

Г.О. Чечотт

**Опробование и испытание полезных
ископаемых**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Г11

Г11 **Г.О. Чечотт**
Опробование и испытание полезных ископаемых / Г.О. Чечотт – М.: Книга по Требованию, 2023. – 144 с.

ISBN 978-5-458-53997-5

ISBN 978-5-458-53997-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ОТ РЕДАКЦИИ.

Настоящее посмертное издание труда проф. Г. О. Чечотта представляет курс лекций, читанных им студентам Ленинградского горного института в 1920—22 гг.

Этот первый курс на русском языке по опробованию представляет исключительный интерес благодаря оригинальному подходу к разъяснению вопросов опробования и их трактовке с точки зрения крупного, обладающего большим опытом, практика. Глубокое знание горного дела, обширное знакомство с заграничной практикой, при высокой одаренности проф. Г. О. Чечотта, позволили ему разрешить ряд задач применительно к нашим месторождениям полезных ископаемых и особенностям их разработки.

Опробование полезных ископаемых, являясь одним из главнейших факторов в деле разведки и оценки месторождений, требует в каждом отдельном случае индивидуального подхода и не может быть ограничено установлением ряда типовых схем взятия и приготовления проб.

Если овладение той или иной областью горного дела составляет до некоторой степени искусство, т. е. требует творческой инициативы, то в деле опробования эта инициатива нужна в наибольшей мере.

Проф. Г. О. Чечотт в своих лекциях старался прививать слушателям лишь основные положения по методике опробования, иллюстрируя их конкретными примерами из своей практики и заграничного опыта, но обширная область предмета и сложность задач вполне естественно не могли быть всесторонне охвачены проф. Г. О. Чечоттом за краткий период его работы.

К сожалению отъезд за границу и последовавшая вскоре смерть Г. О. Чечотта не позволили ему закончить подготовку к изданию курса в желаемом объеме и в более тщательной обработке. Институт Механобр, решив издать курс с сохранением изложения в том виде, как он был написан автором, поручил подготовить его к печати горн. инж. В. А. Глазковскому. Работа, выполненная В. А. Глазковским, потребовала значительной затраты труда, так как оставленный проф. Г. О. Чечотт материал представлял собой плохо сохранившуюся рукопись.

Прогрессирующая потребность в использовании минерального сырья Союза, бурный рост горной промышленности, в связи с выполнением общего плана нашего социалистического строительства, обязывают нас к продолжению и углублению начатого покойным Г. О. Чечоттом труда и к дальнейшей разработке проблемы опробования на уровне новейших достижений и современных теорий.

Издание настоящего курса—начало этой большой работы.

Ленинград 1932 г.

Ред.-Изд. Комиссия Механобра.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Настоящий краткий курс представляет собою содержание лекций, читанных автором в 1920—22 гг. студентам разведочного отделения Геологического разведочного факультета и специальности обогащения Горного факультета в Ленинградском горном институте. Он заключает в себе ряд практических правил, которыми следует руководствоваться при опробовании полезных ископаемых в месторождениях и рудниках в разнообразных случаях оценки месторождений и постановки проблемы обогащения. Из наименования курса видно, что он должен распасться на две части: 1) *Опробование* и 2) *Испытание*. В первой части должны излагаться методы взятия проб и их сокращения (техника опробования), а во второй — способы испытаний проб для технических целей главным образом для предварительной обработки и обогащения. К сожалению, составление второй части из-за неполного оборудования соответствующей лабораторий в Горном институте не могло быть выполнено в окончательной форме.

Но, учитывая потребность в курсе, я решился выпустить лишь первую часть, трактующую главным образом об опробовании. Тем не менее я сохранил общее название курса «Опробование и испытание полезных ископаемых», так как вопросы испытания затрагиваются при взятии так называемых генеральных проб. В последнем случае испытания в своих начальных фазах совпадают со взятием и сокращением проб.

В изложении настоящего предмета я стремился придерживаться элементарного метода, по возможности избегая математических выкладок.

