Записки Ленинградского Горного института, т. XI, вып. 1, 1937
Annales de l'Institut des Mines à Léningrad, vol. XI, liv. 1, 1937

Влияние орогенических движений на состав рудоносных фаций Чиатурского марганцового месторождения

Проф. А. Г. Бетехтин

Influence of orogenic movements upon a composition of ore-bearing facies in the Chiaturi manganese ore deposit (Caucasus)

Prof. A. G. Betekhtin

Введение

Чиатурское марганцевое месторождение (в Закавказье), являющееся одним из крупнейших в мире, несмотря на пятидесятилетнюю давность эксплоатации, впервые всестороннему детальному геологическому изучению подверглось в последние годы. Составление детальной геологической карты района месторождения, петрографическое изучение различных фаций осадочных толщ, тщательные минералогические исследования марганцевых руд, наконец, крупные по масштабу разведочные буровые работы дали огромное количество интереснейшего фактического материала, позволившего установить условия образования марганценосной толщи.

Одной из замечательных особенностей геологии Чиатурского марганцевого месторождения является наличие различных фаций рудоносных осадков. Особый интерес представляет смена этих фаций в вертикальном разрезе марганцерудной толщи, которую хорошо удалось проследить как по обнажениям, так и по многочисленным буровым скважинам.

Анализ геологического строения свиты рудоносных осадков и вмещающих пород привел к выводу о том, что вертикальная смена фаций находилась в зависимости от тех орогенических движений, какие имели место в момент формирования марганцерудной толщи. Весьма любопытным оказался тот факт, что в пределах района Чиатурского месторождения, занимающего площадь около 100 *кв. км*, амплитуда этих движений в различных частях его была, повидимому, неодинаковой, что и сказалось на минералогическом составе и строении различных фаций.

Предлагаемая работа содержит краткое изложение основных положений, касающихся главным образом этого почти неизвестного в литературе явления среди осадочных рудных месторождений. Но прежде чем перейти к непосредственному описанию фактического материала, автор считает не лишним кратко остановиться на освещении вопросов общей геологии района.

Местоположение и орография района

Чиатурское месторождение располагается к северу от Дзирульского гранитного массива, примерно в 40 *км* к северо-востоку от ст. Шорапани, Закавказской жел. дор. В районе самого месторождения расположен г. Чиатура, соединенный со ст. Шорапань узкоколейной железной дорогой. Расстояние от этой станции до ближайшего черноморского порта Поти по линии железной дороги составляет 132 *км*.

Местность в районе месторождения представляет собой довольно высокое безлесное плоскогорье с высотными отметками 650—750 *м* над уровнем моря. Это плоскогорье в юго-западном направлении прорезано глубокой (до 250 *м*) каньонообразной долиной реки Квирилы, делящей месторождение на две части: северо-западную и юго-восточную. Боковыми ущельями каждая из них в свою очередь расчленяется на отдельные нагорья, носящие различные названия (Ргани, Зеда-Ргани, Буникаури, Мгвимеви, Табагреби, Дарквети, Итхвиси, Шукрути и Перевиси).

Краткая геологическая характеристика района

Общая картина геологического строения района месторождения сравнительно проста. Район представлен, главным образом, осадочными породами (мезозойскими и третичными) и отчасти лишь изверженными (кварцевые порфиры и базальт).

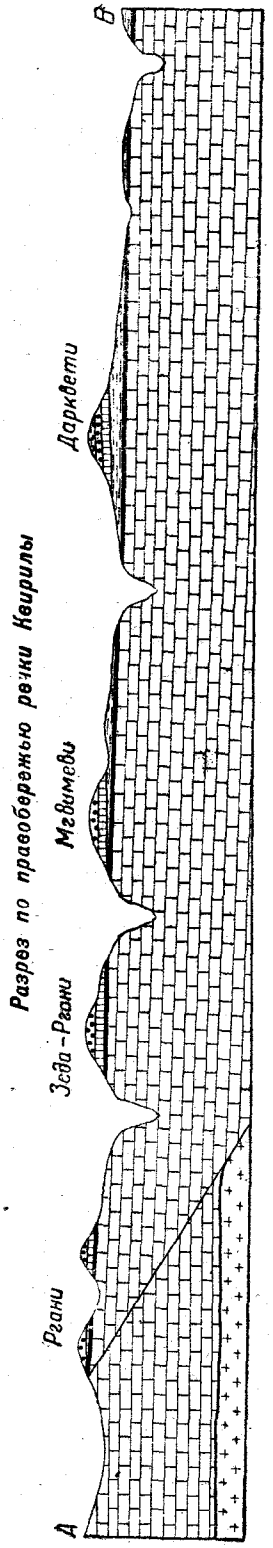
Как представлено на прилагаемой геологической карте и разрезах (рис. 1), наиболее древними геологическими образованиями являются кварцевые порфиры с туфами, туфобрекчиями (предположительно палеозойского возраста), выходы которых наблюдаются в южной части месторождения, в долине речки Квирилы. Ниже по течению этой речки кварцевые порфиры сменяются гранитами Дзирульского массива, являющимися по отношению к первым более древними.

На абрадированной поверхности кварцевых порфиров в свое время залегала толща известняков юрского возраста, от которых в пределах нашей геологической карты сохранились местами лишь незначительные остатки в виде конгломератов и песчаников, сменяющихся красными мраморизованными известняками. В настоящее время в геологическом разрезе вдоль речки Квирилы мы наблюдаем непосредственное налегание на кварцевые порфиры и на остатки юрских отложений глубоководных верхнемеловых известняков с базальным конгломератом в основании. Этими известняками сложены отвесные стены всех ущелий бассейна речки Квирилы. Вследствие наличия сброса в южной части месторождения точно установить мощность верхнемеловых известняков не удается. Во всяком случае она превышает 300 *м*. Судя по редким фаунистическим находкам, мы здесь имеем в основании турон и выше—сенон. Залегают эти известняки более или менее горизонтально, если не считать незначительных изменений в условиях залегания в северной, а также в северо-восточной частях района месторождения, где они имеют падение примерно на СВ под углом 6—8°.

На верхнемеловых известняках не совсем согласно лежат мелководные третичные отложения (палеоген, перекрываемый осадками чокрака миоценовой трансгрессии). Палеогеновые отложения на западе начина-

ются олигоценовыми спонголитовыми песчаниками, в основании которых как раз и залегает марганценосная свита (рис. 2). В северной и северо-восточной частях района месторождения рудоносная толща сменяется вначале свитой прослоев карбонатных руд марганца, затем глинистой и глинисто-песчанистой толщами с обильными отпечатками рыбьих чешуй и, наконец, — спонголитовыми песчаниками. Мощность глинистой фации заметно возрастает в северо-восточном направлении, начиная с нагорий Мгвимеви и Итхвиси. Общая мощность олигоценовых отложений колеблется от нуля на западе до 100—110 *м* на востоке.

Осадки миоценовой трансгрессии начинаются с чокракских рыхлых песков, которые в западной части нашего района ложатся непосредственно на верхнемеловые известняки, а к востоку — на олигоценовые песчаники. На некоторых нагорьях, как, например, на Шукрути, чокрак представлен исключительно песками, мощностью до 90 *м*. К западу и к югу (Ргани и Перевиси) мощность песков падает, и мы наблюдаем смену их известняковой фацией, иногда с обильной фауной. Мощность ракушника в общем не превышает 2—3 *м* и вверх по разрезу постепенно сменяется сначала известковистыми песчаниками и песчанистыми глинами, содержащими микрофауну, затем — пестро-



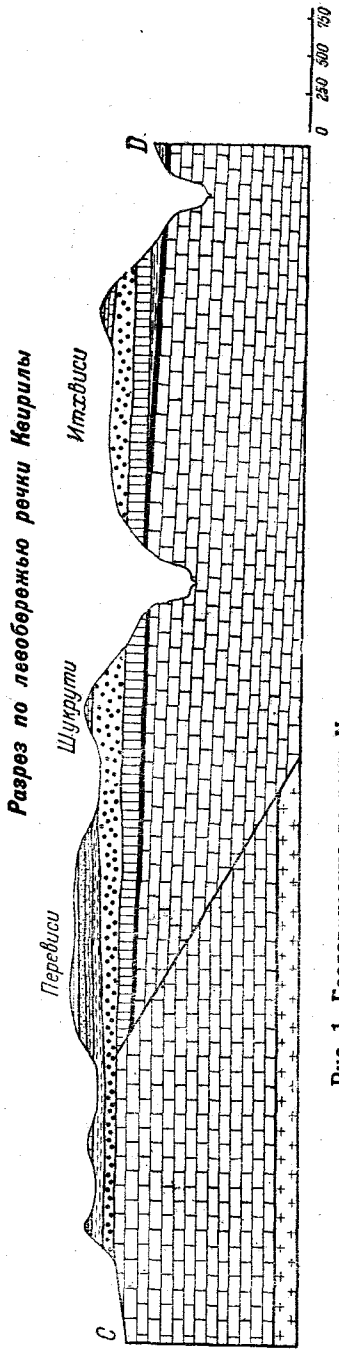


Рис. 1. Геологические разрезы Чиатурского марганцового месторождения.

