

549.1
C40

П. С. Сасим.

~~549.1~~
~~C40~~

~~549.1~~

МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ШЛИХОВ.

~~549.1~~
5633

~~549.1~~
~~БИБЛИОТЕКА~~
~~ОТДЕЛ~~
~~ПОДГОТОВКИ~~

~~БИБЛИОТЕКА~~
~~ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО~~
~~ГЕОЛОГО-ГИДРО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ТРЕСТА~~
~~ТОМСК~~

~~ПОДАЧЕНО~~
~~БИБЛИОТЕКА~~
~~ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ~~
~~ТОМСК~~

ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ИЗДАНИЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО
ГЕОЛОГО-ГИДРО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ТРЕСТА
ТОМСК — 1934.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
1. Введение	3
2. История и значение изучения шлихов	4
3. Методика сбора шлихов	8
Общие понятия об образовании россыпи и шлиха	8
Употребляемые при промывке шлихов приспособления	11
Промывка шлихов	15
4. Методика обработки шлихов	15
Магнитная сепарация	17
Электромагнитная сепарация	18
Отделение легкой фракции от тяжелой	20
Минералогический анализ	22
Порядок записи шлихов и расположение их при составлении отчетов	24
Необходимое для сбора и обработки шлихов оборудование	26
5. Заключение	27
6. Литература	28

Горлит № 1065—1/VIII—34 г. Сдано в набор 1/VIII—34 г. Подписано к печати 17/IX—34 г. Объем 1 $\frac{3}{4}$ п. л. 57408 зн. в печ. л. Статф. 148×210/16 Тираж 490 экз. Заказ № 7152—34 г. 3-я Трансжелдориздата. Томск, Типографский пер. № 6.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Систематический сбор и минералогическая обработка шлихов в СССР впервые ставится Ленинградским Геологическим Комитетом в 1927 г. по почину старш. геологов В. К. Катульского и С. С. Смирнова. В Сибири инициатором этого дела был И. К. Баженов, и 1930 год может считаться первым годом возникновения новой отрасли прикладной минералогии в Азиатской части Союза. Настоящая работа и представляет из себя первый опыт в деле изучения шлихового материала, находящегося в распоряжении геологов Западно-Сибирского края.

Естественно, что впервые приступая к анализу, мы пользовались приемами ленинградских специалистов, для ознакомления с которыми я был командирован в 1930 г. в Ленинград. Однако, в процессе работ, выявилась рациональность некоторых изменений и упрощений методов, применявшихся русскими и иностранными предшественниками. В виду последнего обстоятельства будет, вероятно, не лишним предпослать специальной части, трактующей, главным образом, о полученных результатах, краткое описание употребляемых нами приемов обработки шлиха. К получившемуся таким образом введению были добавлены, в очень сжатой форме, история шлихового анализа, значение его при решении вопросов геологии, в поисковом деле и другие части, что в совокупности составило «общую часть» работы. В целях удобства в специальной части отчета делается еще ряд сообщений, представляющих сами по себе вполне законченное целое, по отдельным ценным объектам. Такие сообщения делаются по золоту, платине, шеелиту и вольфраму, монашиту, касситериту, циркону и др. объектам. Точно также «общей части» придан характер отдельного сообщения. К сожалению, время и объем работы позволяют только в общих чертах коснуться теоретических основ «шлихового анализа», а равно и открываемых этим методом перспектив исследования осадков в области геологии. При этом надо отметить, что поскольку моя минералогическая работа протекала, главным образом, в направлении изучения редких и редкоземельных минералов, постольку и в общей части рассматриваются проблемы, главным образом, в той же плоскости. В частности, это заставляет ограничиться почти исключительно «шлиховым анализом» тяжелых минералов, не касаясь обработки «осадков вообще».

В заключение выражаю благодарность проф. А. В. Лаврскому и проф. М. А. Усову, за просмотр рукописи и весьма ценные указания и критику по работе, проф. И. А. Соколову за просмотр рукописи магнитной и электромагнитной сепарации, и определение подъемной силы электромагнита, проф. И. К. Баженову за помощь в организации и осуществлении этих работ, и популяризацию идей этого метода инж. В. П. Ключику за доставку первого шлихового материала,

К. П. Пучковской, Е. П. Свинцовой и В. З. Ламакину за активное участие в выполнении работ 1931 года; М. Н. Кочкину, К. П. Пучковской, Е. Н. Карповой, П. П. Горезанову, В. И. Орловой и Л. Н. Филатовой за активное участие в выполнении работ 1932 г.

II. ИСТОРИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ШЛИХОВ.

Работами английского геолога Sorby (15) в конце семидесятых годов XIX в. (1879 г.) были намечены первые контуры науки об осадочных породах—«петрологии осадков». Начиная с этого момента, вплоть до наших дней, целая плеяда ученых, среди которых выделяются имена Retgers, Thomas, Bonney, Marr, Watts, Milner (9, 10, 11) и др., продолжают разрабатывать приемы и методы петрографического и минералогического исследования осадков, достигая блестящих результатов, обогативших геологию новыми принципами в области стратиграфии, палеогеографии, палеоклиматологии и пр. Вместе с тем, их трудами, наука об осадочных породах была выведена из пределов чистого академизма в область прикладной геологии. В этой сфере она, прежде всего, нашла себе применение в нефтяном деле, дав научное обоснование расшифровке мертвых, в отношении фауны и флоры, осадков нефтяных бассейнов. Особенно широко пользуются ее методами американские и английские практики, после появления работы V. C. Illing'a (4) (1915 г.), о стратиграфии нефтеносных отложений южной части острова Тринидад, где этой работой автор наглядно доказал экономическую эффективность приложения минерало-петрографического анализа при поисках и разведках на нефть. В дальнейшем анализ, несколько модифицируясь, находит себе применение в стекольном, литейном деле, строительном деле и в сфере поисков редких и редкоземельных минералов. Пионерами этой последней области являются американцы, проводившие грандиозное исследование, так называемых, «черных» песков Тихоокеанского побережья С. А. С. III. Встретившиеся затруднения, способы их преодоления и полученные практические результаты нашли себе наиболее полное отражение в труде Дэвида Дея и Роберта Ричардса (3), к которому и отсылаем интересующихся.

Так как почти все ценные минералы песков отличаются большим удельным весом, нежели другие основные компоненты россыпи, то американцы уделили преимущественное внимание не пескам в целом, а наиболее тяжелой фракции песков—«шлиху». Таким образом и было положено начало тому, что мы называем «шлиховым анализом». Последний распадается на ряд операций, а именно: сбор шлиха; выделение из шлиха отдельных минералогических объектов; детальное изучение свойств и определение, на основании совокупности всех собранных в поле и лаборатории сведений, промышленной ценности изучаемой россыпи; условия ее образования; типу породы или пород, из которых россыпи произошли; дальность переноса шлиховых минералов от материнского тела; вероятный характер коренного источника ископаемого и целый ряд других вопросов.

Не пускаясь в детализацию круга идей этого порядка, следует отметить, что «шлиховой анализ» и «анализ шлиха» понятия существенно

разные. Задача первого—выяснение генезиса россыпи в целом и отдельных ее частей в частности, путем выделения шлихов, тип которых служит критерием для дальнейших геолого—петрографических построений. Задача второго—выяснение состава данного шлиха, путем разложения на минералы, его слагающие. Здесь же мы должны отметить, что в нашем толковании «шлих» вовсе не означает остатка от промывки, характеризующегося черным цветом. Под «шлихом» мы понимаем скопление минералов с уд. весом более 3, практически, однако, всегда «загрязненных» минералами легчего уд. веса.

Кроме вышеуказанной работы американцев, для всякого желающего работать в области «шлихового анализа», необходимо ознакомиться с трудами Мильнера (9, 10, 11), давшего подробное описание методов полевого и лабораторного исследования осадков вообще и шлихов в частности, и с богатой иностранной литературой, преимущественно, на английском языке. Из всей этой литературы на русский язык переведен лишь труд В. Шеллера и А. Пауля (23), имеющий отношение к рассматриваемому кругу вопросов постольку, поскольку речь идет об определении редкоземельных минералов химическим путем. На русском языке литература собственно по шлиховому анализу ограничивается до сих пор сообщением Е. А. Вороновой и Т. В. Зеeman (19). Это сообщение затрагивает только вопросы обработки собранных шлихов и обладает рядом довольно существенных недостатков. Полное отсутствие специальной литературы на русском языке связано с тем недавним применением производством этого метода у нас.

Закончив на этом наш чрезвычайно краткий обзор истории, мы перейдем к той роли, какую шлиховой анализ может сыграть в деле изучения природных богатств Союза. Следует отметить, что в своей работе мы уделяли большое внимание поисковым работам на редкие и редкоземельные минералы. Если мы рассмотрим процесс образования песков, а с ними, мы главным образом, и будем иметь дело, то сможем отметить факт большого накопления в них стойких от выветривания и механического раздробления минералов, по сравнению с процентным содержанием таковых в общей массе разрушенных пород. С этой точки зрения пески являются уже своеобразным концентратом стойких минералов, в том числе минералов шлиховой группы. Отложение этих последних будет связано, однако, с некоторыми особенностями. Поскольку они отличаются большим уд. весом, постольку они местами будут скопляться в песках и давать россыпи. Последние, в зависимости от условий образования, в ряде случаев могут отличаться более высоким содержанием ценного ископаемого, чем его коренное месторождение. А так как на сортировку материалов текучими водами оказывают влияние величина зерна, уд. вес и форма, то мелкие кусочки тяжелых тел обязательно будут распределены в виде хотя бы незначительной примеси на всем пространстве отложенных песков. Для нас здесь важны два момента: присутствие минерала в рассеянном виде на площадях, несравнимо огромных по отношению к площадям выходов коренных м-ний, и относительная простота отыскания тех участков, где % содержания тяжелых частиц должен быть повышенным. При шлиховом методе поисков все эти явления влияют только в одну сторону—в сторону увеличе-

ния шансов на нахождение полезного ископаемого. Действительно, получая из песка путем промывки шлик, т. е. занимаясь «обогащением» пробы, мы тем вернее заподличим в шлик ценный минерал, чем больше площадь, на которой он рассеян, чем больше проб взято на этой площади и чем больше наносов породы берем мы для промывки. Практически, однако, для целей предварительных поисков незачем обременять маршрут излишним взятием проб и, с другой стороны, достаточно промывать 12-15 кг песков, чтобы в шлик попали незначительные, но определимые под бинокулярной лупой дозы ценного минерала. Особенно же поиски будут успешны, если взятие пробы будет происходить в обогащенных зонах, работы будут развернуты на большой площади и сборщиками шлик будут лица, имеющие некоторый навык в этом деле.

