из песков на месте их залегания.

После разработки россыпей территории имеют пересеченный, валово-гребнистый рельеф, эрозионная напряженность которого, как уже указывалось, в среднем в 3,7 раза выше исходной. Экологические последствия разработки россыпей не ограничиваются территорией непосредственного нарушения поверхности. Они прослеживаются на значительном расстоянии вниз по долине водотока. Визуально отчетливо различаются 3 разнокачественных участка нарушений: активного дренажа - в бортах долин; техногенной эрозии - в пойменной части долин; техногенной аккумуляции - в пойме реки, ниже участка горных работ.

Чтобы свести до минимума указанное негативное воздействие горных работ на поверхностные воды, еще до производства горных работ имеющиеся водотоки отводят с помощью дамб и руслоотводов за их пределы. Промывку песков осуществляют на замкнутом водообороте, используя отстоявшиеся воды из отстойников. В таком случае на участок техногенной аккумуляции, выносятся лишь незначительные объемы взвешенного и влекомого материала, перешедшего в разрыхленное состояние после строительства дамб и проходки руслоотводов.

На участке активного дренажа (борта карьерной выемки) снижение уровня грунтовых вод будет иметь место только на талых участках, где породы способны к фильтрации. В условиях размещения отвалов вскрыши на бортах карьерной выемки одним сплошным валом, препятствующим стоку поверхностных вод в эту

выемку, создается избыточное грунтовое увлажнение примыкающих участков. Снижение уровня грунтовых вод будет иметь только положительное значение. В случае образования озер, болот на участках, примыкающих к отвалам, необходимо предусматривать проходку нагорных канав.

На участке техногенной эрозии влияния негативных факторов (вынос взвешенного и влекомого материала, эрозионные процессы разрыхленных пород, дробление русла на рукава) удастся избежать благодаря отводу существующих на участке водотоков за пределы горных работ и промывки песков при замкнутом водообороте. После прекращения горных работ русло водотока возвращается обратно в пойменную отработанную часть долины в частично заполненные при рекультивации карьерные выемки с образованием проточных водоемов. Перед возвращением русла водотока в процессе рекультивационных работ осуществляют планировочные работы на наиболее острых формах техногенного рельефа с целью исключения эрозионных процессов, производят оформление русла водотока без резких изгибов и перекатов в пределах установленных параметров с отсыпкой экранирующего слоя из галечного материала на участках илоотстоя, чтобы избежать выноса иловых фракций на участок аккумуляции. Размещение русла водотока в незаполненных карьерных выемках с образованием проточных водоемов дает возможность снизить скорость потока воды и, тем самым, создать условия для осаждения взвешенного и влекомого материала.

Разработка россыпей, безусловно, имеет существенные отрицательные последствия для биологических ресурсов, как самой площади горного отвода, так и соседних территорий.

Наибольший ущерб наносится растительному миру. Растительность полностью уничтожается не только на площадях карьерных выемок, но и на подотвальных площадях, временных руслоотводных каналах, нагорных канавах. Уничтожается гумусовый слой, который копился в горно-таежных условиях тысячи лет.

Все перечисленные факторы наносят ущерб животному миру, который полностью лишается среды обитания и вынужден мигрировать на другие территории. Уничтожаются представители подземной фауны (мелкие грызуны, насекомые, членистоногие), являющиеся естественной и обязательной составной частью экосистемы. Кроме прямого ущерба животному миру ведение горных работ наносит и косвенный ущерб, выражающийся в беспокойстве фауны на примыкающей к месторождению территории и приводящей к уменьшению

плотности зверей и птиц, обитающих на ней.

Из-за загрязнения поверхностного водотока взвешенными веществами ухудшаются условия обитания ихтиофауны. Ликвидация природного русла водотока и перенос его в новое место сопровождаются временным ухудшением кормовой базы для рыб. Вместе с тем, после окончания горных работ вредные последствия вмешательства человека для биологических ресурсов постепенно снижаются.

Режим поверхностных вод полностью восстанавливается в результате оформления русел на прежнем месте и в пониженных карьерных выемках. Уровень подземных вод несколько изменится в сторону его понижения от земной поверхности, поскольку в результате производства рекультивационных работ русло реки формируется в пониженных карьерных выработках. Это обстоятельство повлечет за собой дренаж скопившихся вод и следовательно будет противодействовать образованию болотистых участков. С понижением грунтовых вод появляется возможность произрастания древесной растительности непосредственно в пойме реки.

К временному фактору, отрицательно влияющему на окружающую среду, следует отнести отсутствие растительного покрова в начальный период после рекультивационных работ. Это отсутствие продлевает период потерянного местонахождения для диких животных. Однако уже через 5-8 лет в результате усиленного роста на хорошо прогреваемых и частично осушенных землях сформируется более благоприятная в биологическом отношении среда обитания диких животных. На это указывают результаты многолетних исследований. Эти результаты можно свести к следующему.

1. Применительно к отработанным россыпям не всегда целесообразна засыпка техногенных озер. В долинах рек с паводковым режимом такие водоемы, расположенные в пойме реки, служат регуляторами речного стока, уменьшают высоту паводков. Водоемы хорошогреваются и являются прекрасной экологической средой - местом нерестилищ рыб, гнездований водоплавающих птиц (уток), а также земноводных млекопитающих, таких как ондатра и выдра.

2. Теплообеспеченность техногенных земель в летний период значительно выше, чем естественных. Температура корнеобитаемого слоя на техногенных землях на 3-7 градусов выше, чем на естественных, что в ряде случаев приводит к превышению в полтора раза продуктивности растительного покрова, формирующегося на отвалах отработанных россыпей, по сравнению с

продуктивностью исходной естественной растительности.

3. Естественное восстановление растительного покрова на отвалах зависит от ряда факторов, основными из которых являются: содержание мелкозема в верхнем слое (до 20 см) отвального субстрата, пропорциональное соотношение высоты и площадного размера отвала, наличие и близость естественных обсеменителей. Уже при 6-7% мелкозема в составе верхнего слоя отвального субстрата, при соотношении высоты и площадного размера менее 1:100 и ширине полигона не более 200 м естественное восстановление растительного покрова на отвалах протекает удовлетворительно, то есть без обеднения видового состава растительности и снижения ее продуктивности по сравнению с естественной исходной.

### ***18. Особенности рекультивационных работ при разработке россыпей***

Поскольку россыпи залегают в пойменной части речных долин, то при рекультивации нарушенных земель в отличие от земель, нарушенных при разработке рудных месторождений, перед началом их эксплуатации строят гидротехнические сооружения природоохранного назначения: руслоотводные каналы, илоотстойники и отстойники, водоотводные и водозаводные дамбы, водоотводные и нагорные канавы и др.

Вследствие большой землеёмкости горных работ образуются большие площади выработанного пространства, на которых в целях сокращения нарушения земель по возможности должны размещаться отвалы вскрыши, промывки песков, илоотстойники. Такая возможность появляется не только при транспортных схемах вскрышных работ, но и при бестранспортных на участках россыпи шириной, позволяющей осуществлять ее разработку ленточными заходками как вдоль россыпи, так и поперек ее. При таких заходках основная часть объемов вскрыши по бестранспортной схеме со вскрываемой ленты размещается на площади, смежной ранее отработанной. Илоотстойники и отвалы промывки песков целесообразно размещать в таком случае на оставшихся, не заваленных вскрышными породами площадях, а при отсутствии их - на участках размещения отвалов вскрыши, используя межотвальные пространства.

При проведении рекультивационных работ отведенное при разработке россыпи русло водотока должно быть возвращено обратно на прежнее место

поймы. Поскольку на большей части поймы водотока после разработки россыпи нарушена горными работами, то стоит задача поиска в выработанном пространстве, большей частью заваленном отвалами, трассы для возвращаемого русла водотока. Она должна быть проложена по наиболее пониженным местам. Для этого используются межотвальные пространства и не заваленные участки выработанного пространства с образованием проточных водоемов. Один из таких водоемов должен быть создан в выработанном пространстве на площади, примыкающей к нижней границе отработки россыпи. Назначение этого водоема состоит в предотвращении техногенной аккумуляции в пойме водотока ниже участка горных работ за счет осаждения в нем иловых фракций, вынесенных с участков техногенной эрозии, находящихся в выработанном пространстве по выбранной трассе русла водотока. В целях меньшего выноса этих частиц илоотстойники, размещенные в выработанном пространстве, покрываются слоем из пригодных пород отвалов вскрыши, а само русло, проходящее через этот илоотстойник, оформляется экранирующим слоем из гали в целях предотвращения размыва его дна.

Помимо указанного должны осуществляться меры по созданию благоприятных условий в русле водотока и проточных водоемах для развития и размножения рыбы, водоплавающей птицы и животных.

Несмотря на разнообразие влияющих факторов, общими экологическими последствиями, которые необходимо учитывать при рекультивации нарушенных земель, являются следующие:

- наличие трех разнокачественных нарушений: 1 - активного дренажа в бортах долины, 2 - техногенной эрозии в пойменной части долины, складированных вскрышных пород, отвалов промывки песков и не заваленных бортов карьерных выемок, 3 - техногенной аккумуляции в пойме реки ниже участка горных работ;

- главным носителем мелкозема являются отвалы вскрыши с относительно малым содержанием в них гумуса, при котором рекультивируемые земли без соответствующей мелиорации не пригодны для сельскохозяйственного использования;

- по содержанию органического азота и обменного калия почвы отвалов относятся к низкообеспеченным;

- илоотстойники являются аккумуляторами мелкозема с агрохимическими характеристиками, несколько уступающими мелкозему отвалов;

- по пригодности пород к биологической рекультивации галечные отвалы без

содержания в них мелкозема, а также вскрытые коренные породы плотика относятся к непригодным, эфельные отвалы без содержания в них илов - к малопригодным, отвалы вскрыши и ила в илоотстойниках - к пригодным, потенциально плодородный и почвенный слой, складированный в бурты - к пригодным, плодородным;

- естественное восстановление на нарушенных землях зависит от ряда факторов, основными из которых являются: наличие естественных обсеменителей, ширина площади обсеменения, морфологические условия и особенности фракционно-литологического, а также агрохимического состава отвального субстрата;

- в целом древостой значительно увеличивают продуктивность на отвалах высотой от 6 до 8 м, при дальнейшем повышении высоты продуктивность растительного покрова снижается;

- поселению на отвалах лесорастительности способствует увеличение теплового потенциала пойменного субстрата, улучшение его водно-физических свойств, происходящее в результате разрыхления аллювиальных отложений в процессе разработки россыпи;

- основным условием, помимо наличия мелкозема в отвалах, является нормальное грунтовое увлажнение корнеобитаемого горизонта, которое при высоких отвалах возможно лишь при соотношении высоты отвала с его площадными размерами менее 1:100, что имеет место при совокупном их размещении, а не кучами, которые быстро просыхают.

### **18.1. Водо- и рыбохозяйственная рекультивация**

Целью рекультивации нарушенных земель для водо- и рыбохозяйственного назначения является восстановление в водотоках и водоемах экологических условий для нереста и нагула ценных видов рыб, ликвидации негативных последствий горных работ.

Мероприятия горнотехнического этапа предусматривают устройство береговой зоны водотоков, его русла, ложа водоемов для создания благоприятной среды развития ихтиофауны. При этом не допускается:

- а) перекрытие речного водотока породными отвалами;
- б) глубина перекатов на реках высшей и первой категории в межень менее 0,3 м;
- в) засорение русла реки продуктами переработки россыпи;



г) засорение русла реки металлоломом и деталями промывочных устройств.

Содержание илистых фракций в русловых отложениях на участках нереста ценных литофильных видов рыб не должно превышать 5%. При избыточном содержании ила на нерестовых площадях производится последовательное, сверху вниз по течению, рыхление аллювиальных отложений в русле реки поперечными ходами бульдозерной техники с навесными рыхлителями с целью его захоронения.

Техногенные водоемы глубиной свыше 1,5 м и площадью более 400 м<sup>2</sup> должны благоустраиваться.

Требования к благоустройству:

- а) санитарная очистка ложа;
- б) выполаживание береговых склонов до углов устойчивого естественного откоса: 12° - для грунтов категории Ia, Ib, Ic; 23° - для грунтов категории IIa, IIb, IIc и III;
- в) создание проточного водообмена.

Металлолом, остатки промывочных механизмов и приспособлений выводится за пределы полигона. Места свалок и ассенизации подлежат очистке.

Водоем должен иметь подпитку и сток в русло реки. Объем воды, поступающей для активного водообмена - не менее 0,7 м<sup>3</sup>/с. Качество воды должно соответствовать требованиям ГОСТа 17.1.2.04-86 «Охрана природы. Гидросфера. Рыбохозяйственные объекты».

После проведения горнотехнических работ по благоустройству водоемов и ликвидации эрозионной неустойчивости склонов в береговой зоне полигон сдается под естественное лесовосстановление в случаях, если его ширина не превышает 200 м. При ширине свыше 200 м полигон подлежит биологической рекультивации.

## **18.2. Биологическая рекультивация**

Биологическая рекультивация предполагает восстановление растительного покрова водоохраннозащитного назначения. Предпочтительны посадки древесно-кустарниковых культур смешанного состава: лиственных пород (ивы, чозении, березы, душейки) - 70%; хвойных пород (ели, лиственницы, сосны) - 10%. Густота культур при посадке - 2,5-3,0 тыс. штук/га. Используются 2-3-летние сеянцы. Посадки производятся вручную в нижней части склонов отвалов и бортов карьерных выемок.

При массовой доле мелкозема в верхнем слое субстрата рекультивируемых отвалов свыше 60% (грунты категории Ia, и Ib) на склонах крутизной свыше 5-7°

производится залужение. Для залужения пригодны бобово-злаковые посев травосмеси из пяти компонентов: регнерия, донник, люцерна, житняк ширококолось, эспарцет песчаный.

На бедных питательными веществами почвах большое агротехническое значение имеет донник, благодаря азотофиксирующим бактериям, живущим на корнях растений. Донник – дешевый источник накопления азота в почве. При отмирании и разложении корневых остатков, питательные вещества становятся легко доступными растениями. Глубоко проникающие толстые и сильноразветвленные корни донника способствуют хорошей аэрации. Посев производится или вручную, путем разбрасывания семян, или механизировано, с использованием разбрасывателя органических удобрений РОУ-6. Норма высева семян - 30-50 кг/га. Одновременно целесообразно внесение азофоски из расчета 300 кг/га.

### **18.3. Лесохозяйственная рекультивация**

Целью лесохозяйственной рекультивации является создание высокопродуктивных лесных культур промышленно-эксплуатационного назначения.

Горнотехнический этап рекультивации включает планировку нарушенной поверхности. Разравнивание положительных форм отвального рельефа производится с понижением их высоты до уровня, обеспечивающего нормальное грунтовое увлажнение корнеобитаемого горизонта. Оно обеспечивается при соотношении высоты отвала с его площадными размерами более 1:100.

При рекультивации необходимо стремиться к созданию оптимального рельефа рекультивированной поверхности. Она должна быть равномерно гребнистой с высотой гребней 0,3-0,6 м и расстоянием между ними 2,5-5 м.

Территории, подготовленные под лесохозяйственное использование, должны иметь минимальные размеры контуров не менее 5 га, общий уклон поверхности - не более 12°.

При необходимости производится землевание спланированной поверхности. Необходимость землевания определяется содержанием мелкозема в верхнем слое отвального субстрата. При содержании мелкозема свыше 17 % весового состава землевание поверхности отвалов нецелесообразно. При меньшем содержании мелкозема почвенный слой наносится полосами шириной 0,7-1 м вдоль гребней с подветренной стороны. Посадочные места формируются в

пределах этих полос.

Между горнотехническим и биологическим этапами рекультивации обязателен мелиоративный период продолжительностью 2-3 года. В первый год производится посев бобовой травосмеси из люцерны, клевера, донника в равных долях. Посев производится с использованием РОУ-6 и одновременным внесением азотных удобрений из расчета 200 кг/га действующего вещества. Норма высева семян - 20-25 кг/га.

Лесные культуры закладываются через 2-3 года после горнотехнической рекультивации с одновременным, в момент посадки, изготовлением посадочных мест ручным способом или механизированно с использованием лункообразователя Л-2. Целесообразны культуры из лиственницы, сосны, кедра как в чистом виде, так и в сочетании. Посадочный материал - сеянцы хвойных двухлетнего возраста в торфоперегнойных брикетах. Целесообразная густота культур при посадке - 3-3,5 тыс. шт/га.

#### **18.4. Рекреационная рекультивация**

Рекреационное направление рекультивации предпочтительно на нарушенных территориях, расположенных в трехкилометровой зеленой зоне городов и поселков. Целью ее является воссоздание условий, отвечающих санитарно-гигиеническим нормам зон отдыха населения.

Горнотехнический этап предполагает выравнивание техногенного рельефа. Спланированная поверхность должна иметь перепады высот между соседними участками не более 1,5 м, углы откосов - не выше 30°.

Расположенные на рекультивируемой площади водоемы благоустраиваются и соответствии с ранее указанными требованиями.

