

п. 799

4 И 313

А Д Е М И Я Н А У К С С Р

Инв. № 02434
21 " 12 1956 г.

Инв. № 0388
21 " 12 1956 г.

Т Р У Д Ы

ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Вып. 100. СЕРИЯ УРАЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ АН СССР
(№ 3). 1949

Б. П. КРОТОВ

ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВЫЕ РУДЫ УРАЛА

Проверено 1474

М. И. Т. Х. Т.
~~ОТДЕЛ~~

Кисл. 126 с. 01
24/III 56 г.

М. И. Т. Х. Т.
К. Р. 776 с

25/5-57



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Б. П. КРОТОВ

ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВЫЕ РУДЫ УРАЛА

Сравнительное изучение комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд на восточном склоне Урала, их генетические типы, закономерности формирования и распределения и обоснование поисков новых месторождений.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение месторождений железо-никелевых руд Урала начато б. Ломоносовским институтом Академии Наук СССР еще в 1935 году. Входившая в состав Южно-Уральской экспедиции Совета по изучению производительных сил железорудная группа Института (Б. П. Кротов, А. Л. Яницкий и С. Д. Левина) приступила к обследованию Халиловских железорудных месторождений. Работы эти продолжались с 1935 по 1938 г., причем вместо С. Д. Левиной в группу вошли М. И. Калганов, Г. И. Теодорович и В. Е. Яганова. В Халиловских месторождениях, первоначально описанных как месторождения обыкновенных бурых железняков, во время опытных плавов руд в 1932 г. было констатировано постоянное присутствие никеля, кобальта и хрома. Железорудная группа изучила минералогический и химический состав руд всех главнейших месторождений Халиловского района, установила особенности их строения, вызывавшие первоначально большие затруднения при разработке, выяснила их генезис и описала как первый в СССР пример нового типа осадочных месторождений природнолегированных хромом, никелем и кобальтом железных руд (Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук СССР, 1942, вып. 67, а также Кротов, 1941^{1, 2}, 1939, 1947).

По окончании изучения Халиловских месторождений комплексных железных руд железорудная группа Института геологических наук АН СССР под руководством Б. П. Кротова (А. Л. Яницкий, В. Е. Яганова и Е. А. Ушакова) в составе Уральской комплексной экспедиции СОПС АН СССР начала исследование обширной группы мелких месторождений никельсодержащих железных руд Среднего Урала, в дореволюционное время составлявших рудную базу значительной части среднеуральской металлургии, дававшей высококачественный металл, и в частности всемирно известное листовое железо, отличавшееся своими антикоррозийными свойствами. Эти месторождения оставались до последнего времени не изученными и не описанными в литературе. Правда, в последние предвоенные годы Уральское геологическое управление и Институт минерального сырья начали обследование группы этих месторождений, но эти работы имели чисто поисковый характер с целью составления кадастра железорудных место-

рождений (УГРУ) или для выяснения содержания в них никеля и возможности использования их никелевой промышленностью (ВИМС). Уже при этих работах достаточно определено было установлено, что месторождения относятся к разным категориям и к нескольким генетическим типам, и дана их классификация (Глазковский и др., 1935; Ульянов и др., 1940; Федоров, 1941^{1, 2, 3}). Однако эти работы по своему характеру и задачам не могли дать полного представления о месторождениях.

Работы железорудной группы Института геологических наук АН СССР были сразу начаты на месторождениях, находящихся в различных структурных зонах и в различных геологических условиях. За два года (1939—1941 гг.) группа выяснила в основном генетические типы и геологические условия их нахождения на основании исследования этих месторождений в широтной полосе, проходящей через различные структурные зоны Урала на параллели г. Свердловска. В 1941 г. в связи с Отечественной войной часть сотрудников группы (В. Е. Яганова и Е. А. Ушакова) была передана в распоряжение промышленных организаций для усиления разведочных работ, и характер деятельности группы изменился. Тематика Института геологических наук, как и всей Академии Наук СССР, была направлена целиком на усиление помощи промышленности и Советской Армии в борьбе с фашистской Германией и ее союзниками. А. Л. Яницкий проводил поиски новых месторождений железо-никелевых руд для черной и цветной металлургии на Среднем Урале. Б. П. Кротов принял участие в работах Комиссии по мобилизации природных ресурсов Урала на нужды обороны при Академии Наук СССР и в работах Главгеологии б. Наркомата черной металлургии и его треста «Уралчерметразведка» в Свердловске, а позднее и Главного управления никелевой и кобальтовой промышленности б. Наркомата цветной металлургии. По поручению этих организаций Б. П. Кротов осмотрел и изучил ряд месторождений железо-никелевых руд Среднего и Южного Урала. Чрезвычайно благоприятным обстоятельством явилась одновременная работа на Урале группы коры выветривания под руководством И. И. Гинзбурга, позволившим провести совместное обсуждение различных вопросов геологии месторождений и использовать полученные группой результаты. Кроме того, автор использовал богатейший материал по железо-никелевым месторождениям Урала, хранящийся в фондах Уральского Геологического управления. Просмотр этих материалов, полученные новые материалы и личные наблюдения более раннего времени позволили автору перейти от изучения отдельных месторождений железо-никелевых руд Среднего Урала к разработке проблемы железо-никелевых руд всего Урала. Была поставлена задача путем сравнительного изучения различных месторождений железо-никелевых руд установить их генетические типы для всего Урала, дать геологическую и промышленную характеристику отдельных типов и содержащихся в них руд, выяснить геологические условия, благоприятные для их образования, закономерности локализации, распространения и сохранения различных типов руд, разработать геологические обоснования поисков новых месторождений различных типов на восточном склоне Урала и составить карту их прогноза в понимании А. Д. Архангельского, А. Н. Заварицкого и А. Е. Ферсмана (1939). Работа закончена автором в 1943 г.: отдельные извлечения из нее были напечатаны в последующее время в Докладах и Известиях Академии Наук, сер. геол., Записках Минералогического общества и Горном журнале. В 1944 г. рукопись была передана б. Наркомату цветной металлургии.

Понятие о комплексных железо-никелевых рудах

Железо-никелевыми рудами Б. П. Кротов (1942_з, 1945_{1, з, 5}) предложил называть руды с варьирующим содержанием железа, никеля, кобальта, хрома, марганца, титана и пр. Эти руды при содержании железа 40% в 'прежнее время считались железными рудами, независимо от количества никеля и кобальта. Бедные железом (около 15%) породы, чаще всего кремнистые, с промышленным содержанием никеля называли никелевыми рудами. Позднее были обнаружены руды промежуточного состава и, кроме того, во всех этих рудах было констатировано присутствие кобальта и хрома, марганца и титана, из которых первый местами достигает промышленных концентраций, а остальные представляют незначительные примеси. Таким образом, ступевались резкие границы между этими двумя типами руд. Действительно, вначале оба типа руд имели свое особое назначение: одни — для получения металлического никеля, другие — хромоникелевого чугуна и стали, а соответствующие месторождения состояли в ведении Министерств цветной и черной металлургии, которые добывали из них руды, отвечающие принятым кондициям. В последние же годы исчезла разница между этими типами в отношении использования. Предприятия Министерства черной металлургии, переплавлявшие никельсодержащие железные руды для получения слаболегированного никелем чугуна и стали, начали плавить бедные железом никелевые руды («высоконикелевые руды») и получать из них ферроникель. С другой стороны, предприятия Министерства цветной металлургии при получении металлического никеля для большей легкоплавкости прибавляют в шихту никельсодержащие железные руды.

Железо-никелевые, железные, никелевые и кобальтовые руды в месторождениях занимают вполне определенные места и закономерно сменяют друг друга в пространстве. Их расположение в месторождениях обуславливается, во-первых, расстоянием от массивов или выходов ультраосновных пород и серпентинитов, являющихся источником растворов этих металлов, и во-вторых — физико-химическим характером среды (Кротов, 1944₁). В месторождениях содержание всех этих металлов уменьшается по мере удаления от ультраосновных пород и серпентинитов, причем никель достигает наибольшей концентрации в самых нижних частях, кобальт в средних, а железо в верхних частях месторождений.

К л а с с и ф и к а ц и я ж е л е з о - н и к е л е в ы х р у д

Автор предложил следующую промышленную классификацию основных типов руд в месторождениях, основанную на содержании отдельных металлов в рудах (Кротов, 1945_{з, 5}).

1. Слаболегированные железные руды, содержащие незначительное количество легирующих примесей никеля и кобальта (менее половины кондиционного).

2. Легированные железные руды с относительно повышенным содержанием никеля и кобальта, но не достигающим промышленного количества для каждого из них.

3. Комплексные железо-кобальтовые руды, имеющие кондиционное содержание обоих металлов.

4. Комплексные никеле-кобальтовые железные руды, содержащие кондиционное количество всех трех компонентов.

5. Комплексные железо-никелевые руды с кондиционным содержанием обоих металлов.

6. Никелевые или высоконикелистые руды (по номенклатуре б. Наркомата черной металлургии), имеющие кондиционное содержание никеля и некондиционное — железа (менее 30%). По составу рудной породы они делятся на подтипы: кремнистые, магнезиальные, кремнисто-глиноземистые, магнезиально-железистые и железистые.

7. Кобальтовые руды с варьирующим, но не кондиционным содержанием железа и марганца.

Во всех типах можно отличать подтипы по характеру рудной породы и содержанию кремнезема, магнезии, глинозема и т. д. Хром, марганец и титан присутствуют обычно в виде примеси, не достигающей кондиционного для этих металлов содержания.

Понятие о комплексных месторождениях железо-никелевых руд

В первые годы после открытия на Урале месторождений никелевых руд считалось, что они образуют самостоятельные месторождения, отличающиеся по типу и местонахождению от месторождений железных руд. Во время работ 1939—1940 гг. Б. П. Кротов выяснил, что никелевые и железные руды на Среднем Урале находятся не в разных месторождениях, а в одних и тех же, но располагаются в разных участках их, которые и разрабатывались как самостоятельные месторождения. Он предложил называть подобные месторождения комплексными месторождениями железных, никелевых и кобальтовых руд (Кротов, 1945₄).

Сравнительное изучение месторождений железо-никелевых руд на Среднем и Южном Урале в 1939—1942 гг. привело Б. П. Кротова к выводу:

1) что железо-никелевые руды распространены в нескольких генетических типах двух категорий месторождений, а именно среди осадочных месторождений и месторождений выветривания;

2) что железо-никелевые руды встречаются не во всех месторождениях этих генетических типов, но только в случае возникновения их вблизи массивов ультраосновных пород и серпентинитов.

В приводимой ниже классификации месторождений железо-никелевых руд разбираются все генетические типы месторождений железо-никелевых руд, независимо от количества никеля в известных в настоящее время представителях этих типов, так как в других месторождениях того же типа или в частях тех же месторождений, ближе расположенных к выходам серпентинитов, содержание никеля и кобальта значительно повышается (Кротов, 1945₂).

Классификация комплексных месторождений железо-никелевых руд

I. Осадочные месторождения

1. Континентальные осадочные месторождения:

а) юрские озерные месторождения;

б) нижнемеловые озерные месторождения.

2. Верхнемеловые морские месторождения.

II. Месторождения выветривания

1. Месторождения зоны цементации коры выветривания серпентинитов нонтронитового профиля.