Стимулом к изданию настоящей книжки послужило полное отсутствие в русской литературе цельных сочинений, затрагивающих вопросы опробования с практической стороны, в которых в то же время была бы подчеркнута чрезвычайная важность самого серьезного внимания ко всем правилам, какие должны быть соблюдаемы при опробовании, легким по своей простоте и потому часто пренебрегаемым в практике. Ошибки же при взятии проб, так легко совершающиеся, могут иметь результатом совершенно неверную оценку месторождения и неверную постановку проблемы обогащения и таким образом погубить все предприятие.

Иностранцы вопросам опробования давно уже уделяли должное внимание. В Америке и в Англии можно всегда найти не только богатый материал в текущей (журнальной) технической литературе, но также самостоятельные сочинения, а равно указания и данные во всех справочниках для горных инженеров. Вся эта обширная иностранная, главным образом английская литература однако не затрагивает одного вопроса, а именно метода *взятия генеральных проб*. Последние особенно важны для специалистов по обогащению (и металлургов), когда предстоит задача

постройки новой рациональной фабрики для обогащения руды сложного состава. Генеральные же пробы могут интересовать и разведчиков в случае оценки месторождения сложного состава, если окончательного заключения нельзя сделать без систематических опытов обогащения взятой генеральной пробы. Насколько мне известно, по вопросу о генеральных пробах ни в русской, ни в иностранной литературе кроме самых общих указаний не имеется никаких материалов, почему чрезвычайно важно обратить на это особое внимание. Соответствующие главы настоящей книги как по опробованию, так и по сокращению проб являются таким образом совершенно оригинальными и основаны на личном опыте автора, которому пришлось неоднократно организовывать взятие генеральной пробы на целом ряде месторождений и рудников.

При изложении этой части особое значение придавалось составлению схемы опробования и сокращения, как способу организации работ, так как при многочисленности отдельных манипуляций и получающихся фракций проб, не имея схемы, весьма легко запутаться в нужных действиях и сбиться. Между тем небольшое упущение может сделать совершенно негодными результаты работ, требующих затраты значительного времени, труда и напряженного внимания. Таким образом метод изображения схемами всех нужных действий имеет весьма важное практическое значение, которое усвоено автором на основании личного опыта. Этот практицизм всех указаний и правил и его значение я и стремился передать своим слушателям и читателям. Насколько мне удалось выполнить поставленную задачу, предоставляю судить читателям.

Г. О. Чечотт.

ВВЕДЕНИЕ.

Предмет курса. Настоящий курс обнимает учение о способах взятия проб полезных ископаемых из месторождений или больших скоплений на поверхности и о способах исследования этих проб. Процесс взятия проб полезных ископаемых из месторождений или из искусственных скоплений ископаемых называется опробованием месторождений или отвалов.

Не нужно смешивать опробование с пробирным искусством. Последнее составляет совокупность быстрых технических приемов химического анализа взятых проб. Слово *проба* в пробирном искусстве имеет тройное значение, а именно, им называют: 1) материал, подлежащий исследованию, собранный в каком-нибудь сосуде, банке, ящике и т. п., 2) самый процесс определения составных частей материала: напр. говорят *проба на свинец*, *проба на цинк*, и в этом смысле *опробовать руду* значит определить пробирными методами содержание в ней известного элемента, наконец, 3) под пробой в пробирном деле подразумевают также самый результат опробования, так, говорят: *проба лигатурного золота 782* и т. п. В пробирном искусстве часто в начальных главах сообщаются сведения, как из некоторой массы полезного ископаемого взять для пробы известную часть ее, чтобы состав этой части отвечал составу всей массы, из которой она взята. Этому действию придается значение подготовки пробы. Изучение такого рода приемов и составляет часть содержания настоящего курса. Здесь именно будут рассмотрены способы взятия проб из больших масс для различных целей. Самый процесс взятия пробы будет именоваться опробованием. В результате этого действия получается проба, которая в пробирном искусстве является исходным материалом, и дальнейшие действия над которой там называются опробованием.

Спрашивается, почему же нужно эти предшествующие пробирному исследованию действия выделять в особый курс, если сведения о них даются в курсах пробирного искусства?—А потому, что: 1) эти подготовительные действия здесь будут трактоваться как самоцель, 2) взятие проб имеет гораздо большее значение, чем только определение химического состава, и 3) пробы можно брать из скоплений самых разнообразных типов: по форме, количеству, их внутренним свойствам и способу их нахождения, и разными способами, смотря по цели, для какой берется проба.