Теперь посмотрим, с какими минералами встречались мы при обработке шлик. Приводим здесь лишь краткий их перечень: анатаз, апатит, берилл, брукит, висмутин, висмутит, вольфрамит, гадолинит, галенит, гематит, гранат, золото, ильменит, касситерит, киноварь, колумбит, корунд, магнетит, молибденит, монацит, нефьянскит, оранжит, ортит, ториацит, турмалин, пирит, пирротин, платина, рутил, сфен, сысерскит, фергусонит, хромит, циркон, шеелит, шпинель и др. Достаточно отметить золото, платину, соединение вольфрама, молибдена, олова, бериллия, тория и редких земель, чтобы показать, с каким ценным для страны сырьем мы имеем дело.

Ставя сбор шлик на значительном пространстве и нанося на карту данные о роде ископаемых и количественном содержании их во взятых пробах, легко выявить участки, имеющие вероятное промышленное значение, а потому заслуживающие детальных геолого-поисково-шлиховых исследований. С другой стороны, такая карта позволит нащупать и коренные м-ния минерала. Наконец, по типу шлик можно грубо судить о составе горных пород данного района и даже о вероятной рудоносности его вообще.

Если сравнивать предлагаемый метод поисков на редкие и редкоземельные минералы с обычно применяемыми, то легко заметить основное его преимущество. В нем почти совершенно уничтожен элемент случайности, тогда как открытие м-ния на базе обще-геологических соображений до сих пор продолжает носить характер счастливой находки. Шлиховой метод является незаменимым там, где обнажение коренных пород из под почвенного и растительного покрова незначительно. Этот метод является наиболее быстрым и дешевым способом поисков на указанную группу полезных ископаемых, представляющих из себя ценнейшее сырье для нашей промышленности.

Шлиховой метод является особо пригодным для Сибири, с ее громадными, трудно проходными пространствами. Для того, чтобы подтвердить такую оценку, достаточно сослаться на пример американцев, открывших этим способом богатые россыпи монацитов, на японцев, рационализировавших разработку своих россыпей магнетитов, на опыт английских геологов и, наконец, на результаты работ Минералогической шлиховой лаборатории Зап. Сиб. ГГГРеста. За время с 1931 г. по 1932 г., т. е. около двух лет, нами найдено:

500 точек с монацитом,

150 » с вольфрамовыми рудами,

50 точек с касситеритом,

30 » с киноварью,

10 » с платиной и платиновой группой,

8 » с фергусонитом,

не считая других весьма ценных объектов; причем, как видно из специальных, мною опубликованных, сообщений по отдельным видам минералов, эти точки раскиданы на громадной площади. Для большинства из них открытие полезного ископаемого не было известно и даже не подозревалось. Воздерживаясь в настоящий момент от оценки промышленного значения всех этих м-ний, мы все же считаем крупным достижением тот факт, что за 2 года установлено широкое распространение редких и редчайших элементов по Сибири, и в частности, наличие касситерита, мировые запасы которого иссякают, по мнению крупных авторитетов.

По вышеизложенному далеко не исчерпывается значение шлихового анализа, или даже хотя бы метода поисков по шликам в поисково-разведочном деле Союза. Союз и, в особенности, Сибирь обладает громадными, малонаселенными, труднодоступными, далеко отстоящими от промышленных центров, слабо исследованными пространствами, при всем этом еще с мощными растительными покровами. При таком положении здесь весьма важным направлением горной промышленности, в ближайшем будущем, является разработка ценных, легко выдерживающих перевозку руд и минералов, т. е. как раз тех объектов, из которых большинство входит в группу «шлиховых». Для более или менее серьезного поискового изучения этих площадей обычными методами потребуются, не говоря о расходах, огромное количество высококвалифицированного персонала, в котором чувствуется недостаток и долгие годы работы. Если этому противопоставить, что для сбора шлик в поле не нужно особой квалификации, а только геологическая грамотность, некоторые практические навыки и инструктаж, что благодаря этому особых затруднений в нахождении полевых работников не будет, что в ряде мест можно использовать краеведческие и общественные организации; что для обработки собранных материалов потребуются сравнительно небольшое число высококвалифицированных работников, то значение метода станет еще отчетливее. Собранные полевыми партиями данные, нанесенные в обработанном виде, на особые «шлиховые» карты, позволят быстро и экономно выявить районы, как подлежащие детальным поискам и геологиче-ской в первую очередь, так и возможно промышленные. Сама детальная работа, по нашему мнению, должна тоже сопровождаться сбором шлик и обработкой их по возможности на месте, чтобы руководствоваться результатами этих последних, более надежных, анализов. Этот наш взгляд на необходимость иметь в составе поисково-разведочных партий свою полевую минералогическую лабораторию, побудил нас в общей части особенно подробно остановиться на упрощенных методах обработки шлика и дать подробное их описание.

Сводя все сказанное о значении метода поисков по шликам и о «шлиховом анализе» воедино, мы могли бы дать следующую общую формулировку. В рассматриваемой нами сфере его применения (поиски редких и редкоземельных минералов), он, не давая полной характеристики района, все же позволяет сделать выводы достаточно точные для предварительных

соображений о литологическом составе пород, вероятном характере общего оруденения и, самое главное, о вероятном промышленном значении и-ний полезных ископаемых из группы шлиховых минералов, т. е. о ценнейшем для нашей промышленности и обороны страны, сырье. И надо заметить, что сырье такого рода импортируется из-за границы, хотя есть все предпосылки на обилие его в настоящее время в Союзе. Эти предварительные поиски могут быть проведены сразу на громадных площадях и обойдутся дешевле какого бы то ни было иного метода и будут произведены в гораздо меньший срок. Как правило, шлиховая съемка должна предшествовать геологической, а поисково-разведочные работы сопровождаться сбором шлихов и их предварительной обработкой на месте.

III. МЕТОДИКА СБОРА ШЛИХОВ.

Общие понятия об образовании россыпи и шлиха.

Выходя на дневную поверхность, горные породы подвергаются значительным изменениям, разрушению или выветриванию. Это выветривание происходит от резкого изменения температуры, под действием воды, растворов, ветра и других агентов разрушения. В результате выветривания монолитные тела горных пород, слагающие земную кору, распадаются на отдельные глыбы, куски, обломки и мелкие пылеобразные частицы. Этот процесс медленно и неуклонно подвигается вперед, а в конечном результате всякая горная порода на дневной поверхности распадается на составные части-минералы. Многие минералы при этом на дневной поверхности являются неустойчивыми, изменяются, ускоряя часто процесс выветривания. Некоторые из них легко переходят в раствор и перемещаются в вертикальном и горизонтальном направлении циркулирующими водами. Устойчивые от разрушения минералы, разного уд. веса, накапливаются в виде рыхлого материала. Этот рыхлый материал сам по себе может до некоторой степени дифференцироваться по уд. весу. Процессу дифференциации способствуют вода и ветер. Более легкие минералы легче подхватываются водой и ветром и переносятся на другие, часто весьма отдаленные, участки. Сила воды и ветра также является величиной переменной, поэтому подхваченные частицы в свою очередь претерпевают своего рода дифференциацию и размещаются на новых местах по уд. весу. Когда в перестроенных, таким образом, вторичных рыхлых материалах (песках) находятся ценные для человека минералы, то такие пески называются россыпями. Примером могут служить золотые россыпи Урала, Сибири, Калифорнии, содержащие самородное золото; платиновые россыпи Урала, содержащие самородную платину; монацитовые россыпи Бразилии (монацит Ce PO_4 , содержащий Th Si O_4) и т. д.

Скопление в россыпях минералов с уд. весом более 3, называется шлихом*).

*) Зап. Сиб. Отд. Союзредметгеоразведки за последнее время широко практикует истирание руд и пород, с последующей соответствующей их промывкой. По такому материалу в Зап. Сибири (Кузнецкий Алатау) установлено три пункта с касситеритом.

Россыпи имеют практическое значение потому, что из них много легче (т. е. экономически выгоднее) добывать находящиеся в них в небольшом количестве полезные минералы, чем получать их из плотной твердой породы. В этих россыпях количество полезных ископаемых минералов обычно ничтожно. Россыпи, заключающие $n \times 10^{-4} \%$ золота, являются уже им богатыми; разрабатываются россыпи, заключающие $n \times 10^{-5} \%$ и меньше, в зависимости от ценности продукта. Россыпи, обычно, богаты глинистыми частицами и большими обломками горных пород, не распавшихся на составляющие их минералы; они незаметно входят в глинистые образования. По своей структуре россыпи распадаются на рыхлые, современные россыпи и химически сцементированные или превращенные давлением в твердые породы-ископаемые россыпи (конгломераты).