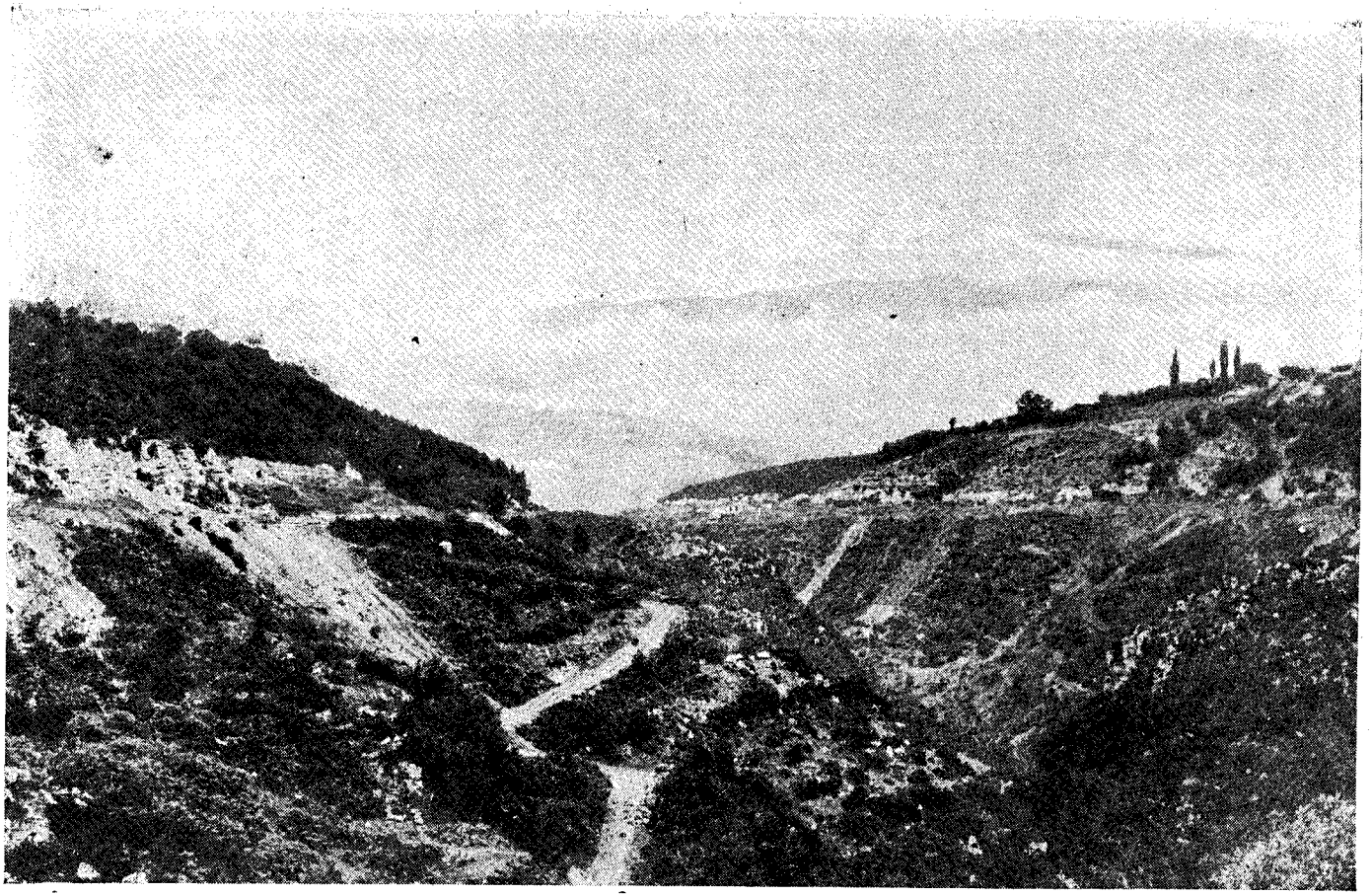


Рис. 2. Выходы рудоносной свиты прослоев олигоцена (горизонтально расположенная белая полоса). Слева — нагорье Перевиси, справа — нагорье Шукрути, на заднем плане — нагорье Зеда-Рган.

цветными глинами (в Перевиси и Итхвиси). В верхних песчанистых слоях чокракской толщи мы встречаем уже спаниодонтелловую фауну.

Спаниодонтовая свита представлена только лишь в юго-восточной части района месторождения, т. е. по левобережью речки Квирилы. Характерной особенностью спаниодонтовой и вышележащих свит является их почти горизонтальное залегание. Оно нарушено лишь на Перевисском нагорье в местах внедрения базальтовой магмы. Мощность спаниодонтовой толщи почти постоянная. Она колеблется в пределах 20—25 *м*.

Выше спаниодонтовой свиты лежит хорошо прослеженный всюду фоладовый песчаниковый слой, мощность которого не превышает 7 *м*.

Далее при составлении детальной геологической карты района месторождения в районе Перевиси и Итхвиси были констатированы слоистые песчано-глинистые и глинистые отложения нижнего сармата. В пределах месторождения мощность сарматских отложений достигает 60 *м*. На этом кончается восходящий геологический разрез третичных осадочных образований.

Вся эта толща осадочных пород прорезана оливиновыми базальтами (район Перевиси). Любопытно, что в одном случае базальт дал пластовую апофизу под марганцевую толщу, прорвав ее лишь по краям в виде пологих пластовых даек. В другом месте (южная часть Перевисского нагорья) мы имеем типичный лакколит в песчано-глинистых отложениях конкского горизонта, только что обнажившийся на дневной поверхности. Насколько можно судить по формам базальтовых интрузий и по эксплоатационным выработкам в марганценосной свите, прорыв базальтами осадочной толщи произошел по коротким трещинам северо-западного простирания.

Самыми молодыми геологическими образованиями являются современные речные отложения в бассейне речки Квирилы.

Основные черты геологической истории района и генезис месторождения

Огромную роль в геологической истории района Чиатурского месторождения сыграл Дзирульский гранитный массив, образовавшийся, по всей вероятности, в докембрийское время.

Дзирульский массив, представляя собой мощный жесткий субстрат, не только оказывал влияние на ход процесса накопления осадков в прилегающих к нему районах, не только играл весьма существенную роль в развитии тектонической структуры в области, но также в значительной мере обусловливал и состав отдельных фаций, особенно в моменты эрозии, т. е. в те времена, когда он становился сушей. В этом отношении для нас, разумеется, наибольший интерес представляет прибрежная марганценосная фация осадков, сохранившиеся остатки которой располагаются вокруг Дзирульского массива: Чиатура (к северу), Чхари и Аджамети (к западу) и левобережье речки Квирилы (к югу от массива). Однако предварительно коснемся общих исторических моментов, отразившихся на геологическом строении Чиатурского района.

1. Впервые Дзирульский гранитный массив на поверхности земли обнажился, по всей вероятности, в палеозойское время. Во всяком случае, к моменту проявления вулканической фазы, давшей мощную континентальную фацию кислых эффузивов на северной окраине массива, граниты были уже обнажены.

2. Остатки фаций глубоководных юрских известняков на размытой поверхности кислых эффузивов говорят о том, что по крайней мере в середине мезозоя гранитный массив оказался погруженным на значительную глубину.

3. В предтуронскую орогеническую фазу, постепенно проявлявшуюся в течение сеномана и нижнего турона, массив претерпел новое поднятие. За это говорит энергичный размыв почти всех осадков верхнеюрской и нижнемеловой эпох. Глубоководные известняки турона и сенона, представляя собой тип эпиконтинентальных осадков, отложились в виде непрерывной толщи (до эоцена включительно).

4. В предолигоценовую (пиринейскую) орогеническую фазу произошло снова спокойное поднятие Дзирульского массива, часть которого вслед за тем в течение дальнейшего периода оставалась сушей.

Образование олигоценовой толщи мелководных осадков в прибрежной зоне вокруг выступавшего из-под уровня моря гранитного массива началось с накопления в отдельных участках гидроокислов марганца, в виде гелей в сопровождении обильного выделения кремнистых органогенных образований (главным образом рыхлого опала и спикулей губок и кластического аркозового материала.

Описанию фациальных особенностей рудоносных осадков в связи с непрекращавшимися слабыми орогеническими движениями посвятим специальную главу, здесь же отметим, что дальнейшее накопление олигоценовых отложений почти не сопровождалось выпадением гидроокислов марганца.