Необходимость землевания спланированной поверхности определяется процентным содержанием мелкозема в техногенной грунтосмеси и проводится в том случае, если среднее содержание мелкозема на участке, ниже 17 %. Объем землевания рассчитывается для 40% площади, подлежащей рекультивации. Почвенный слой наносится фрагментарно в соответствии с архитектурным планом зоны отдыха.

Согласно требованиям ГОСТа 17.1.5.02-80 «Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации», для территории, благоустраиваемой в рекреационных целях, разрабатывается архитектурный план, в котором должно быть предусмотрено выделение на рекультивируемой площади

функциональных участков:

- а) собственно территория для отдыха (азарий, солярий) - 40-60%;
- б) спортивная площадка - 10%;
- в) зеленые насаждения - 30-50%.

За пределами рекреационной территории, на расстоянии 50-100 м от нее, предусматривается установка контейнера для мусора, туалетов, стоянки для автотранспорта.

Биологический этап рекультивации предполагает посев газонных злаков, клевера на всей территории, отводимой для отдыха и спорта. Нормы высева - 20-25 кг/га. На 30-50% площади производится посадка деревьев и кустарников. Предпочтительны смешанные насаждения - сосны, ели, березы, из кустарников душекия. Густота насаждений при посадке - 1,5-2,0 тыс. шт/га, в том числе - 0,5 тыс. шт/га кустарников.

#### **18.5. Природоохранная, санитарно-гигиеническая рекультивация**

Целью рассматриваемой рекультивации являются предотвращение и нейтрализация отрицательного воздействия нарушенных территорий на окружающую среду.

Природоохранная, санитарно-гигиеническая рекультивация может выполняться в процессе горных работ. При этом разработка месторождений проводится с учетом экологических норм отвалообразования, способствующих самозаращению.

В случаях, когда соблюдение экологических норм отвалообразования в процессе горных работ невозможно, проводится горнотехническая рекультивация, направленная на стабилизацию поверхности отвалов в соответствии с требованиями.

По завершении горнотехнических работ отработанные территории, ширина которых не превышает 200 м, не входящие в зеленую зону городов и поселков, подлежат возврату под естественное зарастание.

На отработанных полигонах шириной свыше 200 м, а также на полигонах, расположенных в зеленой зоне населенных пунктов, проводится биологическая рекультивация путем создания лесных культур водоохраннозащитного назначения.

## **19. Снятие и складирование плодородного слоя почвы в условиях разработки россыпей**

При снятии и складировании плодородного слоя почвы руководствуются общими положениями, изложенными ранее.

Согласно требованиям, технология горных работ по возможности должна включать в себя как можно больше элементов совмещения с последующими работами по рекультивации с целью снижения суммарных затрат на разработку месторождения и восстановление нарушенных земель. Условия для снижения указанных затрат должны создаваться в процессе ведения горных работ с учетом выполнения требований, выбранного направления рекультивации.

Чтобы выполнить эти требования, необходимо учитывать специфику производства горных работ на россыпях. К специфике на нешироких россыпях, прежде всего, следует отнести складирование вскрышных пород во внешние отвалы, размещаемые на бортах карьерной выемки на всем ее протяжении. При таком складировании не остается близких мест для размещения буртов плодородного слоя почвы. Размещение буртов за отвалами вскрыши приводит к дополнительному отчуждению земель, увеличению затрат на складирование и доставку почвы на участок рекультивации и, как исключение, может быть оправдано лишь в том случае, если появляется необходимость в создании рекультивационного слоя на ближайшем спланированном отвале вскрыши.

На рисунках 5 - 9 показаны наиболее рациональные схемы размещения буртов плодородного слоя почвы в случае складирования вскрышных пород на обоих бортах карьерной выемки.

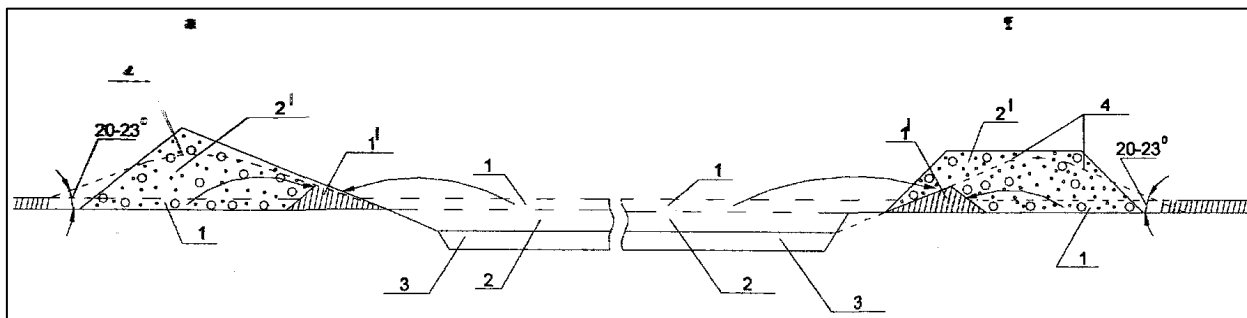


Рис. 5. Размещение плодородного слоя почвы (ПСП) и потенциально плодородных пород (ППП) вскрыши в бульдозерном отвале (а), в скреперном, автомобильном и экскаваторном (б) при природоохранном направлении рекультивации: 1 - снимаемый ПСП; 2 - ППП в массиве; 1' - борт ПСП в отвале вскрыши; 2' - ППП в отвале вскрыши; 3 - пески; 4 - контур выполаживания откосов отвала при рекультивации

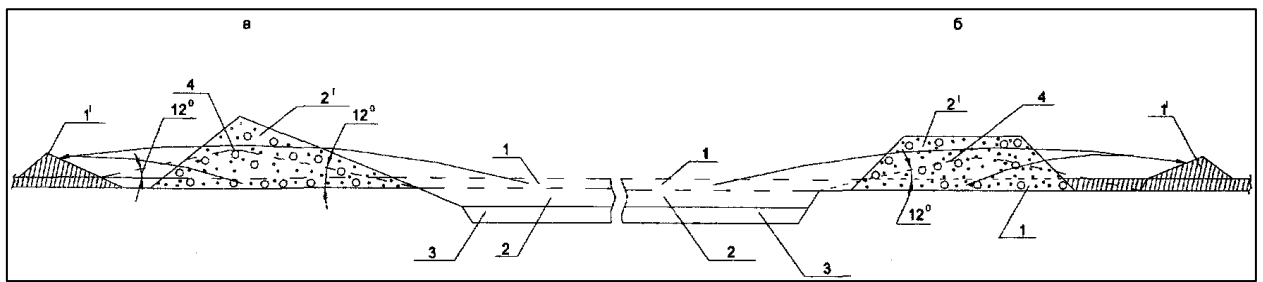


Рис. 6. Размещение ПСП и ППП при бульдозерной (а) и скреперной (б) технологии удаления вскрыши при лесохозяйственном направлении рекультивации: 1 - снимаемый ПСП; 2 - ППП в массиве; 1' - борт ПСП; 2' - ППП в отвале; 3 - пески; 4 - контур выполаживания откосов отвала при рекультивации

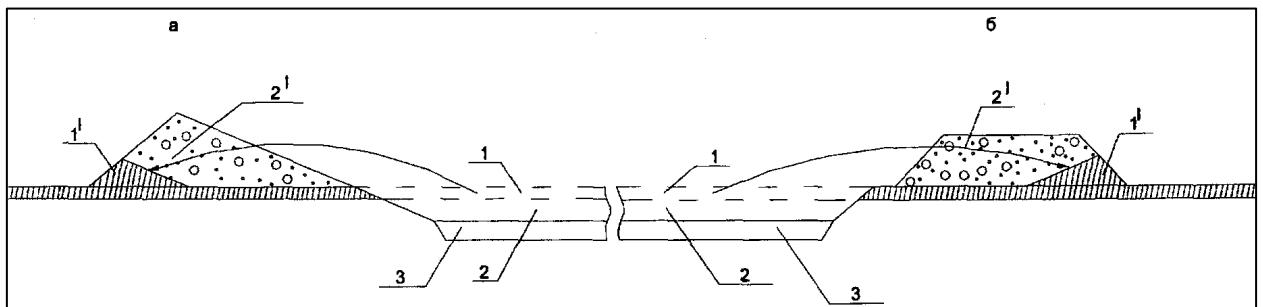


Рис. 7. Размещение ПСП и ППП вскрыш в бульдозерном отвале (а) и скреперном (б) при сельскохозяйственном направлении рекультивации: 1 - снимаемый ПСП; 2 - ППП в массиве; 1' - борт ПСП в отвале вскрыши; 2' - ППП в отвале; 3 – пески

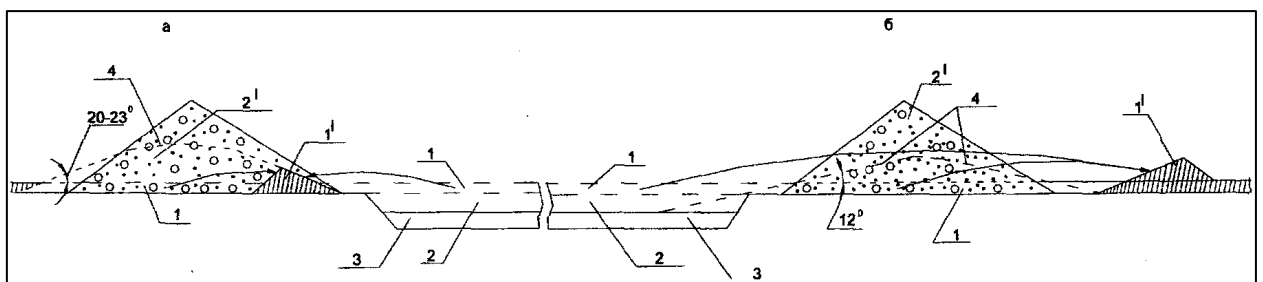


Рис. 8. Размещение ПСП и ППП вскрыши в экскаваторном отвале (а) при природоохранном направлении и за его пределами (б) при лесохозяйственном направлении рекультивации: 1 - снимаемый ПСП; 2 - ППП в массиве; 1' - борт ПСП в отвале вскрыши; 2' - ППП в отвале; 3 - пески; 4 - контур выполаживаемая откосов отвала при рекультивации

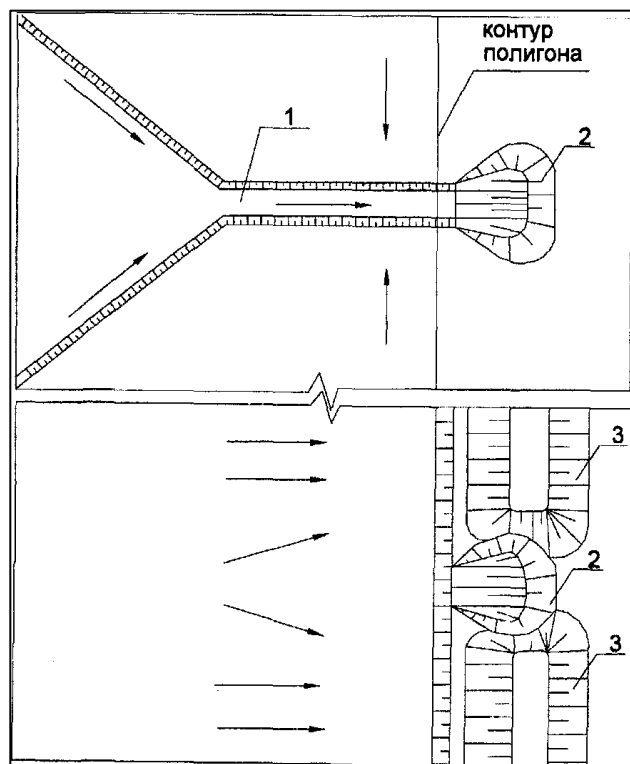


Рис. 9. Схема снятия и складирования ПСП между отвалами: 1 - транспортная траншея; 2 - отвал плодородной почвы, бурт; 3 - отвал

При размещении отвалов вскрыши на одном борту карьерной выемки бурты размещаются на другом борту за контуром выполаживания борта при рекультивации (рис. 10).

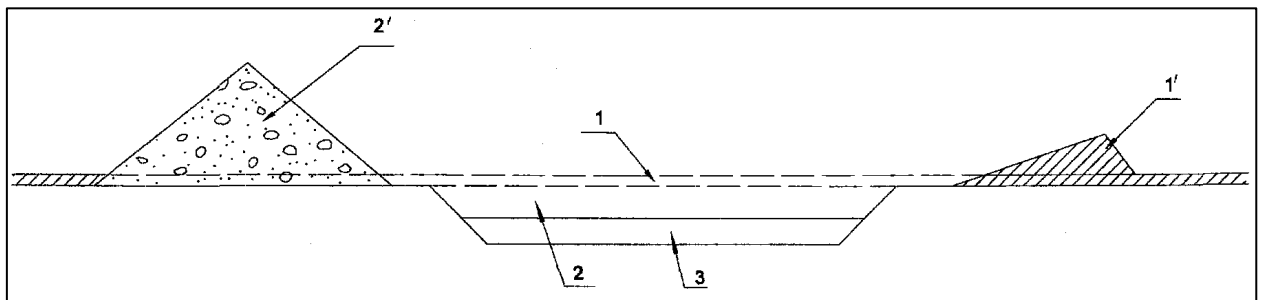


Рис. 10. Размещение ПСП отдельно на борту карьерной выемки, не заваленной отвалами вскрыши: 1, 2, 3, 1', 2' - указаны на рис. 5

На широких россыпях (участках), как уже указывалось, выемку песков целесообразно производить параллельными заходками (лентами) в целях сокращения расстояния доставки вскрышных пород в отвал. В таком случае бурты плодородного слоя почвы размещают во внешнем отвале вскрыши, либо отдельно на другом борту карьерной выемки, не заваленной вскрышными породами (рис. 11).

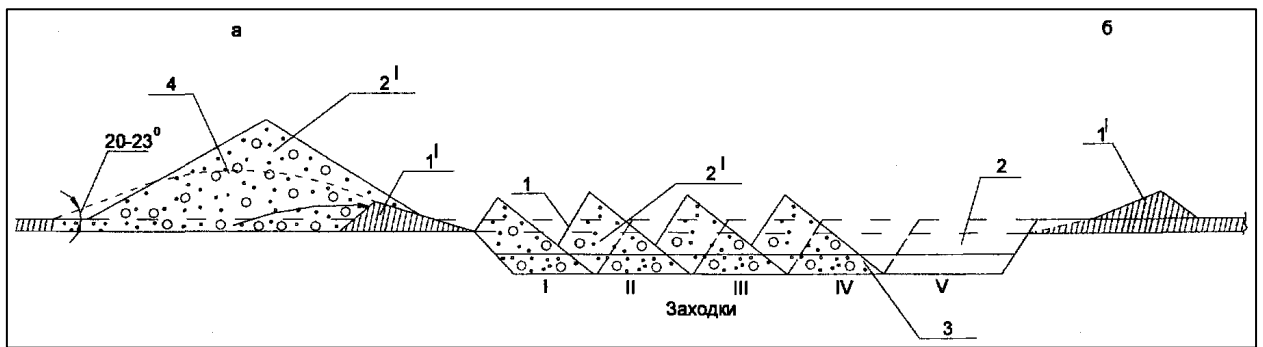


Рис. 11. Размещение ПСП и ППП вскрыши в отвале (а), когда последняя заходка выемки песков при рекультивации используется под водоём (рекреационное направление), и отдельно на другом борту карьерной выемки (б), когда объёмы из внешнего отвала вывозятся для заполнения выработанного пространства, образованного при последней заходке выемки песков (сельскохозяйственного направление): I, II, III и т.д. - заходки при выемке песков на широком участке; 1, 2, 3, 1', 2' - указаны на рис. 5

Опережение снятия плодородного слоя почвы перед фронтом вскрышных работ определяется по формуле

$$P = \frac{V_c \times K_{н.р.}}{h_c \times B} \text{ м,} \quad (7.12)$$

$V_c$  – проектный объем снятия плодородного слоя почвы за промывочный сезон, м<sup>3</sup>;

$K_{н.р.}$  – коэффициент неравномерности ведения работ по снятию плодородного слоя почвы, принимаемый в пределах 0,05-0,10;

$h_c$  – мощность снимаемого плодородного слоя почвы, м;

$B$  – ширина участка полигона, обрабатываемого за промывочный сезон, м.

Складирование плодородного слоя почвы с площади размещения внешнего илоотстойника осуществляют в отдельные бурты, расположенные в непосредственной близости от илоотстойника.

Выемка, транспортировка и складирование в бурты плодородного слоя ПОЧВЫ осуществляются бульдозерами, либо скреперами. Мощность снимаемого слоя, как для бульдозера, так и для скрепера должна быть не менее 0,1 м, а площадь его - не менее 0,1 га. При меньших значениях мощности слоя и его площади снимать плодородный слой почвы не рекомендуется.

## 20. Объекты рекультивации

Рекультивации подлежат земельные участки, нарушенные при разведке и эксплуатации россыпей. Объектами рекультивации являются:

- мульда оседания и провалы при подземной разработке;
- карьерные выемки;



- внутренние и внешние отвалы вскрыши;
- галечные и эфельные отвалы промывки песков;
- техногенные водоемы;
- илоотстойники и отстойники сточных вод;
- плотины, дамбы, перемычки;
- канавы, траншеи, каналы;
- русло водотока.