По генезису россыпи делятся на следующие типы:

1) Элювиальные россыпи, когда пески остались на месте своего возникновения и составляющие их минералы не перенесены текущими водами в другие места. Обогащение произошло за счет растворения и сноса более легких частиц.

2) Делювиальные россыпи, или россыпи образованные при механическом перемещении горных пород по склонам гор. Сортировка материала при этом происходит самая незначительная.

3) Дилuviальные россыпи или ледниковые образования, обогащение происходит вследствие разрушения и истирания горных пород под влиянием движения ледников; они, обычно, перемыты водами, связанными с таянием ледника; представляют части подложной морены, большей частью перемытой.

4) Аллювиальные россыпи—пески, перемытые текущими водами, главным образом речные, отчасти озерные россыпи. При этом перемысле, несомненно, происходит своего рода дифференциация по уд. весу и песок обогащается тяжелыми, нерастворимыми частицами минералов—шлихом.

5) Золовые россыпи—скопления песков или их обогащение тяжелыми минералами (шлихом) происходило под влиянием ветра.

6) Морские россыпи—пески образовались и обогатились более тяжелыми минералами под влиянием морского прибоя, приливов и отливов.

Все эти россыпи имеют различное строение и могут быть отличены в природе. Распределение ценных (тяжелых) минералов в них различное. Так, например, в золовых россыпях они находятся наверху, вследствие сдувания сверху более легких частиц; в аллювиальных россыпях они находятся внизу, на дне; при этом они распределяются внутри россыпи «струями», в зависимости от характера движения текущей воды и т. д.

Разберем один из важных для Сибири вторичных способов накопления рыхлых материалов, а именно—способ переотложения текучими по земной поверхности водами. Процесс переотложения можно представить так. Разрушенные, в силу выветривания, горные породы сползают по склонам в виде обломков разной величины. На склонах и в долине они, время от времени, подхватываются образовавшимися от дождя или таяния снега водами и уносятся. Снос зависит от силы падающей воды, которая меняется при поворотах и особенно при выходе вод из более твердых пород в мягкие. Здесь речная долина становится широкой, течение замедляется, взму-

ченные и подхваченные водой частицы начинают осаждаться на дно. Сначала садятся крупные и более тяжелые по уд. весу частицы, потом, передвинувшись дальше, садятся более легкие. Самые легкие и илистые материалы, раз подхваченные, переносятся на другие, часто весьма значительные расстояния и выпадают даже в стоячей воде чрезвычайно медленно. Осевшие тяжелые минералы занимают более пониженные места и весьма неохотно передвигаются дальше. Этот простой процесс из года в год возобновляется и случается, что раз осевшие тяжелые минералы могут быть снова подхвачены силой воды и передвинуты дальше. Может быть при этом так, что более тяжелые частицы отлагаются на ранее осевшие, по уд. весу, более легкие и рыхлые материалы. Тяжелые минералы при этом грязнут и тонут в них до тех пор, пока не встретится на их пути непроницаемый слой—дно, плотик. Этот плотик может состоять или из коренных пород, или более плотных, вязких, глинистых материалов. Так, сравнительно небольшие процессы, из года в год накапливают целые десятки и сотни метров мощности перетолженных рыхлых материалов, разной крупности зерна, сортировки, с одними или несколькими плотиками накопления шлиха. В геологическом времени бурные периоды размыва и перетолжения материалов, сменяются периодами застоя и замирания рек. Эти замирания в свое время могут возобновиться, и отложенные ранее материалы прорезаются, перемываются, переносятся и отлагаются в других местах бурными потоками. Эти бывшие, иногда весьма мощные, отложения часто остаются от перемыва по берегам современных рек в виде плоских гряд—террас. Многие реки пережили несколько периодов расцвета и замирания и имеют по несколько террас; высящихся по склонам одна над другой и поднимающихся на десятки и сотни метров над современным уровнем реки. Многие из этих террас имеют по несколько плотиков накопления шлиха (тяжелых минералов). Многие из этих минералов являются весьма ценным для человека сырьем и поэтому такие отложения являются богатейшими россыпями.

Помимо чисто практического значения, многие тяжелые минералы россыпи указывают нам новые коренные м-ния весьма ценных объектов, улавливая, расширяя и ускоряя наши возможности в части поисков, разведки и добычи многих полезных ископаемых. Как в части открытия россыпей, так и в части указания на возможность нахождения новых коренных м-ний, весьма ценных и мало известных минералов, изучение шлихов играет весьма важную роль. В силу этого, на сбор и изучение шлихов за последнее время обратили внимание на всех участках земли. Вот почему сбор шлихов из рыхлых материалов, любого происхождения, заслуживает внимания и производится в Зап. Сиб. ГГГТ специальными, всеми поисковыми и разведочными партиями. При сборе шлихов особенное внимание следует обращать на развитие интрузивов и эффузивов (основы рудообразования), их контакты и отщепления эманаций в метаморфическую толщу, в самой метаморфической толще—на поиски древних россыпей. Собирать шлихи можно непосредственно в руслах современных рек, ручьев и т. д., но можно учитывать геологическое прошлое по речной долине, брать в террасах и других отложениях. При этом необходимо помнить, что во многих рыхлых наносах шлик лежит на плотике, и для взятия пробы необходимо бить шурфы до

коренной породы—плотика или до первого плотика, если в россыпи их несколько. Брать шлихи следует равномерно со всей площади, отдавая, однако, предпочтение тем или другим интересным, в геологическом отношении, участкам.

Таким образом, собранные шлихи заключают в себе все более или менее устойчивые минералы данной площади, не исключая редчайших, редких и распространенных. При обработке этого материала не надо быть особенно удачным искателем для открытия и установления россыпей и интересующих нас редких и редчайших минералов, которые так легко ускользают от внимания при других видах поисков.

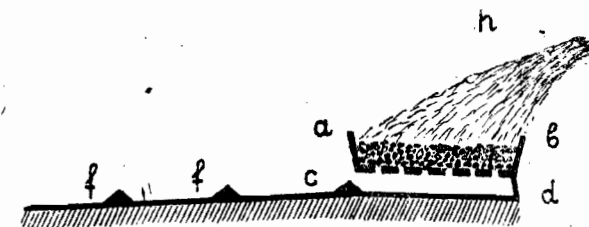
При громадном спросе по целому ряду нужных промышленности минералов и по незначительному количеству случайно открытых точек, вопрос—куда направлять внимание поисков и разведки, весьма облегчается с применением сбора и обработки шлихов даже в закрытых районах.

Употребляемые при промывке шлихов приспособления.

участках, обогащенных шлихом, черпаком или руками берут наносы родственно со дна рек, по берегам, или вообще в местах скопления шлиха. Для более детального контроля необходимо с этой же площади брать шлихи со дна плотика, т. е. бить шурфы. Добытые наносы помещают в промывальные приспособления. Эти приспособления преследуют разные цели и бывают очень сложные и весьма простые. Для наших целей можно рекомендовать только самые простые и легкие приспособления. Из простых и легких приспособлений для промывки шлиха можно рекомендовать вашгерд разведочному и детально-поисковому виду работ, и разного рода ковши и лотки для поискового типа работ.

Производительность вашгерда в день 5—15 тонн. В среднем 2 кв. м весят 20 тонн. На вашгерде скорость промывки рыхлых пород зависит от их вязкости.

На фиг. 1 изображен вашгерд в продольном разрезе. Головка вашгерда обозначена *abcd*; *e*—хвост вашгерда; *ab*—грохот или чугунная толстая пластина с отверстиями, на которую поступает песок для промывки. На этот грохот, со стороны *b* падает вода *h*, которая обмывает песок с галькой, наложенной на грохот и постоянно переворачиваемой двумя



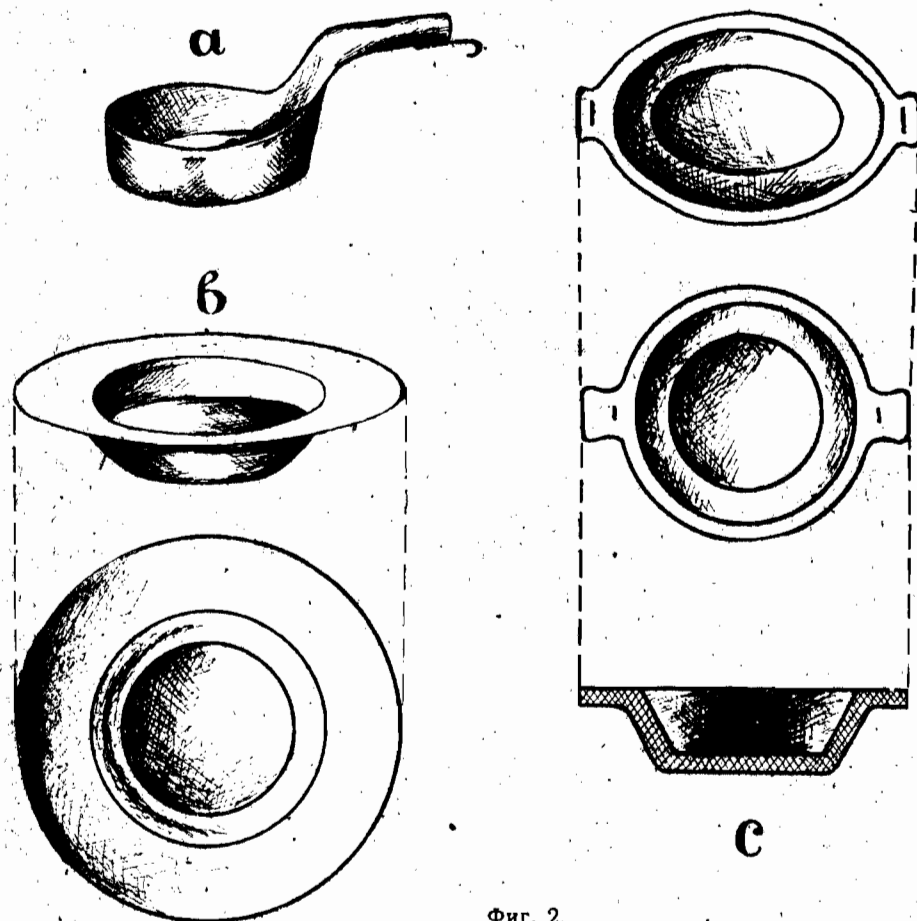
Вашгерд

Фиг. 1.