5. В предчокракскую (штирийскую) орогеническую фазу тектонические движения имели также незначительный масштаб, но очень важно отметить, что эти движения сыграли роковую роль в судьбе Чиатурского месторождения. К предчокракской орогенической фазе приурочивается довольно крупный сброс северо-западного простирания в южной части месторождения, которая оказалась поднятой и затем совершенно уничтоженной во время последовавшей чокракской трансгрессии. Таким образом, в этот момент произошло как бы отделение Чиатурского района от Аджамети-Чхарского (в 30 *км* к западу от Чиатура), который до того, по всей вероятности, составлял одно целое с Чиатурским районом.

6. Последующая орогеническая фаза, по времени относящаяся к плиоцену, вообще в Закавказье, как известно, проявилась с огромной интенсивностью в складкообразовательных движениях (с опрокидыванием складок к югу) и крупных разрывах и надвигах в южном направлении. Чиатурский же район благодаря наличию жесткого гранитного субстрата почти не пострадал от этих движений. Характерно, что слои миоценовых осадков не потеряли своего почти совершенно горизонтального положения.

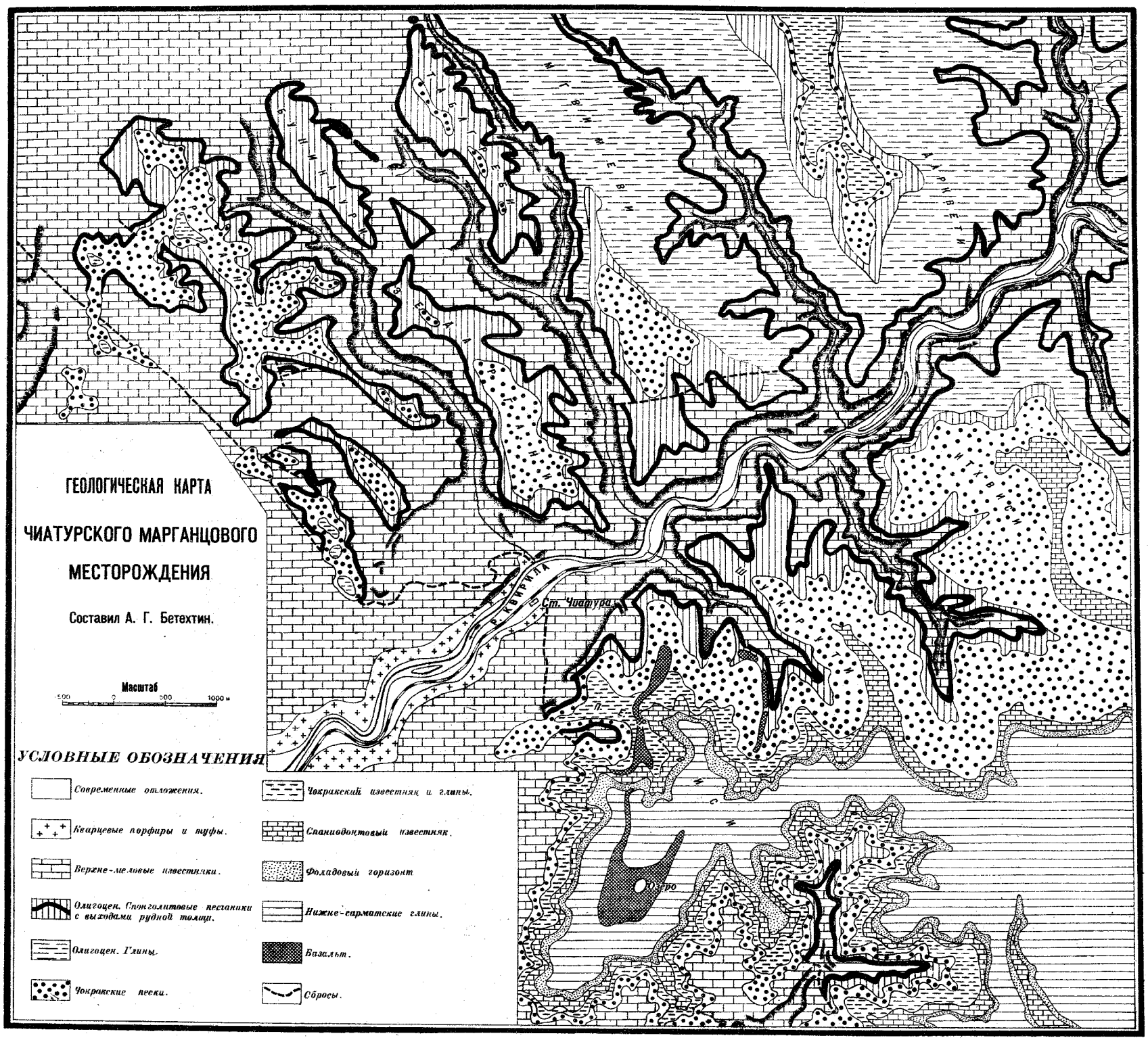
К этой орогенической фазе относится лишь интрузия оливиновых базальтов, частично нарушивших условия залегания третичных осадков на Перевисском нагорье.

7. В постплиоценовое время имела место энергичная эрозионная деятельность, продолжающаяся и в настоящий момент. Этой деятельности обязан своим происхождением современный рельеф района Чиатурского месторождения с его каньонообразными ущельями и нагорьями, имеющими характер столовых гор.

Чтобы судить, насколько велика была эрозионная деятельность, достаточно указать, что из уцелевшей после чокракской трансгрессии северо-восточной части первоначальной площади месторождения сохранилась лишь половина. Если принять во внимание, что запасы промышленных руд марганца в настоящее время исчисляются цифрой в 160 млн. тонн, нетрудно себе представить масштаб первоначально образовавшегося месторождения.

Что касается генезиса Чиатурского месторождения, то на основании имеющегося, детально обработанного, фактического материала можно притти к следующим основным выводам:

1. Чиатурское марганцевое месторождение представляет собой классическое осадочное месторождение, образовавшееся в условиях субтро-



Зак.№ 58 Тираж 1000 экз. Главлит № Д/4225 Сдано в производство 28/VI 1937 г. Подписано к печати 28/VII 1937 г. Отпечатано в Картмастерской ЦНИГРИ, Ленинград, В.О., Средний пр. 72

пического климата в прибрежной зоне мелководного морского бассейна с пониженной соленостью воды. Бассейн представлял собой или открытое море или довольно широкий залив, в котором отложение руд происходило на южном склоне в зоне шельфа.

2. Источником марганца явился располагавшийся к югу Дзирульский гранитный массив с вулканогенными толщами мезозоя, представлявший в палеогеновое время сушу.

3. Выпадение марганцевых соединений происходило в условиях слабых речных течений, путем коагуляции концентрированных коллоидных растворов. Из этих растворов при встрече с морскими водами, минеральные соли которых играли роль электролитов, выпадали гели в виде оолитоподобных стяжений.

Концентрация коллоидных растворов (золей) имела место по всей видимости вблизи береговой линии и совершалась не без участия особых микроорганизмов, которые, повидимому, перерабатывали соединения марганца, выносившиеся речными водами с суши. О возможности существования специфического мира организмов в мелководных бассейнах олигоценового времени до некоторой степени говорит образование в этот период многочисленных крупных месторождений марганца, образующих обширную металлогеническую провинцию марганца на территории Советского Союза (группа Никопольских месторождений на Украине, Чиатурское, Аджамети-Чхарское и другие месторождения в Закавказье, Мангышлакское в Закаспии, Марсятское, Полуночное и другие месторождения на восточном склоне Урала). Ни в более ранние, ни в более поздние периоды существования нашей земли нам не известны столь исключительные накопления марганца в условиях мелководных бассейнов.

4. Физико-химические условия распада коллоидальных растворов были, повидимому, таковы, что подавляющая масса выпадающих осадков приходилась на долю марганцевых гидроокислов и до некоторой степени опала, и лишь изредка в силу кратковременных местных изменений электролитического режима водного бассейна выпадали гидроокислы железа с ничтожным содержанием марганца.

5. Фациальный анализ строения рудоносной толщи прежде всего убеждает в том, что наибольшие накопления руд происходили на более мелких глубинах. По мере удаления от береговой линии руды становятся более бедными и переслаиваются более мощными тонкозернистыми песчаниками и кремнистыми глинами. Мало того, там, где дно бассейна располагалось выше так называемого кислородного горизонта, образовывались окисные руды, в противном случае возникали карбонатные марганцевые руды. В этом последнем случае свертывавшиеся гели, попадая в условия недостатка кислорода и образования углекислоты (вследствие разложения органических остатков), подвергались процессу диагенезиса, т. е. переходили в карбонатные соединения, сохраняя внешнюю оолитоподобную форму. Таким путем возникла карбонатная фация осадков.

Окисные руды хотя в большинстве своем являются частично переотложенными, однако, изучение фациальных особенностей указывает, что они в главной массе все же находятся вблизи своего первоначального места возникновения.

Характеристика геологического строения и состава олигоценовой толщи осадков

В пределах района Чиатурского месторождения олигоценовая осадочная толща залегает всюду на размытой поверхности верхнемеловых известняков и прикрывается толщей рыхлых песков, играющих роль базального конгломерата в миоценовых осадках.