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах:

а) в основании зоны нонтронитизированных серпентинитов и в верхней части зоны выщелоченных серпентинитов;

б) вторичные месторождения — в основании зоны охр и обохренных нонтронитизированных серпентинитов.

Б. Вдоль плоскостей тектонических нарушений в породах:

а) в зонах сбросов, брекчий трения и трещиноватости;

б) вдоль плоскостей надвигов серпентинитов на известняки и другие породы;

в) вторичные месторождения — вдоль трещин, пересекающих зоны нонтронитизированных серпентинитов.

2. Месторождения зоны цементации делювиально-пролювиальных агломератов, песков и алевроитов, заполняющих углубления в известняках и серпентинитах (инфильтрационные).

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах:

а) в известняках карбона (алапаевский тип);

б) в известняках силура и девона вблизи серпентинитов (среднеуральский тип).

Б. В тектонических нарушениях в породах:

а) в грабенах в известняках вблизи серпентинитов или среди них;

б) в карстовых углублениях в брекчированных известняках вблизи серпентинитов.

3. Месторождения зоны цементации смешанного типа, частью в зоне цементации коры выветривания нонтронитового профиля, частью в зоне цементации делювия, заполняющего углубления в известняках среди серпентинитов или на контакте с серпентинитами вдоль плоскостей тектонических нарушений в них.

4. Месторождения зоны цементации карбонатизированной и силифицированной коры выветривания серпентинитов.

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах:

а) в карбонатизированной зоне коры выветривания серпентинитов под месторождениями халиловского типа;

б) в пониженных местах в тех же породах среди серпентинитов.

Б. В связи с тектоническими нарушениями в породах:

а) вдоль плоскостей и зон трещиноватости в серпентинитах.

I. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Месторождения поверхностного генезиса возникают при вполне определенных геологических, т. е. физико-географических и климатических, условиях и при благоприятном геологическом строении местности, в различные геологические эпохи (Кротов, 1938). Для выяснения закономерностей формирования месторождений поверхностного происхождения на восточном склоне современного Урала в течение мезо-кайнозоя мы должны будем остановиться на рассмотрении этих трех вопросов. При этом мы прежде всего разберем вопрос о физико-географических условиях, при которых происходило формирование месторождений на Урале, затем изложим имеющиеся данные о климате эпох образования их и опишем геологические факторы, обуславливающие возникновение месторождений железо-никелевых руд поверхностного генезиса.

**Физико-географические условия, благоприятствующие
возникновению осадочных месторождений и месторождений
выветривания на восточном склоне Урала**

*Условия, благоприятствующие возникновению осадочных
месторождений*

Физико-географические условия, благоприятные для возникновения месторождений поверхностного генезиса, на восточном склоне Урала в мезо-кайнозой устанавливались и изменялись в связи с протекавшими здесь эпейрогеническими колебательными движениями (Кротов и др., 1936). Эти последние, однако, в различные эпохи мезо-кайнозоя по характеру своего проявления и продолжительности своего действия сильно варьировали и могут быть разделены на два типа.

К первому типу нужно отнести движения с большой амплитудой и с большим периодом колебания, захватывавшие обширные территории, продолжавшиеся на протяжении одного или даже нескольких геологических периодов и вызывавшие значительные вертикальные перемещения восходящего или нисходящего характера. Они обуславливали трансгрессии или регрессии морей на значительной территории. Подобный макропериод эпейрогенических движений происходил на Урале в течение мела и палеогена. Он вызвал возникновение одинаковых физико-географических условий на значительной части территории палео-Урала. Этот период состоял в первом этапе из крупного восходящего движения на территории западной половины палео-Урала в конце юры и в течение мела и одновременно сопряженного с ним крупного нисходящего движения на территории восточной его части, т. е. на территории Западно-Сибирской низменности. Появившееся с севера море постепенно распространялось к югу и на запад, в сторону Урала, в течение мела и палеогена, причем широкой полосой оно опоясало Урал с востока. Второй этап протекал в конце палеогена и в эоцене, когда вследствие обратных движений западная часть палео-Урала опускалась, а восточная поднималась. В последней поднятия начались на севере и, постепенно распространяясь к югу, мало-помалу оттеснили море на юг. При таких движениях палеозойский фундамент реагировал, повидимому, почти как жесткое тело, вспучиваясь или прогибаясь плавно и равномерно. Правда, при этом тектонически различно построенные зоны проявляли себя несколько differently, а именно увеличением средней скорости поднятия в антиклинальных зонах и соответственно уменьшением ее в синклинальных зонах и, наоборот, в случае нисходящих движений, но эти различия представляли собой только детали на фоне общих поднятий или опусканий.

В эпохи наступления морей на территорию Урала местами и создавались благоприятные условия для возникновения прибрежно-морских и приморских озерных месторождений (Кротов, 1941а, 1943₂, 4).

Ко второму типу относятся многократно происходившие движения с малым периодом и небольшой амплитудой. Эти движения проявлялись обычно на сравнительно ограниченном пространстве и совершались в относительно непродолжительное время. Они сопровождались опять-таки неодинаковой скоростью поднятия или опускания в тектоническом отношении различно построенных зон. Такие движения приводили в результате к появлению на суше волнисто-увалистого рельефа поверхности, выразившегося в возникновении чередующихся меридиональных зон более или менее глубоких депрессий и более или менее высоких гребней или валов. В таком случае на общем фоне относительно ровной суши возникали локализованные области сноса с валов или гребней,

развивающихся на зонах с антиклинальным строением, и локализованные области накопления у местных базисов эрозии в депрессивных синклинальных зонах. В депрессивных зонах возникали озера и болота, где шло образование осадочных месторождений и куда сносились продукты выветривания, тогда как на приподнятых антиклинальных зонах шло выветривание и снос продуктов выветривания. Примерами подобного проявления эпейрогенических колебательных движений являются верхний триас, нижняя юра, миоцен — плиоцен. Во все эти эпохи, в зависимости от климата их, в локализованных участках — в депрессивных зонах с синклинальным строением — происходило накопление осадков и образование разного рода озерных месторождений.

Эпейрогенические движения первого типа, проявляющиеся в крупных вертикальных перемещениях значительных участков поверхности и сопровождающиеся наступлением моря, создают благоприятные условия для возникновения осадочных морских и озерных месторождений. Перед фронтом наступающего моря происходит постепенное погружение суши полосой различной ширины. Здесь появляются низменности, в пределах которых в пониженных участках возникает большее или меньшее количество озерно-болотных бассейнов. В зонах с синклинальным строением при общем нисходящем движении суши, в силу относительно более быстрого погружения по сравнению с зонами антиклинального строения, образуются депрессии, в пределах которых, иногда даже на значительном удалении от берега наступающего моря, возникают озерные бассейны. Причины возникновения подобных озерных бассейнов обуславливают и их пространственную ориентацию. На восточном склоне Урала зоны с синклинальным и антиклинальным строением имеют почти меридиональное простираие. Морские трансгрессии в конце юры, в мелу и в палеогене развивались с севера на юг и с востока на запад. Поэтому как приморские низменности с находившимися на них озерно-болотными бассейнами, так и полосы озер в депрессивных зонах с синклинальным строением имели в эти периоды времени почти меридиональное протяжение параллельно фронту наступающего моря. Таким образом, тектоническое строение обусловило и распределение озерных бассейнов на территории восточного склона Урала в течение мела и палеогена, а вместе с тем и возникавших в них месторождений полезных ископаемых. В течение мела и палеогена вокруг береговых линий моря создавались благоприятные физико-географические условия для возникновения полезных ископаемых осадочного происхождения: прибрежные заливы и лагуны наступающего моря и озерно-болотные бассейны в пределах приморских низменностей. По мере развития трансгрессий или регрессий морей береговые линии моря и связанные с ними две зоны физико-географических условий, благоприятных для возникновения осадочных месторождений полезных ископаемых, передвигались в ту или другую сторону в широтном направлении. В прибрежных частях наступающего моря в течение верхнего мела образовались на Среднем и Южном Урале месторождения оолитовых железных руд, а в северной части Среднего Урала в палеогене — месторождения марганцевых руд. В озерных бассейнах в пределах приморских низменностей и частью в озерах, возникших в депрессивных зонах в областях с синклинальным строением на некотором удалении от берегов морей, в течение верхней юры, мела и палеогена происходило образование месторождений бобовых железнйков, бобовых железистых бокситов и сидеритов.

Железорудные месторождения возникали там, где на берегах морей и озер имелись выходы богатых железом пород при соответствующих климатических условиях. Комплексные месторождения

железных, никелевых и кобальтовых руд или месторождения легированных железных руд появляются только в тех местах, где на берегах бассейнов находились выходы ультраосновных горных пород.

Высказанное выше мнение об образовании месторождений железных и марганцевых руд и бокситов во время морских трансгрессий основывается на необходимости присутствия выходов соответствующих коренных пород на берегах бассейнов, выветривание которых и является источником растворов железа, марганца и алюминия. Регрессия моря не вызывает обычно образования осадочных рудных месторождений, так как при спаде вод на поверхность выходят в основном различные кластические донные осадки прибрежной зоны, при выветривании которых не может получиться сколько-нибудь значительного количества железа и марганца в стекающих в море водах. Вторым условием, необходимым для возникновения месторождений, является отсутствие течений у берегов моря, так как в противном случае притекающие растворы разбавляются и уносятся, а выделяющиеся осадки рассеиваются и входят в состав различных осадочных пород (Кротов, 1941).

Эпейрогенические колебательные движения второго типа, проявляющиеся на суше, часто далеко от берегов морей, выражаются в относительно небольших вертикальных перемещениях отдельных регионов в целом. При этом тектонически различно построенные зоны испытывают дифференциальные поднятия и опускания. При общем поднятии страны антиклинальные зоны поднимались быстрее, а синклинальные запаздывали, что и приводило к возникновению волнистого рельефа с чередующимися депрессивными зонами и валами или гребнями. При общем опускании страны, наоборот, зоны с синклинальным строением двигались быстрее. При этом погружавшиеся синклинальные зоны заполнялись обломочными материалами, которые сносились с антиклинальных зон, представлявших собой повышенные части рельефа поверхности благодаря большей стойкости против выветривания слагающих их пород (Горский, 1943; Безруков и Яншин, 1934) и более медленному их погружению. В таких зонах на Среднем Урале в триасе существовали бассейны озерно-болотного характера, в которых накапливались грубообломочные и глинистые осадки с содержанием желваков и прослоек сидерита, а выше скоплялись растительные остатки, давшие начало месторождениям бурых углей. Древнекиммерийские движения вызвали в них пологие складки и радиальные разрывы, сопровождавшиеся образованием грабенов и надвигов, ясно наблюдаемые в синклинальных зонах. Такого рода осадки сохранились в Челябинской, Каменско-Сухоложской и Богословской грабенообразных депрессиях (Горский, 1942; Архангельский Н. И., 1941). Челябинская грабенообразная депрессия тянется на значительное расстояние, другие же, как депрессия в Серовском районе около меридиана 60° в. д., не достигают больших размеров в длину. На продолжении их к югу радиальные разрывы вызывают в палеозойских отложениях простые или ступенчатые сбросы того же направления и надвиги. С ними связано возникновение комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд категории выветривания и частью осадочных. Примером могут служить в Уфале месторождения, связанные с Черемшанско-Кротовско-Гологорским сбросом и с Шелеинско-Тюленевско-Крестовским сбросом, переходящим в надвиг. Здесь возникают то осадочные месторождения в озерах, находящихся в грабенах, то месторождения зоны цементации коры выветривания, приуроченные к зонам брекчий трения, надвигов и сбросов. Доказательством времени образования грабенов служат остатки флоры в песчано-глинистых отложениях озер: рэтской в Богословском и Челябинском грабенах и

верхнемеловой в верхней части Ново-Черемшанского месторождения.