людьми при помощи скребков. Вода протекает сквозь отверстия грохота вместе с песком и шлихом на плоскость *ес*. На этой плоскости песок отмывается, а шлик остается в головке вашгерда и на наклонной плос-

кости ее задерживаемой порогами (ff). Общая длина ваншгерда 2—2,5 м, ширина 1—1,5 м, уклон плоскости 4—50 см, последняя определяется практикой. Шлих с ваншгерда снимается 1 или 2 раза в день. Песок и мусть, сажающиеся недалеко от промывной машины, называются «ефеями».

Наиболее употребительным, из простых приборов, является азиатский ковш (фиг. 2а) размерами в диаметре 30—35 см, глубины 8—10 см.



Фиг. 2.

прямой или под уклоном закраин к дну около 45°. На месте перехода закраин в дно часто делается кольцевой желобок. С успехом можно употреблять эмалированные чашки, размерами азиатского ковша. Можно употреблять также алюминиевые, луженые, медные тазы разных размеров (фиг. 2б). Многие употребляют деревянные лотки круглые и овальные (фиг. 2с). Для всякого рода промывальных приспособлений необходимо знать до работы вместимость или объем его в литрах. Объем определяется мензуркой, а уд. вес промываемых наносов принимается равным 1, 8—2,3. Некоторые рекомендуют иметь с собой походные точные весы с разновесом (такие весы фирмы

«New York Engineering Co» помещаются в коробе 3,5×7×15 см и позволяют взвешивать до 0,001 г). Эти весы лучше всего употреблять для взвешивания сухого шлиха. Вес промываемых наносов брать не рекомендуется, так как для этого нужно было бы всякий раз их высушивать. Промывальные приборы должны быть чистыми, особенно от жира, который можно удалить глиной или золой. Не следует приборы, предназначенные для промывки, использовать не по назначению.

Промывка шлихов.

Процесс промывки шлихов производится следующим образом. Наполненный наносами до краев ковш помещается в воду (лучше всего с медленным движением, спокойную), наносы в нем тщательно перемешиваются с водой и приводятся во вращательное движение, движением промывального ковша. Глинистые и илестые частицы его при этом всплывают и уносятся водой, а имеющийся шлих садится на дно. Галька, обычно, собирается поверх шлиха, она просматривается и удаляется руками. Доведение промывки до получения шлиха производится более осторожным вращательным движением. Для этой операции ковш в воде наклоняют немного от себя и приводят в эллиптическое движение. Тяжелые частицы при этом садятся на дно, а легкие держатся поверх них и легкими движениями воды постепенно смываются. Эта операция продолжается до тех пор, пока не получится однородная по уд. весу масса. Она по цвету существенно отличается от легкой смываемой фракции. Легкие смываемые части наносов состоят из светлых, белых и прозрачных минералов. Тяжелая часть наносов—шлих—состоит из цветных минералов: красных, зеленых, желтых, часто черных и др. цветов, в зависимости от преобладания в шлихах минералов.

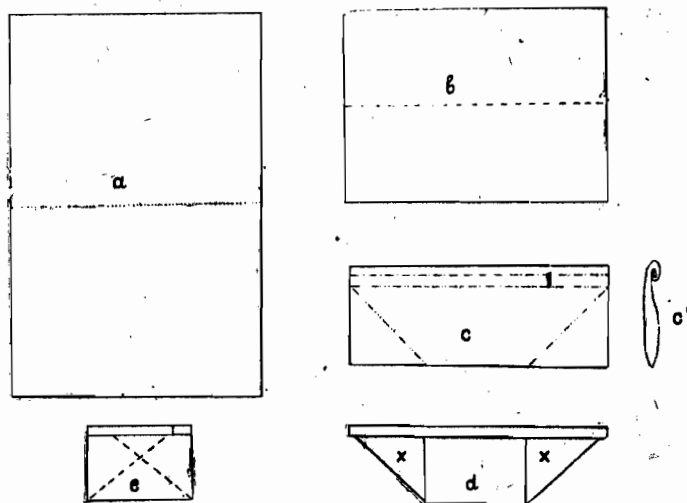
Операция промывки шлихов сводится к следующему:

1. Отмывка глинистых и илестых частиц в наносах.
2. Просмотр и удаление гальки.
3. Доведение остатка до концентрата—шлиха.

После промывки ковш вынимается из воды, сливается большая часть ее, с оставлением лишь тонкого слоя для смывания остатков шлиха на бумагу. Переложенный на бумагу шлих высушивается и помещается в пакет. Количество шлиха должно быть не менее спичечной коробки. Если промывка одного ковша не дала достаточного количества шлиха, то следует промывать из этого места несколько ковшей и набрать нужное количество *). Время от времени нужно брать контрольные шлихи из шурфов до 1 кг. весом. Шлих, при этом, берется или из всей массы наносов шурфа, или берут небольшими порциями из каждого горизонта с указанием его глубины. Можно рекомендовать брать на 100 обыкновенных 10 контрольных шлихов из шурфов в 1 кг. весом; только после этого будет возможность создать представление об изучаемом районе.

*) Следует оговориться, что вес шлихов не должен увеличиваться за счет плохой промывки, т. к. ценнее шлихи меньше весом, но хорошо отмые.

Пакеты для шлихов можно рекомендовать готовить следующим образом. Согласно с размерами шлиха, необходимо брать лист бумаги, причем его длина должна быть в 1,5 раза более ширины. Лист складывается поперек



Фиг. 3.

два раза вдвое (фиг. 3а и б). Далее края двух половин двойного листа дважды загибаются в одну сторону (фиг. 3с); (на этой фигуре первый загиб показан прерывистой линией с точкой, второй—прерывистой линией с двумя точками). Получается прочный двойной замок (фиг. 3с). После этого углы (фиг. 3с и d) загибаются и концы подводятся под замок. Последняя операция заключается в загибании крыльев х и х пакета (фиг. 3 d) в обратную сторону замку и закладывается одно крыло в замок другого. Изготовленный, таким образом, пакет (фиг. 3 е) наполняется шлихом. При больших дальнейших транспортировках, шлих в пакете необходимо помещать во второй такой же пакет. В обычных условиях достаточно одного двустенного пакета. Чтобы взятый шлих имел ценность, при нем должна быть этикетка с указанием места взятия. Этикетка должна иметь следующее содержание:

Учреждение и адрес
Фамилия, имя, отчество
.....	193 года
Район
Лист, планшет
Место взятия шлиха
Количество промытых ковшевых проб
Объ. №
Шлих №*)
Подпись.	

*) По этому № заинтересованные лица получают ответ.

Место взятия шлиха необходимо указывать точно, коротко и ясно с отметкой этого места на приложенной карте, напр., р. Черцовая, лев. приток р. Сентелека (система р. Чарыша), в 3 км от устья. Для ключей можно указывать среднее течение, нижнее течение, в вершине и т. д. Этикетка помещается между стенками двустенного пакета со шлихом. Следует запомнить, что шлих без этикетки и указания на ней места взятия не имеет ценности и значения. Шлих, по мере возможности, необходимо брать через каждые 1—2 км и со всякого ключика. Очень ценным являются шлихи золотоносных приисков и старателей, которые следует, по возможности, собирать и отправлять для обработки. Количество шлихов при этом может быть взято свободно до 1 кг весом и больше.