Строение самой олигоценовой толщи неоднородно, причем замечена совершенно определенная закономерность в расположении различных фаций осадков. Перейдем к детальному рассмотрению особенностей строения этой толщи.

Как показала геологическая съемка района месторождения, олигоценовая толща существенно меняется в своем строении по направлению к северо-востоку. Поэтому, с целью получения конкретных выводов, наиболее целесообразным будет сравнение юго-западной части с северо-восточной частью района нашего месторождения.

Прослои песчаников, подстилающих рудоносную свиту. В юго-западной части месторождения олигоцен в восходящем геологическом разрезе начинается с рудоносной свиты прослоев, лежащей непосредственно на известняках верхнего мела, отделяясь от них лишь тонким прослоем грубозернистого конгломератовидного аркозового песчаника. Однако по направлению к северо-востоку (Мгвимеви и Дарквети) и востоку (Итхвиси, Пасиети) рудоносная свита от известняков отделяется слоистой свитой тонкозернистых песчаников с мощностью, достигающей в северо-восточном направлении 5—8 и даже 12 *м*.

Следует заметить, что петрографическое изучение аркозового материала с несомненностью убеждает в том, что последний образовался за счет размыва располагавшегося к югу Дзирульского гранитного массива. Таким образом, увеличение мощности песчаниковых прослоев в северо-восточном направлении, с одной стороны, и уменьшение размеров частиц кластического материала, с другой, заставляет думать, что береговая линия морского бассейна располагалась где-то к югу от Чиатурского района.

Характеристика строения и минералогического состава рудоносной свиты прослоев. Прежде всего следует указать, что среди этой свиты в вертикальном разрезе совершенно отчетливо устанавливаются две отличающиеся друг от друга по строению и составу серии прослоев.

1) Нижняя—так называемая „собственно-рудная" (т. е. эксплоатирующаяся в настоящее время) серия, которая представлена почти исключительно окисными рудами, главным образом, оолитовыми рудами, состоящими из псиломелана, пиролюзита и манганита, и

2) верхняя—более бедная промышленными рудами серия, которая от нижней серии обычно отделяется тонким прослойком (мощностью от 0,5 до 5 *см*), состоящим из оолитовых стяжений гидрогетита (иногда гематита и глауконита); местами он заменяется песчанистым прослойком желто-бурого цвета вследствие содержащихся в нем гидроокислов железа.

Нижняя серия рудоносных осадков представляет собой пачку перемещающихся рудных прослоев с песчаниковыми. Число рудных прослоев для каждого данного участка колеблется; мощность их варьирует от сантиметров до дециметров. Общая же мощность прослоев колеблется в пределах 2—3 *м*, а по направлению к северо-востоку, что весьма также характерно, увеличивается до 4—5 *м*, причем увеличение ее происходит за счет возрастания числа и мощности песчаниковых прослоев.

Внимательное изучение строения отдельных рудных прослоев показывает, что во многих случаях при отложении осадков имело место сортирующее действие движущихся вод. Наряду с прослоями песчаников с рассеянными включениями оолитовых рудных образований, характеризующихся различными размерами их в поперечнике, наблюдаются прослои, состоящие почти сплошь из оолитовых стяжений более или менее одинаковых по размерам, причем в них нередки также и обломки рудных оолитов. В связи с этим необходимо упомянуть о том, что при прослеживании изменения особенностей строения нижней рудоносной серии в северо-восточном направлении явно замечается уменьшение крупности оолитовых зерен. Так, если на участках Ргани и отчасти Пере-

виси мы нередко встречаем прослои, содержащие оолитовые образования размером 5—10, иногда 20 *мм* в поперечнике, то на нагорьях Мгвимеви, Даркветн и Итхвиси размеры их обычно не превышают 2 *мм* в поперечнике. Можно думать поэтому, что транспортабельная способность движущихся вод заметно ослабевала при приближении к более глубоководным, т. е. удаленным от береговой линии, участкам бассейна.

Минералогический состав рудоносных прослоев нижней серии также обнаруживает некоторые изменения в горизонтальных направлениях, в частности в северо-восточном. Остановимся вначале на минералогической характеристике окисных руд мелководной фации, приуроченной к юго-западной части района месторождения.

Здесь, прежде всего, необходимо различать две следующие группы минеральных образований:[1] а) минералы, входящие в состав кластического материала, и б) минералы, химически образовавшиеся в водном бассейне. К первой группе принадлежат: кварц, кислые плагиоклазы, ортоклаз, микроклин, мусковит и другие составные части, главным образом, гранитных пород, а также обломки спикулей губок, костей рыб, зубов акул, ребер китообразных, обломков древесины хвойных и лиственных деревьев и пр. Ко второй группе следует отнести: манганит, псиломелан, пиролюзит, опал, халцедон, каолин, галлуазит, глауконит, гумусовые угли в виде тонких линзообразных прослойков и др.

Весь этот список минеральных образований совершенно отчетливо говорит о прибрежно-морских условиях образования минералов. Что касается ассоциации рудных минералов, то они являются типичными представителями мелководной фации окисных осадочных руд, наиболее типично представленной в юго-западной части района месторождения.

Следует остановиться на морфологических особенностях рудных образований.

Форма оолитовых стяжений в большинстве случаев правильная, шаровидная или эллипсоидальная, реже вытянутая по одной оси.

Размеры оолитовых зерен обычно колеблются в пределах от 1 до 3—4 *мм*, но местами, как сказано, встречаются образования в 10—20 *мм* в поперечнике, редко больше. В прослоях переотложенных руд размеры отдельных зерен более или менее хорошо выдерживаются. Однако в тех случаях, когда они располагаются на месте своего образования мы наблюдаем самые различные размеры. Любопытно, что в этих случаях формы отдельных стяжений часто бывают сплюснуты. Повидимому, на них оказывали некоторое воздействие соседние твердые компоненты, слагающие рудные прослои (рис. 3).

Строение самих оолитов, как правило, концентрически слоистое (рис. 3 и 4). Сферолитового или радиальнолучистого строения ни разу не наблюдалось. Его не удавалось обнаружить с помощью химических протрав также и в оолитах с гладкой полированной поверхностью. Характернейшей особенностью этих образований является почти постоянное наличие в центре каждого стяжения зерен и галек кварца, полевых шпатов, кальцита, часто спикулей губок, изредка обломков рудных оолитов и др.

В большинстве случаев слоистость в этих стяжениях носит правильный концентрический характер и обычно хорошо выдерживается по толщине отдельных слоев. Однако во многих случаях мы наблюдаем несколько иную картину.

На рис. 4 показано, что в центральных частях оолитовых стяжений мы имеем нередко почкообразной формы концентрическую слои-

[1] Минеральные ассоциации, возникшие в результате контактовых воздействий базальтовой магмы на рудоносную толщу, а также группа минералов, образующихся при современном выветривании месторождения, здесь не рассматриваются, как неимеющие прямого отношения к теме.

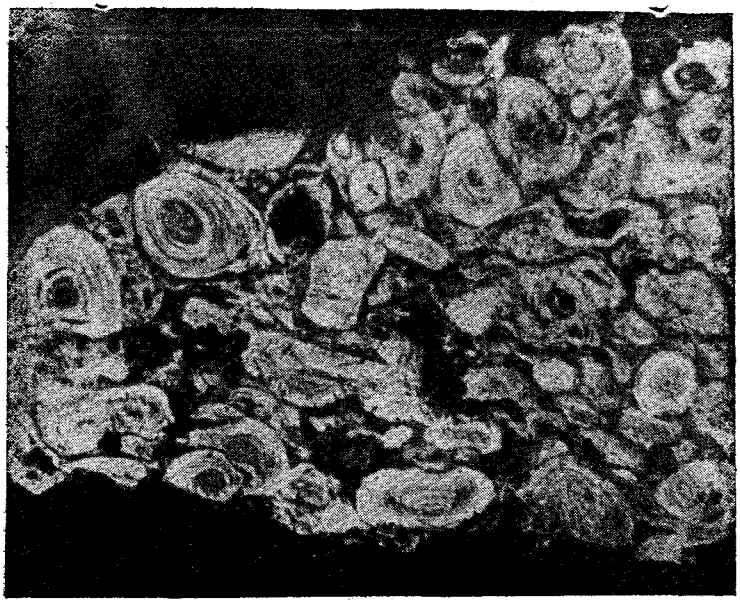


Рис. 3. Сплошная оолитовая руда. Шаровидные рудные стяжения состоят из псиломелана и пиролюзита. Снято в отраженном свете. Не травлено. Увелич. 5.