На Южном Урале благоприятные физико-географические условия для возникновения озерно-болотных бассейнов и связанных с ними комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд и бокситов создавались происходившими в течение юры постепенными опусканиями синклинально построенных зон (синклинориев) в пределах Магнитогорской зоны погружений И. И. Горского (1943), а именно Баймакской и Уртазымской и их южного продолжения. Эти синклинальные зоны, чередующиеся с антиклинальными зонами (антиклинориями) Уралтау и Ирендыка, возникшие во время герцинского орогенеза, в течение юры представляли собой пониженные участки хребта, которые продолжали постепенно опускаться и, вместе с тем, являлись площадями аккумуляции рыхлых пролювиальных и аллювиальных материалов, приносившихся потоками с севера. По последним данным выясняется, что опускание этих синклинальных зон сопровождалось мелкими сбросами меридионального направления. Этот факт указывает на вероятность более широкого участия передвижек сбросового характера при опускании депрессивных участков. Повидимому, опускание происходило по плоскостям меридиональных расколов герцинского времени, тем более, что опускание синклинальных зон продолжалось и позднее, а в третичное время в пределах Баймакской депрессии произошли меридиональные сбросы довольно значительной амплитуды.

В пределах Баймакской и Уртазымской депрессивных зон и их продолжения к югу в течение средней юры существовали озерно-болотные бассейны, в которых в зависимости от характера горных пород, выступающих на берегах, возникали месторождения бобовых гидрогетит-хлоритовых железных руд халиловского типа, бобовых железистых бокситов и бурых углей, содержащих стяжения сидеритов в подстилающих песчано-глинистых породах. Все эти месторождения тянутся цепочкой в меридиональном направлении вдоль депрессий и особенно типично выражены в Баймакской депрессии (Халиловские месторождения железных руд, Переволоченское месторождение бобовых бокситов, Яковлевское месторождение углей с пластами сидеритов в подстилающих угли глинистых сланцах).

Закономерности образования и локализации осадочных месторождений халиловского типа

На Южном Урале месторождения халиловского типа встречаются в зонах с синклинальным строением.

Месторождения слоистых и бобово-оолитовых гидрогетит-хлоритовых хром- и никельсодержащих руд халиловского типа образовались в прибрежных частях ряда бассейнов озерно-болотного характера в пределах Баймакской депрессии в течение нижней юры близ берегов, сложенных серпентинитами.

При рассмотрении положения на карте известных в настоящее время месторождений этих руд в пределах Баймакской депрессии становится очевидным, что шесть месторождений находятся вдоль западной границы области развития континентальной юры (Георгиевское, Новокиевское, Промежуточное, Мало-Халиловское, Узенбаевское и Аккермановское) и три вдоль восточной границы этих отложений (Репинское, Круторожинское, Новотроицкое). Отсюда следует, что бассейны, в которых они образовались, находились в краевых частях Баймакской депрессии, у берегов ее, сложенных из ультраосновных пород.

Кроме того, имеются еще четыре месторождения (Орловское, Муштафинское, Восточное Георгиевское и Новопетропавловское), которые расположены в средней части депрессии; они приурочены к сбросам,

которые приподняли дно депрессии, сложенное серпентинитами. Новопетропавловское месторождение залегает к востоку от линии сброса на серпентинитах, наклоненных на восток и представляет собой, очевидно, приподнятый участок прибрежной части бассейна, тогда как западная часть месторождения сброшена и прикрыта мелом и третичными отложениями. В аналогичных условиях находится открытое в 1938 г. Восточное Георгиевское месторождение, в котором рудное тело наклонено на запад от линии сброса.

Орловское месторождение расположено у выступов серпентинитов в средней части Баймакской депрессии и, судя по разрезам, серпентинит был взброшен во время формирования месторождения.

Мустафинское месторождение находится на восточном склоне взброшенного участка палеозоя, тянущегося вдоль рч. Сухой Губерли между пос. Трудовик и пос. Гайнуллин.

Уртазымская синклиналь, проходящая восточнее Баймакской депрессии, имеет аналогичное строение. Она выполнена континентальными юрскими отложениями и включает местами озерные отложения с залежами бобовых руд халиловского типа. В северной части Уртазымской депрессии бобовые руды известны: 1) в 8—9 км к юго-востоку от ст. Новоорской (Яшкина мельница, где руда лежит на серпентинитах), 2) в 8—9 км к западу от Новоорской по левому берегу р. Урала, 3) к востоку от пос. Севастопольского, 4) на левом берегу р. Урал у хут. Озерного, на правом берегу р. Вурлы, 5) в верховьях р. Кельты, правого притока р. Суундука, впадающей в р. Урал, 6) в депрессии между отрогами хребта Ирэндик. Все эти месторождения расположены вблизи выходов серпентинитов у восточного берега Уртазымской депрессии. Восточнее бобовые руды встречены на правом берегу Айдырли, в 4 км от ее устья и в 2 км севернее.

В литературе имеется указание на нахождение россыпи бобовых руд в районе Кула-Айгыр в верховьях р. Тогузак. Это месторождение расположено в пределах зоны с антиклинальным строением. Однако в виду недостаточной изученности этого месторождения еще преждевременно было бы делать вывод о существовании месторождений халиловского типа в зонах хребта с антиклинальным строением.

Закономерности образования и локализации бобовых бокситовых железных руд и бобовых железистых бокситов мела

Меловые континентальные отложения с подчиненными им месторождениями бобовых руд образовались на восточном склоне Урала в депрессивной зоне, возникновение которой обусловлено дифференциальными движениями в течение нижнего и начала верхнего мела. Ниже (стр. 52) отмечено, что эти отложения разделяются на два типа, которые в Каменском районе вполне закономерно образуют две параллельные меридиональные полосы: более западную полосу карстовых месторождений режевского типа и более восточную полосу месторождений соколовского типа. В нижнем мелу они образовались в озерах и старицах рек низменной страны, а в верхнем мелу — в прибрежных низменностях вдоль берега наступавшего широким фронтом верхнемелового моря и скрыты в настоящее время под покровом морских меловых и третичных отложений в прилегающей к Уралу части Западносибирской низменности, вероятно, на значительной площади. Известные в настоящее время нижнемеловые месторождения бобовых железистых бокситов и бобовых железных руд бокситового типа составляют,

возможно, только краевую западную часть обширной площади их развития. Этим объясняется закономерность их распространения и нахождения на восточном склоне Урала: они встречаются на всем его протяжении спорадическими участками в широкой меридиональной полосе между палеозойскими породами хребта и сплошной областью развития морского верхнего мела и палеогена. Они заполняют здесь депрессии на поверхности палеозоя и более древних мезозойских отложений и обнаруживаются отдельными участками из-под покрывавших их ранее сплошным плащом верхнемеловых и третичных пород. Никель и хром присутствуют только в тех месторождениях, которые образовались вблизи областей развития серпентинитов. На Северном Урале месторождения бобовых руд, представленных здесь бобово-конгломератовой разновидностью, известны в Серовском районе приблизительно по меридиану $60^{\circ}15'$ в. д. в двух местах обширной депрессии, выполненной континентальными меловыми отложениями, — около Ауэрбаховского и Воронцовского рудников. По разведочным данным, они попадают спорадически и на пространстве между Ауэрбаховским рудником и г. Серовом. Месторождения залегают на коре выветривания скарнов, на красных железняках Ауэрбаховского рудника, порфиритах, песчано-глинистых породах и покрываются песками и глинами мелового или третичного времени. Содержание никеля в рудах небольшое.

Второй областью развития бобовых бокситовых железных руд континентального мела является Алапаевско-Режевская полоса, где месторождения тянутся между меридианами $61^{\circ}30'$ и $61^{\circ}45'$ в. д. вдоль правого берега р. Реж в районе г. Режа (Першинская полоса) и далее на север от Ивановского рудника на р. Нейве до р. Синячихи (Зыряновская полоса). Месторождения залегают здесь на карстированной поверхности известняков карбона и девона и сохранились в карстовых углублениях в известняках, на размытой поверхности покрывающих их аггломератов нижней юры (беликах) и на бирюзовых галечниках континентального верхнего мела. Содержание никеля в них различное. Месторождения в этой части Урала относятся к режевскому типу.

Третьей и наиболее изученной областью развития бобовых руд является Каменский район, где континентальные меловые отложения протягиваются широкой полосой между меридианами $61^{\circ}45'$ (Каменск) и $62^{\circ}15'$ в. д. (Колчедан). В восточной части этой полосы месторождения железных бобовых бокситов располагаются на палеозойских магматических породах и на рэте и относятся к соколовскому типу месторождений. В западной части они локализируются в пределах полосы каменноугольных отложений и нижнеюрских аггломератов (беликов), заполняющих карстированную поверхность карбона, и относятся здесь к режевскому типу. В 1943 г. было известно уже свыше 25 месторождений, из которых некоторые являются уцелевшими от размыва глубокими частями одного более крупного месторождения: 1) Травянское, 2) Монастырское, 3) несколько восточнее Волковского (скв. 8), 4) Волковское, 5) к северу от д. Луга (скв. 24), 6) Колчеданское, 7) Соколовское, 8) в 2 км южнее Соколовского (скв. 18—20), 9) Пироговское (несколько точек), 10) в 3 км к северу от д. Борисово (скв. 25), 11) в 3.5 км к северо-западу от д. Борисово (скв. 45 и 11), 12) Борисовское, 13) Мазулинское, к югу от озера, 14) Позорихинское, непосредственно к северу от деревни, 15) Мартюшевское, 16) Каменское, 17) Вишневское, 18) между Вишневым и д. Сипаево, 19) Сипаево-Новиковское, 20) Потаскуевское, против д. Потаскуево на правом берегу Синячихи, 21) у колхоза «Новый быт», между устьем р. Багаряка и д. Окулово, 22) Чайковское, на левом берегу у устья р. Багаряка, 23) на Первомайском руднике, 24) непосредственно ниже д. Нижней,

на правом берегу р. Синары, 25) на Октябрьском руднике, 26) у д. Усть-Караболки и др.

Четвертую область распространения бобовых железистых бокситов представляет бассейн р. Тобол. Здесь на берегу р. Карталы-Аят против пос. Ново-Николаевского на небольшом участке выступают порфири-ты, покрытые каолиновой корой выветривания. На ней залегает бобовый железистый боксит в виде пласта небольшой мощности нижнеме-лового возраста. На размытой поверхности бокситов лежит пачка пород сеноманского возраста, заключающая пласт оолитовых железных руд.

Бокситы обнаружены под сеноманом на глубине 122 м скважиной Главугля в 1935 г. около оз. Убоган. Гальки боксита встречены в аллювии у г. Кустаная.