## **21. Технология рекультивации**

### **21.1. Мульда оседания и провалы**

Из-за горизонтального залегания песков воронок обрушения, связанных с перепуском нарушенных пород на нижележащие горизонты, при подземной разработке россыпей не образуется. За провалы обычно принимают локальные площадные сдвиги земной поверхности, образуемые на ограниченных участках выемки песков. Глубина этих провалов не превышает мощности вынутых песков.

Если выемка песков осуществлялась на значительной площади без оставления разного рода целиков, то сдвиг земной поверхности происходит плавно, с образованием мульды сдвига и уступа с трещинами по ее краям (рис. 12).

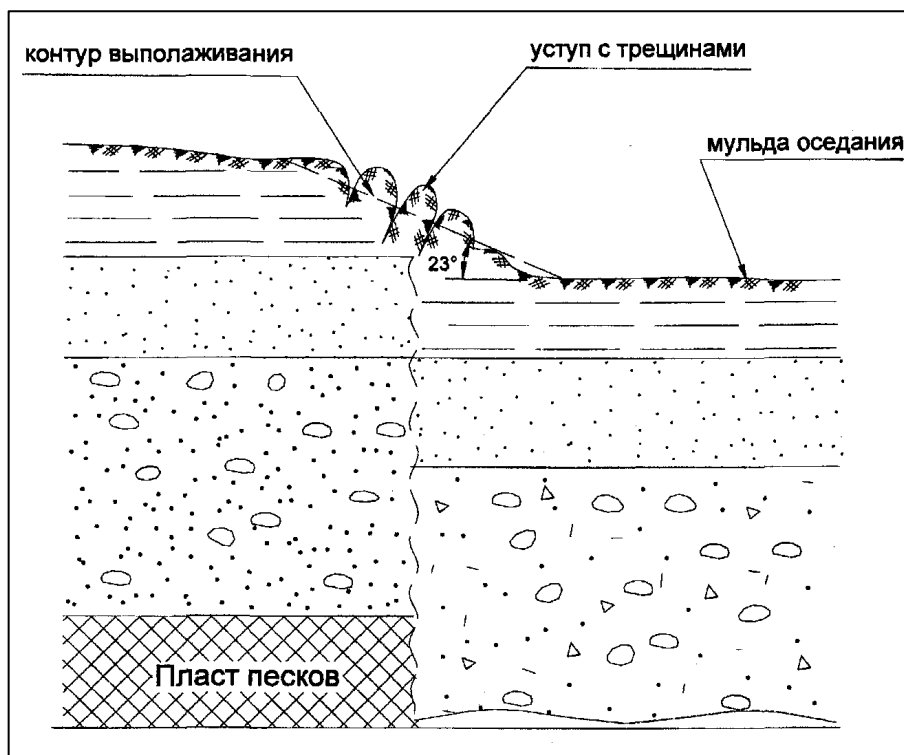


Рис. 12. Схема сдвига земной поверхности при подземной разработке россыпей

Рекультивация образовавшихся локальных провалов состоит в засыпке их вмещающими породами, выданными из шахты или взятыми из отсыпанных отвалов. Доставку их к месту образовавшегося провала осуществляют автотранспортом. Доставленные породы бульдозером сталкиваются в образовавшийся провал с последующей их планировкой и образованием поверхности на уровне ранее существовавшей с учетом коэффициента разрыхления.

При наличии мульды сдвижения на большой площади рекультивации подвергается лишь образовавшийся по краям мульды уступ с трещинами. Для этого с помощью бульдозера производят выполаживание уступа с засыпкой трещин.

Для ликвидации заболачивания мульды сдвижения осуществляют проходку выносной канавы.

## **21.2. Карьерные выемки и отвалы вскрыши**

Рекультивация карьерных выемок и отвалов вскрыши, образованных при ричриботке россыпей, включает в себя следующие виды работ землеройной техники:

- выполаживание откосов;
- планировку гребней отвалов при их наличии;
- уборку отвалов в карьерные выемки.

Выполаживание откосов бортов карьерной выемки и отвалов осуществляется в основном для природоохранного и лесохозяйственного направлений рекультивации. Выположенные углы для природоохранного направления принимаются не более  $23^\circ$ , для лесохозяйственного - не более  $12^\circ$  (см. табл. 6).

Необходимость планировки гребней отвалов и уборки основных объемов отвалов в карьерные выемки возникает обычно при сельскохозяйственном направлении рекультивации, когда на участке складированных площадных отвалов и карьерной выемки восстанавливают поверхность с уклоном меньше указанного.

На нешироких участках россыпи при рекультивации имеем карьерную выемку и внешнее расположение бульдозерных, скреперных и экскаваторных отвалов.

Выполаживание откосов бортов и отвалов при природоохранном направлении (рис. 13) приводит к накоплению вынутых объемов, которые у

внешнего откоса отвала размещаются при его основании, образуя указанные углы выполаживания. Объемы, вынутые при вершине и другом откосе отвала, а также откосе борта выемки, используются не только для выполаживания, но и отсыпки рекультивационного (корнеобитаемого) слоя из потенциально плодородных Пород вскрыши. Этот слой отсыпается на днище выемки, представленное не только непригодными коренными породами плотика, галечными и эфельными отходами промывки песков, но и пригодными илами.

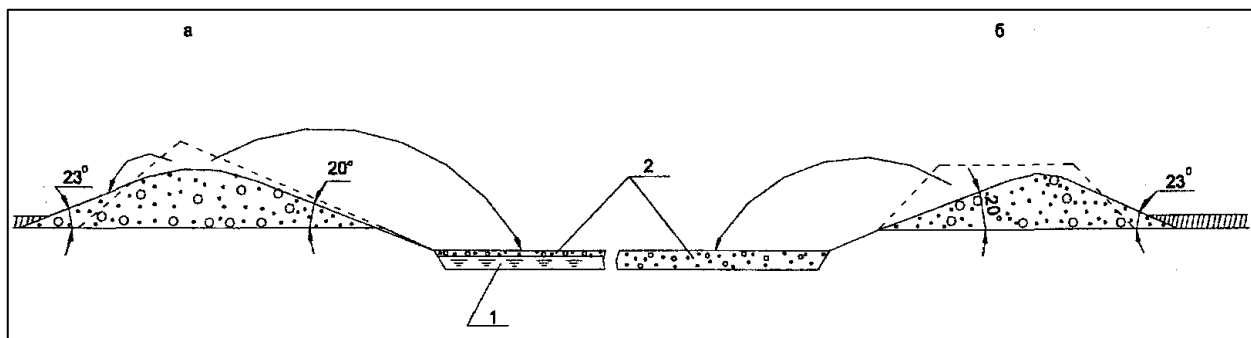


Рис. 13. Технологическая схема выполаживания откосов выемки и отвалов при природоохранном направлении рекультивации с засыпкой вынутыми объемами выработанного пространства на участках присутствия вынесенных илов от места промывки песков (а) и их отсутствия (б): 1 - ила; 2 - вынутые при выполаживании откосов ППП

Перед отсыпкой рекультивационного слоя осуществляют планировку галечных и эфельных отвалов. Засыпка илов в карьерной выемке породами вскрыши необходима не только для увеличения мощности рекультивационного слоя, но также для избежания выноса илов в русло водотока. Мощность рекультивационного слоя при природоохранном направлении (самозарастании древесной и кустарниковой растительностью) должна быть не менее 1,5 м.

При наличии плодородного слоя почвы в бурте, размещенном в отвале вскрыши (см. рис. 3), осуществляют ее выемку бульдозером в навал, из которого затем доставляют на рекультивируемую поверхность отвала и днище карьерной выемки для отсыпки плодородного слоя (рис. 14). При этом доставку почвы на подъем до 20° осуществляют мощным бульдозером, скрепером или погрузчиком.

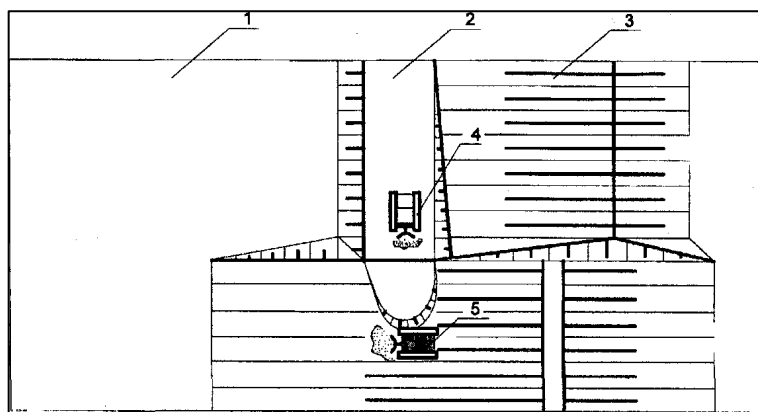


Рис. 14. Технологическая схема селективной выемки бульдозером плодородной почвы из бульдозерного отвала вскрыши при последующем нанесении на рекультивируемую площадь: 1 - выработанное пространство; 2 - борт плодородной почвы в отвале вскрыши (см. рис. 5); 3 - отвал вскрыши; 4 - положение бульдозера при выталкивании плодородной почвы на спланированный отвал вскрыши; 5 - положение бульдозера при доставке плодородной почвы на рекультивируемую поверхность

При лесохозяйственном направлении рекультивации, когда угол наклона поверхности не должен превышать  $12^\circ$ , при выполаживании откосов бортов выемки и отвалов вынимаются значительные объемы потенциально плодородных пород вскрыши. Эти породы используются для создания рекультивационного (корнеобитаемого) слоя повышенной мощности (не менее 2,0 м от уровня грунтовых вод) в самой карьерной выемке для произрастания ценных пород деревьев) (рис. 15).

При наличии плодородной почвы в бурте, размещенном за отвалом вскрыши, осуществляют ее выемку и доставку на рекультивируемую площадь с последующим нанесением плодородного слоя почвы полосами шириной 0,7 – 1 м вдоль гребней с подветренной стороны. Площадь, подготавливаемая под лесохозяйственное использование, должна быть не менее 5 га, а коэффициент рассредоточения складированного отвала - менее 0,01 (см. табл. 4) для увлажнения отвала.

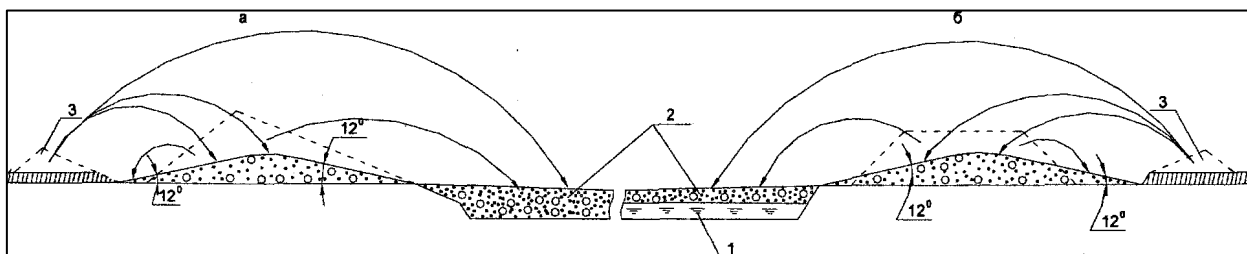


Рис. 15. Технологическая схема выполаживания откосов выемки и отвалов при лесохозяйственном направлении рекультивации с засыпкой вынутыми объемами выработанного пространства на участках отсутствия илов (а) и их присутствия (б): 1 - ила; 2 - вынутые при выполаживании откосов ППП; 3 - бурты ПСП, объемы которой используются при создании рекультивационного (корнеобитаемого) слоя на подготовительной площади

Если рекультивация осуществляется для сельскохозяйственного направления, то для создания поверхности с уклонами, необходимо уборка всего отвала вскрыши или значительной его части в карьерную выемку (рис. 16).

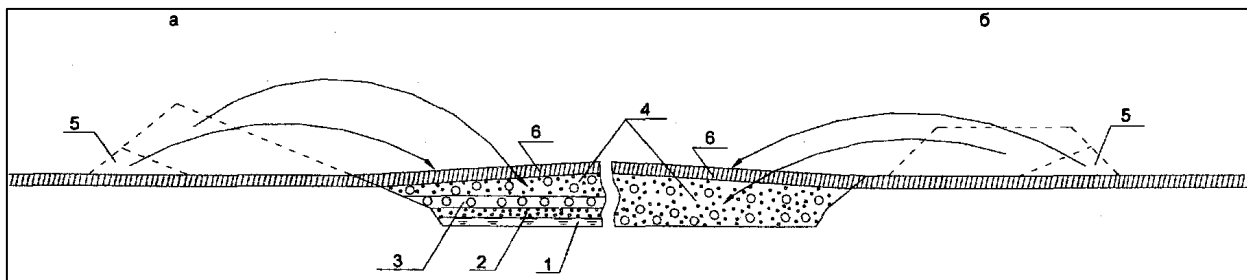


Рис. 16. Технологическая схема уборки отвалов вскрыши в выработанное пространство при сельскохозяйственном направлении рекультивации на участках промывки песков (а) и её отсутствия (б): 1 - ила; 2 - спланированные эфеля; 3 - спланированная галля; 4 - ППП убранных отвалов вскрыши; 5 - бурты ПСП; 6 - ПСП, объёмы которой доставлены из буртов

На участках размещения отвалов промывки песков перед их засыпкой осуществляют планировку. При наличии плодородной почвы в бурте, размещенном в самом отвале, вначале селективно вынимаются и доставляются в карьерную выемку потенциально плодородные породы вскрыши, а затем - плодородная почва. На отсыпанные потенциально плодородные породы наносят слои плодородной почвы.

На рис. 17, 18 показаны технологические схемы рекультивации экскаваторных отвалов.

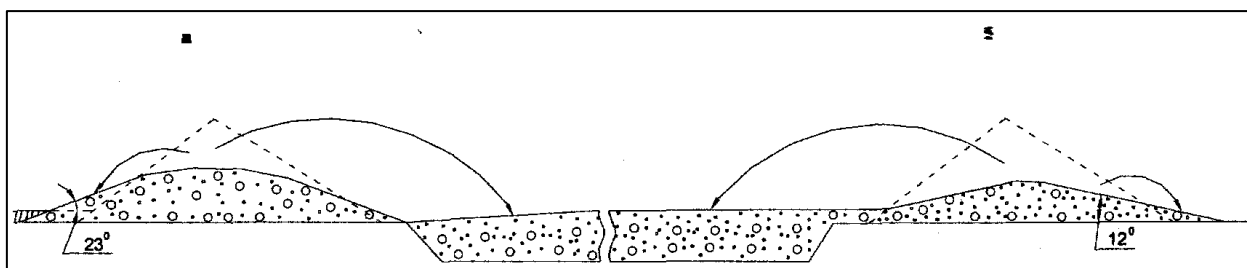


Рис. 17. Технологическая схема планировки экскаваторных отвалов при природоохранном (а) и лесохозяйственном (б) направлениях рекультивации

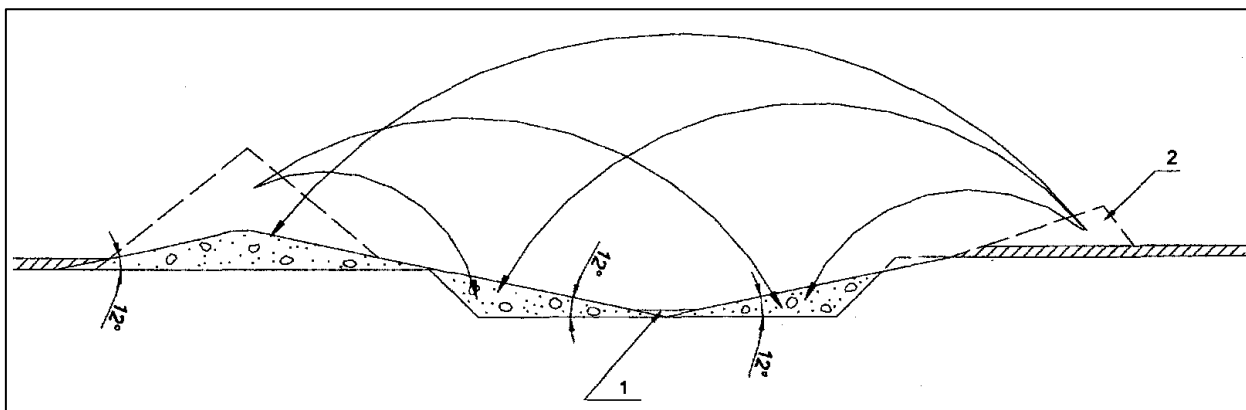


Рис. 18. Технологическая схема планировки экскаваторного отвала, размещённого на одном борту, с использованием вынутых ПТП вскрыши для засыпки выработанного пространства при лесохозяйственном направлении рекультивации: 1 - русло оформленного водотока; 2 - борт ПСП

На широких участках, когда выемка песков осуществляется параллельными заходками (лентами) с размещением потенциально плодородных пород вскрыши во внешнем и внутреннем отвалах, рекультивация сводится к планировке отсыпаемых отвалов с созданием водоема в незасыпанном выработанном пространстве последней заходки (рекреационное направление) (рис. 19).