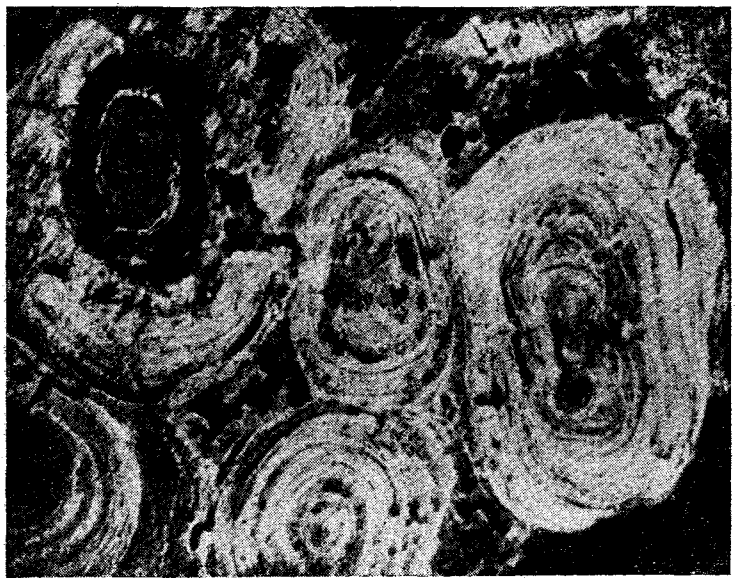


Рис. 4. Строение оолитовых стяжений гидроокислов марганца (псиломелан). В пространстве между отдельными стяжениями— пиролюзит. Снято в отраженном свете. Не травлено. Увелич. 15.

стость, чрезвычайно напоминающую строение типичных коллоидальных сгустков. Лишь наружные слои обладают более плавными очертаниями. Иногда же, наоборот, центральная часть бывает представлена оолитом с правильными концентрическими слоями, а наружная имеет фестонообразную форму концентрических образований (рис. 5). На последнем рисунке отчетливо видно, что наружная оболочка в отличие от внутренней части характеризуется иным строением рельефа полированной поверхности: в ней довольно много пор и, кроме того, в ней менее резко выражена концентрическая слоистость. Такое строение наводит на мысль о том, что подобные сферические образования, очевидно, возникали в две стадии и при не совсем одинаковых условиях.

В некоторых случаях весь разрез оолитоподобного стяжения носит неправильное концентрическое строение (рис. 6), очень близко напоминающее строение крупных шаровидных стяжений, встречающихся в Никопольском марганцерудном районе (на Украине). При микроскопическом изучении оказывается, что часть концентрических слоев состоит из псиломелана (на микрофотографии более светлые зоны), другая же часть их представлена сажистым пиролюзитом. Нередко последний слагает центральные части оолитоподобных стяжений (рис. 4 и 5). В некоторых рудоносных прослоях эти стяжения состоят целиком из манганита, обладающего бурым цветом и пористым строением.

Следует обратить внимание еще на одну деталь, изредка наблюдавшуюся в строении сферических образований. В тех стяжениях, которые обладают наружной оболочкой явно иного строения по сравнению с внутренней частью, в концентрических слоях этой оболочки иногда удается встретить включения нерудных минералов (кварца, полевых шпатов и др.), располагающихся концентрически в рудной массе. Этот факт до некоторой степени указывает на то, что оолитоподобные образования после своего момента образования могли увеличиваться в своем объеме во время перекатывания за счет прилипания оседавшего на дно бассейна геля марганцевых гидроокислов.

Резюмируя картину минералогического состава рудоносных прослоев нижней серии в юго-западной части района месторождения, мы должны сказать, что все данные условий нахождения, строения и минералогического состава согласно указывают на то, что отложение рудных минералов происходило в кислородной или окислительной зоне, нижняя граница которой находилась ниже уровня дна бассейна в этой части района.

Однако в северо-восточных окраинах района (Дарквети и Итхвиси) минералогический состав нижней рудоносной серии прослоев несколько меняется. Наряду с прослоями, содержащими окисные руды, здесь довольно часто встречаются прослои тонкозернистых песчаников или опало-глинистых пород, содержащих желвакоподобные опало-карбонатные стяжения до нескольких сантиметров в поперечнике. Карбонат в этих стяжениях представлен углекислыми соединениями марганца и кальция. Местами эти соединения присутствуют и в цементе песчаниковых прослоев. Кроме того, здесь совершенно не встречаются прослои углистых песчаников с линзочками гумусовых углей.

Таким образом, наличие более мелкозернистых пород и руд, появление в виде стяжений и цемента в песчаниках углекислых соединений, отсутствие углеродистых осадков — все это вместе с фактом увеличения общей мощности рудоносной свиты говорит о том, что отложение осадков в этих участках происходило на бо́льших глубинах, нежели для юго-западной части района месторождения. Появление карбонатных образований свидетельствует о восстановительных реакциях, происходивших в условиях недостатка кислорода, т. е. уже за пределами „кислородной зоны". Иными словами, уровень дна бассейна здесь располагался, по всей

вероятности, у самой границы кислородной зоны (или несколько ниже ее). Этим, повидимому, и обусловливалось разложение оседавшего на дно органического материала с образованием углекислоты, связывавшейся основаниями, подобно тому как Л. А. Пустовалов считает образование карбонатов железа в осадках „сидеритовой фации". Наличие прослоев окисных руд автор склонен объяснять в основном результатом переотложения с более возвышенных частей прибрежной зоны.

Все приведенные выше данные, касающиеся нижней серии рудоносных прослоев, дают основание считать, что мы имеем дело главным

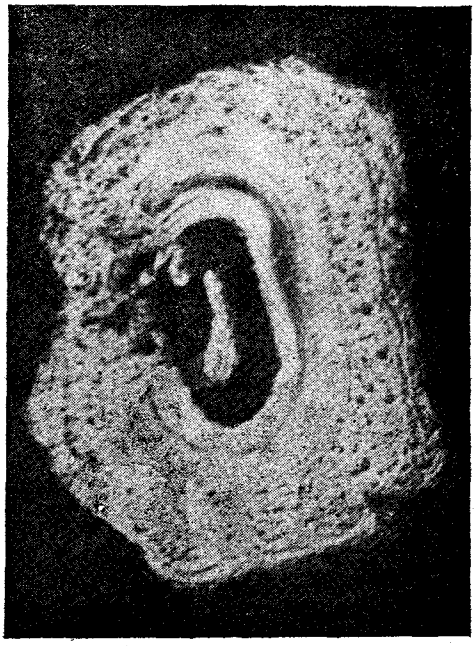


Рис. 5. Строение оолита. Центральная часть состоит из правильных концентрических слоев. Оболочка оолита сложена пористым псиломеланом и имеет фестонообразное строение. Снято в отраженном свете. Не травлено. Увелич. 10.

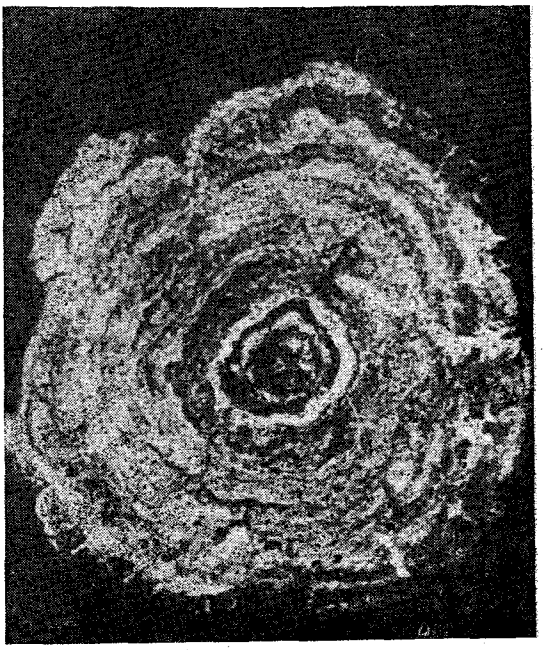


Рис. 6. Концентрически-скорлуповатое строение крупного оолита. Отдельные слои состоят из псиломелана (белое) и пиролюзита (темносерое). Не травлено. Снято в отраженном свете. Увелич. 5.

образом с окисной фацией марганцевых руд, и лишь на северо-восточных окраинах Чиатурского района к ней присоединяются элементы фации карбонатных руд марганца. Обратимся теперь к характеристике верхней серии рудоносных прослоев.

Верхняя серия марганценосных осадков ведет себя совсем иначе, нежели нижняя серия прослоев. Прежде всего следует отметить, что она не всюду согласно лежит на предыдущей серии.

В районе Перевиси и Ргани (т. е. в юго-западной части месторождения) она залегает совершенно согласно и местами почти незаметно переходит в нижнюю серию прослоев. Она узнается главным образом по более редкому расположению рудоносных прослоев и отделяется от нижней серии тонким прослойком окислов и гидроокислов железа.

Совсем другое мы наблюдаем в северо-восточной части нашего района (Мгвимеви, Дарквети и Итхвиси). Отделяющий ее „желто-бурый прослоек", представленный оолитовыми образованиями гидроокислов железа, залегает на явно размытой поверхности фации окисных руд.