В английской речи для обозначения различия между опробованием в трактуемом здесь значении и собственно пробирным искусством употребляются выражения, для первого значения—*sampling* и для второго—*assaying*. Проба как материал для исследования наз. *sample*; проба как определение содержания в нем определенного элемента наз. *assay*. Наконец другие исследования взятых проб кроме пробирного наз. *testing*.

а самое исследование — test. В русском языке пока мы не находим соответствующих кратких выражений для понятий sample и assay, кроме слова «проба». Быть может в этом отражается малое значение, какое до сих пор придавалось у нас действиям, определяемым английским выражением sampling, по крайней мере по отношению к месторождениям полезных ископаемых. Именно потому мы считаем уместным и своевременным предложить вниманию заинтересованных кругов настоящий курс, впервые обособленный в самостоятельный предмет на геолого-разведочном и горном факультетах Ленинградского горного института в 1920 г. и который мы озаглавили «Опробование и испытание» — что отвечает английскому «Sampling and Testing».

Значение опробования и испытания. В практике горного инженера встречаются два случая, когда ему нужно брать пробы из месторождений полезных ископаемых или из больших скоплений: 1) в разведочном деле для определения и оценки месторождения в широком значении этого слова и 2) при решениях технических вопросов всякого рода обработки и утилизации полезного ископаемого вообще и механической обработки, или обогащения, в частности.

Химический или пробирный анализ есть только частный случай в различных действиях, служащих для той же цели, но не самодовлеющее действие. Пробы не берут исключительно для того, чтобы сделать химический анализ, но для того, чтобы по результатам анализа можно было осветить поставленные выше две группы вопросов.

Еще шире смотря на дело, можно обе группы вопросов слить в одно целое — *оценку месторождений* в широком значении этого слова, так как одно определение качества и количества полезного ископаемого в данном месторождении без определения технических возможностей использования его не может иметь никакого практического значения. Но мы выделяем эти две группы вопросов потому, что во-первых техническому исследованию данного месторождения предшествуют качественное и количественное его определение и во-вторых потому, что часто обе группы этих вопросов исследуются соответствующими специалистами в своих областях в отдельности.

В общем курсе обогащения указывается, что почти каждая руда, каждое ее видоизменение представляет индивидуальную проблему и, в связи с разнообразными рыночными и местными условиями, цели обогащения могут быть различны, а потому почти не существует двух тождественных фабрик и всякое проектирование обогатительных фабрик должно быть основано на предшествующих испытаниях.

Для этих испытаний, чисто технических, и требуется брать пробы. В более сложных случаях от этих испытаний, поставленных самым серьезным образом, зависит окончательное решение вопроса о возможности использования данного месторождения, почему испытания механической обработки и обогащения весьма часто составляют необходимое дополнение собственно разведочных работ для промышленной оценки месторождения. По своей сложности работы по испытанию требуют специальных знаний и умения.

Определения. В курсе разведочного дела говорится, что в процессе отыскания и определения всех элементов месторождения различают три момента: 1) поиски месторождений полезных ископаемых, 2) предварительные разведки и 3) детальные разведки.

В частных случаях отдельные стадии разведки могут исчезать или, незаметно сливаясь, переходить одна в другую.

Соответственно этому в нашем курсе мы будем различать:

- 1) опробование при *поисках*,
- 2) опробование при *предварительных разведках*,
- 3) опробование при *детальных разведках* и взятие *генеральной пробы*.

Точно так же соответственно характеру проб производятся обыкновенно и разного рода испытания:

4) *Предварительные испытания* с пробами, взятыми на поисках и предварительных разведках, и 5) *Систематические испытания* с генеральной пробой, взятой или при детальных разведках, или с целью получения рациональной схемы обработки на действующем руднике, разрабатывающем вполне благонадежное и разведанное месторождение.