Пятой областью развития бобовых железистых бокситов, может быть, является Кимперсайский район, где имеется небольшое месторож-дение бокситов (Вост. Кимперсай), возраст которого не установлен.

Условия, благоприятствующие возникновению месторождений выветривания

Для образования месторождений выветривания благоприятны иные физико-географические условия: трудами многих геологов установлено, что они возникают в тех областях, где поверхность на обширном про-странстве выравнена и приобрела характер пенеплена. Поверхности выравнивания образуются в результате длительного континентального периода, когда возвышенные части подвергаются выветриванию, а про-дукты выветривания сносятся в понижения на поверхности и заполняют их. Вследствие выравнивания страны речная сеть дряхлеет, и остаточ-ные продукты выветривания пород накапливаются на поверхности; пере-шедшие в раствор вещества не скатываются по поверхности, но накоп-ляются на ней, образуя латеритную корку, или впитываются в кору выветривания и в делювиальные отложения, заполняющие карстовые углубления на известняках, а в нижней части их в застойных или слабо движущихся грунтовых водах выделяются в виде тех или иных соеди-нений металлов, образуя месторождения зоны цементации (инфильтра-ционные). Глубина возникновения месторождений различна: она зави-сит от глубины залегания грунтовых вод.

Разберем теперь физико-географические условия формирования ме-сторождений выветривания на Урале.

Связь между «домеловой или доюрской почти-равниной» и корой выветривания с подчиненными ей месторождениями каолина, магнезита, никелевых руд и пр. была впервые установлена Н. Г. Бер (1932), а затем более подробно была обоснована А. В. Хабаковым (1935), ко-торый изучал и описал доюрский рельеф поверхности в южной части Южного Урала. А. В. Хабаков подчеркивал, что все особенности наи-более мощных выходов коры выветривания зависят от общего гипсо-метрического устройства доюрского рельефа. «Доюрская почти-равнина занимает самые возвышенные части современного водораздельного рельефа» (выше 350—355 м абс. выс.). Хотя А. В. Хабаков в понятии «древняя кора выветривания» объединял более древнюю кору на сер-пентинитах — карбонатизированную и кремненную и более молодую кору — нонтронитовую, но вместе с тем он отметил нахождение нонтро-нитизированных серпентинитов на водораздельных плато, представ-ляющих собой участки доюрской почти-равнины (Айдарбак, Дюрткель-тубе) и залегающих гипсометрически выше силифицированных серпентинитов, выходящих всегда на склонах древней почти-равнины.

В результате своих изысканий А. В. Хабаков пришел к правильно-му выводу о существовании определенной связи между нахождением месторождений никелевых руд и условиями доюрского рельефа (пене-пленизированной поверхности) и о важном практическом значении этого вывода.

«Древняя» кора выветривания на Урале

В ряде напечатанных и рукописных работ, посвященных вопросам «древней» коры выветривания на Урале и связанным с ней месторожде-ниям полезных ископаемых, понятие о «древней» коре выветривания отождествляется с понятием о «доюрской» коре выветривания. В этих работах совершенно правильно отмечается широкое распространение здесь древней коры выветривания, участки которой встречаются на пространстве всего Среднего и Южного Урала. Наиболее изученной в настоящее время является древняя кора выветривания на серпентинитах, и выводы о распространении ее базируются на данных о развитии древней коры выветривания на серпентинитах, которая представлена в виде так называемой «нонтронитовой» коры выветривания. Все ис-следователи совершенно логично делают вывод, что необходимым усло-вием для широкого развития нонтронитовой коры выветривания на Урале являлось превращение древнего Уральского хребта путем про-должительного выветривания в почти-равнину. При таком выравненном рельефе в условиях жаркого и влажного климата с чередованием за-сушливых и дождливых периодов и могли накопиться на поверхности рыхлые продукты выветривания, достигающие иногда мощности в не-сколько десятков метров.

Н. П. Херасков и В. Н. Разумова совершенно определенно высказы-ваются о существовании аридного климата в течение этого периода, когда происходили понижения и выравнивание древнего хребта (пермь и нижний триас). Свое мнение об аридном климате перми и нижнего триаса они основывают на развитии в это время характерных пустын-ных красноцветных отложений.

Кора выветривания этого времени остается до сих пор еще слабо изученной. Известно, что аридное выветривание происходит в щелоч-ных условиях и в результате в пустынных областях наблюдаются окремнение и карбонатизация пород на поверхности.

Присутствие окремненной коры выветривания доюрского времени было установлено автором в 1936 г. под Новокиевским месторождением халиловского типа, где кора выветривания серпентинитов состоит из окремненной зоны сверху и карбонатизированной — ниже, постепенно переходящей в свежий серпентинит. На неравномерно размытой окрем-ненной коре залегают слоистые руды халиловских железорудных место-рождений, время образования которых относят к лейасу. Присутствие в Орском районе участков окремненной коры выветривания на серпен-тинитах Южного Урала, окаймляющей в виде зоны склоны сыртов к долинам рек, отмечено уже А. В. Хабаковым (1935), но отсутствие на этой коре отложений точно датированного возраста не позволило опреде-лить время окремнения. Обычно эту кору относят к нонтронитовому профилю, считая ее особым видом его.

Она описывается рядом исследователей на серпентинитах Среднего Урала на контакте с известняками (см. стр. 85) и вдали от выходов серпентинитов на известняках, но обычно здесь отсутствуют покрываю-щие породы, возраст которых можно было бы определить. Однако на левом берегу р. Исети ниже г. Каменска автор описал обнажение нижнекаменноугольных известняков, которые с поверхности и вдоль

трещин вглубь подверглись окремнению (Кротов и др., 1936). Непосредственно у обрыва этого берега р. Исети на карстированной поверхности нижнекаменноугольных известняков имеется месторождение алапаевского типа, которое располагается в нижних горизонтах делювиальных аггломератов (беликов), отнесенных автором на основании имевшихся тогда данных к нижней юре. Отсюда ясно, что образование окремненной коры должно было происходить в доюрское время.

Очень важное значение для разрешения вопроса о пермо-триасовой коре выветривания имеет исследование состава беликов. Изучение этих делювиально-пролювиальных отложений на восточном склоне Урала в областях развития типичных пород этого рода, т. е. в углублениях на известняках нижнего карбона, в Алапаевском, Синаро-Каменском и Полетаевском районах, произведенное Б. П. Кротовым (1931) и Б. П. Кротовым и В. П. Рыловниковой (1936), показало, что в составе этих пород принимают участие обломки пород, принесенные из сравнительно удаленных районов, и местные породы, т. е. выходящие в непосредственной близости от беликовых отложений.

В поверхностных частях карбонатных пород нижнего карбона в Алапаевске довольно часто встречаются окремненные участки разной формы и величины (р. Реж в районе Коптеловской, на берегах р. Вогулки, р. Нейвы, выше Алапаевска и пр.).

По своему петрографическому характеру обломки кремней и окремненных известняков в составе беликовых отложений, заключающие местами и окремнелую нижнекаменноугольную фауну, совершенно сходны с выступающими в районе нижнекаменноугольными известняками. На близость материнской породы обломков кремней и некоторых других пород из делювиальных аггломератов указывает и остроугольность обломочного материала и отсутствие сортировки его при отложении. Все это привело автора (Кротов и др., 1936) к выводу о широком развитии процессов окремнения поверхности в конце палеозоя и в начале мезозоя (пермь — триас) во время хода выветривания после формирования Уральского хребта. Процессы выветривания вызывали понижение хребта и постепенное выравнивание его поверхности, что сопровождалось заполнением эрозийных и карстовых депрессий и привело в конечном счете к превращению горной страны в пенеплен.

Время заполнения эрозийных карстовых депрессий в Алапаевском, Синаро-Каменском и других районах восточного склона Урала делювиальными отложениями (беликами) остается еще не вполне установленным.

На Южном Урале аллювиально-пролювиальные отложения Хайбуллинской свиты, заключающие халиловские рудные месторождения и прослойки с лейасовой флорой, отнесены были П. Л. Безруковым и А. Л. Яншиным (1934) к лейасу. Для аггломератных отложений более глубоких частей Баймакской депрессии А. Л. Яншин предполагает триасовый возраст. Однако изучение остатков спор в глинах Хайбуллинской свиты привело И. М. Покровскую (1947) к выводу о нижне- или среднеюрском возрасте ее.

Ввиду отсутствия в делювиально-пролювиальных отложениях Алапаевско-Каменского района (беликах) остатков флоры и фауны, дающих возможность более точного определения их возраста, автор (Кротов, 1936) отнес эти породы, по аналогии с беликами Южного Урала, к нижней юре, однако возможно, что более глубокие их горизонты еще триасового возраста. Отсюда следует, что время образования окремненной коры выветривания (она была размыта позднее и обломки ее вошли в состав юрских беликов) нужно отнести к перми или началу триаса.

Позднее И. С. Рожков (1939) при изучении золотых россыпей, залегающих среди беликовых отложений Лангуро-Самского района на Среднем Урале, на основании определения А. Н. Криштофовичем остатков флоры в глинистых породах среди беликов, отнес время образования россыпей к верхнему триасу или нижней юре. С другой стороны, И. М. Покровская (1942), изучавшая пыльцу из верхних горизонтов беликовой толщи Алапаевского и Каменского районов, отнесла эти породы к нижнему мелу. Если И. М. Покровская получила для изучения образцы беликовых глин из верхних горизонтов этой толщи, а не из нижнемеловых пород, залегающих местами на размытой поверхности беликов, то мы должны будем признать, что карстовые аггломераты, пески и глины, или иначе — беликовые породы, отлагались на Урале в разные промежутки времени и что беликовые породы на Урале имеют в разных местах различный возраст.

Исходя из представления о региональном распространении климатов, мы должны признать существование на Южном и Среднем Урале древней доюрской коры выветривания, возникшей в условиях аридного климата, которая сохранилась в виде небольших остатков на всем восточном склоне хребта. Вместе с тем мы должны будем откинуть термины «древняя» и «доюрская» по отношению к нонтронитовой коре выветривания, являющейся более молодой по сравнению с окремненной корой и отделенной от нее эрозионно-седиментационным циклом, как на это указал еще А. В. Хабаков (1935).

Однако имеющиеся в настоящее время данные не позволяют приурочить образование окремнелой и карбонатизированной коры выветривания к пермо-триасовому времени. Богословские и Челябинские месторождения бурых углей в верхнем триасе возникли несомненно в условиях влажного, а не аридного климата. Под угленосными толщами в этих месторождениях залегают галечники и конгломераты, в составе которых указываются обломки известняков, песчаников и диабазов, но нигде не отмечено присутствие окремнелых известняков и кремней, столь типичных для беликовых отложений (Архангельский Н. И., 1941; Горский, 1943). Отсутствие окремнелых пород под угленосными отложениями верхнего триаса является, очевидно, следствием отсутствия аридной коры выветривания на окружающих карбонатных и иных породах во время заполнения депрессивных зон триасового времени или, иначе, следствием более позднего времени окремнения поверхности.

Залегание халиловских месторождений железо-никелевых руд на размытой поверхности окремненной зоны коры указывает на образование этой коры до верхнего лейаса. Климат эпохи образования халиловских железо-никелевых руд и нижнеюрских месторождений углей (Яковлевское) был жаркий и влажный.