Особенно отчетливо это удавалось наблюдать на Мгвимевском нагорье, где мощность его достигает местами 5 *см*.

Общая мощность верхней серии прослоев колеблется от 1 до 3 *м*, местами больше. Мощности же отдельных рудных прослоев в большинстве случаев не превосходят 1—2 *дм*, лишь в Мгвимеви и местами в Итхвиси они достигают 50—60 *см*. Зато мощности песчано-глинистых прослоев нередко достигают 0,5—1,0 *м*.

Чрезвычайно характерен минералогический состав руд. В юго-западной части района Чиатурского месторождения (Перевиси, Шукрути, Ргани, Зеда-Ргани) в рудоносных прослоях принимают участие почти исключительно окислы и гидроокислы марганца. Карбонатные соединения марганца вместе с опалом встречаются в виде конкреционных образований и в прослоях опало-глинистых пород. Зато в северо-восточной части района (Мгвимеви, Даркveти, Итхвиси) мы наблюдаем исключительно карбонатные руды марганца, слагающие целые прослои.

Весьма важно несколько более детально остановиться на минералогической характеристике карбонатных руд, характеризующихся оригинальными особенностями.

Главными минералами, выделившимися химическим путем, в них являются: кальцит, мангано-кальцит, кальциевый родохрозит, опал, каолин, местами барит, мельниковит, марказит, пирит, гауерит, изредка ангидрит и др. Что касается состава кластического материала, то он ничем существенным не отличается от того, что мы видели в фации окисных руд. Может быть следует отметить, что встречавшиеся обломки древесины имели полуразложенный вид. Кроме того, наблюдавшиеся спикули губок, как правило, замещены карбонатным веществом.

Карбонаты марганца, главным образом, представлены оолитоподобными стяжениями (рис. 7). Макроскопически они имеют белый или серый цвет без всяких розовых оттенков, несмотря на то, что содержание в них металлического марганца нередко доходит до 30—35%. Часто эти оолитоподобные стяжения бывают заключены в плотную темного цвета массу, состоящую преимущественно из опала или халцедона и содержащую марганец в десятых долях процента. По своему строению эти стяжения мало чем отличаются от описанных нами подобных же образований в окисных рудах. Характерной особенностью карбонатных стяжений является их частичная или полная перекристаллизация с образованием бластических, реже радиально-лучистых (сферолитовых) структур.

Помимо оолитовых форм карбонаты марганца нередко образуют весьма тонкозернистые массы с реликтовой слоистой текстурой. Большей частью такие сплошные массы марганцевых карбонатов в диагенетическую фазу претерпели ту или иную степень раскристаллизации с образованием типичных сферолитовых структур.

Барит, хотя встречается в незначительных количествах, но является весьма характерным минералом карбонатных руд. Он наблюдается как в виде единичных мелких кристалликов, так и в виде конкреционных образований радиального лучистого строения (рис. 8). Конкреционная природа этих образований доказывается также включениями среди кластического материала окружающей среды. Обычно он встречается среди цемента между оолитоподобными стяжениями карбонатов марганца, но чаще всего он бывает приурочен к тем участкам карбонатовой серии прослоев, где бывают развиты сульфиды, т. е. к участкам, где происходило сероводородное брожение.

Особый интерес представляют находки сульфидных минералов в карбонатовых рудах. Они распространены не всюду и притом чаще всего приурочиваются к верхним горизонтам карбонатовой серии прослоев. Наибольшим распространением среди сернистых соединений пользуется мельниковит (черная сажистая разновидность бисульфида железа). В боль-



Рис. 7. Строение оолитовых стяжений карбонатов марганца. Черные участки среди отдельных концентрических слоев — мельниковит, метасоматически развившийся за счет карбоната. Прозрачный шлиф. Снято в проходящем свете. Увелич. 20.

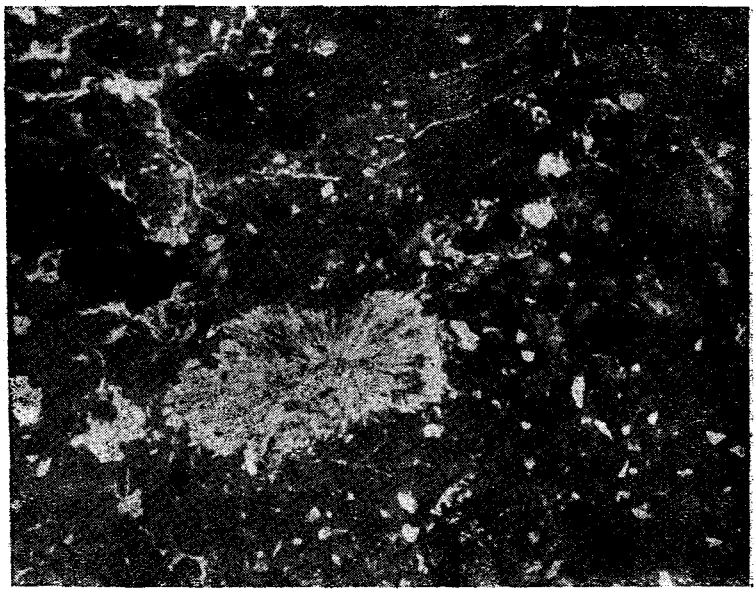


Рис. 8. Конкреция барита среди песчаника, сильно обогащенного марказитом мельниковитом. Конкреция имеет радиальнолучистое строение и содержит в себе включения кластического материала. Снято в проходящем свете. Увелич. 20.

шинстве случаев он тонко пигментирует карбонаты и особенно опало-глинистые прослойки в карбонатовых рудах. Очень часто он метасоматически развивается и в оолитоподобных стяжениях карбонатов марганца. На микрофотографии, изображенной на рис. 7, темные концентрические слои в шаровидных образованиях как раз и представляют собой участки, пигментированные мельниковитом. В отраженном свете под микроскопом среди сплошных скоплений мельниковита или среди участков породы, сплошь окрашенных им в черный цвет, почти всегда удается наблюдать выделения марказита в виде тонких сетчатых жилок или скоплений неправильной формы. Сплошные скопления мельниковита в отраженном свете обнаруживают слабый кремовый металлический блеск, обусловленный наличием в нем мелчайших частиц марказита.

В некоторых образцах из участков, богатых сернистыми соединениями, мы вовсе не наблюдаем мельниковита, зато обильны бывают выделения марказита (рис. 9), различимые и невооруженным глазом. По всей вероятности, марказит развился в диагенетическую стадию за счет мельниковита. Наряду с марказитом в этих случаях часто можно встретить и пирит, развивающийся или самостоятельно в виде типичных мелких метакристаллов или псевдоморфно по марказиту.

Нередко марказит развивается метасоматическим путем и в оолитоподобных стяжениях на месте мельниковита. На приведенной микрофотографии (рис. 10) видно, что марказит в этих случаях может развиваться в виде концентрических слоев. Однако это не является обязательным. Изучены примеры сплошного замещения марганцевых карбонатов с образованием псевдоолитов марказита.

Гауерит (MnS_2) встречается сравнительно редко. Наблюдался он в виде типичных метакристаллов и только под микроскопом. В полированных шлифах он изотропен, обладает серым цветом, средней твердостью и красно-бурым порошком. Травится соляной кислотой и царской водкой. С бисмутатом натрия дает отчетливую реакцию на марганец, окрашивая раствор в пурпурно-красный цвет.

Следует сказать также об опале. Этот минерал, с одной стороны, как уже указывалось, иногда является цементом карбонатовых оолитоподобных стяжений, с другой стороны, в некоторых прослоях мы его наблюдаем в виде шаровидных образований с концентрически зональным строением. При этом отдельные зоны окрашены в различные оттенки: мелочно-белые или темносерые. Часто в опале в результате дегидратации развивается халцедон с характерной для него микроструктурой. Нередки случаи нахождения опала в виде концентрических зон в карбонатовых оолитоподобных стяжениях. Наконец, можно добавить, что были констатированы случаи замещения опаловых стяжений карбонатами марганца, развивающимися в виде сферолитов.

Таким образом, минералогическая картина верхней серии марганценосных прослоев в северо-восточных окраинах района Чиатурского месторождения совершенно исключительная и резко отличается от таковой для той же серии в юго-западных участках района (Перевиси и Ргани). Описанный минералогический состав руд с совершенной очевидностью говорит о том, что мы имеем дело с типичной фацией карбонатных руд. Любопытно, что переходы фации окисных руд (характеризующих верхнюю серию юго-западных участков) в описанную фацию довольно постепенны, и начало появления типичных карбонатных руд приурочивается лишь к участкам явного размыва нижней серии рудоносных прослоев (южная часть Мгвимеви и юго-восточная часть Итхвиси).

Продолжим наш обзор восходящего геологического разреза олигоценовой толщи.