К категории специальных случаев опробования, интересующих преимущественно *техников-обогащителей*, относятся:

6) *Контрольные опробования* сырого материала и продуктов обогащения в действующих фабриках, имеющие особое значение на временных или пробных фабриках как последний этап исследования, так называемый *учет действия обогащительных фабрик*.

Основное условие, какому должна удовлетворять всякая проба, заключается в том, чтобы она обладала всеми свойствами полезного ископаемого, из массы которого она взята. Исследование этих свойств и имеют целью дальнейшие испытания. Само собою понятно, что исследования вообще могут касаться разных свойств ископаемого и потому, если сохранение всех свойств его оказывается почему-либо затруднительным, способы взятия пробы должны быть таковы, чтобы сохранить в ней только нужные свойства ископаемого. Так как однако исследования можно производить лишь с определенными количествами, более или менее незначительными и составляющими ничтожный процент от всего количества материала в изучаемом скоплении, то возникает вопрос, каким образом можно обеспечить соответствие свойств пробы и исходного материала.

В большинстве случаев тождество свойств пробы и испытуемого скопления обеспечивается: 1) определенными методами взятия пробы из скопления, т. е. акта опробования и 2) сохранением известного соотношения между количеством и качеством материала в скоплении, и количеством материала, взятого в пробу. Но при этом вполне естественно, что количество взятой пробы может не отвечать возможному количеству пробы для исследования ее. Тогда приходится вновь брать пробу от пробы, руководствуясь теми же соображениями, что и при первоначальном взятии пробы из существующего скопления, принимая первую пробу как бы за новое испытуемое скопление. Если и при этом не будет получено требуемое (или возможное) количество, то та же операция повторится снова до тех пор, пока не будет получено нужное для исследований количество. Ряд таких операций называется *сокращением пробы*. Таким образом опробование всякого скопления представляет два момента:

- 1) *взятие пробы* или собственно опробование, и
- 2) *сокращение пробы*, после чего можно приступить к последнему акту исследования, а именно к
- 3) *испытанию пробы*.

Соответственно сказанному и расположен материал курса.

ОПРОБОВАНИЕ.

ГЛАВА I.

ВЗЯТИЕ ПРОБ НА ПОИСКАХ.

§ I. Типы проб.

Пробы обыкновенно берутся с тройкой целью: 1) для определения минералогического и петрографического характера; 2) с целью определения химического состава и 3) для технического испытания и обработки. Соответственно с этим различают три типа проб:

- 1) Минералогические пробы.
- 2) Химические пробы.
- 3) Технические пробы.

В минералогических пробах исследователя интересуют минералогический и петрографический составы полезного ископаемого. При этом геолого-разведчик, исследуя пробы, стремится узнать не только вид найденного объекта, но также, учитывая совокупность всех других геологических данных, определить генезис месторождения с целью сделать вывод об его геологической благонадежности или постоянстве. Техника-обогапителя интересуют в минералогических пробах другие вопросы. Ему важно знать, с каким объектом придется иметь дело, т. е. выяснить, из каких минералов состоит полезная часть руды и какие минералы составляют ее пустую породу. Обогапителю нужно знать, какими свойствами отличаются эти две группы минералов, чтобы можно было воспользоваться ими для разделения этих групп: удельный вес, кристаллическая система, спайность, которая свидетельствовала бы о возможных формах отдельных зерен после измельчения руды, формах агрегатов тех или других минералов, твердость и хрупкость для суждения о возможных потерях в пылении и шламмах. Сюда будут относиться также магнитные свойства руды, электропроводность, свойства смачиваемости, крупность зерна и характер вкрапленности для суждения о возможной степени измельчения. Следует выяснить кроме того присутствие примесей, могущих иметь вредное влияние и требующих особого внимания с целью их удаления, а также относительное количественное распределение минералов и возможные варианты их распределения.

Как минералога, так и обогапителя интересуют в этом случае качественные свойства проб, количественные же соотношения оцениваются лишь более или менее относительно. Вполне естественно, что такие пробы только и могут дать качественные данные, так как для подобной оценки берутся отдельные куски — типы руды, вернее — образцы ее, в которых никоим образом не могут быть соблюдены существующие в месторождении количественные соотношения. Образцы берутся не только из руд-

ной породы, но и всех других пород, слагающих месторождение. Для геолога это необходимо потому, что лишь по совокупности всех данных он может осветить вопросы генезиса месторождения. Для обогатителя особенно интересным являются прилегающие породы, как возможные примеси в сыром материале.