Необходимо более подробное изучение обломочных пород под угленосной свитой Богословских и Челябинских месторождений и выходов палеозойских пород в их окрестностях, чтобы вопрос о времени образования окремненной коры решить более определенно. На основании изложенного выше это время может быть отнесено к концу триаса — началу юры.

Нонтронитовая кора выветривания ультраосновных пород на поверхности выравнивания конца юры — начала мела

Для правильного понимания положения комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд в нонтронитовой коре выветривания и для выяснения положения связанных с ней рудных место-

рождений в системе рудных месторождений, мы должны прежде всего рассмотреть состав и строение минерального комплекса, известного под названием нонтронитовой коры выветривания.

Первый вопрос, встающий перед нами.— это вопрос о полноте профиля этого комплекса в изученных месторождениях: является ли профиль коры, описанный разными исследователями, начиная с Е. Е. Захарова, Е. Ф. Зив и Д. Г. Ульянова (1932), А. В. Хабакова (1935), А. И. Киселева (1935) и Д. Г. Ульянова, Г. С. Грицаенко, Г. А. Крутова и др. (1937) и кончая И. И. Гинзбургом (1940, 1941, 1942), И. И. Гинзбургом и И. И. Савельевым (1939), И. И. Савельевым (1941), И. З. Коринным (1939), полным профилем нонтронитовой коры или только нижней частью полного профиля, уцелевшего в понижениях рельефа поверхности от позднейшей эрозии.

Благодаря статическому подходу к изучаемым явлениям, до сих пор наблюдающийся в разных местах профиль нонтронитовой коры из четырех зон всегда рассматривался как полный профиль древней коры и не поднимался даже вопрос о возможности эрозии верхних горизонтов полного профиля нонтронитовой коры после его образования и о возможности возобновления выветривания серпентинитов после образования коры. Вернее, в литературе отмечалось только отсутствие местами в полном профиле «древней коры» горизонта охры как следствие ее эрозии после образования коры.

Нахождение в природе нонтронитовой коры в углублениях рельефа современной поверхности разбирается не как условие ее сохранения от эрозии, но как условие ее образования (Савельев, 1941). Вместе с тем, нахождение на высоких частях современного рельефа поверхности так называемого окремненного профиля коры объяснялось не образованием нонтронитовой коры на поверхности серпентинитов после эрозии окремненной коры и не позднейшими процессами наложения на нонтронитовый профиль, а отличными условиями образования окремненного профиля на повышенных местах рельефа в противоположность нормальному нонтронитовому профилю коры, одновременное возникновение которого связывалось с углублениями микрорельефа поверхности. При статическом подходе к нонтронитовому профилю коры выветривания приходилось действительно считать наблюдающийся профиль полным профилем коры и отличать два разных профиля: нонтронитовый и окремненный.

Нормальный или нонтронитовый профиль коры состоит из следующих зон (снизу вверх): 1) неизменный серпентинит, 2) выщелоченный серпентинит, 3) нонтронитизированный серпентинит или нонтронитовая порода и 4) зона охры или глинистой охры.

Окремненный профиль образуют следующие зоны: 1) неизменный серпентинит, 2) выщелоченный серпентинит, 3) иногда слабо выраженная маломощная нонтронитовая зона (часто совершенно отсутствует), 4) окремненный серпентинит.

Оба профиля считаются возникающими как следствие постепенно протекающего выветривания ультраосновных пород, проявляющегося сначала в выносе щелочных земель, затем кремнезема и прогрессивно идущего накопления полуторных окислов, никеля, кобальта и марганца в понижениях рельефа и кремнезема с небольшим количеством гидроокислов железа на повышенных частях рельефа.

С этой точки зрения отдельные зоны коры выветривания отображают ход процесса выветривания и представляют собой ряд последовательно возникающих промежуточных продуктов выветривания серпентинитов, устойчивых в сравнительно узких физико-химических условиях среды (количество кислорода, величина рН, щелочной резерв), которые

постепенно изменяются в вертикальном направлении, обуславливая вертикальную зональность строения коры и распределения в ней различных элементов.

Вполне логичным развитием взглядов на строение коры выветривания и на ход его вылилось представление о коэффициентах выветривания и предложении выражать ими степень выветривания (Гинзбург, 1938). Действительно, если отдельные зоны коры возникают как следствие известной степени разложения серпентинитов, минеральный состав каждой зоны должен отличаться приблизительно постоянным соотношением окислов различных элементов (молекулярных количеств), оставшихся после выноса части их в каждой зоне. Однако представление о строении коры и происхождении отдельных зон как следствии прогрессивного хода выветривания, не свободно от некоторых неувязок геологического и физико-химического характера, и поэтому вряд ли может быть принято.

Теперь уже ясно, что этот профиль является только нижней частью полного профиля коры, сохранившейся в углублениях рельефа эрозии, а верхняя часть его эродирована в послелюрское время. Вместе с тем встает вопрос о характере и вероятном составе полного профиля «древней коры» выветривания.

При разборе физико-химических условий хода процесса выветривания и условий образования остаточной коры выветривания взгляды исследователей несколько расходятся. Так, И. И. Гинзбург (1941₁, стр. 107) говорит, что образование нонтронитов «мы связываем с действием грунтовых вод при сухом аридном климате в условиях щелочной среды», а в других работах (Гинзбург, 1941₂, стр. 87; Гинзбург и Савельев, 1939) «щелочная среда... больше всего бывает развита при семиаридном, т. е. при сухом и теплом климате с периодическими дождями».¹

И. И. Савельев (1941) считает, что «основным фактором, влиявшим на процессы выветривания, были грунтовые воды, которые задерживались в понижениях, благодаря чему создавалась различная щелочность среды и большая величина рН для пониженных участков древнего микрорельефа и меньше для возвышенностей». В результате этого в первом случае происходило накопление нонтронита и во втором на возвышенностях в кислой среде — накопление $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

¹ В работах И. И. Гинзбурга (1938, стр. 64—67; 1941₂) при описании условий образования отдельных зон остаточного нонтронитового профиля встречаются указания на возможность двух объяснений увеличения содержания железа и никеля в нижних частях профиля коры (в нонтронитовой зоне): 1) вынос кремнезема и других окислов при разрушении нескольких молекул серпентина и накопление железа и никеля в количестве, отвечающем составу нонтронита, и 2) миграция вниз железа и никеля и накопление их в нонтронитовой зоне. При объяснении генезиса нонтронита исследователь оставляет без разбора вторую возможную трактовку и без всякого обоснования принимает и развивает первую — остаточную концепцию.

В более поздней работе (1941₂) этот автор опять допускает возможность обоих способов образования нонтронита (стр. 81), но на основании данных Нолля о необходимости щелочной среды для образования нонтронита считает, что он возникает в условиях семиаридного климата (стр. 82 и 87). По его мнению, явления нонтронитизации происходят в зоне выщелачивания (аэрации) «на уровне горизонта капиллярных вод до границы их с горизонтом подвешенных вод» (стр. 85). Однако наличие щелочной среды в застойных грунтовых водах в основании коры, образовавшейся в условиях гумидного климата, также удовлетворяет данным Нолля для образования нонтронита. Поэтому принятое И. И. Гинзбургом объяснение не исключает все же возможности второго объяснения и вместе с тем ставит под большое сомнение возможности применения «коэффициентов выветривания». В своей последней работе (1946) И. И. Гинзбург принимает оба возможных объяснения образования нонтронита, но приурочивает их к разным горизонтам коры. Оснований для принятия такого мнения автор не приводит. Условия одновременного хода этих двух процессов совершенно непонятны.

И. И. Савельев связывает образование нонтронита и концентрацию никеля с деятельностью грунтовых вод, т. е. признает перенос железа, никеля и кобальта грунтовыми водами, и термин остаточный он понимает в ограниченном смысле.

Перенос железа, никеля и кобальта происходит только в кислой среде, поэтому его едва ли можно связывать с наличием в это время аридного климата.

Ввиду того, что при выветривании в щелочной среде окислы железа, никеля и кобальта, а также силикаты железа должны были выпадать и накапливаться в остатке от выветривания в верхних зонах коры, эта концепция И. И. Гинзбурга вызывает сомнения.

Е. Н. Разумова и Н. П. Херасков считают, что нонтронитовый профиль образовался при смене аридного климата пермо-триаса гумидным климатом юры. Процесс нонтронитизации шел при достаточно влажном климате или, по крайней мере, влажные периоды должны были сменяться засушливыми периодами. Процесс обохивания происходил при дальнейшем увлажнении климата и сопровождался прекращением образования нонтронитов.

В дальнейшем мы попробуем разобрать схематически ход процесса выветривания серпентинита при гумидных условиях и получающиеся при этом продукты выветривания, исходя из миграционной способности различных элементов, установленной Б. Б. Полыновым (1934¹) и Вулнафом (Woolpough, 1928). В противоположность И. И. Гинзбургу и И. И. Савельеву (1939, стр. 131) мы считаем, что направление хода химического процесса выветривания остается постоянным при всех климатах.

При гумидном выветривании и относительно пониженном pH из серпентинита переходят в раствор магний, алюминий и большая часть железа, никель и кобальт и немного кремнезема; на поверхности остается немного железа и большая часть кремнезема. В более глубоких частях коры при pH = 7—8 магний продолжает выноситься, а глинозем, железо и кремнезем образуют нонтронит, стойкий в слабощелочной среде. При выветривании под лесом и дёрном кислород в просачивающихся водах почти отсутствует и потому в результате его должен оставаться у поверхности остаток кремнезема с малым количеством гидроокиси железа. Отсюда следует, что нонтрониты образуются и стойки на некоторой глубине, где pH = 7—8. В застойных водах в более глубоких частях коры, в случае достаточного давления углекислоты, магний должен выделяться в виде магнезита, в противном же случае — в виде гидрата окиси магния или керолита.

Таким образом, при гумидном выветривании на ультраосновных породах должна возникнуть кора выветривания из следующих зон (сверху вниз): а) остаточная охристо-кремнистая зона, б) нонтронитовая порода, в) слабо нонтронитизированный серпентинит, г) серпентинит.

В тех местах, где кора выветривания в виде карманов углубляется в серпентиниты, грунтовые воды застаиваются и магний, выщелачиваемый из верхних горизонтов воды, выделяется в массе серпентинита в виде магнезита или керолита, образуя карбонатизированную зону вместо обычного серпентинита.

В случае поднятия местности и понижения уровня грунтовых вод нонтронитовая зона из зоны цементации переходит в зону выщелачивания. При этом верхние горизонты зоны, подвергаясь воздействию кислых вод, разлагаются, железо и никель уносятся вниз. В зоне серпентинита, расположенной ниже нонтронитовой зоны, по той же причине

¹ Позднее акад. Б. Б. Полынов (1947) подробно развил свои взгляды.

начинает выщелачиваться магний и верхняя часть серпентинита превращается в так называемую «зону выщелоченного серпентинита» или «выщелоченного затронутого нонтронитизацией серпентинита» (Кротов, 1945₂).