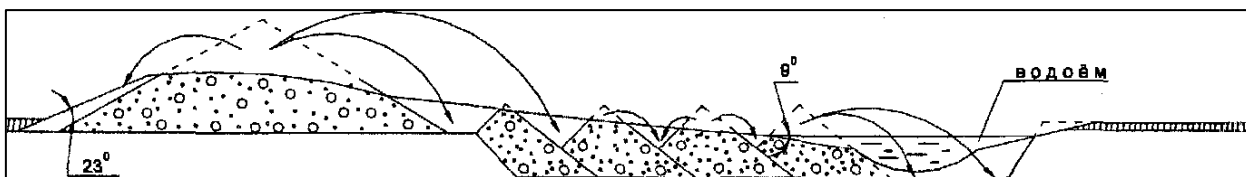


Рис. 19. Технологическая схема планировки внешнего и внутренних отвалов с созданием проточного водоёма глубиной не менее 2-х метров (рекреационное направление)

При сельскохозяйственном направлении рекультивации в таком случае необходима доставка значительных объемов отвала вскрыши в незаполненную последнюю заходку выемки песков с последующим нанесением плодородного слоя почвы, взятой из ее бурта, размещенного на правом противоположном борту. Русло водотока оформляется в последней заходке, заполненной породами вскрыши.

### 21.3. Внешние илоотстойники с отвалами промывки песков

Внешние илоотстойники с отвалами промывки песков обычно имеют место вначале эксплуатации россыпи, когда отсутствует выработанное пространство, в котором можно было бы разместить внутренние илоотстойники.

Целью их строительства является организация замкнутого воднохвостового хозяйства промывочной установки за пределами площади, планируемой к

отработке. Типовая схема размещения хвостов промывки песков после выпуска воды из илоотстойника показана на рис. 20.

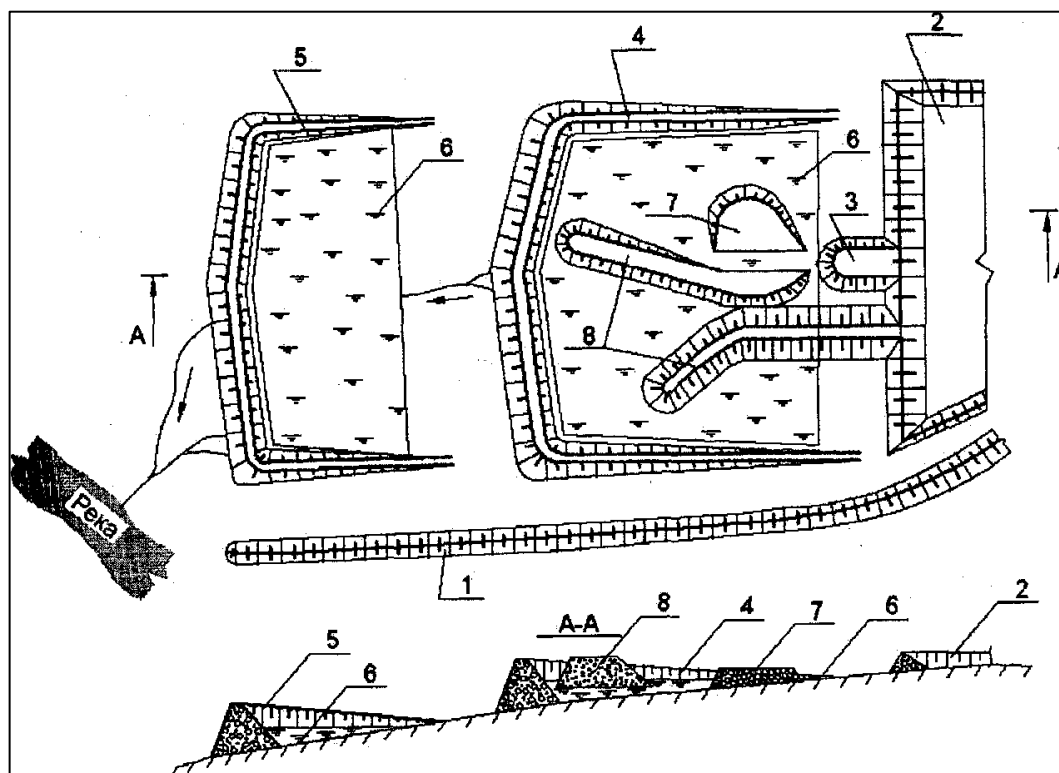


Рис. 20. Размещение отвалов промывки и илов во внешнем илоотстойнике и отстойнике сточных вод после окончания промывки песков: 1 - борт плодородной почвы; 2 - отработанный участок россыпи; 3 - площадка стоянки промприбора; 4 - водоудерживающая дамба илоотстойника; 5 - водоудерживающая дамба отстойника сточных вод; 6 - обезвоживание ила; 7 - галечный отвал промывки песков; 8 - струенаправляющие дамбы из эфелей

На этой схеме площадка для промывочной установки и водоудерживающие дамбы отсыпаются из пригодных потенциально плодородных пород вскрыши. При наличии плодородного слоя почвы осуществляют снятие его бульдозерами с площади илоотстойника и отстойника сточных вод со складированием в бурты, размещаемые за пределами водоудерживающих дамб в непосредственной близости от них. В самом илоотстойнике размещаются илы на значительной его площади, галечные и эфельные отвалы промывки песков - вблизи промывочной установки.

По мере увеличения объемов промывки, галечные и эфельные отвалы в илоотстойнике подвергаются планировке для снижения высоты с отсыпкой струенаправляющих дамб.

Перед рекультивацией внешнего илоотстойника и отстойника сточных вод вода из них должна быть выпущена, а ила - подвержены осушению. После этого оставшиеся галечные отвалы вместе с эфельными и струенаправляющими

дамбами внутри илоотстойника подвергаются планировке с образованием слоя из гали и эфелей поверх илов. На отсыпанный слой из гали и эфелей отсыпается слой из пригодных потенциально плодородных пород вскрыши, вынутых из водоудерживающих дамб, навала отсыпанной площадки для промприбора и отвалов вскрыши при их планировке. Отстойник сточных вод засыпается слоем не менее 0,2 м пригодных потенциально плодородных пород, вынутых из водоудерживающих дамб при их планировке. Такая необходимость вызвана не только тем, чтобы придать техногенным образованиям сглаженные формы рельефа, но и чтобы ликвидировать отстойник как источник пыления.

Если имеются борты плодородной почвы, то целесообразно выполнить землевание поверхности, образовавшейся после рекультивации илоотстойника и отстойника сточных вод. После выполнения всех работ по рекультивации участок расположения внешнего илоотстойника вместе с отвалами промывки песков приобретает вид, показанный на рис. 21.

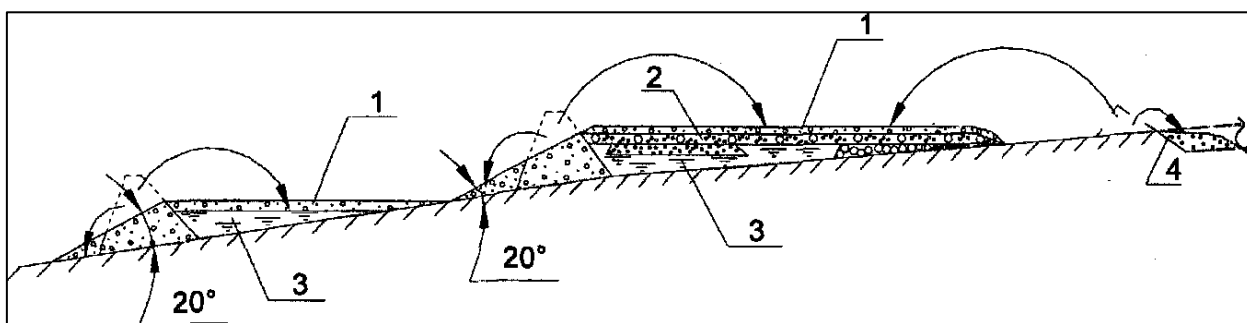


Рис. 21. Технологическая схема рекультивации внешнего илоотстойника и отстойника сточных вод (к рис. 20): 1 - экранрующий слой из пригодных пород; 2 - слой из спланированных гале-эфельных отвалов; 3 - обезвоженные ила; 4 - отвал вскрыши в выработанном пространстве

#### 21.4. Внутренние илоотстойники с отвалами промывки песков

В отличие от внешних илоотстойников внутренние илоотстойники размещаются в отработанном пространстве после его образования. В качестве боковых водоудерживающих дамб служат внутренние отвалы вскрыши и борте карьерной выемки. Водоудерживающие дамбы ограниченной протяженности отсыпаются лишь между бортами выемки, внутренними отвалами вскрыши или внутренним отвалом вскрыши и бортом карьерной выемки. Эти дамбы отсыпаются из пригодных потенциально плодородных пород, вынутых из отвалов вскрыши.

Рекультивация внутреннего илоотстойника начинается с планировки гале-эфельных отвалов, образованных при промывке песков. При этой планировке осевшие ила в илоотстойнике покрываются слоем из гали и эфелей. После этого на



поверхность гали и эфелей отсыпается рекультивационный слой пригодных потенциально плодородных пород, вынутых при планировке внутренних и внешних отвалов вскрыши. При наличии буртов плодородной почвы осуществляют землевание рекультивированной поверхности. Расположение слоев илов, гали, эфелей и пород вскрыши в вертикальном разрезе - такое же, как у рекультивированного внешнего илоотстойника (см. рис. 19).

### 21.5. Плотины, дамбы, перемычки, каналы, траншеи, канавы

Сооружаемые при разработке россыпей плотины, дамбы и перемычки служат для отвода русла водотока за пределы отрабатываемого участка россыпи и возвращения его на свое прежнее место, но уже в образовавшиеся карьерные выемки. В результате такого регулирования русла водотока часть плотин, дамб и перемычек утрачивают свое назначение и поэтому, как и все техногенные образования нуждаются в рекультивации.

Рекультивация плотин, дамб, перемычек осуществляется бульдозерами путем планировки с выколаживанием откосов до угла  $23^\circ$  и менее, в зависимости от выбранного направления рекультивации (рис. 22).

Заезд бульдозера на плотину и дамбу для планировки осуществляется с торца. Плодородная почва наносится слоем на спланированную поверхность плотин, дамб, перемычек при наличии ее буртов.

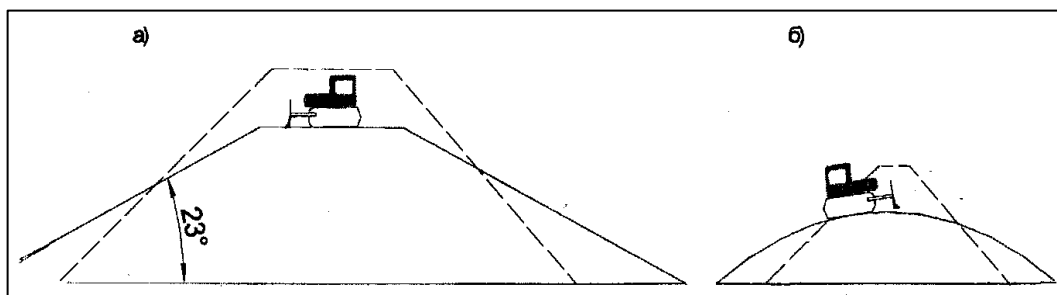


Рис. 22. Технологическая схема рекультивации плотины, дамбы (а) и перемычки (б)

После возвращения русла водотока на прежнее место на участке его отвода остаются выемки. Вынутый грунт при проходке русла складировать обычно на борта. В этом случае рекультивация выемки производится по технологическим схемам, представленным на рис. 13-18 для нешироких участков россыпи.

Траншеи и канавы при рекультивации засыпаются вынутым грунтом, складированным вблизи их проходки (рис. 23).

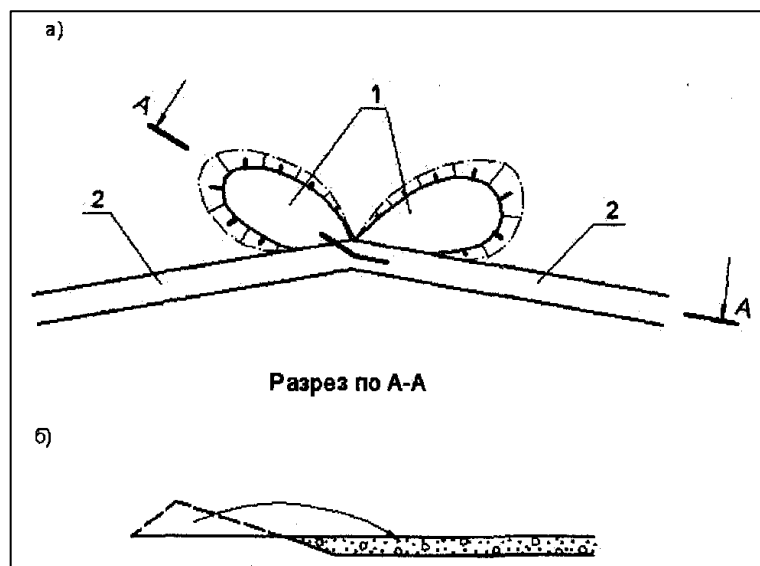


Рис. 23. Технологическая схема рекультивации траншеи, канавы: а - грунт (1), вынутый из траншеи, канавы (2) при их проходке в плане; б - рекультивированный участок траншеи, канавы в разрезе

### 21.6. Оформление русла водотока

До начала горных работ на участке русло водотока перемещают от естественного его расположения за внешние отвалы вскрыши во вновь пройденный канал в целях создания условий для выемки песков. В процессе выполнения ре-культивационных работ проектировщик имеет три варианта:

- сохранить русло водотока во вновь созданном ложе;
- вернуть русло на естественное местонахождение, т.е. в пойменную часть долины, затронутой отработкой имевшихся запасов;
- направить русло в частично заполненную вскрышными породами удлиненную карьерную выемку.

В первом случае сокращаются объемы рекультивации в результате исключения работ по засыпке руслоотводного канала и уборки руслоотводных плотин и дамб. Однако, учитывая более высокий (неестественный) уровень расположения водотока над поймой, выбор первого варианта может привести к таким нежелательным последствиям для природного ландшафта, как вымывание грунта с последующим загрязнением воды, нарушение почвенно-растительного покрова, заболачивание участков из-за поднятия уровня грунтовых вод.

Заманчивым с точки зрения охраны окружающей среды является второй вариант, т.е. возвращение русла водотока на его естественное местонахождение в пойменную пониженную часть долины. Но поскольку существовавшее русло водотока на участках его несовпадения с образовавшейся карьерной выемкой иногда завалено отвалами вскрыши, объемы которых при выполаживании только

частично убираются, то целесообразно в этом случае направить его в эту выемку с более низкими высотными отметками днища.

Для обеспечения водному потоку нужных условий по выбранному варианту на трассе нового русла кое-где должны быть осуществлены работы в небольших объемах по уборке плотин, проходке канала под русло в местах подсыпки вскрышей бортов выемки, возведению новых руслоотводящих плотин.

Во избежание выноса илов в водоемы вновь созданное русло оформляется галечным материалом или вскрышными породами слоем мощностью не менее 0,2 м, на участках, где раньше были илоотстойники. При возникновении паводков поток воды в карьерных выемках не будет стеснён и может выходить за пределы береговой линии, уменьшая тем самым существенно свою скорость, при которой эрозионные процессы сведутся к минимуму.

Для того чтобы избежать выноса мелких фракций за пределы рекультивированного участка в случае возникновения в паводки эрозионных процессов, необходимо не заполненные вскрышными породами карьерные выемки у нижней границы отработанного участка использовать под водоемы, являющиеся одновременно отстойниками. Образовавшиеся водоемы в карьерных выемках должны быть проточными. Для этого их соединяют каналами с руслом водотока.

Вдоль береговой линии водотока и водоемов откосы его русла должны быть выположены до угла не более  $7^\circ$ .

Параметры восстановленного русла рассчитываются исходя из 1% вероятности превышения расхода воды по специальной программе. В табл. 5 приведён пример такого расчёта. Из таблицы видно, что фактическая скорость потока не превышает допустимую. В случае превышения пересматривают параметры восстанавливаемого русла в большую сторону.

При невозможности осуществить указанный пересмотр на каком-либо отрезке из-за больших объемов работ, в целях снижения эрозии ложе и борта русла выкладываются каменной наброской (размер камней 150-200 мм).