Дополнением таких минералогических проб является точная зарисовка строения жилы или пласта в месте взятия образцов с указанием, из какой части рудного тела взят тот или другой образец, причем замер отдельных элементов рудного тела (главным образом мощности) является единственным указателем о возможных количественных соотношениях. При тщательном изучении минералогические пробы должны быть взяты из всех обнаруженных разновидностей рудного тела.

Х и м и ч е с к и е п р о б ы служат для определения химического состава ископаемого методами химического анализа или пробирного искусства. Вполне очевидно, что состав химической пробы должен возможно точно отвечать среднему составу руды. Кроме того, состав химической пробы должен быть вполне однородным, чтобы любая часть ее имела одинаковый состав с общей массой. Такими свойствами проба будет обладать: 1) если она взята в данном месторождении или скоплении таким образом, что в нее попадут все разнородные части ископаемого и притом в таком соотношении, в каком они действительно находятся в скоплении и 2) если она будет находиться в состоянии тонкого раздробления и тщательно перемешана во вполне однородную смесь.

Химические пробы для геолога-разведчика дают исходные данные для количественной оценки полезной части открытого месторождения, а для инженера-обогатителя дают суждения о необходимости обогащения и требуемой степени его по совокупности всех обстоятельств технического и экономического характера.

Вполне естественно, что химические пробы не могут служить для решения вопросов, освещаемых минералогическими пробами, но служат необходимым дополнением последних, так как исходя из химического состава и зная минералогическое строение руды, мы имеем возможность установить количественное распределение минералов. В еще меньшей мере химические пробы могут служить для решения технических задач кроме одного случая, когда руда требует валового измельчения.

Т е х н и ч е с к и е п р о б ы служат для исследования способов утилизации полезных ископаемых, если они находят применение в сыром, необработанном виде, или способов обработки их, если в сыром виде они не имеют потребления. Вполне естественно, что испытания этого рода должны быть выполнены с таким материалом, какой будет получаться в руднике при его разработке, т. е. с сырым материалом. В этом отношении важно, чтобы проба не только отвечала среднему химическому и минералогическому составу руды, но также чтобы она по крупности слагающего материала и относительному распределению в ней кусков и зерен разной величины в точности отвечала качеству сырого материала. Последнее обстоятельство имеет существенное значение при испытаниях материала, не идущего в переработку, напр. минерального топлива, но особенное значение оно приобретает в испытаниях для механической (химической) обработки.

Весь расчет механической обработки во всех ее операциях: грохочения, дробления и обогащения основывается на характеристике

сырого материала, а поэтому техническая проба должна иметь характеристику, тождественную с характеристикой сырого материала.¹

Технические пробы, заключая материал в разнообразных кусках, во всей своей массе отвечающий определенному составу, вообще говоря, включает в себе куски типов данной руды и примесей, т. е. минералогические пробы или образцы, могущие интересовать обогатителя. Следовательно из технической пробы можно отобрать образцы для изучения тех вопросов, которые обыкновенно исследуются по минералогическим пробам, но при условии возвращения этих образцов по миновании необходимости обратно в общую смесь. Но иногда бывают случаи, что сделать этого нельзя, так как при минералогическом исследовании проба может подвергаться разделению, а с другой стороны, минералогические образцы важно сохранить для разных справок, почему техническая проба не исключает необходимости взятия и сохранения минералогических проб. Геолога же техническая проба никоим образом не может удовлетворить в минералогическом отношении, так как в нее могут не попасть более удаленные от рудного тела породы, которые однако в геологическом отношении могут иметь весьма важное значение.

Что касается химического значения технических проб, то по существу последние должны отвечать истинному составу руды. Однако отличительным и безусловным признаком технической пробы является сохранение в ней характеристики сырого материала и физико-химических свойств его, почему в случае значительного преобладания крупного материала, как увидим впоследствии, тождество химического состава может быть обеспечено лишь при весьма значительных количествах пробы, а такие пробы неудобны для каких бы то ни было испытаний.