Повидимому, присутствие в настоящее время зоны выщелоченного серпентинита под зоной нонтронитизированного серпентинита в Актобинском и Орско-Халиловском районах может быть поставлено в связь с недавним подъемом Южного Урала, частичной эрозией верхнемеловых и третичных отложений, понижением здесь уровня грунтовых вод и возобновлением выветривания. Таким образом, зона выщелоченного серпентинита под зоной нонтронитизированного серпентинита не является частью «нормального профиля» коры выветривания серпентинитов, а следствием наложения нового выветривания. Отсюда видно, что разные зоны имеют различный возраст, и нонтронитовый профиль не является результатом прогрессивно развивавшегося выветривания. Поэтому и коэффициенты выветривания отдельных зон И. И. Гинзбурга (1938) сверху вниз не отражают прогрессивного хода процесса (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Предполагаемый полный профиль коры выветривания серпентинитов при гумидных условиях

Зоны коры		Предполагаемые физико-химические условия в зонах коры	Предполагаемый минеральный состав зон коры
Остаточная зона	1. Верхняя более богатая гидроокислами железа охристо-кремнистая часть зоны	$pH=4-6$	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ $SiO_2 \cdot nH_2O$
Зона выщелачивания	2. Нижняя более бедная гидроокислами железа охристо-кремнистая часть зоны	Кислорода мало	
Зона цементации	3. Нонтронитовая зона 4. Нонтронитизированный серпентинит	pH около 8 Кислорода очень мало, CO_2 есть	Нонтронит Гидроокислы Co, Ni, Mn, Si, гидросиликаты никеля, остатки серпентина
Зона серпентинизации	5. Карбонатсодержащий серпентинит 6. Серпентинит	$pH > 9$; CO_2 много	Серпентин, брусит, магнезит, керолит

Верхняя охристо-кремнистая зона на никелевых месторождениях полностью была смыта. Однако возможность ее местного сохранения в виде небольших участков на повышенных частях рельефа в районе Бурановского месторождения над нонтронитовой зоной коры видна из работ И. И. Гинзбурга и И. И. Савельева (1939) и И. И. Савельева (1941).

Наши наблюдения на Кимперсайских месторождениях также противоречат создавшимся представлениям о наличии там нормального профиля коры.

Представления исследователей никелевых месторождений о строении коры выветривания серпентинитов и о двух профилях этой коры — нонтронитовом и окремненном — создались во время разведки никелевых месторождений в Орско-Халиловском и Кимперсайском районах. Во время посещения автором (в 1943 г.) Кимперсайского района происходила разработка Батамшинского месторождения и подготовка к эксплуатации Восточного Кимперсайского месторождения. Обширные карьеры Батамшинского месторождения дают возможность лучше изучить строение коры выветривания серпентинитов, чем это можно было сделать во время разведки. В настоящее время на основании произведенного автором исследования Батамшинского и Восточно-Кимперсайского месторождений уже определенно подтверждается более позднее образование охр и охристых глин, считавшихся обычно верхней зоной коры выветривания нонтронитового профиля. Вместе с тем отпадает также и представление о существовании двух профилей коры выветривания — нонтронитового и окремненного. Профиль коры выветривания, который можно называть попрежнему нонтронитовым, имеет следующее строение: в глубоких местах карьеров, в почве и в основании стен выходят выщелоченные, пористые, обесцвеченные серпентиниты, кое-где переходящие вглубь в менее измененные, более сохранившиеся серпентиниты. Кверху выщелоченные серпентиниты постепенно приобретают желтовато-зеленоватый оттенок и переходят сначала в выщелоченные затронутые нонтронитизацией, а затем в нонтронитизированные серпентиниты и нонтрониты. Эти зоны коры находятся на разной абсолютной высоте и в разных местах карьеров в стенках и забоях обнажаются разные горизонты коры. Это объясняется тем, что выветривание распространилось на различную глубину, образуя то более глубокие карманы, то, наоборот, оставляя поднимающиеся выступы более свежих пород.

Изучение под микроскопом выщелоченных и выщелоченных затронутых нонтронитизацией серпентинитов показало, что они отличаются по степени нонтронитизации. В выщелоченных серпентинитах волокнистое их строение с сетчатой текстурой полностью сохранилось, но в проходящем свете отчетливо замечается позеленение породы. Химический анализ такой породы показывает более повышенное содержание Fe — до 10%. В процессе выщелачивания исчезают и присутствовавшие в породе карбонаты, обуславливая этим появление пористости.

Породы из зоны так называемых «выщелоченных затронутых нонтронитизацией серпентинитов» при изучении под микроскопом в проходящем свете оказываются окрашенными в более густой зеленый цвет. Текстура хризотилитовых серпентинитов здесь сохраняется. В менее сильно нонтронитизированных частях только изредка на спае волокон в шнуточках или на поверхности отдельных шнуточков замечаются небольшие участки грязнозеленого сплошного вещества со слабым двупреломлением — нонтронита. В более сильно измененных частях породы волокнистое строение шнуточков теряет резкость контуров и как бы размазывается. Участки развития сплошного слабо двупреломляющего вещества (нонтронита) увеличиваются. В некоторых местах пород они образуют уже сплошную сеть, в петлях которой или в отдельных ее участках сохраняется сетчатая текстура позеленевшего хризотилового серпентинита. Кое-где в массе сплошного зеленого вещества встречаются более густо окрашенные слабо плеохроичные пластинчатого типа участки с высоким двупреломлением. Следов уменьшения объема в

нонтронитизированных участках в виде появления трещин сжатия или полостей не наблюдается. Это не позволяет принять объяснение И. И. Гинзбурга, что процесс возникновения нонтронита шел остаточным путем — в результате выноса магния и кремнезема из нескольких частиц серпентина и накопления окиси железа в количестве, необходимом для образования частицы нонтронита.

Процессы окремнения захватывают разные горизонты коры и наблюдаются то в выщелоченных, то в выщелоченных затронутых нонтронитизацией, то в нонтронитизированных серпентинитах и нонтронитах. Окремнение выражается в появлении сети жилок кварца или халцедона, проходящих то горизонтально, то наклонно и пересекающихся под разными углами. Таким образом, это окремнение по типу и возрасту резко отлжно от сплошного окремнения и карбонатизации поверхности серпентинитов в триасе.

Эти зоны коры в некоторых местах района месторождений выходят прямо на поверхность и прикрыты только слоем почвы, но в большей части мест они прикрыты отложениями еще точно не установленного возраста, лежащими на размытой поверхности коры выветривания. Они в большинстве случаев окрашены в охристый желтый цвет и представляют собой охристые глины и глинистые охры с примесью галек кварца и боксита, а изредка и крупных глыб окремненного серпентинита. В нескольких местах ясно выступает своеобразное комковатое строение охристой породы, а иногда можно наблюдать, что эти комочки представляют собой обломки нонтронитизированного серпентинита и нонтронитовой породы, позднее обохренных. Верхние горизонты зоны нонтронитизированного серпентинита часто являются в большей или меньшей степени обохренными. Иногда можно наблюдать, что процесс обохривания развивается вдоль трещин, пересекающих нонтронитизированные или выщелоченные серпентиниты. Очень характерно, что в верхних горизонтах нонтронитизированных серпентинитов, пронизанных жилами кварца, одновременно с обохриванием их протекает процесс разрыхления и выщелачивания кремнезема из кварцевых жилок. Такие участки кварцевых жилок рассыпаются обычно в порошок. Очевидно, что обохривание нонтронита сопровождается также выносом освобождающегося кремнезема из нонтронита и из кварцевых прожилков.

Обломочное строение некоторых участков нонтронитового горизонта привлекло к себе внимание местных геологов и в западной части Батамшинского месторождения они выделены в особый тип переотложенных нонтронитов. Этот участок характеризуется вместе с тем повышенным содержанием кобальта.

В результате изучения района Кимперсайского месторождения приходится отказаться от мнения о наличии здесь полного профиля коры выветривания серпентинитов и о существовании двух параллельных профилей коры выветривания (нонтронитового и окремненного). Приходится признать, что охристые глины и охры являются более поздними образованиями, что процесс обохривания захватывает не только нонтронитизированные, но и выщелоченные серпентиниты, что зоны нонтронитизированных серпентинитов являются нижней частью нонтронитового профиля коры выветривания серпентинитов.

Никелевыми месторождениями являются участки нонтронитовой коры выветривания в тех местах, где она глубже внедрилась в серпентиниты и образует в них карманы. Таким образом, все это указывает, что нонтронитовая зона коры и месторождения возникли в зоне цементации путем приноса железа и никеля, выноса магния и части кремнезема и образования силиката железа из разложенного серпентина.

Отсюда следует, что распространение на Урале юрской поверхности выравнивания и связанной с ней нонтронитовой коры выветривания на

ультраосновных породах очерчивает границы развития тех физико-географических условий, благоприятных для образования месторождений никелевых и железо-никелевых руд категории выветривания.

Палеогеоморфологические исследования на Урале еще слишком мало продвинулись вперед, и в настоящее время мы еще не знаем границ области развития древней или древних поверхностей выравнивания на его восточном склоне. О распространении юрской поверхности выравнивания здесь мы можем судить только по остаткам сохранившейся местами нонтронитовой коры выветривания, установленных во время поисков и разведок месторождений никелевых и железо-никелевых руд в последнее десятилетие. При этих работах обнаружены разбросанные по всему восточному склону Урала отдельные участки нонтронитовой коры выветривания, начиная с района г. Серова¹ и кончая Мугоджарами. Восточная граница распространения участков нонтронитовой коры неизвестна точно, так как на восток серпентиниты с участками нонтронитовой коры уходят под отложения мезо-кайнозоя. Таким образом, можно думать, что в юрское время весь восточный склон Урала представлял «почти-равнину».

Однако едва ли можно считать «почти-равнину» почти совершенно ровной или слабо волнистой поверхностью. Из сопоставления высотных отметок главнейших никелевых и железорудных месторождений западной части восточного склона Среднего Урала и высших точек находящихся поблизости вершин серпентинитовых массивов мы устанавливаем, что месторождения карстового типа и коры выветривания серпентинитов в настоящее время находятся приблизительно на одной абсолютной высоте 370—380 м.

Но при сопоставлении абсолютной высоты выходов нонтронитовой коры (месторождения) и находящихся около них высших точек и гребней серпентинитовых массивов мы констатируем разницу в высоте до 100 м. Так, например, Уфалейские никелевые месторождения находятся на высоте около 420 м, а высшая точка массива — Большой Камень имеет 564 м высоты; на Верх-Нейвинском массиве месторождения Ново-Александровское и Калинычевское находятся на высоте около 440 м, а высшая точка массива — Висячий Камень на высоте 542 м.

Такие различия в высоте на близком расстоянии уже нельзя отнести за счет разной скорости выветривания и эрозии. Повидимому, поверхность «почти-равнины», покрытой нонтронитовой корой верхнеюрского времени, не была идеально ровной и на ней оставались отдельные выступавшие гребни серпентинитов (останцы), не покрывавшиеся корой выветривания. При позднейшем выветривании и эрозии рыхлые образования нонтронитовой коры с поверхности серпентинитов были почти полностью удалены и в настоящее время здесь встречаются только корни коры у сохранившихся остатков гребней свежих серпентинитов, несколько понизившихся от выветривания. Здесь мы имеем реликт древнего рельефа.