Характеристика строения перекрывающей рудоносную свиту толщи. В юго-западной части Чиатурского района марганценосная серия про-

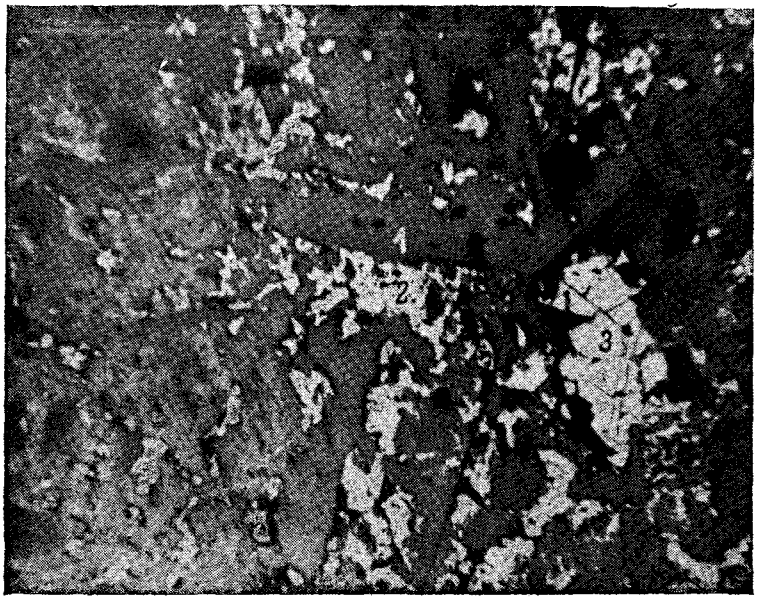


Рис. 9. Выделения кристалликов барита (*1*), марказита (*2*) и пирита (*3*) в массе карбонатов марганца. Местами видны включения кластического материала (угловатые темносерые зерна). Полированный шлиф. Снято в отраженном свете. Увелич. 90.

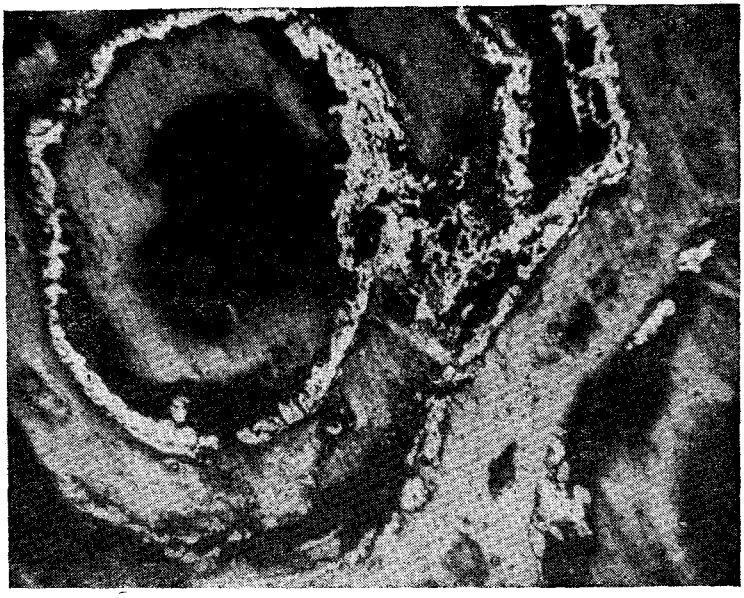


Рис. 10. Концентрическое расположение выделений марказита (белое) в оолитах карбонатов марганца (светлосерая масса). Черное — пустоты. Полированный шлиф. Снято в отраженном свете. Увелич. 90.

слоев постепенно сменяется толщей спонголитовых кремнистых песчаников, отдельные прослои которых состоят почти сплошь из обломков спикулей губок, сцементированных опало-халцедоновым веществом. Верхняя граница спонголитовой толщи была размыта во время чокракской трансгрессии. Выделения окислов марганца среди спонголитовой свиты встречаются крайне редко.

В северо-восточных участках района геологический разрез опять усложняется. Осадки фации карбонатных руд марганца довольно резко сменяются в восходящем разрезе фацией серых и бурых глин, содержащих обильные отпечатки рыбьих чешуй. Разделяющим эти фации прослойком служит тонкий прослой в несколько сантиметров мощностью, сильно обогащенный слюдами и местами грубозернистым обломочным материалом. Мощность осадков глинистой фации достигает 50—70 *м*. Осадки кремнистой фации (спонголитовые песчаники), слагающие идеально выдержанный по простиранию стратиграфический горизонт, налегают на эту толщу глин и в нижних частях, переслаиваясь, постепенно сменяются ими. По направлению к юго-востоку эти песчаники образуют одно целое с спонголитовыми песчаниками, незаметно переходящими внизу в верхнюю серию марганценосных прослоев. Сама глинистая толща по направлению к юго-востоку довольно резко выклинивается примерно в тех же местах, где фация окисных руд марганцевых руд верхней серии прослоев сменилась в горизонтальном направлении фацией карбонатных руд. К югу от этой границы среди спонголитовых песчаников серые глины встречаются редко в виде спорадически распределенных линз незначительной мощности.

Из сказанного вытекает, что фация глин генетически как-то более тесно связана с фацией осадков карбонатных руд марганца.

Прежде чем делать окончательные выводы для более детального представления о характере смены фаций в вертикальном разрезе, будет не лишним привести описания хотя бы двух геологических колонок, одна из которых относится к району Перевиси, а вторая — Дарквети.

В районе Цхилис-Цхали (нагорье Перевиси) над обрывом в котловину реки Квирилы мы имеем следующий детально изученный разрез олигоцена (снизу вверх):

1. Верхнемеловой известняк, частично проникнутый окислами марганца, придающими породе коричневый цвет
2. *Так называемая „забутка", т. е. заложенное пространство на месте* добытой руды . . . . . около 1 *м*
3. Белый прослой кремнистого песчаника; с него начинается верхняя серия марганценосных прослоев . . . . . 0,30 „
4. Прослой марганцевой среднезернистой оолитовой руды . . . . . 0,15 „
5. Белый прослой кремнистого песчаника . . . . . 0,20 „
6. Прослой среднезернистой неравномерно вкрапленной руды в розоватом песчанике . . . . . 0,25 „
7. Белый кремнистый песчаник с редкими окисленными конкрециями, видимо, бывших карбонатных соединений марганца . . . . . 0,30 „
8. Прослой неравномерно вкрапленной мелкозернистой марганцевой оолитовой руды с включениями песчаных прослойков . . . . . 0,40 „
9. Светлосерый прослой песчаника с редкими включениями оолитов марганцевой руды; в середине—тонкий пропласток розоватого песчаника . . 0,30 „
10. Прослой белого грубозернистого песчаника с глауконитом, с редкими конкрециями марганцевой руды . . . . . 0,35 „
11. Прослой с коричневыми марганцевыми конкрециями, внизу переходящий в рыхлый песчаник белого цвета . . . . . 0,50 „
12. Грубозернистый песчаник розоватого оттенка с включениями линз тонкозернистого песчаника; в основании его лежит рыхлый песок . . . 0,40 „
13. Прослой песчанистой глины светлосерого цвета; под ним тонкий прослоек песчаника, проникнутого вторичными окислами марганца . . . . . 0,05 „
14. Прослой белого грубозернистого песчаника . . . . . 0,05 „
15. Слоистая песчаная глина с „марганцевыми глазками" . . . . . 0,10 „
16. Прослой белого опаловидного спонголитового песчаника с вторичными окислами марганца . . . . . 0,30 „

17. Полоска густо пропитанной вторичными окислами марганца песчанистой глины . . . . . 0,01 *м*

18. Слоистый мергель с желто-бурыми прослоями . . . . . 0,25 „

19. Пласт твердого песчаника, местами перебивающегося тонкими песчано-глинистыми прослоями белого цвета; кое-где встречаются желвакоподобные опало-карбонатовые конкреции . . . . . 1,00 „

20. Сланцевый белый тонкозернистый песчаник, частично окрашенный местами гидроокислами железа . . . . . 0,20 „

21. Твердый кремнистый песчаник (спонголит) . . . . . 0,30 „

22. Сланцевый мергель с известковистыми и желто-бурыми от гидроокислов железа линзочками . . . . . 0,30 „

23. Прослой мелкозернистого песчаника, проникнутого вторичными окислами марганца . . . . . 0,10 „

24. Твердый песчаник . . . . . 0,15 „

25. Рыхлый песчаник желто-коричневого оттенка с обильными марганцевыми конкрециями с включениями белого опала . . . . . 0,20 „

26. Белый рыхлый песчаник, отделяющийся от предыдущего слоя волнистой тонкой марганцевистой оторочкой . . . . . 0,10 „

27. Песчаники с редкими пятнами вторичных окислов марганца, образующихся, повидимому, на месте карбонатных соединений и гидроокислами железа, возможно, на месте сидерита и сульфидов . . . . . 0,40 „

28. Свита спонголитовых песчаников изредка перемежающихся с тонкими прослойками слоистых песчанистых глин; кое-где наблюдается окрашивание их гидроокислами железа, видимая мощность в несколько метров.