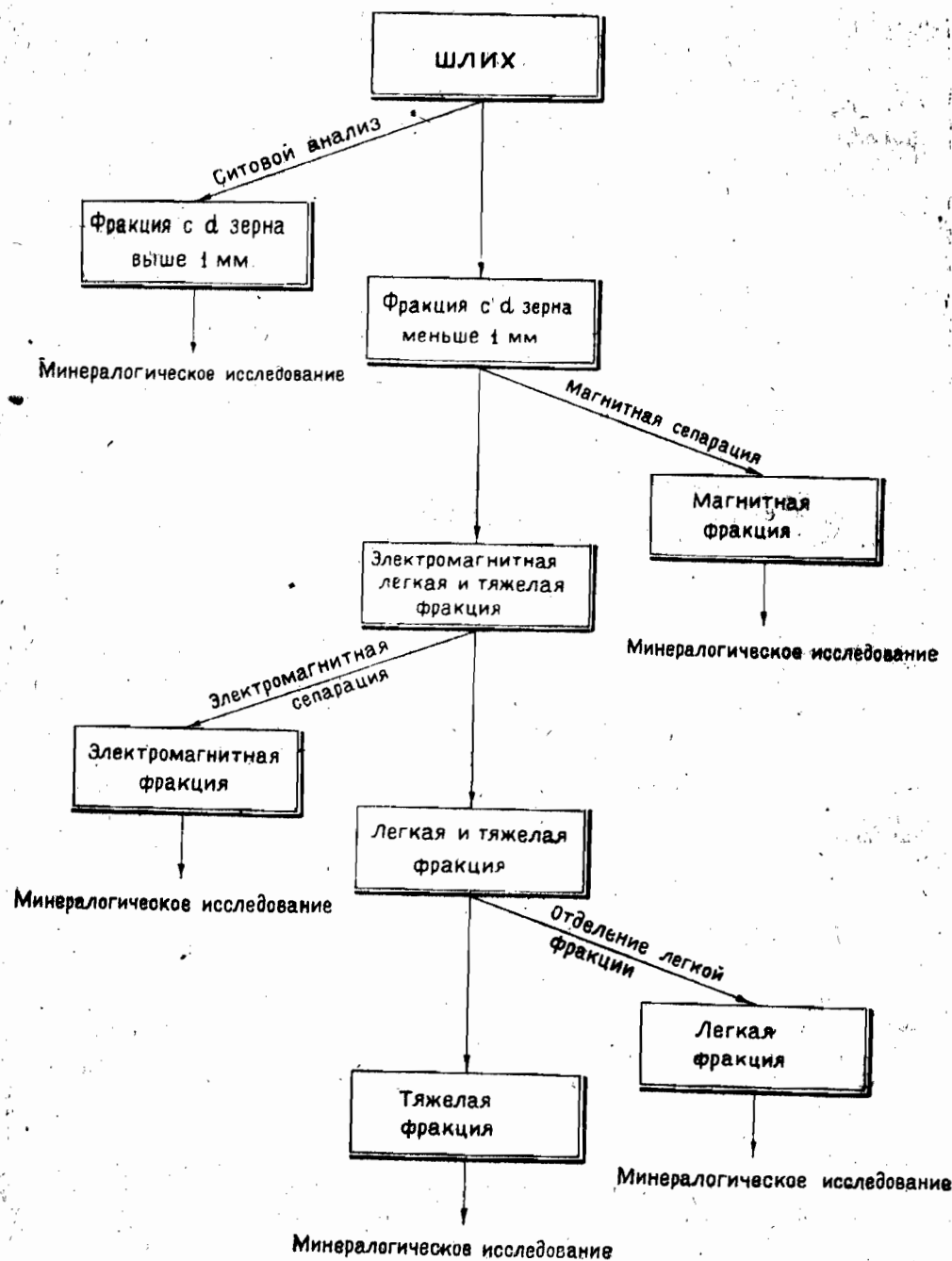
Вся операция сбора шлихов может быть схематизирована следующим образом.

1. Выбор места для взятия шлиха,
2. Набор наносов для промывки в ковш,
3. Промывка наносов:
 - а) отмывка глинистых и илистых частиц.
 - б) просмотр и удаление гальки с промываемых наносов.
 - в) доведение промывки до получения шлиха.
4. Сушка, укупорка и этикетировка шлиха, а также отметка на карте места взятия шлиха.

Собранные и проэтикетированные шлихи, вместе с приложенной картой и списком систематического расположения шлихов по району, направляются для детальной обработки и исследования по адресу: г. Томск, кабинет Минералогии Зап. Сиб. Отд. СОЮЗРЕДМЕТГЕОРАЗВЕДКИ.

IV. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ШЛИХОВ.

Для успешной обработки шлиха, т. е. наиболее быстрого выявления, изучения и оценки входящих в его состав минералов, прежде всего производится ряд операций, имеющих целью разделить шлих на составные части—минералы или небольшие отдельные группы таковых. Первой операцией такого порядка является ситовой анализ, позволяющий получить однородные по величине зерна фракции. В нашей практике мы довольствовались пропусканием шлиха через сито, с диаметром отверстия в 1 мм, но иногда приходится применять сита с другой величиной ячейки и поэтому рекомендуется иметь набор сит. Из полученных таким образом фракций, крупнозернистая шла непосредственно в минералогическую обработку, а мелкозернистая подвергалась дальнейшему разделению физическими методами. С помощью магнита извлекались все магнитные минералы—магнитная фракция. Из остатка электромагнитом извлекались все электромагнитные частицы—электромагнитная фракция. Остаток, после извлечения магнитной и электромагнитной фракции, обрабатывался тяжелыми жидкостями. Часть этого остатка с уд. весом меньше 3, всплывает в жидкости—легкая фракция и, с уд. весом больше 3, тонет в жидкости—тяжелая фракция. Такого разделения, как правило, было достаточно, нередко мы обходились совершенно без тяжелых жидкостей и, как исключение, приходилось применять набор их с различным уд. весом. Следовательно, начальная стадия обработки шлиха, как правило, происходила по приложенной здесь схеме (стр. 16).



К этой схеме следует добавить, что как шлик, так и отдельные фракции должны тщательно взвешиваться. Мы органичались взвешиванием на аптекарских весах, но при малых количествах и необходимости получить точные количественные соотношения требуются химические весы. Отметим, что наш порядок обработки шлика несколько отличается от обычно принятого, при котором выделение тяжелой фракции производится или до ситового анализа, или, как это делают Воронова и Зеeman (19), до извлечения электромагнитной фракции. Наш порядок оправдывается теми соображениями, что: 1) мы имеем дело не с песком, а со шликом, где уже большая часть легких минералов отделена промывкой, 2) мы считаем лишним легко и достаточно чисто выделяемую из шлика электромагнитную фракцию подвергать обработке тяжелыми жидкостями, 3) многие тяжелые жидкости разрушающе действуют, в особенности на магнитную и электромагнитную фракцию, 4) многие тяжелые жидкости, во первых дороги и во вторых ядовиты, т. е. от обращения с ними и от расхода их вообще желательно воздерживаться, 5) в ряде случаев нет необходимости производить отделение тяжелой фракции от легкой, так как последняя в шлике может содержаться в минимальном количестве и затруднять минералогическую обработку тяжелой фракции будет лишь незначительно. На этих основаниях схему, даваемую Вороновой и Зеeman, мы рекомендовать не можем.

Что касается определения по шлику процентного содержания минерала в пробе, из которой получен шлик, то здесь необходимо иметь в виду следующие обстоятельства. Так как шлик у нас получается промывкой песка, то всегда надо считаться с потерей минералов во время этой операции. Эта утечка при промывке шлика будет тем больше, чем ниже уд. вес данного минерала (некоторое значение при этом имеет и форма зерна). Иными словами, если мы по анализу получим для платины или золота содержание в пробе, скажем, в 1%, то эта величина будет преуменьшена, но близка к истине; тоже соотношение для моначита или шестита, будет, как правило, резко преуменьшенным, т. е. в действительности промытый песок был богаче этими минералами. Этот факт необходимо учитывать при оценке результатов не только поисков, но и разведок. В случае получения шлика при последних обычным методом промывки. Особенно осторожно следует делать выводы на шликах, собранных золотоискательными партиями. При поисковых и разведочных работах на россыпях наллежит самым строгим образом бороться с утечкой и МЕХАНОБР'у следовало бы заняться выработкой специального метода промывки песков на редкие и редкоземельные минералы.

Магнитная сепарация.

Деление минералов на магнитные и электромагнитные с теоретической точки зрения грешит большой неопределенностью. Гораздо правильнее было бы говорить о минералах, требующих для своего выделения ту или иную степень напряжения магнитного поля. И практически было бы удобнее пользоваться для магнитной и электромагнитной фракции одним и тем же электромагнитом, меняя только силу тока в его обмотках. Желательность

введения такого способа работы объясняется хотя бы тем, что магнитные свойства одного и того же магнита с течением времени могут изменяться. Разные результаты магнитного обогащения у различных исследователей, при прочих равных условиях, могут происходить из-за различных свойств магнитов, которые при операции ими применялись. Иными словами, при сравнении результатов чистоты магнитной сепарации и не имея данных о силе магнитного поля, применявшегося при ней, мы оперируем по сути вещей величинами несравнимыми друг с другом.

К сожалению, в силу ряда обстоятельств, мы вынуждены были пользоваться старыми приемами, употребляя стержневой магнит, размером $1,5 \times 0,5 \times 18$ см из обыкновенной стали, намагниченной до полного насыщения. Стержневую форму магнита мы избрали, как наиболее удобную, на основании опыта.

Само выделение «магнитной фракции» производилось следующим образом. Часть шлиха, прошедшая через сита с диаметром отверстия в 1 мм (а она только и обрабатывалась), рассыпалась тонким слоем по зеркалу. На полюс магнита одевался бумажный чехол. Затем магнит опускался к зеркалу и протягивался на весьма близком от него расстоянии. Магнитные минералы притягивались к чехлу на магните. В таком положении магнит переносился с зеркала на бумагу. Чехол с магнита снимался и приставлялся к нему минералы осыпались на подложенную бумагу. Описанная процедура повторялась несколько раз до тех пор, пока вся «магнитная фракция» не была выделена из шлиха. Иногда вместе с магнитными минералами захватывались и немагнитные, и тогда магнитная фракция подвергалась повторной обработке тем же способом. По окончании операции, «магнитная фракция» тщательно взвешивалась, сыпалась в бумажный пакетик, на котором ставился № шлиха и подпись «магнитная» и подвергалась дальнейшему минералогическому исследованию. Остальная часть шлиха шла на дальнейшее расклассифицирование.

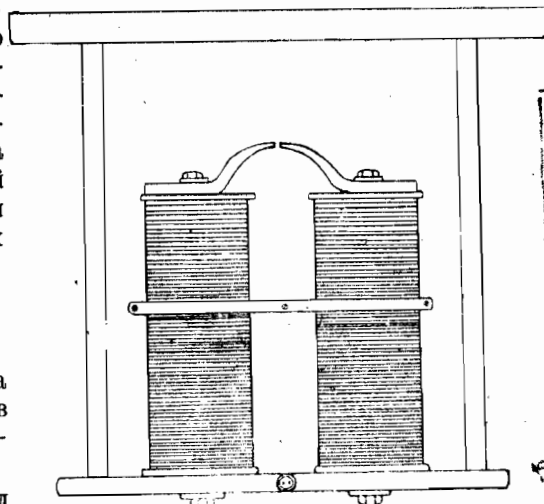
Электромагнитная сепарация.