Нонтронитовая кора выветривания развивалась на поверхности ультраосновных пород и серпентинитов как в тех местах, где тектонических нарушений до образования коры выветривания не было, так и в тех, где в палеозое или в начале мезозоя тектонические разрывы имелись. В обоих случаях нонтронитовая кора выветривания получает типичный и вместе с тем одинаковый состав, но в тектонически нарушенных местах выветривание распространялось далее вглубь в виде карманов, рытвин или вытянутых в известном направлении клиновидных тел, зажатых среди мало измененных серпентинитов. В обоих слу-

¹ По сообщению Н. А. Сирина, нонтронитовая кора имеется на серпентинитах в районах рч. Халимерью, правого притока р. Ляпина, на 65° с. ш. в Полярном Урале.

чаях при образовании тектонических нарушений нонтронитовая кора на серпентинитах имеет форму плаща или покрова, общая форма которого отражает форму поверхности ультраосновного массива. Она сохраняет свою форму и после эрозии верхней части. При такой форме развития коры исследователи называют ее «площадной корой». После эрозии верхних горизонтов нонтронитовой коры в тектонически нарушенных участках сохранившаяся кора обнаруживает определенную ориентировку в пространстве, и исследователи без достаточных причин называют ее «линейной корой» и считают особым типом нонтронитовой коры (Гинзбург, 1938). Участки нонтронитовой коры в более позднее время часто обохриваются и этим могут создать представление об отсутствии условий для ее образования в юрское время.

Месторождения зоны цементации железо-никелевых руд образуются на площадях поверхностей выравнивания не повсеместно, а локализуются в строго определенных местах: на площадях развития ультраосновных пород, которые и являются источником железистых растворов при выветривании. Промышленные месторождения железо-никелевых руд образуются обычно не на всей площади развития ультраосновных пород, а только в тех местах, где выветривание развилось далее вглубь породы и кора выветривания в виде карманов внедряется в массу выветривающейся породы.

Особенно важное значение для формирования промышленных железо-никелевых месторождений имеют сбросы и зоны трещиноватости вдоль контакта ультраосновных пород с вмещающими их известняками; менее крупную роль играют надвиги.

Карстовые углубления, развивающиеся на контакте между известняками и серпентинитами, особенно больших размеров достигают в случае их образования в тектонически нарушенных участках. В таких местах карст достигает большой глубины и получившиеся углубления приобретают форму ориентированных коридоров или щелей, тянущихся на значительное расстояние. Условия образования железо-никелевых руд в этих месторождениях разобраны в ряде работ (Кротов, 1941; Кац, 1943; Глазковский, 1935; Смуров, 1934, 1938_{1, 2}; Ульянов и др., 1940; Федоров, 1941₁₋₃).

В некоторых местах Среднего Урала мы имеем достаточно убедительные доказательства древнего возраста тектонических нарушений, на которых развились промышленные месторождения выветривания. Так, в Уфалейском районе проходит Новочеремшанско-Кротовско-Гологорский сброс, с которым связан Новочеремшанский грабен. Со сбросом связаны месторождения зоны цементации коры выветривания серпентинитов и зоны цементации делювиально-пролювиальных аггломератов, выполняющих карстовые и тектонические углубления на контакте между известняками и серпентинитами (см. стр. 73). Средняя часть массы кластических продуктов, заполняющих Новочеремшанский грабен, образована из озерно-болотных отложений сеноманского возраста, показывающих к центру прогиб вглубь вследствие оседания в опускавшийся грабен. Отсюда видно, что заполнение грабена делювиальными аггломератами имело место до сеномана, что сброс и связанный с ним грабен существовал уже ранее.

Однако опускание грабена продолжалось в мезозое и кайнозое, так как верхнемеловые континентальные отложения покрываются осадками, относимыми предположительно к третичному времени, которые имеют более слабый наклон к центру (см. стр. 75). Все это показывает, во-первых, что радиальные тектонические нарушения на Урале происходили в разные периоды времени мезозоя и кайнозоя и, во-вторых, что подвижки более нового времени происходили в тех же районах, и повидимому, по плоскостям более древних разрывов.

Несомненно, что тектонические движения, которые происходили на Урале после возникновения на нем в юре поверхности выравнивания, должны были оказать свое влияние и на изменение положения этой поверхности. С начала нижнего мела восточная часть палео-Урала постепенно опускалась и заливалась водами наступавшего с севера моря. Море в конце мела залило и западную часть территории палео-Урала и распространилось широкой полосой к югу вдоль хребта, а в палеогене подошло еще ближе к современной центральной кристаллической оси хребта. Считают, что в это время только самая западная часть поверхности выравнивания в виде относительно неширокой полосы осталась непокрытой осадками палеогена. С эоцена море начало отступать. Прибрежные осадки палеогена естественно были в свое время отложены на одной абсолютной высоте и вместе с тем, отвечая фазе наибольшей трансгрессии моря, должны находиться западнее верхнемеловых отложений и окаймлять последние с запада.

На геологической карте Урала в масштабе 1 : 500 000 мы наблюдаем ряд отступлений от нормального залегания морских отложений мезокайнозой: 1) палеогеновые морские отложения в некоторых местах залегают в виде пятен на палеозойских породах и отдалены от сплошного поля развития морского палеогена иногда на значительное расстояние; 2) палеозой в некоторых местах оторочен последовательно сменяющимися друг друга в направлении с запада на восток, т. е. в обратной последовательности, полосами морского мела и палеогена (Горский, 1939); 3) морские палеогеновые отложения одного времени залегают в разных местах восточного склона Урала на различной абсолютной высоте. По вычислению М. М. Фрадкина (1940), в неогене Урал имел гораздо более значительную высоту: в районе г. Тюмени лежат галечники неогена из уральских пород диаметром 3—6 см. Фрадкин считает, что высота подошвы Урала достигала в неогене 600 м абс. высоты. В настоящее время можно считать общепризнанным мнение о том, что в «недавнем прошлом различные отрезки Урала испытывали неодинаковые по амплитуде и времени эпейрогенические движения» (Толстихина, Эпштейн, Боч, Хабаков, Эдельштейн, 1939). Судя по ряду морфологических признаков, эпейрогенический подъем продолжается в некоторых местах Урала и в настоящее время.

Предполагаемое положение западного берега палеогенового моря на восточном склоне Урала схематично намечается следующим образом. Западный берег палеогенового моря в северной части Среднего Урала к югу от Бурмантова, т. е. южнее $61^{\circ}20'$ с. ш., проходил приблизительно по меридиану $60^{\circ}0'$ в. д. не только до Новой Ляли, но и южнее, ввиду наличия в нескольких местах участков с обратной последовательностью выходов морского мела и палеогена. К 57° с. ш., т. е. к широте г. Свердловска, берег несколько отходил к востоку, приблизительно к $60^{\circ}30'$ в. д., и на этом меридиане он находился в районе Сысерти, Уфалея, Кыштыма (где, по данным Е. Н. Шукиной, встречены участки палеогена) и Миасса (Мирлин, 1940); южнее он отклонялся еще более к западу и проходил несколько западнее меридианов $60^{\circ}30'$ на широте Карталов (53° с. ш.), 60° на широте Бредов ($52^{\circ}20'$ с. ш.) и $59^{\circ}30'$ на широте верховьев Тобола (51° с. ш.). Однако, ввиду присутствия лоскутка палеогена в районе р. Таналыка, в трех последних пунктах берег палеогенового моря, может быть, проходил ближе к центральной оси хребта, приблизительно близ меридиана $58^{\circ}30'$; далее, огибая полосу $S_2 - D_1$ (Ирендик), море заходило в бассейн р. Губерли (см. границу на карте, фиг. 22).

В промежутке между 59° и 56° с. ш. палеогеновые отложения тремя

уступами — на широте 58°50' (Верхотурье), 58°20' (Кушва) и 57°40' (Алапаевск) отходят от кристаллической оси Урала к востоку и вместе с тем поверхность выравнивания между палеогеном и кристаллической осью расширяется до 130 км, причем восточная часть ее, освобожденная от ранее покрывавших ее палеогеновых отложений, образована из свит $S_2 - D_1$, $D_2 - C_1$ и массивов ультраосновных пород и гранитов. В этом промежутке особенно характерно выделяются каемка и пятна морского мела к западу от границы сплошного развития морского палеогена. К югу от 55° с. ш. ширина поверхности выравнивания вновь постепенно увеличивается и достигает на 54° с. ш. (Троицк) около 120 км, а на 53°20' (Магнитогорск) — 150 км. Далее к югу до сплошной полосы неогена, прикрывающего палеоген, ширина полосы достигает 260 км, а до первых более крупных пятен палеогена — 130 км (на 60° в. д.). Южнее широты Миасса поверхность выравнивания образована продолжением той же осадочно-вулканогенной свиты ($S_2 - D_1$), которая севернее прилегает непосредственно к кристаллической оси Урала.

При разборе современных высотных отметок трех элементов геологического строения восточного склона Урала, т. е. кристаллической оси, поверхности выравнивания и прибрежной полосы палеогена мы констатируем весьма значительное и вместе с тем неравномерное изменение их абсолютной высоты.

В настоящее время между Бурмантовым и Новой Лялей палеогеновые опоки залегают на высоте 129—140 м, в промежутке между Новой Лялей и р. Уй они постепенно поднимаются на высоту 155, 165 и 200 м, в районе Аргаяша на высоту 240—250 м, а в районе Бредов до 380 м. Точно также очень сильно изменяется средняя абсолютная высота полосы палеозойских пород, которая в течение мезозоя была пенепленизирована. Прибрежные части этой поверхности, т. е. вблизи предполагаемого берега палеогенового моря, имеют в настоящее время средние высотные отметки: 1) 200 м западнее Бурмантова, 2) 200—250 м западнее Ивделя, 3) 200—300 м между Серовом и Новой Лялей, 4) 150—250 м на широте р. Туры, 5) 200—300 м в восточной половине и 400—450 м в западной половине, не покрывавшейся палеогеновым морем на пространстве между р. Турой и Уфалеем, 6) 230—325 м на широте Аргаяша и Карабаша, 7) 300—400 м в восточной части, ранее покрывавшейся морем, и 400—800 м в западной части на пространстве между 54° и 53°40' с. ш., 8) 250—350 м в восточной части, покрывавшейся морем в палеогене, и 350—1100 м в западной части на пространстве между 53°40' и 51° с. ш.

При сопоставлении высотных данных прибрежных отложений палеогена и приморской части поверхности выравнивания мезозойского времени на восточном склоне Урала между 51 и 62° с. ш. выделяется ряд перемежающихся поднятий и погружений широтного направления, постепенно расширяющихся к востоку, а именно: 1) южное крыло поднятия, находящегося севернее 62° с. ш., 2) Туринское или Ивдельское погружение приблизительно на широте г. Ивделя (60—61° с. ш.), 3) Тагильско-Исетское (Уфалейское) поднятие между 58°20' и 56° с. ш., 4) Кыштымско-(Уфалейско-) Челябинское погружение между 56 и 55° с. ш., 5) Уйское или Уйско-Тобольское поднятие между 54 и 52° с. ш., 6) Орское погружение приблизительно по 51° с. ш. (Кротов, 1944).¹

¹ Присутствие складок почти широтного простирания в мезозойских отложениях Ляпинского края на Северном Урале было констатировано Д. И. Иловайским (1915), но остается неизвестным, имеется ли здесь в палеозойских отложениях широтная зона поднятий, обусловленная унаследованной меридиональных складок.