Таблица 7

## Пример расчёта параметров при восстановлении русла

Наименование параметров	Обозначение и расчётная формула	Участки между разведочными линиями								
		17-16	16-2	2-15	15-14	14-1	1-10	10+230м	12+110м	итого
Расход воды в канале, м <sup>3</sup> /с	Q	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	
Уклон дна канала	i	0,058	0,021	0,019	0,013	0,018	0,006	0,039	0,036	
Коэффициент откоса бортов	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Коэффициент шероховатости	n	0,04	0,035	0,035	0,035	0,035	0,025	0,04	0,04	
Неразмывающая скорость потока, м / с	v <sub>max</sub>	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	
Модуль расхода допустимый, м <sup>3</sup> / с	$K_{доп} = Q / (i)^{1/2}$	123,7	205,6	216,2	261,4	222,1	384,7	150,9	157,1	
Ширина по дну канала, м	b	40,00	40,00	40,00	30,00	40,00	27,00	32,00	30,00	
Глубина заполнения канала, м	h	0,27	0,34	0,37	0,50	0,38	0,54	0,37	0,39	
Площадь живого сечения канала, м <sup>2</sup>	$w = (b + m \times h) \times h$	11,92	14,90	14,90	14,90	14,90	14,90	11,92	11,92	
Смоченный периметр, м	$c = b + 2 \times h \times (1 + m^2)^{1/2}$	44,55	44,38	41,17	30,97	39,54	28,73	33,08	31,15	
Гидравлический радиус, м	$R = w / c$	0,27	0,34	0,36	0,48	0,38	0,52	0,36	0,38	
Коэффициент Шези, м <sup>1/2</sup> / с	$C = (R)^{1/6} / n$	20,07	23,82	24,12	25,29	24,28	35,85	21,09	21,30	
Модуль расхода, м <sup>3</sup> / с	$K = w \times C \times (R)^{1/2}$	123,7	205,6	216,2	261,4	222,1	384,7	150,9	157,1	
Скорость потока допустимая, м / с	$v_{доп} = Q / w$	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	
Скорость потока фактическая, м / с	$v = (i \times C^2 \times R)^{1/2}$	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	
Длина участка, м	L	200	420	420	400	340	322	230	110	2502
Высота надводного борта, м	h <sub>нб</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Строительная глубина, м	H = h + h <sub>нб</sub>	0,77	0,84	0,87	1,00	0,88	1,04	0,87	0,89	
Строительное сечение, м <sup>2</sup>	S <sub>стр</sub>	31,73	34,71	35,89	31,43	36,56	29,70	28,94	27,99	
Строительный объем, тыс. м <sup>3</sup>	V <sub>стр</sub>	8,25	14,58	15,07	12,57	12,43	9,56	6,66	3,08	82,21

### 21.7. Планы рекультивации земель, нарушенных горными и разведочными работами

Планы рекультивации земель, нарушенных горными работами, составляются после того, как будут нанесены на технологических сечениях к плану горных работ контуры выполаживания откосов отвалов и бортов карьерных выемок, засыпки этих выемок по представленным технологическим схемам.

По характерным точкам этих контуров составляют план рекультивации, на котором затем намечают трассу русла восстанавливаемого водотока с учетом наименьших работ по его проходке и оформлению (рис. 24). По выбранной трассе русла восстанавливаемого водотока строят его продольный профиль, по высотным отметкам которого судят о подтопляемости находящихся вблизи карьерных выемок. В случае их подтопления по высотным отметкам узнают границы водоема, которые затем наносятся на план рекультивации.

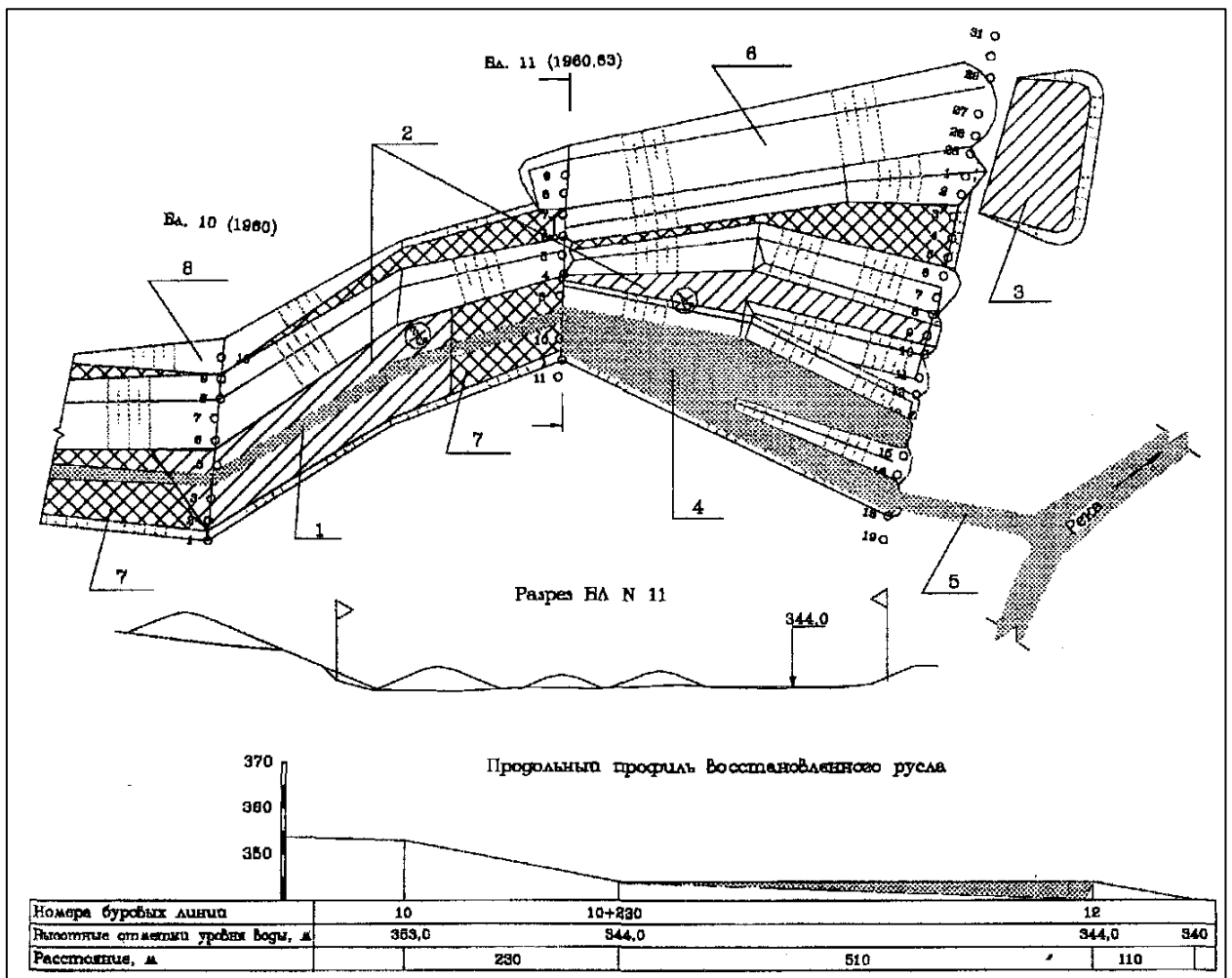


Рис. 24. Фрагмент плана рекультивации земель, нарушенных на участке россыпи открытыми горными работами: 1 - оформленное русло; 2 - рекультивированные илоотстойники; 3 - рекультивированный внешний отстойник; 4 - водоём; 5 - выносное русло; 6 - выложенные откосы отвалов; 7 - рекультивированное днище карьерной выемки; 8 - выложенные борта карьерной выемки

Необходимость составления плана рекультивации при разведочных работах возникает тогда, когда эти работы связаны с проходкой траншей и промывкой крупнообъемных проб на месте их взятия. Хвосты промывки песков при этом складываются не только в траншее, но и за её пределами, в непосредственной близости. План рекультивации разведочной траншеи с условными обозначениями представлен на рис. 25.

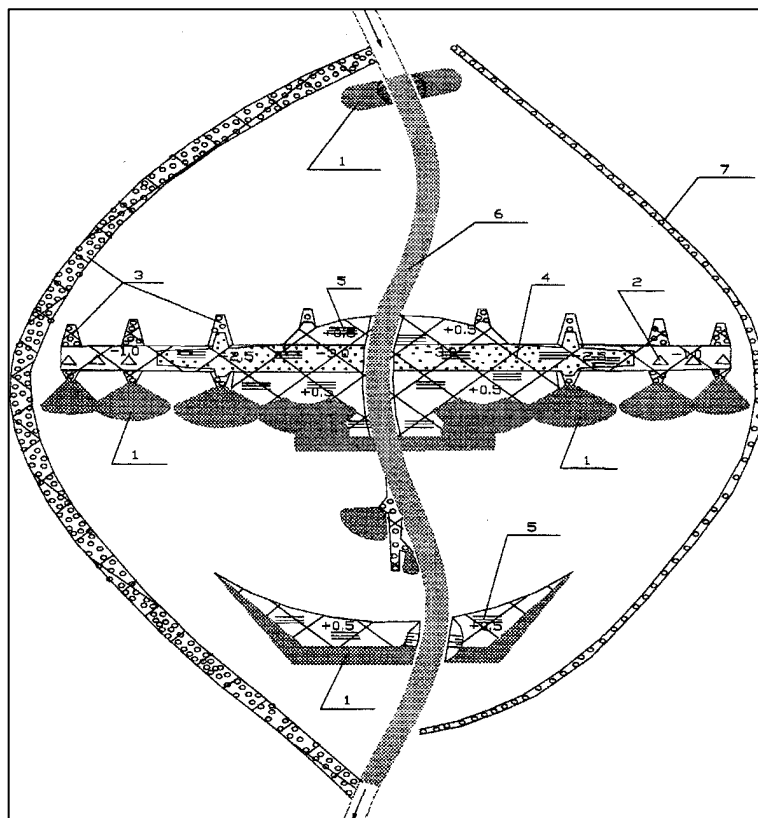


Рис. 25. План рекультивации разведочной траншеи:

1 - площади спланированных отвалов с использованием вынутых объемов для выполаживания откосов отвалов и выемок и нанесения рекультивационного слоя на восстанавливаемую поверхность; 2 - засыпанные рекультивационным слоем пригодных потенциально плодородных пород вскрыши карьерной выемки, днище которых представлены не пригодными для биологической рекультивации породами плотика, с указанием мощности засыпки в метрах; 3 - засыпанные вынутым грунтом руслоотвод и выезды на отвалы; 4 - засыпанные рекультивационным слоем мощностью не менее 0,2 м из вскрыши площади отстойника с размещенными эфелями и осажденными илами с указанием общей мощности эфелей, илов и слоя вскрыши в метрах; 5 - засыпанные экранирующим слоем мощностью не менее 0,2 м из пород отстойника с осажденными илами с указанием общей мощности экранирующего слоя и осаджения илов в метрах; 6 - участки русла водотока с оформленным ложем; 7 - засыпанная вынутым грунтом нагорная канава.

## **22. Систематизация технологических схем рекультивации и средства механизации**

Многообразие специфических факторов при разработке месторождений оказывает непосредственное влияние не только на технологию горных работ, но и на рекультивацию нарушенных горным производством земель. При этом многие элементы ведения горных работ и технической рекультивации нарушенных земель взаимосвязаны, вследствие чего восстановление земель зачастую необходимо рассматривать как совокупность операций в общем комплексе горных работ. В этом случае технологию технической рекультивации и, соответственно,

технологические схемы ее проведения необходимо привести в определенную систему в увязке с существующими технологией и схемами проведения добычных, вскрышных работ и отвалообразования. Такая система должна базироваться на основных классификационных признаках, влияющих на компоновку технологических схем технической рекультивации в целом. Выделение классификационных признаков должно проводиться с учетом степени их взаимной связи и степени влияния на технологический процесс «вскрыша - добыча - рекультивация».

Основным из классификационных признаков является направление ре-культивационных работ, то есть восстановление нарушенных земель по целевому назначению с созданием рельефа, отвечающего возможности его дальнейшего использования в народном хозяйстве. Направление рекультивации нарушенных земель определяют не только параметры восстанавливаемого рельефа, но и весь комплекс работ, связанный с восстановлением земель уже на стадии производства вскрыши и добычи.

По направлению использования земель технологические схемы технической рекультивации объединяются в следующие классы:

- сельскохозяйственные (С);
- лесохозяйственные (Л);
- природоохранные (П).

Рекреационное, водохозяйственное и строительное направления рекультивации в отдельные классы не выделены ввиду малого их удельного веса в объемах восстановления нарушенных земель.

Технологические схемы технической рекультивации сельскохозяйственного направления требуют значительных объемов работ в связи с наиболее высокими требованиями к параметрам вновь создаваемого рельефа (уклона до 7-8) и наносимым мощностям потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы. Природоохранное направление, наоборот, требует незначительных объемов работ, достаточных для облагораживания техногенного рельефа, уменьшения отрицательного воздействия нарушенных земель на окружающую среду. Технологические схемы технической рекультивации лесохозяйственного направления характеризуются промежуточными значениями объемов работ по сравнению с двумя предыдущими и должны учитывать как механизированную, так и ручную посадку лесонасаждений.

При необходимости слой почвы с нарушаемой поверхности может быть

использован для землевания малопродуктивных угодий.

В пределах указанных крупных классов технологических схем рекультивации выделены подклассы по признаку связи с основным технологическим процессом разработки россыпи. При этом технологические схемы технической рекультивации могут быть:

- раздельными /р/;
- совмещенными /с/;
- комбинированными /к/.

Раздельная технология рекультивационных работ выполняется самостоятельно от основного технологического процесса разработки месторождения, то есть проводится по отношению к нему отдельно как в пространстве, так и во времени.

Совмещенная технология проведения рекультивационных работ входит составной частью в основной технологический процесс разработки месторождения, а её выполнение производится основным горнотранспортным оборудованием непосредственно в ходе производства вскрышных и добычных работ.

Комбинированная технология рекультивационных работ включает в себя элементы раздельного и совмещенного ведения работ по восстановлению нарушенных земель с основным технологическим процессом разработки месторождения.

Указанное разделение технологии рекультивационных работ по признаку связи с основным процессом разработки необходимо распространять на отдельные участки или в целом на месторождение, если на его площади работы по удалению вскрыши и выемке песков ведутся по одной и той же технологии.

При комбинированной схеме технической рекультивации нарушенных земель элементом раздельного ведения работ в системе "вскрышные работы - рекультивация", например, может являться временное складирование вскрышных пород с прибортовых заходок на борта россыпи без оптимизации параметров отвала с последующим их перемещением (на заключительном этапе) в выработанное пространство. Основная часть вскрышных пород с центральных заходок при этом укладывается в выработанное пространство для создания рекультивационного слоя (элемент совмещения).

Определённое влияние на восстановление нарушенных земель оказывает способ производства вскрышных работ. Так, например, при экскаваторном способе



по бестранспортной схеме нарушенные земли характеризуются более неблагоприятным для их восстановления техногенным рельефом, чем при гидравлическом. В первом случае объемы рекультивационных работ будут более значительны, чем во втором. Поэтому при дальнейшей систематизации технологических схем технической рекультивации по способу вскрышных работ, в результате которых образовались определённого вида отвалы вскрыши, влияющие на объемы восстановления земель, объединены в следующие группы:

- бульдозерный /Б/;
- скреперный /С/;
- экскаваторный /Э/;
- гидромеханизированный /Г/.

При этом возможны комбинации отдельных способов: бульдозерно-скреперный /Б-С/, бульдозерно-экскаваторный /Б-Э/.

Немаловажным признаком является пригодность пород вскрыши для биологической рекультивации. При разработке россыпных месторождений вскрышные породы могут делиться на плодородные, потенциально плодородные, малопригодные и непригодные по своим физическим и химическим свойствам для целей рекультивации. В этом случае, в зависимости от направления рекультивации и комбинации слоев вышеперечисленных пород и их мощности, производство вскрышных работ могут проводить валовым или селективным способом. В соответствии с этим классификационным признаком технологические схемы разделены на подгруппы: валовое и селективное формирование отвалов.

По выделенным основным классификационным признакам разработана классификация технологических схем технического этапа рекультивации. Каждому классу (подклассу), группе (подгруппе) технологической схемы присваивается буквенный индекс, который раскрывает направление рекультивации, связь с основным технологическим процессом, способ производства вскрышных работ и способ формирования отвалов с учётом пригодности пород для целей рекультивации. Классификация технологических схем рекультивации при разработке россыпных месторождений представлена в виде табл. 8.