С помощью магнита можно выделить только магнитные минералы. Для тел с меньшей магнитной возбудимостью применяется концентрированное магнитное поле-электромагниты (фиг. 4). Надо оговориться, что приписывать строгий минералогический состав «магнитной» и «электромагнитной» фракции нельзя в силу хотя бы того факта, что изоморфные смеси, поглощенные минералом, делают «магнитные» минералы «электромагнитными», а последние, могут быть вовсе лишены магнитных свойств. Классический пример Эдисона—магнитный колчедан при поглощении никеля начинает обнаруживать лишь незначительную магнитную возбудимость. Таким образом, один и тот же минерал может оказаться в магнитной, электромагнитной и не электромагнитной фракции. Следовательно, вопрос магнитного и электромагнитного разделения достаточно сложен. Для сравнения результатов работы разных авторов по электромагнитной сепарации надо в большей степени требовать введения действительно сравнимых измерителей, чем при магнитной сепарации. У авторов говорится, что обогащение произведено при силе тока такой то, получены при этом такие то результаты. С

равным успехом они могли бы и не упоминать о силе тока, так как, не дав по сути вещей никакого критерия, они только вводят в заблуждение относительно необходимости применять обязательно такой то ток, да еще, как правило, значительный, совершенно не считаясь с конструкцией электромагнита. Мы предлагаем брать за измеритель величину магнитной индукции, определяемую для плоско-полюсных, П-образных электромагнитов по формуле:

$$P = \frac{B^2 F}{4 \pi 98.1000} \text{ кг, где}$$

P—подъемная сила; B—густота силовых линий; F—площадь в кв. см одного конца электромагнита.



Фиг. 4.

Существует еще целый ряд формул; все они дают почти один и тот же результат и, поэтому, мы, не будучи специалистами в этом вопросе и не гоняясь за точностью, пользуемся одной из самых простых. При $P = 50$ кг вся электромагнитная фракция практически выделялась. Это значит, что всегда возможно сконструировать компактный прибор с электромагнитом и аккумуляторами, и производить отделение электромагнитной фракции при значительно меньших силах тока, чем, например, употреблялись нами (5 ампер) или Вороновой и Зеeman (8,3 ампер) (19). Мы рекомендуем при этом отделении сразу пользоваться максимальной, нужной для полного выделения фракции, силой магнитного поля, т. е. сначала отделить все электромагнитные минералы, а затем, если необходимо, произвести их разделения по грациям магнитной возбудимости. Обратная последовательность ведет к большему загрязнению всех подфракций друг с другом. В нашей практике мы подразделений на отдельные подфракции никогда (кроме специальных опытов) не производили, не видя в этом особой нужды и довольствовались только общим выделением электромагнитной фракции при максимально нужном P. Техника сепарации крайне проста. Ток пропускается через реостат, амперметр в обмотки электромагнита. Реостат берется с ползунком для более точной регулировки тока (ламповый хуже). Амперметр служит для контроля силы тока. Мы пропускали ток в 5 ампер. Под полюса П-образного электромагнита (с прismaticкими сердечниками и плоскими полюсами) подносили стекло с тонко рассыпанным на нем шлихом. Устанавливалось минимальное расстояние между полюсами магнита и шлихом, стекло проводилось под полюсами в разных направлениях. При насыщении шлихом полюсов электромагнита, стекло убиралось, ток выключался и минералы осыпались с частью стекла. Часть очищалась акварельной кистью на лежащий ниже лист бумаги. Описанная операция повторялась до полного выделения электромагнитных

минералов. Иногда вместе с электромагнитными минералами, захватывались и не электромагнитные, и тогда электромагнитная фракция подвергалась повторной чистке тем же способом. Затем фракция взвешивалась, запаковывалась в пакетики, нумеровалась № шликса с надписью «электромагнитная» и шла в минералогическую обработку. Остаток шликса подвергался дальнейшему разделению.

Отделение легкой фракции.

Эта операция, при хорошей промывке шликсов, может и не производиться, но часто она все же необходима. Само разделение основано на принципе погружения тел с большим уд. весом, чем уд. вес применяемый жидкости и плавания—с меньшим. Из употребляемых при операции препаратов наиболее распространены следующие.

1. Жидкость Туле. Уд. вес 3,18-3,19. Предложена в 1874 г. Зонштедтом и сделалась общеизвестной благодаря трудам Туле (1879 г.). Ее свойства подробно изучены Гольдшмитом, который получил ее наибольший уд. вес 3,196. Для этого берется смесь иодистого калия и иодистой ртути в отношении 1:1,24, что отвечает приблизительно формуле 2 KJHgJ_2 , с некоторым избытком КJ. Состав растворяется в холодной дистиллированной воде (на 500 г. состава 80 куб. см. воды). Затем раствор выпаривается до тех пор, пока в нем не будет всплывать кристалл плавикового шпата (уд. вес 3,18). После охлаждения и отфильтрования через обыкновенный фильтр, получается прозрачная жидкость, уд. вес которой колеблется в зависимости от температуры окружающей среды от 3,17 до 3,196. Для получения меньших уд. весов достаточно раствор разбавить водой в желательном соотношении. Достоинством жидкости являются: сравнительная легкоподвижность, большой уд. вес, возможность готовить ее в условиях даже полевой лаборатории, индифферентное отношение к большинству минералов и относительная дешевизна; недостатками: сильная ядовитость и разъедающее действие на кожу, действие на металлы, особенно железо (магнитная и электромагнитная фракция должны быть предварительно удалены), трудность отмывания шликса от жидкости, разлагаемость при долгом стоянии (выделяется иод, раствор желтеет и для удаления иода приходится выпаривать раствор в присутствии металлической ртути до достижения уд. веса 3,196, после чего, вновь производится фильтрование).

2. Иодистый метилен— CH_2J_2 . Уд. вес при 16°C 3,3243. Предложен Браунсом в 1886 г. Легкоподвижная сильно преломляющая свет жидкость. Разбавляется во всех отношениях ксилолом, бензолом, толуолом. Продажный иодистый метилен обыкновенно имеет меньший уд. вес и для получения указанной цифры жидкость оставляют высыхать в открытой чашке, над которой пропускают струю воздуха. При этом, однако, вместе с удалением растворителя, улетучивается и некоторая часть иодного метилена. Для еще большего увеличения уд. веса в жидкости растворяют кристаллический иод, причем она становится непрозрачной, приобретая уд. вес 3,6—3,65. Достоинства: легкоподвижность, безразличное отношение к металлам и карбонатам, неизменяемость на воздухе, но не на свету. Недостатки: дороговизна, разлагаемость на свету, трудность изготовления.

3. Жидкость Клейна. Уд. вес 3,36. Конпетрированный раствор борвольфрамвоокислого кадмия— $2\text{CdO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{WO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 16\text{aq}$. Желтая, легкоподвижная жидкость, растворяющаяся во всех отношениях в воде. Недостатки: разлагаемость на свету и дороговизна.

4. Бромформ. Уд. вес 2,80—2,904. Химическая формула CHBr_3 . Легкоподвижная, безцветная жидкость, растворимая в эфире, бензоле и спирте. Недостатки: сравнительно низкий уд. вес, разлагаемость на свету с выделением брома.

5. Жидкость Сушина—Рорбаха. Уд. вес 3,5. Желтая жидкость состава $\text{BaJ}_2 + \text{HgJ}_2 + \text{aq}$.

6. Четырехбромистый ацетилен. Уд. вес 2,97—3,00. Легкоподвижная, безцветная жидкость, растворимая в бензоле и эфире. Получается насыщением жидкого бром ацетиленом. Недостатки: сравнительно низкий уд. вес, разлагаемость на воздухе.

7. Жидкость Clerici. Двойная гоматмалоновая соль. Уд. вес 4,275. Желтая, легкорастворимая в воде жидкость. Недостатки: разлагаемость на воздухе и дороговизна.

8. Талиевосеребряный нитрат $\text{TI Ag N}_2\text{O}_6$. Сплав с температурой плавления 75°. Уд. вес 4,8. Легко растворяется в воде. Употребляется в расплавленном состоянии, причем тяжелая фракция опускается на дно сосуда, а легкая остается плавать. По остывании нижняя и верхняя части застывшего сплава срезаются острым ножом, и минералы из них выделяются растворением этих частей сплава в воде. Недостаток—дороговизна.

9. Талиевортутовый нитрат. $\text{TI Hg N}_2\text{O}_6$. Сплав с температурой плавления 76° С. Уд. вес 5,3. Недостаток—дороговизна.

10. Смесь Breon'a. Температура плавления 400°. Уд. вес 5,0.

Существуют еще несколько препаратов, но они по тем или иным причинам применения не нашли.

Из всех вышеперечисленных отделителей мы пользовались, главным образом, жидкостью Туле, вследствие ее сравнительной дешевизны и возможности, имея реактивы, легко и быстро приготовить ее самому. Хотя мы, как было указано раньше, обходились с одной только жидкостью Туле, иногда и совсем без жидкости, набор вышеизложенных жидкостей и сплавов для работ в области минералогии весьма нужен, а частью и необходим. Рекомендую жидкость Туле, мы все же должны будем сделать еще несколько замечаний. Кроме ядовитых свойств, жидкость, разъедающе действует на кожу, поэтому работающий должен тщательно промывать руки после окончания операции, а если имеются царапины или ссадины, то лучше от работы воздержаться или вести ее с перезавязанными руками и осторожно. С другой стороны надо иметь в виду, что отмывание жидкости от минералов, соприкасающихся с нею идет довольно медленно и трудно, и при недостаточно тщательной промывке не удастся полностью удалить ртуть, а в особенности иод. В результате имела у нас случай, когда химлаборатория открыла в шликсе оба элемента при полном их отсутствии в песках. Таким образом, реактив Туле требует большой аккуратности в обращении с ним.