Отсюда вытекает необходимость взятия во всяком случае параллельно с технической пробой контрольной химической пробы. Таким образом конечные результаты испытаний должны быть скорректированы, исходя из анализа химической пробы и относительных анализов продуктов испытания обогатимости.

Следовательно при всяком опробовании месторождения или отвала полезного ископаемого как для разведочных целей, так и для чисто технических следует брать пробы тройного рода: минералогические, химические и технические.

Независимо от этого основного разделения проб, а лишь в зависимости от рода производящихся с ними исследований, различают также по цели этих исследований: *разведочные пробы и технические пробы*. Первые обыкновенно представляют собой химические пробы или минералогические, вторые — имеют то же значение, какое мы придавали им выше. Разведочные пробы, по характеру их минералогического и химического состава, определяют присутствие полезного ископаемого, его распространение и границы в тех случаях, когда это нельзя установить по внешним признакам.

¹ Характеристикой сырого материала называется графическое изображение распределения зерен разной крупности; ее получают, отмечая по оси абсцисс крупность зерен, а по оси ординат — процентное количество.

§ 2. Взятие проб на поисках.

Характер поисковых работ вообще не дает возможности взятия иных проб кроме минералогических, иногда химических, редко технических. В большинстве случаев при поисках открываются лишь обнажения горных пород и полезных ископаемых, весьма часто измененных атмосферными агентами (выветрившихся) и при этом лишь части месторождения почвы, кровли, головы, тогда как другая часть скрыта разными отложениями и почвенными образованиями. Вполне понятно, что из естественных обнажений, притом частичных, только и можно взять образцы, т. е. минералогические пробы. Эти пробы технику еще ничего не говорят, кроме указания, с каким полезным ископаемым ему придется иметь дело впоследствии, если месторождение окажется благонадежным. Геологу минералогические пробы дают больше материала, позволяя в частности по относительному распределению оснований и кремнекислоты в некоторых изверженных породах определить их петрографический вид и сделать отсюда соответствующие выводы. Конечно некоторые пробы имеют весьма однообразный состав, напр. известняки, песчаники, кварциты, тонкозернистые изверженные породы, метаморфические породы и т. п.

В таких случаях состав отдельных образцов может близко отвечать массовому химическому составу и подходить даже к характеру технического состава.

Иногда массовый состав даже совершенно невозможно получить, так как по отдельным обнажениям вообще весьма затруднительно судить об условиях добычи и тех примесях боковых пород или включений, которые неизбежно будут попадать в сырой материал в процессе добычи ископаемого. Независимо от этого состав добываемого продукта подвержен различным колебаниям и тогда конечно не может быть и речи о том, чтобы сделать вывод о среднем распределении веществ.

Так в известняках могут быть включения тяжелого шпата и доломита отдельными прослойками и линзами; с другой стороны в доломитах пропорция CaO и MgO может быть подвержена значительным колебаниям. Весьма убедительным является пример с образцами каменного угля. Образцы угля естественно представляют огромную ценность для суждения о качествах чистой угольной массы в случае, когда угли не подвергались слишком значительному выветриванию. Однако они абсолютно не дают возможности сделать заключение о валовом составе угля, так как состав различных пачек угля может быть весьма разнообразным и сложение пластов подвержено изменениям в направлении их простираения и падения.

Что касается рудных месторождений, то последние с точки зрения их опробования и суждения о составе могут быть разделены на две категории: сплошные и вкрапленные. Первые кроме того по форме залегания могут быть разбиты на мощные и тонкие или имеющие характер штокообразных залежей сплошной рудной массы, как напр. магматические руды Fe_2O_3 ; затем можно выделить пластообразные залежи различной мощности, напр. гематита, бурого железняка, пирролизита. Наконец различают жильные месторождения с сплошным выполнением трещин рудными веществами, напр. богатые жилы PbS типа Фрейбергского округа, где части жилы PbS включают сплошную штуфную руду. Чаше однако жильные рудные месторождения являются вкрапленными. Вкрапленными также являются импрегнированные массивные кристалличе-