Таблица 8

## Систематизация технологических схем рекультивации

Индекс класса	Класс технологической схемы	Индекс подкласса	Подкласс технологической схемы	Индекс группы	Группа технологической схемы	Индекс подгруппы	Подгруппа технологической схемы
С	Сельскохозяйственная	СС	Совмещённая	ССБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	ссбс	селективная
				ССС		сссс	селективная
				ССЭ		ссэс	селективная
				ССГ		ссгс	селективная
		СР	Раздельная	СРБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	србс	селективная
				СРС		срсс	селективная
Л	Лесохозяйственная	СК	Комбинированная	СРЭ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	срэс	селективная
				СРГ		сргс	селективная
				СКБ		скбс	селективная
				СКС		сксс	селективная
		ЛС	Совмещённая	СКЭ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	скэс	селективная
				СКГ		скгс	селективная
				ЛСБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лсбс	селективная
				ЛСС		лсбв	валовая
				ЛСЭ		лссс	селективная
				ЛСГ		лссв	валовая
		ЛР	Раздельная	ЛСЭ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лсэс	селективная
				ЛСГ		лсэв	валовая
				ЛРБ		лсгс	селективная
				ЛРС		лсгв	валовая
Л	Лесохозяйственная	ЛК	Комбинированная	ЛРБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лрбс	селективная
				ЛРС		лрбв	валовая
				ЛРЭ		лрсс	селективная
				ЛРГ		лрсв	валовая
				ЛРЭ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лрэс	селективная
				ЛРГ		лрэв	валовая
				ЛКБ		лргс	селективная
				ЛКС		лргв	валовая
Л	Лесохозяйственная	ЛК	Комбинированная	ЛКБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лрбс	селективная
				ЛКС		лрбв	валовая
				ЛКЭ		лксс	селективная
				ЛКГ		лксв	валовая
Л	Лесохозяйственная	ЛК	Комбинированная	ЛКБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лкбс	селективная
				ЛКС		лкбв	валовая
				ЛКЭ		лксс	селективная
				ЛКГ		лксв	валовая
Л	Лесохозяйственная	ЛК	Комбинированная	ЛКБ	Бульдозерная Скреперная Экскаваторная Гидромеханизованная	лкэс	селективная
				ЛКС		лкэв	валовая
				ЛКЭ		лкгс	селективная
				ЛКГ		лкгв	валовая

Продолжение таблицы 8

Индекс класса	Класс технологической схемы	Индекс под-класса	Подкласс технологической схемы	Индекс группы	Группа технологической схемы	Индекс под-группы	Подгруппа технологической схемы
П	Природо-охранная	ПС	Совмещённая	ПСБ	Бульдозерная	псбс псбв	селективная валовая
				ПСС	Скреперная	пссс пссв	селективная валовая
				ПСЭ	Экскаваторная	псэс псэв	селективная валовая
				ПСГ	Гидромеханизированная	псгс псгв	селективная валовая
		ПР	Раздельная	ПРБ	Бульдозерная	прбс прбв	селективная валовая
				ПРС	Скреперная	прсс прсв	селективная валовая
				ПРЭ	Экскаваторная	прэс прэв	селективная валовая
				ПРГ	Гидромеханизированная	пргс пргв	селективная валовая
		ПК	Комбинированная	ПКБ	Бульдозерная	пкбс пкбв	селективная валовая
				ПКС	Скреперная	пксс пксв	селективная валовая
				ПКЭ	Экскаваторная	пкэс пкэв	селективная валовая
				ПКГ	Гидромеханизированная	пкгс пкгв	селективная валовая

Разработанная классификация позволяет охарактеризовать технологическую схему с точки зрения присущих ей отличительных особенностей, найти её положение в общем многообразии горнотехнических, горно-геологических факторов, а также ведения горных работ при разработке месторождений.

Для рационального выбора оборудования в табл. 9 для каждого вида работ при рекультивации нарушенных земель приведён тип оборудования и его краткая техническая характеристика.

Таблица 9

## Машины и механизмы для производства рекультивационных работ

Вид работ	Тип оборудования	Краткая техническая характеристика		Вместимость, м <sup>3</sup>	Параметры оборудования, м
		Модель	Мощность двигателя		
1. Подготовка поверхности для снятия плодородного слоя почвы	Кусторезы	КБ-4А	Т-130 БГ-1		Ширина захвата -4,00
	Корчеватели пней	ДП-24	Т-130.1.Г-1		Ширина захвата -3,60
		ДП-25	Т-130.1.Г-1		Ширина захвата -1,80
		ЛД-9	Т-130.1.Г-1		Ширина захвата -2,81
	Корчеватели-собиратели	ДП-8А	ДТ-75Б-С2		Ширина захвата корчевателя – собирателя - 2,11
МП-9С		Т-130.1.Г-1		корчевателя -1,04	
				то же -4,30	
				тоже -1,72	
		МПТ-43	КТП-1		Ширина захвата – 16,0
2. Снятие плодородного слоя почвы	Бульдозеры	Т-9.01	103 кВт	4,3	Ширина отвала - 3,15
		Б 10М	132 кВт	4,9	Ширина отвала - 3,25
		Б12	158 кВт	7,5	Ширина отвала -3,73
		Т-15.01	180 кВт	8,5	Ширина отвала -4,10
		ДЭТ-250	237 кВт	10,5	Ширина отвала - 4,25
	Скреперы самоходные	МоАЗ-60148	165 кВт	8,3	Ширина резания -2,82
		ДЗ-1111	159 кВт	8,0	Ширина резания -2,78
		ДЗ-13Б	265 кВт	15,0	Ширина резания -3,12
		ДЗ-155-1	265х2 кВт	25,5	Ширина резания -3,41
		ДЗ-107-2	405х2 кВт	25,0	Ширина резания -3,80
	Скреперы полуприцепные	ДЗ-87-1	121 кВт	4,5	Ширина резания -2,43
		ДЗ-74	147 кВт	8,0	Ширина резания -2,65
	Скреперы прицепные	ДЗ-111А	96 кВт	4,5	Ширина резания -2,43
		ДЗ-172.5.03	125 кВт	8,8	Ширина резания -2,75
		ДЗ-149.5	221 кВт	8,8	Ширина резания -2,80
		ДЗ-79	243 кВт	15,0	Ширина резания -3,02
	Экскаваторы	ЭО-7111	160 кВт	3,0	Глубина копания - 10,0
		ЭО-6112Б	110 кВт		Высота выгрузки -7,0
					Глубина копания - 7,8
					Высота выгрузки - 5,1
	ЭО-5122	125 кВт		Глубина копания - 9,65	
				Высота выгрузки - 5,1	
				Глубина копания - 8,2	
		ЭО-5111Б	103 кВт		Высота выгрузки - 6,1

Продолжение таблицы 9

Наименование работ	Тип оборудования	Краткая техническая характеристика		Вместимость, м <sup>3</sup>	Параметры оборудования, м
		Модель	Мощность двигателя		
3. Работы по планировке и планировке отвалов на площадях и разгрузке машин с использованием их функций в выгрузочном цикле	Бульдозеры	Т-9.01	103 кВт	11,9 13,7	Ширина отвала - 3,15
		Б 10М	132 кВт		Ширина отвала - 3,25
		Б12	158 кВт		Ширина отвала - 3,73
		Т-15.01	180 кВт		Ширина отвала - 4,10
		ДЭТ-250	237 кВт		Ширина отвала - 4,25
		D-155	231 кВт		Ширина отвала - 4,22
		D-275	306 кВт		Ширина отвала - 4,30
		D-9Н	301 кВт		Ширина отвала - 4,39
		31-В	312 кВт		Ширина отвала - 4,86
		41-В	385 кВт		Ширина отвала - 5,18
		D-355	301 кВт		Ширина отвала - 4,31
		D-455	456 кВт		Ширина отвала - 4,80
		DC-10	515 кВт		Ширина отвала - 5,49
	Экскаваторы	ЭШ 5.45		5,0	Глубина черпания 22,0 Высота выгрузки 19,5
		ЭШ 6.45		6,0	Глубина черпания 22,0 Высота выгрузки 19,5
		ЭШ 10.60		10,0	Глубина черпания 35,0 Высота выгрузки 21,0
		ЭО-7111	160 кВт	1,23	Высота копания - 9,0 Высота выгрузки - 6,4
	Автогрейдеры	ДЗ-31-1	96 кВт		Длина отвала - 3,70
		ДЗ-98	173 кВт		Длина отвала - 4,25
		А-122Б	132 кВт		Длина отвала - 3,72
		ГС-14.02	110 кВт		Длина отвала - 3,74
4. Погрузка и транспортировка щебенчатого материала по выгрузочным площадкам для загрузки в подвижной состав	Экскаваторы	ЭКГ-5		5,2	Высота черпания - 9,0 Высота выгрузки - 6,7
		ЭО-7111	160 кВт	1,23	Радиус копания - 12,0 Радиус выгрузки - 10,8
		ЭО-6112Б	110 кВт	1,5	Радиус копания - 9,9 Радиус выгрузки - 8,9
		ЭО-5111Б	103 кВт	1,0	Радиус копания - 8,2 Радиус выгрузки - 6,1
		ЭО-5122	125 кВт	2,0	Радиус копания - 8,93 Радиус выгрузки - 4,62
		ЭО-4121Б	95,7 кВт	2,5	Радиус копания - 7,1 Радиус выгрузки - 4,6
		ЭО-4321А	73 кВт	1,0	Глубина копания - 7,5 Высота выгрузки - 4,9

Продолжение таблицы 9

Вид работ	Тип оборудования	Краткая техническая характеристика		Вместимость, м <sup>3</sup>	Параметры оборудования, м
		Модель	Базовая машина или мощность		
	Погрузчики	B125	79 кВт	1,5	Высота разгрузки 2,8
		B138	132 кВт	2,1	Высота разгрузки 3,3
		B160	176 кВт	3,4	Высота разгрузки 3,3
		Амкадор 361	173 кВт	3,40	Высота разгрузки 3,2
		Амкадор 325	73,5 кВт	1,4	Высота разгрузки 2,6
	Автотранспорт	БелАЗ-7548	368 кВт	21,00	Погрузочная высота 3,8
		БелАЗ-7540	265 кВт	15,00	Погрузочная высота 3,3
		КрАЗ-6510	176 кВт	8,00	Погрузочная высота 2,9
		МоАЗ-522 А	220 кВт	10,00	Погрузочная высота 3,1
		КамАЗ-55111	147 кВт	7,2	Погрузочная высота 2,3
		ЗИЛ-ММЗ-450850	110 кВт	3,8	Погрузочная высота 2,0
	Транспортно-укладочная машина	МТУ-153	265 кВт		
	Скреперы самоходные	МоАЗ-60148	165 кВт	8,3	Ширина резания -2,82
		ДЗ-11П	159 кВт	8,0	Ширина резания -2,78
		ДЗ-13Б	265 кВт	15,0	Ширина резания -3,12
		ДЗ-155-1	265х2 кВт	25,5	Ширина резания -3,41
		ДЗ-107-2	405х2 кВт	25,0	Ширина резания -3,80
	Скреперы прицепные	ДЗ-87-1	121 кВт	4,5	Ширина резания -2,43
		ДЗ-74	147 кВт	8,0	Ширина резания -2,65
		ДЗ-111А	96 кВт	4,5	Ширина резания -2,43
	Скреперы полуприцепные	ДЗ-172.5.03	125 кВт	8,8	Ширина резания -2,75
		ДЗ-149.5	221 кВт	8,8	Ширина резания -2,80
		ДЗ-79	243 кВт	15,0	Ширина резания -3,02
5. Планировка плодородного слоя почвы	Бульдозеры	T-9.01	103 кВт		Ширина отвала - 3,15
		Б 10М	132 кВт		Ширина отвала - 3,25
		Б12	158 кВт		Ширина отвала -3,73
		T-15.01	180 кВт		Ширина отвала -4,10
		ДЭТ-250	237 кВт		Ширина отвала - 4,25
		D-155	231 кВт		Ширина отвала - 4,22
		D-275	306 кВт		Ширина отвала - 4,30
		D-9H	301 кВт		Ширина отвала - 4,39
		31-B	312 кВт		Ширина отвала - 4,86
		41-B	385 кВт		Ширина отвала - 5,18
		D-355	301 кВт		Ширина отвала - 4,31
		D-455	456 кВт		Ширина отвала - 4,80
		DC-10	515 кВт		Ширина отвала - 5,49

Инд работ	Тип оборудова- ния	Краткая техническая харак- теристика		Вме- сти- мость, м <sup>3</sup>	Параметры оборудова- ния, м	
		Модель	Базовая машина или мощность			
	Скреперы самоход- ные	МоАЗ-60148	165 кВт		Ширина резания -2,82	
		ДЗ-11П	159 кВт		Ширина резания -2,78	
		ДЗ-13Б	265 кВт		Ширина резания -3,12	
		ДЗ-155-1	265х2 кВт		Ширина резания -3,41	
		ДЗ-107-2	405х2 кВт		Ширина резания -3,80	
	Скреперы прицепные	ДЗ-87-1	121 кВт		Ширина резания -2,43	
		ДЗ-74	147 кВт		Ширина резания -2,65	
		ДЗ-111А	96 кВт		Ширина резания -2,43	
	Скреперы полупри- цепные	ДЗ-172.5.03	125 кВт		Ширина резания -2,75	
		ДЗ-149.5	221 кВт		Ширина резания -2,80	
		ДЗ-79	243 кВт		Ширина резания -3,02	
	Автогрей- деры	ДЗ-31-1	96 кВт		Длина отвала - 3,70	
		ДЗ-98	173 кВт		Длина отвала - 4,25	
		А-122Б	132 кВт		Длина отвала - 3,72	
		ГС-14.02	110 кВт		Длина отвала - 3,74	
В. Выпо- лажива- ние бур- тин, отв- лов, карь- ерных выемок, откры- тый ландшафт	Бульдозеры	Т-9.01	103 кВт		Ширина отвала - 3,15	
		Б 10М	132 кВт		Ширина отвала - 3,25	
		Б12	158 кВт		Ширина отвала -3,73	
		Т-15.01	180 кВт		Ширина отвала -4,10	
		ДЭТ-250	237 кВт		Ширина отвала - 4,25	
		D-155	231 кВт		Ширина отвала - 4,22	
		D-275	306 кВт		Ширина отвала - 4,30	
	Экскаватор Террасер- рыхлитель Террасер секцион- ный	ЭО-7111	ДТ-75		Глубина копания 6,50	
		ТР-2А			Ширина нарезаемой террасы 2,0-2,5	
		ТС-2,5	ДТ-75		Ширина нарезаемой террасы 2,0-2,5	
У. Числен- ность различно- го напы- щения	Бульдозеры	Т-9.01	103 кВт		Ширина отвала - 3,15	
		Б 10М	132 кВт		Ширина отвала - 3,25	
		Б12	158 кВт		Ширина отвала -3,73	
		Т-15.01	180 кВт		Ширина отвала -4,10	
		ДЭТ-250	237 кВт		Ширина отвала - 4,25	
		D-155	231 кВт		Ширина отвала - 4,22	
		D-275	306 кВт		Ширина отвала - 4,30	
		D-9Н	301 кВт		Ширина отвала - 4,39	
		31-В	312 кВт		Ширина отвала - 4,86	
		41-В	385 кВт		Ширина отвала - 5,18	
		D-355	301 кВт		Ширина отвала - 4,31	
		D-455	456 кВт		Ширина отвала - 4,80	
		DC-10	515 кВт		Ширина отвала - 5,49	

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### **I. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ЗОЛОТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ДОБЫЧИ, ОБРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ**

#### ***1. Общие положения***

Основные требования по обеспечению сохранности золота при его добыче, обработке и транспортировке изложены в соответствии с Инструкцией по обеспечению сохранности золота на горнодобывающих предприятиях, которая предусматривает ведение единых форм учетной документации на золотодобывающих предприятиях

1.1. Настоящие требования распространяются на деятельность всех предприятий, связанных с добычей, обработкой, хранением и транспортировкой золота и золотосодержащей продукции.

1.2. Надзор за работой по обеспечению сохранности золота на всех стадиях его добычи, хранения и транспортировки золотодобывающими предприятиями и организациями осуществляется органами внутренних дел (ОВД).

1.3. Ответственность за обеспечение сохранности золота и за выполнение мероприятий по предупреждению его хищений возлагается на руководителей золотодобывающих и золотоизвлекающих предприятий, организаций и объектов.

1.4. Организацию работы по контролю и обеспечению сохранности золота и золотосодержащей продукции осуществляют заместители руководителей по режиму и охране или лица, на которых возложена эта обязанность.

1.5. Руководители предприятий и объектов по добыче и переработке золота обязаны проводить необходимые организационные и инженерно-технические мероприятия, гарантирующие сохранность золота на всех стадиях добычи и обработки, а также при его хранении и транспортировке, используя при этом комплекс технических средств охраны

1.6. Систематический контроль за соблюдением технологического режима, обеспечивающего полноту извлечения золота, возлагается на руководителей предприятий и организаций, обогатителей, мастеров шлихообогатительных и золотоизвлекательных фабрик и установок.

1.7. Руководители золотодобывающих предприятий обязаны не реже 2 раз в месяц лично проводить проверки соблюдения правил съемки, доводки, хранения и учета золота и золотосодержащей продукции и при наличии грубых нарушений



требований по обеспечению сохранности золота и золотосодержащей продукции принимать меры к устранению этих нарушений.

1.8. Ввод в эксплуатацию золотодобывающих и золотоизвлекательных предприятий и объектов осуществляется после выполнения организационных и инженерно-технических мероприятий, согласованных с ОВД, обеспечивающих сохранность и полноту извлечения золота и подписания акта о приемке в эксплуатацию сдаваемого объекта всеми членами комиссии.

1.9. Все работники предприятий, занятые на добыче, обработке, хранении и транспортировке золота, при приеме на работу и в последующем не реже 2 раз в год должны быть ознакомлены с соответствующими разделами Инструкции по сохранности золота. Результаты как первичного (при приеме на работу), так и повторного ознакомления указанных работников заносятся в специальный журнал.

## **2. Обеспечение сохранности золота на золотодобывающих и объектах, установках, в золотоприемных пунктах и кассах**

2.1. Допуск людей на охраняемые объекты производится только по пропускам установленного образца.

2.2. Сотрудникам органов внутренних дел, обслуживающим горнодобывающие предприятия, выдаются вкладыши в удостоверение личности.