Как видим, здесь рудоносная серия прослоев окисных руд постепенно сменяется свитой, которая отчасти характеризуется признаками карбонатной фации, а выше также постепенно переходит в безрудную толщу спонголитовых песчаников.

Теперь рассмотрим разрез палеогена на нагорье Даркветн в том виде, как он рисуется снизу вверх.

1. Верхнемеловой известняк.

2. Мелкозернистый аркозовый песок светлосерого и серого цвета, содержащий местами глауконит.

3. То же, но со слюдой . . . . . 0,80 *м*

4. Мелко- и среднезернистая оолитовая руда, представленная гидроокислами марганца и содержащая прослои песчаника . . . . . 0,30 „

5. Серый мелкозернистый песчаник, содержащий глауконит.

6. Прослой черной „бельты“ (мягкой руды оолитового строения) . . . 0,07 „

7. Мелкозернистый песчаник коричневого цвета с редкими оолитами марганцевых гидроокислов . . . . . 0,20 „

8. Мелкозернистая оолитовая руда черного цвета . . . . . 0,30 „

9. Песчаник розового цвета. Под микроскопом в породе наблюдаются спикули губок . . . . . 0,10 „

10. Мелко- и среднезернистая оолитовая руда черного цвета с песчаным цементом и тонкими прослоями и линзами песчаника . . . . . 1,05 „

11. Рыхлый песчаник буроватого и коричневатого цвета с редкими включениями черных оолитов, состоящих из марганцевых гидроокислов . . 0,35 „

12. Пласт плотных слоистых карбонатных руд марганца оолитового строения. Иногда оолиты сложены опалом. В цементе также часто наблюдается опал. Весьма характерны прослои, обогащенные мелкими зернами пирита, марказита, а также мельниковитом, окрашивающим породу в черный цвет. Встречается глауконит. В основании пласта карбонатных руд находится тонкослоистый, обогащенный слюдой прослой песчаника, мощностью 5 *см*. Граница с нижней серией прослоев окисных руд очень резкая . . . . 2,75 „

13. Песчанистая сланцеватая глина с обильными отпечатками рыбьих чешуй. Изредка встречаются тонкие прослои песчаника серого цвета. От пласта карбонатных руд толща глин отделяется тонким прослойком песчаника, сильно обогащенного слюдой.

14. Сланцеватый спонголитовый песчаник с кремнистым цементом и прослоями глинистого песчаника . . . . . 6,50 „

15. Глинистый песчаник серого цвета с выцветами гидроокислов железа.

16. Спонголитовый плотный песчаник с кремнистым цементом с прослоями крупнозернистого песчаника . . . . . 4,50 „

17. Рыхлые аркозовые пески чокракского возраста.

Как можно заключить из этого разреза, фациальная характеристика северо-восточной части месторождения (нагорье Дарквети) совершенно иная. Из сопоставления обоих приведенных разрезов видно, что в то время, как в южной части месторождения смена различных осадков в восходящем разрезе происходила довольно постепенно, в северо-восточной и восточной частях, наоборот, мы наблюдаем резкие смены фаций: фация окисных руд как-то сразу сменяется фацией карбонатных руд, а затем глин, совершенно определенно указывающих на бо́льшие глубины дна бассейна, на котором происходило накопление осадков.

Выводы

1. Отложение марганцевых руд в Чиатурском районе первоначально происходило в прибрежной полосе морского бассейна в обстановке кислородной зоны. Вследствие этого в мелководных участках бассейна возникла фация окисных руд, которая лишь по мере удаления от береговой линии в пределах рассматриваемого района несколько обогащалась элементами фации карбонатных руд.

2. Смену состава рудоносных осадков в вертикальном направлении, которую мы наблюдаем при сопоставлении нижней и верхней серий рудоносных осадков, следует объяснить довольно резким понижением в некоторый момент дна бассейна (особенно в северо-восточной части района), обусловившим фациальное различие в составе рудоносных осадков.

3. Последующее (или дальнейшее) понижение дна бассейна обусловило появление в северо-восточных окраинах рассматриваемого района довольно мощной фации глин, которые, естественно могли отлагаться в условиях сильно замедленных течений вод с суши.

4. Постепенное изменение дальнейшего физико-химического режима в морском бассейне повлекло образование мощной толщи спонголитовых кремнистых песчаников, отчетливо стратиграфически проявленной не только в Чиатурском, но и в Рачинском районе (в 30 *км* к северу от него).

Таким образом, имеются основания предполагать, что изменение состава фаций в вертикальном разрезе в олигоценовых отложениях Чиатурского района было обусловлено орогеническими движениями, являвшимися последними отголосками предолигоценовой орогенической фазы.

Если бы в северо-восточной части района месторождения мы не имели бы фации окисных руд марганца, залегающей под фацией карбонатных руд, можно было бы сомневаться в предполагаемых движениях. Другим убедительным фактом в пользу этого являются постепенные переходы по вертикали одной фации в другую в юго-западных нагорьях месторождения в противовес северо-восточным участкам.

За подобные движения орогенического характера, т. е. постепенное или периодическое опускание дна бассейна в нашем районе говорит вообще фациальный анализ меридионального геологического разреза всех третичных осадочных толщ через наш район и Дзирульский гранитный массив. Он приводит к выводу о том, что этот массив обнаруживал тенденцию к поднятию, тогда как дно прилегавшего с севера моря, наоборот, периодически опускалось.

Summary

A detailed geological study of one of the greatest in the world manganese ore deposit in Chiatura region gave very many interesting facts wchich allowed to establish the conditions of formation of ore-bearing rocks.

This classical sedimentary ore deposit developed at the base of a shallow formation of the Tertiary among Oligocene spongolite sandstones. The latter do not rest quite accordingly upon the Upper Cretaceous limestones.

One of the remarkable geological peculiarities of Chiaturi deposit is the presence of different facies of orebearing sediments. A special interest has the change of these facies in a vertical geological section, which was well studied upon outcrops as well as by numerous borings.

Analysis of geological structure of ore-bearing suite and enclosing rocks led to the conclusion that the vertical change of facies depended on those orogenic movements which had taken place in the moment of the formation of manganese ore suite. In the limits of Chiatura region occupying areas about 100 km^2 an amplitude of these movements was not the same everywhere. This circumstance influenced the mineralogical composition of ore-bearing facies.

The peculiarities of structure of Chiatura manganese ore suite are as follows:

1. At the base of this suite is situated a facies of manganese oxide ores represented by oolitic varieties consisting of psilomelan, pyrolusite, manganite, and also opal, kaolin, humus coal (in thin seams) etc. As a clastic material are present: quartz, orthoclase, microcline, plagioclases, muscovite and other products of decomposed granite rocks of Dsirul massif which is found to the Sauth from the Chiatura region. Besides in some places occur fragments of sponge spikuls, fich bones, shark teeth, wood-fragments of folliage and coniferous trees etc.

The facies of manganese oxide ores consists of series of ore-streaks wehich are inetermitting with sandstones. Its general thickness ranges from 2 up to 3—4 m. In the SW-part of our region is beds directly on the Upper Cretaceous limestones. In the NE-part it separates from the limestones by sandstone layers with a thickness 8—12 m.

The study of ore-stuctures allows us to consider that the oolitic forms were originating by coagulation colloidal solutions.

2. Over this facies beds a second series of manganese layers which is separated from the preceeding one by a seam abundant with the iron-hydroxide. In the SW-part of the region this second series is represented by rarer streaks of oxide ores. However in the NE-part its composition is radically changes. Here we have mostly manganese carbonates: calcium-rhodochrosite, mangan-calcite accompanied often by a great quantity of opal and in places by melnikovite, marcasite, pyrite, hauerite, barite and other minerals.

It is curious that this facies of carbonate ores is situated upon the facies of the oxide ores partially washed off. Moreover it is overllaped by a big thickness of clays (up to 70 m) with abundant traces of fish-scales. In the SW-part of the deposit the clays are nearly absent.

3. The next strata-horizon well traced in all the district is the spongolite sandstones gradually changing the second series of ore-bearing sediments, (in the SW) and the clay facies (in the NE). These sandstones do not contain any mangenese sediments.

The comparison of the above mentioned different facies sediments in a vertical section allows us to drow the conclusion that the precipitation of oxide-manganese ores took place in the zone containing a sufficient quantitly of oxygen. Later on when the sea bottom in NE-part sank somewhat down, under the influence of the continuous weak orogenic movements, coagulated colloids of the manganese oxides got into the zone deprived of oxygen. Even a sulphurated hydrogen fermantation took place under these conditions in several spots.

As a result the formation of the facies of carbonate ores took place. It occured under the influence of carbonic acid which was originating during the decomposition of organic stuffs in the conditions with non-sufficient quantity of oxygen.