Техника сепарации с препаратом Туле такова. По отделении магнитной и электромагнитной фракций, шлик засыпался в делительную воронку, емкость которой зависит от его количества. Сверху наливалась тяжелая жидкость, тубус воронки закрывался притертой пробкой и содержимое несколько раз взбалтывалось. По осаждении всех минералов с уд. весом больше 3 на дно, нижний кран открывался и тяжелая фракция с частью жидкости спокойно вытекала в подставленную воронку с фильтром. Иногда при этом приходилось время от времени открывать верхнюю пробку. После полного удаления осевших на дно минералов, нижний кран воронки закрывался. На место воронки с тяжелой фракцией подставлялась другая, тоже с фильтром, в которую, при открытых верхних и нижних концах воронки, сливалась оставшаяся тяжелая жидкость с плавающими в ней минералами. Отфильтрованный от шлика (через обыкновенную фильтровальную бумагу) реактив собирался в склянки и шел для следующей сепарации. Делительная воронка, с приставшими зернами легкой фракции, промывалась чистой, холодной водой, спускаемой на фильтр с легкой фракцией. Затем воронки с фильтрами подносились к фарфоровым чашкам (каждая к своей чашке), переворачивались, ставились широким концом в чашку и осторожным покачиванием и поворачиванием фильтр вынимался из воронки. Споласкиванием минералы с фильтра снимались в чашку, где повторно промывались водой, удалявшейся декантацией. Еще влажный осадок переносился из чашки на чистый лист бумаги и тут окончательно высушивался. Затем шло взвешивание, закупорка в пакетик, отметка на последнем № шлика с надписями «легкая» и «тяжелая» фракции, после чего они шли в минералогическую обработку.

Минералогический анализ.

Основная задача этого анализа — определение из каких минералов состоит каждая отдельная фракция шлика и в каких количественных соотношениях входят определенные минералы в состав шлика в целом. Первая проблема решалась нами в основном с помощью бинокулярной лупы с 25—125 кратным увеличением (в зависимости от крупности зерна минерала), а для проверки или в сомнительных случаях, мы прибегали к методам паяльной трубки. Сочетание этих обоих способов было достаточно, чтобы произвести определение минерала, по крайней мере группы редких и редкоземельных, которые нас больше всего интересуют. Определение под бинокулярной лупой основывается на совокупности целого ряда физических особенностей у каждого индивидуума минерального царства: кристаллическая форма, спайность, твердость, блеск, цвет, черта, общий облик и т. д. Хотя Воронова и Зееман (19) приводят краткое описание минералов и их вида, под бинокулярной лупой, а равно и характерного для них отношения к паяльной трубке и химическим реакциям, но все же должны заметить, что такие описания явно недостаточны и руководствоваться только ими при работе ни в коем случае нельзя. Дать в этом отношении что либо более серьезное значило бы написать целую книгу, от которой в настоящее время воздерживаемся. Можно рекомендовать всем работникам по шликам, во первых, приобрести путем упражне-

ния необходимые практические навыки, а во вторых иметь под руками такие капитальные труды, как Мильнера (9, 10, 11), а в области химических реакций — Шеллера и Пауэлла (23), какое либо лучшее из руководств по определению минералов с помощью паяльной трубки (21) и другую минералогическую литературу. При соблюдении этих условий бинокулярная лупа дает ответ на вопрос, если не чисто теоретического, то во всяком случае практического характера.

Однако случается, что указанным методом разрешить вопроса не возможно, и тогда приходится прибегать к более точным способам. Так все сомнительные и неопределенные минералы выбираются вручную пинцетом под бинокулярной лупой, делятся на прозрачные и непрозрачные, которые в дальнейшем обрабатываются по разному. Прозрачные минералы раздавливаются в агатовой ступке, обломки их переносятся препарировальной иглой на предметное стекло в небольшую каплю воды и размешиваются в ней. Капля высыхает, осколки покрываются покровным стеклом, под которое подводится жидкость с приблизительно равным минералу показателем преломления и препарат рассматривается под микроскопом. В случае необходимости эту жидкость выбирают фильтровальной бумагой или высушивают на спиртовке и заменяют новой с более близким или равным показателем преломления. Этот иммерсионный метод обработки прозрачных минералов выработан ленинградскими геологами Батуриным и Аншелесом (2, 20). Под микроскопом определяются: цвет, спайность, углы погасания, знак удлинения, характер плеохроизма и т. д. При помощи конусометрического метода находятся главные сечения, определяют осьность, знак. Словом, проводится полное минералогическое исследование всеми способами, вплоть, если это возможно и нужно, до гониометрических измерений. Непрозрачные минералы обрабатываются в отраженном свете обычными приемами. Однако, мы считаем необходимым прибегать к такого рода точным исследованиям только в случае невозможности получить ответ более простыми способами. В полевой же обстановке ими лучше не увлекаться, а просто оставлять выделенный минерал до камеральных работ, сделав соответствующие указания в записях.

Что касается количественных определений, то последние лучше вести путем взвешивания, выделенного вручную под бинокулярной лупой (отбор пинцетом), минерала. Для ориентировочных соображений или в случае незначительного содержания вещества можно довольствоваться обычно применяемыми в петрографии методами подсчета зерен на глаз по сетке.

Как ни точны минералогические наблюдения, все же их одних не всегда достаточно для решения ряда практических и теоретических вопросов. И, для проверки ли своих выводов или для выяснения точного химического состава выделенного минерала, или, наконец, для точного определения содержания ценных элементов в шлике, время от времени приходится прибегать к полному химическому анализу в специальных лабораториях. Сознавая всю важность такого анализа, мы, однако, не только не склонны считать последний, как это нередко делают, окончательной инстанцией, разрешающей все неясности и недоразумения, но наоборот, отводим ему только второстепенное место в деле изучения шликов. Основан наш взгляд на том, что получив даже полный перечень элементов и соединений, входящих в состав шлика,

и их количественные соотношения, мы все же не будем иметь самого главного: каким образом эти элементы распределены в индивидуумах, слагающих шлик, что за физические свойства у этих последних, как будут они вести себя при воздействии тех или иных физических реагентов и т. д. Часто мы не будем в состоянии ответить даже на такой вопрос, с шеелитом или вольфранитом мы имеем дело. Если же мы коснемся круга таких вопросов, как методы механического обогащения, генезис россыпи, вероятный тип коренных пород, давших ей начало и т. п., то едва ли мы будем неправы, высказывая положение: минералогический анализ является основным критерием при решении всех практических и теоретических вопросов, связанных с месторождением; химанализ играет важное, но только подсобное значение. Конечно, это примечание с оговоркой, что оно не относится к проблемам технической переработки сырья. Наконец не мешает указать на плюсы, которыми обладает минералогический анализ в смысле его быстроты. Наша маленькая, не достаточно оборудованная, шлиховая лаборатория с персональным составом из 3 технических работников и одного минералога пропустила в течение 5½ месяцев свыше 550 шлихов при полном определении минералогического их состава, правда не пускаясь в такого рода детализацию, как, например, установление №№ плагиоклаза или в изыскания, интересные для чисто научных выводов.

Порядок записи шлихов и расположение их при составлении отчетов.

До тех пор, пока минералогическая партия работает над небольшим количеством материалов, поступающих из одного района и от одного лица, особых затруднений в расположении записей не возникает. Но когда обильный материал стекается с разных мест, то рациональное его расположение начинает играть видную роль. В нашей практике выработался следующий метод записи. Каждый поступающий шлик вносится в особую книгу «архив» под номером, следующим за уже внесенными в книгу. Этот № присваивается шлику и его фракциям в течение всего периода обработки. Затем в книгу заносится: точное указание места взятия шлика; фамилия, имя, отчество (инициалы) лица, доставившего шлик; количество материала, промытого для получения шлика и глубина его взятия; время поступления шлика. Кроме того производится запись: веса шлика и веса его фракций, их минералогический состав и % содержание наиболее ценных минералов. По окончании обработки всех шлихов, поступивших от данного лица за отчетный период, шлихи вносятся в книгу «отчета», где материалы располагаются систематично, так чтобы последовательное увеличение цифры номера соответствовало естественному последовательному продвижению по территории, откуда шлихи вьезты, причем, обычно, это связывается с системой рек. Если шлихи поступают от геологических партий, то нередко их систематику расположения дает сам нач. партий. Таким образом, все шлихи, поступившие от одного лица, будут расположены в возрастающем порядке от такого то до такого то №, скажем от 100 до 150-го, если было пятьдесят шлихов. № шлика в этой книге проставляется в архивной и обратно, причем старый архивный № в отчете берется в скобки. В книге отчетов проставляются те

же данные, как и в архивной, однако расположение минералов по фракциям здесь будет несколько иное. Дело в том, что один и тот же минерал, как уже указывалось в главе об электромагнитной сепарации, может оканываться в двух, а то и трех фракциях, например, эпидот идет в электромагнитную и легкую (при ледкости Туле), псевдоморфозы так называемого «лимонита» по пириту попадают в магнитную, электромагнитную и тяжелую фракции и т. д. Такого рода минералы описываются в той фракции, где они скопляются в наибольшем количестве—эпидот, например, в легкой, лимонит в электромагнитный и т. д. Таким образом в «отчете» фракции представлены несколько искусственно, но за то описание минералов производить гораздо удобнее. В этой же работе даются общая характеристика шлика в целом и, если есть основания, общая характеристика района.

Для демонстрации изложенного, приведу несколько примеров из отчета «Шлихи. (Специальная часть)».

У Р А Л.

1. (637) Р. Санарка, Троицкий уезд.