2.3. В ЗПК, на ШОФ (ШОУ, ЗИФ) или доводочных установках должны храниться образцы подписей всех лиц, имеющих право оформлять и подписывать документы, учитывающие накопление и прохождение золота, золотосодержащих концентратов и других продуктов через ЗПК, ШОФ (ШОУ, ЗИФ) или доводочную установку.

2.4. Помещения ЗПК должны располагаться, как правило, в отдельно стоящих зданиях и иметь прочные металлические или деревянные, обитые железом двери со смотровым окном, металлические решетки на окнах, пол, покрытый линолеумом или железом. ЗПК должны быть обеспечены для хранения золота сейфами или металлическими ящиками, прочно прикрепленными к полу или стенам, проверенными весами и разновесками, техническими средствами охраны, постоянной телефонной (радио) связью, средствами пожаротушения, тревожной сигнализацией и круглосуточной военизированной охраной.

Вход в помещения ЗПК лицам, не имеющим прямого отношения к приемке и сдаче золота или золотосодержащей продукции, строго запрещается.

2.5. Хранилища в помещениях ЗПК должны пломбироваться (опечатываться) в присутствии лица военизированной охраны и сдаваться под охрану. Сдача и приемка хранилищ в помещениях ЗПК оформляются двусторонними расписками в специальном журнале с указанием времени сдачи и приемки.

2.6. Входы в огражденные участки и специальные изолированные помещения (отделения) ЗИФ, ШОФ (ШОУ), где находится золотоизвлекающее оборудование, должны обеспечиваться техническими средствами охраны с установкой сигнальной сирены и по окончании работ закрываться на замок и пломбироваться.

Все работы по техническому обслуживанию золотоизвлекающих агрегатов, машин и устройств на обогатительных фабриках (ЗИФ, ШОФ, ШОУ), расположенных в специальных помещениях (отделениях) и на огражденных участках, должны производиться комиссией под руководством работника технического надзора.

2.7. Места открытого скопления золота и продуктов, насыщенных золотом, на действующих золотоизвлекающих устройствах должны быть ограждены, закрыты на замок и опломбированы. Ключи от замков, закрывающих места концентрации золота, контейнеры и т. д., пломбиры (печати) должны храниться у двух разных лиц, назначенных соответствующими приказами (распоряжениями) по предприятиям.

2.8. Технические неисправности золотоизвлекающих агрегатов, машин и устройств, создающие возможность хищения золота, подлежат немедленному устранению.

2.9. При остановке золотоизвлекающего оборудования, промывочных установок на длительный срок должна производиться полная зачистка агрегатов, машин, устройств и помещений от золотосодержащего материала с составлением акта о проверке качества проведенной зачистки.

Все собранные после зачистки золотосодержащие продукты и материалы должны быть отправлены на доработку или помещены в специальный контейнер, опломбированы и сданы на хранение.

2.10. Сполоск шлюзов, съемка и обработка золотосодержащих концентратов, материалов и свободного золота на промывочных установках, драгах, шлихообогатительных фабриках и установках и золотоиз-влекательных фабриках производится по графику работниками, проверенными в установленном

порядке через местные органы внутренних дел и прошедшими курс обучения по производству сполоска шлюзов, обработке золотосодержащих концентратов, обеспечению сохранности золота, имеющими специальный допуск на право производства этих работ в присутствии комиссии, состоящей не менее чем из 3 чел.

Рабочие, не имеющие при себе указанного допуска, к работе по своей основной профессии не допускаются

График и состав комиссии, назначаемой по согласованию с местными органами внутренних дел, утверждаются приказом по предприятию.

Рабочие по обработке золота и золотосодержащей продукции обеспечиваются специальной одеждой, не имеющей карманов, с плотно застегивающимися или завязывающимися рукавами, а также специальной обувью.

Для хранения рабочей спецодежды и специальной обуви администрация предприятия обязана предоставить в соответствии с требованиями санитарных норм специально оборудованные помещения или гардеробные.

2.11. По окончании работы на ЗИФ, ШОФ (ШОУ), в ЗПК и других специальных помещениях, связанных с обработкой золота и золотосодержащей продукции, рабочим запрещается выносить спецодежду и спецобувь за их пределы. Инженерно-технические работники, служащие и члены комиссии на время работы с золотом и золотосодержащей продукцией на ЗИФ, ШОФ (ШОУ) и ЗПК обеспечиваются дежурной спецодеждой и спецобувью.

2.12. Членам комиссии запрещается отлучаться с рабочего места. Члены комиссии несут полную ответственность за строгое соблюдение мероприятий, обеспечивающих сохранность золота при сполоске шлюзов, съемке и обработке золота и золотосодержащей продукции.

2.13. Съемка золота с промывочных приборов, драги гидравлических установок производится в виде концентрата, собираемого в специальные контейнеры или шлиховозы. О съемке концентратов золотосодержащей продукции составляется акт, который является основанием для заполнения Книги учета добытого золота и золотосодержащей продукции на горном участке, объекте, промывочном приборе, гидравлике, в артели старателей и т. п.

2.14. Контейнеры для сбора концентрата с промывочных устройств по своей конструкции и размерам могут изготавливаться как для ручной переноски, так и для перевозки их на автомашинах, тракторных прицепах и других транспортных средствах, оборудованных соответствующим образом ячейками или другими

крепежными средствами и специально предназначенных для этих целей.

2.15. Во избежание потерь и в целях предотвращения хищения золота конструкция контейнеров должна предусматривать плотное перекрытие крышками или специальными задвижками всех загрузочных (заливных) и разгрузочных (сливных) отверстий.

После заполнения контейнеров золотосодержащим концентратом все загрузочные и разгрузочные отверстия должны быть закрыты и опломбированы.

2.16. Контейнеры с золотосодержащей продукцией должны доставляться к месту назначения (ШОФ, ШОУ, ЗИФ) в сопровождении рабочих по обработке золота и золотосодержащей продукции, военизированной охраны на специально выделенном и оборудованном для этой цели транспорте.

2.17. По окончании промывочного сезона или при неполной отработке полигона в текущем промывочном сезоне в связи с явной нецелесообразностью демонтажа промывочных установок должна быть создана комиссия и произведен их осмотр.

2.18. Шлиховое золото после его извлечения из концентратов должно быть просушено, очищено, взвешено на проверенных в установленном порядке технических весах и сдано в ЗПК. Если ЗПК расположена в обособленном помещении, золото упаковывается в специальные мешочки. Мешочки и спецбанки пломбируются (опечатываются) двумя разными пломбами (печатами), хранящимися порознь у двух ответственных лиц, назначаемых руководителем предприятия (артели старателей).

2.19. Спецбанка вскрывается в ЗПК в присутствии сдающего лица и представителя военизированной охраны. Находящийся в спецбанке металл взвешивается, результат взвешивания заносится в Книгу учета приемки золота и золотосодержащей продукции ЗПК. На принятое золото составляется акт формы строгой отчетности.

При обнаружении несоответствия фактического наличия принимаемого золота и золотосодержащей продукции записям в сопроводительных документах и описи вложения комиссия обязана немедленно составить об этом акт с участием сдающего лица и представителя военизированной охраны. Указанный акт передается администрации предприятия для проведения в установленном порядке служебного расследования и принятия мер к розыску недостающего золота или золотосодержащей продукции. О выявленной недостаче информируются территориальные органы внутренних дел.

Приемку золота и золотосодержащей продукции в ЗПК разрешается производить только в специально выделенных для этой цели помещениях.

2.20. Золотосодержащие шлихи, сора и отдувы сдаются по акту формы строгой отчетности на ШОФ (ШОУ, ЗИФ) для последующей переработки и извлечения золота.

Хранение золотосодержащих шлихов непосредственно на золотодобывающих объектах разрешается только в затаренном виде (в деревянных или металлических контейнерах, ящиках, бочках и т. п.). ОтдУ® золота производится только в золотоприемных кассах предприятия.

Хранение золотосодержащих соров на ШОФ (ШОУ) и доводочных установках, а также их транспортировка и отдув в ЗПК должны производиться в соответствии с требованиями Инструкции по сохранности золота.

### ***3. Обеспечение сохранности золота при его транспортировке на внутренних перевозках предприятия***

3.1. Каждое золотодобывающее и золотоизвлекательное предприятие в целях обеспечения сохранности драгоценных металлов в период их съемки, сбора и транспортировки со своих объектов использует специальный сухопутный, водный или воздушный транспорт.

3.2. Специальный автотранспорт, зарегистрированный в соответствующем порядке в ГАИ, оборудуется приспособлениями для установки контейнеров, спецбанок, другой металлической тары и средствами их надежного крепления, удобными и безопасными местами для сидения лиц сопровождения, а при необходимости радио- или радиотелефонной связью.

3.3. Списки лиц, допущенных к управлению специальным транспортом и сопровождению его, а также маршруты транспортировки золота и золотосодержащей продукции согласовываются предприятием с местными органами внутренних дел.

3.4. Транспортировка золота и золотосодержащей продукции водным транспортом (на катерах, баржах, лодках и т. п.) производится в специальной таре, снабженной поплавками-указателями, предназначенными для определения места нахождения драгоценного металла в случае его потопления.

#### **4. Обеспечение сохранности золота при упаковке и отправке на аффинажные (металлургические) заводы**

4.1. Золото, принятое в ЦЗПК, упаковывается после его взвешивания в специальные полиэтиленовые, а затем двойные из плотной материи мешочки, отдельно по каждому предприятию и видам добычи (россыпное, рудное, попутное, из отходов).

4.2. При упаковке золота в ЗПК в каждый матерчатый мешочек вкладывается сопроводительный документ с указанием массы золота, наименования предприятия, на котором оно добыто, даты взвешивания и упаковки, фамилий всех членов комиссии и их должностей.

Сопроводительный документ должен быть подписан всеми членами комиссии.

4.3. Мешочки с золотом до отправки их на аффинажный завод должны храниться в ЦЗПК в опечатанном сургучной печатью или опломбированном сейфе, несгораемом шкафу (ящике). Ключ от сейфа, несгораемого шкафа (ящика) должен храниться у кассира-приемщика, а печать или пломбир - в спецчасти предприятия.

4.4. Мешочки с золотом, предназначенные для отправки на аффинажный завод, упаковываются в специальные ящики или баулы, которые перевязываются проволокой и опечатываются сургучными печатями или пломбируются ЦЗПК и спецчастью.

Масса посылки (брутто) не должна превышать 10 кг. На золото, отправленное на аффинажный завод, составляется опись-накладная в 3 экз. с указанием в ней номера мест (ящиков), данных анализа, химически чистой массы и рода металла. Опись-накладная подписывается начальником спецчасти, кассиром ЗПК и главным бухгалтером предприятия. Первый экземпляр описи-накладной вкладывается в ящик, второй передается в бухгалтерию предприятия, третий остается в ЦЗПК.

4.5. На каждой посылке указываются: оценка ее в рублях, масса (отдельно брутто и нетто), адрес получателя (название города, номер почтового ящика предприятия), адрес отправителя, порядковый номер посылки.

Передача посылок с золотом представителям спецсвязи производится по акту, составленному в 4 экз. и подписанному обеими сторонами, и может быть осуществлена лишь в том случае, если прием их производят не менее двух работников спецсвязи.

Со стороны предприятия акт о передаче посылок с золотом подписывается главным бухгалтером, начальником спецчасти и кассиром золотоприемной кассы.

Первый экземпляр акта оставляется у предприятия-отправителя, второй передается представителю спецсвязи, третий направляется вместе с другими сопроводительными документами в общем пакете предприятию-получателю и четвертый - соответствующему учреждению банка.

4.6. Отправка золота и золотосодержащей продукции из ЗПК в ЦЗПК и на аффинажные заводы осуществляется предприятиями по графикам и маршрутам, согласованным с органами внутренних дел и спецсвязью.

## **II. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОТБОРУ САМОРОДКОВ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**

### **И ПЕРЕДАЧИ ИХ в ГОХРАН НАЦИОНАЛЬНОГО БАНКА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН и ВЗАИМОРАСЧЕТАМ МЕЖДУ НАЦИОНАЛЬНЫМ БАНКОМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН и ПРЕДПРИЯТИЯМИ-ПОСТАВЩИКАМИ**

Утверждена постановлением Директората  
от 27 апреля 1995 г. N 249

#### ***1. Общие положения***

1.1. Самородки драгоценных металлов - это уникальные природные образования, возникшие в результате интенсивной локальной концентрации драгметаллов в ходе процесса рудообразования.

Настоящая инструкция пунктами 2.1 - 2.5. устанавливает технические требования к самородкам драгоценных металлов - золотым, серебряным, платиновым и платиновых металлов (в дальнейшем - самородки), подлежащим передаче в Гохран Национального банка Республики Казахстан (в дальнейшем Гохран) для сортировки, хранения и реализации.

1.2. Инструкция регламентирует порядок отбора самородков предприятиями и старательскими артелями, ведущими разведку и добычу драгоценных металлов на территории Республики Казахстан (в дальнейшем - предприятия-поставщики), их передачи в Гохран и взаиморасчетов между Национальным банком Республики Казахстан и предприятиями-поставщиками.

1.3. Масса самородка, которая приравнивается при учете и расчетах к массе драгоценного металла в чистоте, включает общую массу минералов драгоценных металлов и включений не драгоценных минералов, количество которых регламентировано пунктом 2.4. настоящей инструкции.

1.4. Порядок "подъема" самородков, их учета, хранения и транспортирования при проведении геологоразведочных и добычных работ определяются ведомственными нормативно - техническими документами при соблюдении требований, изложенных в пп.3.3. - 3.8. настоящей инструкции.



## **2. Технические требования**

2.1. Самородки золотые включают:

- скопления самородного золота неправильных форм массой 10 г и более;
- кристаллы самородного золота и их сростки массой 5 г и более.

2.2. Самородки серебряные, состоящие из самородного серебра или природных золотосеребряных сплавов (электрума, кюстелита и т. д.), включают:

- массивные скопления самородного серебра и его природных сплавов 30 г и более;
- кристаллы и сростки кристаллов, нитей самородного серебра и его природных сплавов массой 20 г и более.

2.3. К самородкам платины и платиновых металлов относятся естественные образования природных сплавов платины с железом (железистой платины, изоферроплатины, тетроферроплатины, самородной платины), платины с палладием и железом (палладистой платины), иридия с платиной (платинирида, иридоплатинида), иридия с осмием (осмирид, иридосмин), рутения с осмием и иридием (рутениридосмин), сульфидов и арсенидов платины и палладия (куперита, сперрилита и т. д.), представленные:

- скоплением минералов платиновых элементов (МПЭ) неправильных форм массой 2 г и более;
- кристаллами и сростками кристаллов МПЭ массой 1 г и более.

2.4. Количество включений недрагоценных минералов, которые не могут быть удалены без механического повреждения поверхности драгоценных металлов, по визуальной оценке не должны превышать от общего объема самородков массой:

- до 10 г - 25%;
- 10-25 г - 50%,
- 25 г и более - 75%.

2.5. Поверхности драгоценных металлов в самородках не должны иметь видимых невооруженным глазом повреждений технического происхождения (царапин, сколов, следов рубки,ковки, опиловки, сверления, амальгации, травления и т. п.).

Для самородков массой 100 г и более допускается наличие незначительных механических повреждений (царапин, сколов), не снижающих их коллекционной и коммерческой ценности.

2.6. Контрольный анализ химического состава драгоценных металлов в самородках следует производить по методике, исключающей нарушение их лицевой поверхности и товарного вида.

2.7. Самородки, не соответствующие техническим требованиям настоящей инструкции, передаются добывающим предприятиям на аффинаж, либо хранятся на предприятиях в течение года. За этот период предприятия изыскивают пути их реализации по ценам выше номинальной стоимости заключенного в них драгоценного металла. Реализация самородков производится через Гохран с разрешения Кабинета Министров республики. 50% выручки от реализации самородков перечисляется на счет предприятия-поставщика. Нереализованные в течение года самородки передаются добывающим предприятиям на аффинаж.

### **3. Отбор, взвешивание, учет, упаковка и транспортировка**

3.1. Отбор и поставка в Гохран самородков, отвечающих техническим требованиям настоящей инструкции, осуществляется предприятиями - поставщиками.

3.2. Объемы отгруженных в Гохран самородков включаются по их общей массе в объеме выполнения предприятиями-поставщиками договорных обязательств по поставкам драгоценных металлов.

3.3. При подготовке самородков к пересылке необходимо сохранять их естественный ненарушенный вид.

Удаление инородных включений, налетов, непрочно связанных с самородками корок и примазок необходимо производить с максимальной осторожностью путем ополаскивания самородков водой без применения механических усилий, приводящих к нарушению их поверхности. При обработке самородков не допускается применение молотков и металлических щеток, опиловка, зачеканка и высверловка.

Не допускается удаление минеральных включений, они должны полностью сохраняться. Необходимо сохранять корки и примазки на самородках, прочно связанных с их поверхностью.

Обработанные и промытые самородки высушиваются при температуре не выше 100 С.

3.4. Взвешивание каждого обработанного и высушенного самородка производится на весах, обеспечивающих точность взвешивания до 0,01 г.

В учетных документах масса самородков указывается до полных десятых долей грамма, т. е. без учета показаний весоизмерительного прибора менее 0,1 г.