Вес 38,32 г. (П. Орлов).

1. Магнитная. н. з. Октаэды и обломки магнетита.
2. Электромагнитная. 23,7 г. Ильменит преобладает. Красные и розовые гранаты. Хромит.
3. Легкая. 0,5 г. Кварц. Полевой шпат.
4. Тяжелая. 14,0 г. Монацит преобладает. Касситерит. Циркон. Апатит. Анатаз. Сфен. Рутил. Флюорит. Пироморфит. Уваровит. Турмалин.

А Л Т А Й.

2. (540). Кл. Кривой, лев. прит. р. Башелака.

Вес 29,45 г. (А. Ненахов).

1. 0,3 г. Обломки и октаэды магнетита.
2. 0,6 г. Ильменит преобладает. Розовые обломки и ромбододекаэдры граната.
3. 0,1 г. Биотит. Кварц. Полевой шпат.
4. 28,45 г. Монацит (прозрачный и хорошоограненный) преобладает (25,21 г.). Циркон. Апатит. Шеелит. Турмалин.

3. (1277-1286) Рч. Локтевка, западная падь, ш. 1, пр. 1-10.

Вес. 951,6 г. (И. Цейклин).

1. 472,5 г. Обломки, реже октаэды магнетита. Магнетит с полевым шпатом, кварцем, биотитом и эпидотом.
2. 96,55 г. Ильменит. Розовые и красные гранаты. Лимонит. Кубы псевдоморфоз лимонита по пириту.
3. 320,75 г. Кварц. Полевой шпат. Биотит. Мусковит. Роговая обманка. Эпидот.
4. 62,1 г. Монацит. Вольфрамит. Шеелит. Циркон. Висмутин. Висмутит. Сфен. Апатит. Рутил. Флюорит. Октаэды гематита.

ЕЛИСЕЙСКАЯ ТАЙГА.

4. (1575) Лотерейный пр., р. Аяхта.

Вес 219 г. (П. Орлов).

1. 6,03 г. Обломки и октаэдри магнетита.
2. 84,0 г. Лимонит. Хромит. Красные гранаты. Ильменит. Гематит.
3. 0,9 г. Кварц. Полевой шпат. Биотит.
4. 128,7 г. Фергусанита много (68,69 г.). Монацит. Циркон. Золото. Пирит. Сфен. Рутил. Турмалин. Свинец. (Торманит и Колумбит?).

5. (3175) Драга № 7. Удерецкий пр., р. Удерец.

Вес 2 кг. (Н. Горностаев).

1. 49,0 г. Обломки и октаэдри магнетита.
2. 6832 г. Ильменит. Розовый гранат. Лимонит.
3. 1066 г. Сланцы. Полевой шпат. Кварц.
4. 201,9 г. Касситерит преобладает (152,0 г.). Пирит. Золото. Циркон. Шеелит. Рутил. Арсенопирит.

АМУРСКИЙ ГОРНЫЙ ОКРУГ.

6. (127) Случайный пр. по р. Диаманте, приток р. Уркуна.

(прав. прит. р. Зеи.)

Вес 90 г. (П. Орлов)

1. 18,0 г. Гальки, обломки и октаэдри магнетита. Встречается магнетит с золотом, кварцем и киноварью.
2. 15,6 г. Ильменит преобладает. Мартит. Красные и розовые трапецеэдри граната.
3. 0,33 г. Кварц. Полевой шпат.
4. 56,07 г. Киновари и золота весьма много. Встречается золото в кварце и лимоните: Монацит. Циркон. Халькопирит. Турмалин.

Необходимое для сбора и обработки шлихов оборудование.

А. Для сбора шлихов необходимы: вашгерд, ковши или лотки.

В. Для обработки шлихов необходимо следующее:

1. Набор сит—для разделения шлиха по крупности зерна.
2. Стержневые и подковообразные магниты—для отделения магнитной фракции.
3. Электромагнит с амперметром и ползунковым реостатом—для отделения электромагнитной фракции.
4. Набор тяжелых жидкостей и сплавов, делительных воронок, стаканов, химических бутылей с притертыми пробками, чашек форфоровых—для отделения легких фракций от тяжелых.
5. Биноклярная лупа—главное орудие обработки, чашки «Петри», часовые стекла, пинцеты медные (!), компас—для обработки или минералогического анализа шлиха.
6. Микроскопическое изучение в отраженном свете, со всем вытекающим отсюда оборудованием, требуется для непрозрачных минералов.
7. Микроскопическое исследование иммерсионным способом, с вытекающим отсюда оборудованием, нужно для прозрачных минералов.

8. Для хорошо граненных минералов необходимо их гониометрическое измерение, с вытекающим отсюда оборудованием.

9. Для всех минералов широко применяется метод паяльной трубки, химических и микрохимических реакций, с вытекающим отсюда оборудованием.

10. Для некоторых минералов широко применяются радиометрические измерения и спектральный анализ, с вытекающим отсюда оборудованием.

Желающие заняться изучением шлихов, могут перечень необходимого оборудования найти в специальной литературе геологического цикла наук, приняв во внимание вышеизложенные операции сбора и обработки шлихов.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Материал, собранный шлиховыми партиями, обработанный и нанесенный на топографическую основу, представит из себя шлиховую карту. В зависимости от того, носил ли сбор шлихов характер предварительных поисков или более детальных поисково-разведочных работ, значимость карты будет различная. В первом случае она дает общие руководящие указания для выделения районов, заслуживающих геолого-поисковых обследований по своим благоприятным данным и наводящие идеи на вероятность наличия в них того или иного типа руд, в состав шлиха не входящих. Во втором случае, карта уже может служить основой для поисков богатых россыпей, коренных м-ний минералов, входящих в состав шлиха. Принцип этих поисков внешне аналогичен поискам коренных м-ний золота по россыпям, но так как в данном случае поиски основываются не на одном индикаторе (золото), а на целой группе минералов, составляющей шлих, на типе шлиха и ведутся они под контролем детальных исследований с помощью биноклярной лупы и микроскопа, то метод грубой эмпирики, до сих пор применяющийся при поисках на золото, сменяется гораздо более тонкими и эффективным, внешне сходным, внутренне различным способом поисков, дающим гораздо большие основания рассчитывать на успех. Заметим, что для многих редких и редкоземельных минералов он остается и единственно научно и эмпирически обоснованным. Сводя все сказанное вместе, мне кажется, что мы можем и должны настаивать на проведении широкого опыта по исследованию какой либо уже выявленной площади шлиховыми партиями, в особенности принимая во внимание дешевизну работ и громадные нужды Союза в сырье такого рода, импортируемого до сего времени из других стран.

VI. ЛИТЕРАТУРА.

1. Акад. А б и х. М-ния магнитного железняка на берегу Черного моря. Горн. журнал, 1856, ч. III.
2. О. М. Аншелес. Микроскопическое исследование глин, песков и бокситов Череповецкой губ. Изв. Геол. К-та. 1927, т. XLVI, № 2.
3. David Day and R. Richards. Investigation of black sands from placer mines. Bulletin № 285. Series A. Economic geology, 73.
4. V. C. Illing. The Oilfields of Trinidad (Correlation by means of „heavy“ residues). Proc. Geol. Assoc. XXVII. 1916, p. 115.
5. Кондыкин. Об исследовании некоторых золотоносных россыпей Нерчинского округа. Тр. перв. Всесоюз. Съезда деятелей практ. геологии. 91. 1908.
6. С. Д. Кузнецов. Титановые шлихи Забайкалья. Тр. Комис. сырья, в. 1. 1916.
7. E. S. Larsen The microscopic determination of the nonopaque minerals. United states Geological Survey. Bulletin 679. Waschingtong Government printing office. 1921.
8. К. Н. Матвеев. Титановые шлихи. Тр. Комис. сырья. в. 1. 1916.
9. Henry B. Milner and C. Raeburn. Alluvial prospecting. London. Thomas Murby Co. 1927. (Литература).
10. Henry B. Milner. An introduction to Sedimentary petrography. London. 1922. (Литература).
11. Henry B. Milner. Supplement to an introduction to Sedimentary petrography. London. 1926. (Литература).
12. Попов. О магнетито—гранатовом песке с Таманского полуострова. Докл. Р. А. Н. 1924. 16.
13. Раговин. Американские и русские способы разработки наших россыпей. 1923, № 8/9, 451.
14. А. Ю. Серк. Магнитные шлихи, как металлургическое сырье. Поверхность и недра. № 42. 1928. 23—28.
15. H. C. Sorby. The Structure and Origin of Limestones. Pres. Ad. Q. T. G. S. XXXV. 1879. pp. 56—95.
16. В. Спицин. Проблема редких элементов в С. С. С. Р. Хим. и Соц. хоз. № 11—12. 1931.
17. Е. А. Таубе. Несколько слов о магнитных шлихах Черноморского побережья. Поверхность и недра. т. V. № 10. 1927.
18. Титан и его соединения. Вып. 1. КЕПС. 56. 1926.
19. Е. А. Воронова и Т. В. Зеeman. О методике исследования шлихов. Изв. В. Геол.Разв.- Об'един. I вып. 64. 1931.
20. С. Г. Вишняков. Микроскопическое исследование меловых и юрских отложений Урало-Эмбейского нефтеносного р-на. Изв. Геол. К-та 1929. т. XLVIII. № 4.
21. В. А. Зильберминц. Руководство и таблицы для определения минералов при помощи паяльной трубки. 1923.
22. Чирвинский. Петрографическое исследование темных песков с Северного побережья Азовского моря. Зап. Росс. Мин. Об-ва. ч. IV. в. 1. 1925.
23. В. Шеллер и А. Пауэлл. Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы. Науч. Хим.-Техн. Из-во. 1928.