3.5. Каждый взвешенный самородок упаковывается в отдельный пакет из бумаги или полиэтилена. Упаковка должна обеспечивать сохранность естественного вида самородка, в пакет вкладывается этикетка (приложение № 1) с указанием номера самородка и его массы.

3.6. Пакеты с самородками, отобранными из одной партии промышленного минерального концентрата драгоценных металлов или рудного тела месторождения, объединяются в отдельное место и укладываются в мешок из плотной бумаги или ткани. Каждое место снабжается ярлыком с указанием номера места, количества самородков и массы вложений в граммах, а также составляется спецификация (приложение № 2), в которой указываются:

- наименование предприятия-поставщика (месторождения);
- наименование драгоценного металла в самородках;
- номер места;
- порядковый номер каждого самородка и его масса в граммах;
- количество самородков вместе;
- суммарная масса вложения в граммах;
- тип месторождения;
- состав руд (пласта);
- условия нахождения самородков;
- дата упаковки.

Спецификация вкладывается в посылку с самородками.

3.7. Пакеты с самородками укладываются в фанерный (деревянный) ящик, который помещается в мешок из плотной цельной ткани, швы мешка должны быть расположены внутри и не иметь просветов. Горловина мешка плотно обвязывается и прошивается цельным, без узлов, шпагатом, концы которого продеваются в отверстия деревянной дощечки с углублением для сургучной печати. Посылка опечатывается сургучной печатью отправителя и снабжается ярлыком, на котором указываются адреса отправителя и получателя без сокращений и оценочная стоимость посылки в тенге. Оценочная стоимость самородков устанавливается предприятием-поставщиком по действующим расчетным ценам на его основную продукцию.

3.8. в сопроводительном письме к посылкам с самородками, пересылаемым в Гохран, должно быть указано:

- наименование предприятия-поставщика;
- наименование драгоценного металла в самородках;
- количество посылок;
- вид упаковки;
- количество мест в каждой посылке;
- масса в граммах каждого места;
- общее количество мест в партии;
- суммарная масса партии в граммах;
- оценочная стоимость (в тенге);
- дата отправки.

Сопроводительное письмо подписывается руководителем и главным бухгалтером предприятия.

3.9. Копии ярлыков, спецификаций, сопроводительных писем на отправленные самородки должны храниться в спецфондах предприятия.

3.10. Поставщик производит отправку посылок с пакетом сопроводительных документов в Гохран через спецсвязь Министерства связи Республики Казахстан по реестру (приложение N 3) на договорной основе. Допускается доставка самородков драгметаллов в Гохран работниками предприятия-поставщика на специальном транспорте в сопровождении охраны.

#### ***4. Прием, экспертная оценка и взаиморасчёты***

4.1. Прием, сортировка, экспертная оценка и подготовка к выдаче для реализации самородков производится Гохраном в соответствии с инструкциями Национального банка Республики Казахстан при соблюдении требований, изложенных в пп.4.2. - 4.4. настоящей инструкции.

4.2. Прием посылок с самородками в Гохране включает предварительный и окончательный прием.

4.2.1. Предварительный прием самородков осуществляется по количеству мест согласно документам сдатчика. По результатам предварительного приема составляется акт предварительного приема в пяти экземплярах (приложение N 4): 1-ый экземпляр акта остается в Гохране, 2-ой и 3-ий - направляются в Национальный банк Республики Казахстан, 4-ый - поставщику, 5-й - НАК "Алтыналмас".

По этому акту Гохран зачисляет самородки драгметаллов по их оценочной стоимости на соответствующие счета и представляет сведения в департамент бухгалтерского учета и отчетности и в департамент по работе с золотым запасом Национального банка Республики Казахстан.

4.2.2. Окончательный прием самородков по количеству, массе, соответствию техническим требованиям настоящей инструкции осуществляется экспертной комиссией Гохрана, в состав которой входят эксперты из фондового отдела, отдела химико-аналитической экспертизы и отдела контроля за сохранностью ценностей, с привлечением, при необходимости, высококвалифицированных специалистов-минералогов Министерства геологии и охраны недр в срок, не превышающий 15 рабочих дней со дня приема самородков Гохраном.

Приемный контроль химического состава самородков производится в Гохране по методике, исключающей нарушение лицевой поверхности драгоценных металлов и товарного вида самородков.

4.2.3. При возникновении расхождения по массе самородков: до 10 г свыше 0,1 г; 10-25 г свыше 0,2 г и более 25 г свыше 0,5 г для рассмотрения разногласий приглашается представитель предприятия-поставщика.

4.2.4. По результатам экспертной оценки самородков драгметаллов производится расчет их балансовой стоимости и оформление окончательного приема в пяти экземплярах: 1-й экземпляр акта остается в Гохране, 2-ой и 3-ий - направляются в Национальный банк Республики Казахстан, 4-ый - поставщику, 5-ый - НАК "Алтыналмас".

Расчет балансовой стоимости самородков производится индивидуально по каждому принятому самородку в соответствии с утвержденным классификатором и расчетными ценами на основную продукцию предприятия-поставщика, действующими на день поступления самородков драгметаллов в Гохран.

На основании акта окончательного приема осуществляются окончательные взаиморасчеты с предприятиями-поставщиками.

4.3. Самородки, не соответствующие по заключению экспертной комиссии Гохрана техническим требованиям настоящей инструкции, возвращаются предприятию-поставщику для передачи на аффинаж. При этом составляется акт несоответствия техническим условиям самородков драгоценных металлов (приложение № 6) в двух экземплярах. Один экземпляр акта остается в Гохране, другой вместе с самородками через спецсвязь передается предприятию - поставщику.

4.3.1. Возврат предприятиям-поставщикам самородков, не соответствующих техническим требованиям настоящей инструкции, осуществляется в течение одного месяца после завершения их окончательного приема и включает объединение, взвешивание и упаковку самородков.

При подготовке к возврату могут объединиться в одно место самородки, поступившие в одной партии от одного предприятия-поставщика.

Возврат предприятиям - поставщикам самородков драгметаллов, не соответствующих техническим условиям, допускается через их работников.

Расходы по упаковке и возврату самородков возмещаются за счет предприятия-поставщика.

4.4. Подготовка самородков к выдаче для реализации музеям и на специализированных аукционах осуществляется Гохраном после экспертной оценки по распоряжению Национального банка Республики Казахстан в соответствии с "Положением о порядке распределения, отпуска и использования драгоценных металлов и драгоценных камней, содержащихся в Гохране Национального государственного банка Республики Казахстан", утвержденного Постановлением Президиума Верховного Совета Республики Казахстан от 13 апреля 1992 года N 1283-XII.

### **III. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ПРОМПРИБОРАХ И ШЛИХООБОГАТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

Случаи травматизма при монтаже и обслуживании промывочных приборов, а также при работах, связанных с доводкой концентратов, происходят по разным причинам.

Для предотвращения несчастных случаев необходимо неукоснительно соблюдать правила безопасности, которые изложены в инструкциях по безопасным методам работ для рабочих, занятых на открытых горных работах.

#### **Общие положения по технике безопасности для руководителей предприятий по разработке россыпей и рабочих всех профессий**

1. Все рабочие, поступающие на предприятие, подлежат предварительному медицинскому освидетельствованию, а работающие непосредственно на открытых горных работах - периодическому освидетельствованию на предмет их профессиональной пригодности.

К работе по профессии допускаются лица, которым она по состоянию здоровья не противопоказана.

2. Рабочие, поступающие на предприятие (в том числе и на сезонную работу), должны пройти с отрывом от производства предварительное обучение по технике безопасности в течение 3 дней (ранее работавшие на аналогичных предприятиях и рабочие, переводимые на работу по другой профессии - в течение 2 дней). Они должны быть обучены правилам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, применения первичных средств пожаротушения, индивидуальных средств защиты и сдать экзамены по утвержденной программе комиссии под руководством главного инженера (технического руководителя) предприятия.

3. При внедрении новых машин, оборудования, технологических процессов и методов труда, а также при изменении требований или введении новых правил и инструкций по технике безопасности все рабочие должны пройти инструктаж в объеме, установленном руководством предприятия.

При переводе рабочего на выполнение разовых работ на период не более одной смены, не связанных с основной деятельностью, он должен пройти целевой инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Запрещается допуск к работе лиц, не прошедших предварительного

обучения.

Повторный инструктаж по технике безопасности должен проводиться не реже 2 раз в год с регистрацией в специальном журнале.

4. Всем рабочим должны быть под расписку выданы администрацией инструкции по безопасным методам работы по их профессии.

5. Каждый вновь поступивший рабочий после предварительного обучения по технике безопасности должен пройти обучение по профессии в объеме и сроки, установленные программами, и сдать экзамен. Лиц, не прошедших обучение и не сдавших экзамены, запрещается допускать к самостоятельной работе.

6. Рабочие должны строго выполнять правила внутреннего трудового распорядка предприятия, соблюдать производственную и технологическую дисциплину, нормы, правила и инструкции по охране труда, а также соблюдать установленные требования обращения с машинами и механизмами. Рабочие также обязаны соблюдать порядок действий в случае аварии на производственном объекте, проходить подготовку и аттестацию, участвовать в проведении работ по ликвидации аварии в установленном на предприятии порядке, точно исполнять распоряжения и указания лиц технического надзора.

7. Рабочие обязаны во избежание несчастных случаев работать только в установленное время в установленном месте и выполнять работу, полученную по наряду или по распоряжению лиц технического надзора.

8. Рабочие должны добросовестно относиться к выполнению порученной работы, следить за сигналами, имеющими отношение к их непосредственной работе, за сигналами, предупреждающими о возникновении опасности, и быть внимательными к личной безопасности. Каждый неправильно поданный или непонятный сигнал воспринимать как сигнал «Стоп».

Запрещается при работе допускать риск и лихачество даже в целях ускорения выполнения работы.

9. Каждое рабочее место, станок, машина перед началом работы и в течение смены обязательно осматриваются мастером (механиком) или по их поручению бригадиром, которые не должны допускать производства работ при наличии нарушений правил безопасности.

Запрещается выдача нарядов на работу в места, где имеются нарушения правил безопасности, кроме нарядов по устранению этих нарушений.

10. Каждый рабочий должен до начала рабочей смены удостовериться в безопасном состоянии рабочего места, проверить исправность освещения,



предохранительных средств, устройств, защитных ограждений, инструмента, индивидуальных средств защиты, сигнальных устройств, требующихся для работы.

Обнаружив недостатки, которые сам рабочий устранить не может, он, не приступая к работе, обязан сообщить о них лицу технического надзора.

11. В случае возникновения опасности необходимо принять меры к ее ликвидации, а при невозможности ликвидировать опасность своими силами быстро сообщить о ней бригадиру, мастеру или представителю администрации.

По окончании рабочей смены рабочий обязан убрать свое рабочее место и предупредить своих сменщиков о выявленных признаках возможных опасностей в работе, происшедших неполадках и неисправностях в работе машины и мерах, принятых по их устранению.

12. Перед пуском и началом движения механизмов и машин обязательна подача звуковых сигналов. Сигналы должны быть слышны (видны, если сигнал световой) всем работающим в зоне действия машин и механизмов. Со значением сигналов должны быть ознакомлены все работающие.

Перед пуском механизмов или машин рабочий обязан убедиться в безопасности находящихся поблизости людей.

Запрещается включать машины и механизмы и управлять ими рабочим, которым данная работа не поручалась.

13. Запрещается отдых или самовольное хождение вблизи действующих механизмов, машин, ремонтируемого оборудования, нахождение или отдых непосредственно в забоях и у откосов уступа, на транспортных путях, в пределах призмы обрушения на уступах, работать на уступах при наличии нависающих «козырьков», глыб, крупных валунов.

14. Необходимо использовать и своевременно сдавать в ремонт полученные на предприятии спецодежду, спецобувь и индивидуальные средства защиты. Спецодежду перед работой следует заправлять так, чтобы она не могла быть захвачена вращающимися или движущимися частями механизмов и машин. Рукавицы должны надеваться при работе с ручным, ударным, рубящим и другим инструментом, при монтажно-демонтажных и других работах. Во избежание захвата нельзя пользоваться рукавицами при работе на токарных и сверлильных станках.

Предохранительными очками и щитками необходимо пользоваться при всех видах работ, когда имеется малейшая опасность повреждения глаз осколками инструмента или обрабатываемой детали либо световыми излучениями.

15. При получении травмы каждый рабочий должен быстро и умело оказать первую помощь себе или пострадавшему товарищу и сообщить о случившемся лицам технадзора или ближайшим рабочим в целях вызова медицинской помощи и представителей администрации предприятия для расследования случая.

16. К работе по обслуживанию промприборов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие теоретическое и практическое обучение и инструктаж; по технике безопасности, имеющие соответствующее удостоверение на группу допуска по обслуживанию электроустановок не ниже второй.

17. Все находящиеся в работе промприборы должны иметь исправные сигнальные устройства, аппаратуру управления механизмами, надежные лестницы, трапы, перила, переходные мостики, навесы над переходами под работающим оборудованием, хорошее, согласно существующим нормам освещение, комплект исправного инструмента.

Исправность промприборов должна проверяться ежемесячно мотористом-оператором, горным мастером или бригадиром, ежемесячно - механиком предприятия. Результаты проверки должны записываться в журнал.

18. Конвейерно-скрубберные промприборы должны быть оборудованы сигнализацией, тормозными устройствами, препятствующими обратному движению ленты; ограждениями доступных движущихся частей скруббера, приводных, натяжных станций и головных барабанов конвейеров, ограждениями валов электродвигателей и редукторов; очистителями лент и барабанов; направляющими роlikоопорами и роliками для центрирования ленты; прочным грохотом над приемным бункером (при подаче песков колесным скрепером или автосамосвалом).

Ограждения приводных и натяжных станций ленточных конвейеров должны иметь электрическую блокировку с приводом электродвигателей конвейера, предотвращающую работу привода при снятом ограждении.

Конвейерные линии промприборов (за исключением стакера), кроме того, должны иметь:

- устройство для аварийной остановки конвейера из любой точки по его длине;
- блокирующие устройства, исключающие возможность дистанционного пуска после срабатывания защиты конвейера;
- устройство, отключающее конвейер в случае остановки ленты при включенном приводе;

- устройства, препятствующие боковому сходу ленты, и датчики от бокового схода ленты, отключающие привод конвейера при сходе ленты более 10% ее длины;

- местную блокировку, предотвращающую пуск данного конвейера с пульта управления;

- устройства, улавливающие грузовую ветвь при ее срыве.

19. Гидромониторы гидроэлеваторных и землесосных промприборов должны иметь задвижку для отключения от питающего трубопровода. В случае применения гидромониторов с дистанционным управлением и задвижек с электроприводом управление гидромонитором и задвижкой должно осуществляться с одного пульта управления.

20. Трубопроводы должны укладываться на прочных устойчивых опорах. При прокладке по откосу трубопровод должен быть заанкерован не реже чем через 20-30 м по высоте.

Площадки насосных и землесосных установок должны иметь плотный деревянный настил, навес и перила высотой 1 м. Ширина проходов между оборудованием и перилами должна быть не менее 1 м.

21. Для переходов через трубы должны оборудоваться специальные мостики, а для хождения вдоль трубопроводов к насосной установке - удобные дорожки.

22. На землесосных установках пульповоды и водоводы должны оснащаться обратными клапанами.

23. Гидромониторы должны устанавливаться на ровной площадке с деревянным настилом и навесом для защиты рабочего места от дождя и ветра

С рабочего места гидромониторщика должен быть хороший обзор доставляемых песков и места дезинтеграции их на грохоте зумпфа, а также достаточный обзор гидровашгерда и галечного отвала.

Гидромонитор должен иметь ограничитель поворота ствола. На рабочем месте гидромониторщика должен быть оборудован кнопочный пост аварийного отключения насоса.

24. Рабочее колесо насоса (землесоса) и муфта сцепления должны быть хорошо отбалансированы, а электродвигатель отцентрирован. Износ трущихся поверхностей землесоса и трубопровода не должен превышать допустимого техническим паспортом.

Гидравлическое оборудование промприборов до пуска в эксплуатацию

должно быть испытано на давление, превышающее нормальное рабочее: для труб - на 30%, для насосов и землесосов - на 50%.

25. От высоковольтной линии электропередачи гидромонитор должен быть расположен на расстоянии не менее 2-кратной дальности полета струи.

26. На промприборах, предназначенных для осенне-зимней эксплуатации, должны соблюдаться безопасные проходы между стенками утепляющего каркаса и техническим оборудованием. Шлюзы в головной части должны ограждаться специальными козырьками, предотвращающими выброс брызг и образование наледи на трапах.

27. Территория участка на расстоянии не менее полуторной дальности полета струи гидромонитора должна быть ограждена знаками, предупреждающими об опасности пребывания здесь людей.

28. Борты обрабатываемых полигонов у мест установки промприборов не должны иметь уклонов, превышающих угол естественного откоса.

29. На свеженамытых вязких эфельных отвалах должны быть знаки, предупреждающие об опасности.

30. В случае грозы пребывание у промприбора обслуживающего персонала не допускается, работа на промывочном приборе должна быть прекращена, а электрокабели обесточены.