На карте (фиг. 22) отчетливо видно, что в зонах погружений палеогеновые отложения близко подходят к осевой части хребта, тогда как в поднятиях они отступают довольно далеко от него на восток.¹ Ввиду большого общего подъема южной части Урала в Кыштымско-Челябинском погружении и северном крыле Орского погружения палеоген залегает на значительно большей абсолютной высоте, чем в Ивдельском погружении, а именно: 240 м в первом, 350—400 м во втором и 129—140 м в Ивдельском погружении. Большой подъем южной части Урала обусловил более сильную эрозию на юге палеогеновых отложений, которые в настоящее время образуют в пределах погружений только ряд разбросанных лоскутков, лежащих на поверхности выравнивания мезозойского времени.

Подобно палеогену небольшую абсолютную высоту имеют в погружениях и породы осадочно-вулканогенной свиты $S_2 - D_1$ мезозойской поверхности выравнивания. В пределах Ивдельского погружения эта поверхность представлена своей западной частью и образована только узкой полосой пород осадочно-вулканогенной свиты $S_2 - D_1$ и более молодых отложений, которые находятся здесь на абсолютной высоте около 200 м. Более восточная часть поверхности выравнивания с интрузиями гранитов покрыта отложениями морского палеогена.

В пределах Кыштымско-Челябинского погружения восточная часть поверхности выравнивания мезозоя, как выше указано, сохранила только лоскутки ранее сплошь покрывавших ее отложений палеогена и имеет абсолютную высоту от 225 до 300 м. Западная часть поверхности выравнивания, образованная из пород осадочно-вулканогенной свиты $S_2 - D_1$ с интрузивными телами из кислых и основных пород, приподнята относительно высоко и находится на абс. высоте около 600 м.

На северном крыле Орского погружения восточная часть поверхности выравнивания, сложенная из пород $S_2 - D_1$, $D_2 - D_3$, $C_1^1 - C_1^2$, с интрузиями кислых и основных пород, прикрыта пятнами палеогена, сохранившегося от эрозии в пониженных местах. Они находятся на одинаковой абсолютной высоте с палеогеном, т. е. в пределах 225—400 м. Западная часть поверхности выравнивания, образованная породами $S_2 - D_1$, местами прикрытыми более молодыми отложениями $D_2 - C_2$, имеет в высоту 400—1000 м, т. е. значительно выше приподнята, особенно в более северных частях северного крыла Орского погружения. Высота поверхности выравнивания уменьшается с запада на восток.

Тагильско-Исетское (Свердловское) поднятие характеризуется относительно большой шириной полосы поверхности выравнивания и почти полным отсутствием покрова палеогена. Восточная половина поверхности, образованная из пород $D_2 - C_1$ с интрузиями кислых и основных пород, в недавнем прошлом покрытых морскими отложениями палеогена, имеет абсолютные высоты, убывающие с запада на восток от 300 до 200 м. Западная часть поверхности выравнивания, образованная осадочно-вулканогенной свитой $S_2 - D_1$, прорванной интрузивными телами кислых и основных пород, характеризуется своей относительно значительной шириной по сравнению с другими местами и своей абсолютной высотой, в среднем 400—550 м, причем средняя высота увеличивается к югу.

¹ Вместе с тем становится понятным и развитие озерно-болотного ландшафта в зонах широтных погружений, с одной стороны, и возникновение каньонообразных долин рек в зонах широтных поднятий — с другой. Обращают на себя внимание закономерное расположение широтных поднятий на восточном склоне несколько севернее мест изгибов хребта на восток, присутствие широтных погружений на западном склоне хребта в местах изгибов и пересечения центральной оси хребта реками (Урал, Чусовая), а также широтное поднятие в месте изгиба хребта на восток.

Уйско-Тобольское поднятие, как и описанное выше, отличается значительной шириной поверхности выравнивания, которая в восточной части сложена аналогично восточной части Тагильско-Исетского поднятия, а в западной части — из пород осадочно-вулканогенной свиты S_2 — D_1 , покрытых местами более молодыми отложениями девона и карбона (D_2 , D_3 , C_1 и C_2). Восточная часть поверхности выравнивания имеет абсолютные высоты, уменьшающиеся с запада на восток с 500 до 320 м, а западная часть ее находится на высотах, изменяющихся в том же направлении от 800 до 500 м.

При сопоставлении абсолютных высот отдельных частей оси хребта с выделенными нами выше погружениями и поднятиями на восточном склоне, мы констатируем их несовпадение: в широтном направлении на протяжении Среднего Урала центральная ось хребта представляет собой погружение, между тем как на восточном склоне мы имеем поднятие.

Наоборот, южнее центральная ось хребта приподнята, тогда как на восточном склоне имеются два погружения и одно поднятие.

Интересные результаты получаются при сопоставлении высот центральной оси и прилегающей к ней с востока полосы осадочно-вулканогенных пород S_2 — D_1 . При этом мы не будем принимать во внимание абсолютных высот интрузивных тел первой полосы дунито-габбро-гранодиоритового состава, не связанных ни с одной из разбираемых свит. В северной части района, к северу от 62° с. ш. кристаллическая ось имеет высоту 1 000 м и больше, а полоса S_2 — D_1 от 600 до 800 м. В пределах между $58^\circ 20'$ и 56° с. ш. на восточном склоне имеется поднятие (Тагильско-Исетское), тогда как кристаллическая ось сильно понижена и сужена на широте г. Свердловска. Между Тагилом и Свердловском по мере понижения кристаллической оси происходит повышение полосы пород осадочно-вулканогенной свиты S_2 — D_1 . В пределах Кыштымско-Челябинского погружения кристаллическая ось и осадочно-вулканогенная полоса, к ней прилегающая, приподняты: первая до 1 000 м, а вторая до 600 м. Таким образом, погружение захватило здесь только более восточные части. В пределах Уйско-Тобольского поднятия кристаллическая ось достигала наибольшей высоты, западная часть мезозойской поверхности выравнивания точно также сильно приподнята и имеет в районе к западу от Верхнеуральска местами высоту свыше 800 м. К югу от 54° с. ш. начинается постепенное понижение кристаллической оси, а осадочно-вулканогенная свита S_2 — D_1 в районе Варна — Магнитогорск еще более повышается, достигая высот 850 — 1 100 м. Повидимому, в пределах Орского погружения прогибание распространялось с запада на восток, передвигая водораздел на восток.

Далее к югу идет понижение обоих полос, но свита S_2 — D_1 и здесь вначале имеет большую абсолютную высоту.

Кроме неодинакового поднятия кристаллической оси Урала и полосы силурийско-девонских пород слагающих западную часть мезозойской поверхности выравнивания, совершенно определенно выступает также и неодинаковая высота поднятия различных структурных единиц, слагающих последнюю. В пределах северного крыла Орского погружения эта полоса, по А. В. Хабакову (1941), образует несколько синклинальных и антиклинальных зон. Они являются продолжением ранее установленных Л. С. Либровичем структурных зон: Таналык-Баймакской ($58^\circ 15'$), Ирендыкской и Уртазымской ($58^\circ 45'$). В литературе уже неоднократно отмечалось наличие дифференциальных поднятий и опусканий этих структурных единиц в течение мезо-кайнозоя, сопровождающееся местами радиальными разрывами вдоль них. Вместе с тем в местах, где мы отметили присутствие в пределах восточного склона Урала широтных погружений и относительное понижение высоты местности,

в составе свиты силурийско-девонских осадочно-вулканогенных пород появляются более молодые девонские и каменноугольные породы (D_2 , D_3 , C_1 и C_2), постепенно по протяжению сменяющие друг друга. Такое явление наблюдалось и отмечалось А. В. Хабаковым (1935, 1941) в пределах Орского погружения, В. С. Коптевым-Дворниковым, Г. А. Мирлиным и Е. С. Доброхотовой (1940) в районе Миасса, Е. А. Кузнецовым (1941) по р. Сосье на Северном Урале. Все перечисленные авторы связывали это явление с погружением осей меридиональных складок в осадочно-вулканогенной полосе ($S_2 - D_1$). Погружение осей в ряде параллельных складок в пределах полосы пород $S_2 - D_1$, включая и более восточную зону $S_2 - C_2$, обуславливает появление зон широтных погружений разной ширины на восточном склоне Урала. Они углубляются здесь, повидимому, в восточном направлении под осадками мезо-кайнозоя и затухают, не достигая центральной кристаллической оси хребта, на разном расстоянии от нее.

Вместе с тем обращает на себя внимание полное или почти полное отсутствие интрузивных тел габбро-перидотитовой магмы в пределах широтных погружений. Е. А. Кузнецов (1941) отметил, что по мере приближения к зоне широтного погружения более мощные интрузивы габбро-перидотитовой магмы, вытянутые в меридиональном направлении, постепенно становятся тоньше и затем совершенно исчезают, скрываясь под породы кровли палеозоя и мезозоя. Наблюдения А. В. Хабакова, Г. А. Мирлина и Е. А. Кузнецова указывают на возможность объяснения этого факта тем, что габбро-перидотитовая магма интродуцировалась в породы палеозоя (силура, девона и карбона), сложенные в меридиональные складки, приблизительно на одинаковую высоту. Широтные погружения и поднятия на восточном склоне Урала образовались еще в палеозойское время. При формировании поверхности выравнивания в начале мезозоя на известном уровне, когда верхняя часть покрывающих пород была эродирована, в зонах широтных погружений габбро-перидотитовые породы не были еще вскрыты, тогда как в зонах широтных поднятий они уже были обнажены.

Дифференциальные движения в зонах широтных погружений и поднятий продолжались и в послепалеогеновое время. При этом в одних местах зоны погружений допалеогенового времени продолжали сохранять свое относительно пониженное положение и после общего поднятия восточного склона в послепалеогеновое время. Примером этого может служить Ивдельское погружение, распространившееся к югу ($59-60^\circ$ с. ш.) в течение мела. Некоторые зоны допалеогеновых широтных поднятий и в послепалеогеновое время продолжали быстрее подниматься и были скорее и на большую ширину освобождены от покрова верхнемеловых и палеогеновых отложений. Такова Свердловская зона широтного поднятия. Но имеются, наоборот, зоны, которые в юрское время являлись зонами поднятий и имели выходы ультраосновных пород. В послепалеогеновое время они вновь сделались зонами широтных поднятий и подверглись более сильной эрозии. В настоящее время они относительно выше приподняты, чем соседние зоны погружений. Вместе с тем здесь начали выходить на поверхность из-под мела, палеогена и неогена интрузии ультраосновных пород. Сюда относится зона Уйско-Тобольского поднятия между 54° и 52° с. ш., в пределах которого по берегам рр. Аята и Тобола палеозой обнажается до 63° в. д. Ширина зон древних и современных погружений в некоторых местах восточного склона значительно изменяется. Так, северная часть современной Свердловской зоны поднятия по р. Туре была покрыта осадками морского верхнего мела и палеогена. В настоящее время она является

южной частью зоны погружения, хотя серпентиниты уже обнажились в виде окон среди палеогена и мела.

Однако зоны широтных поднятий и погружений проявляются не только в пределах восточного склона Урала в узком понимании, но они распространяются и далее на восток в пределы западной части палео-Урала, в настоящее время покрытой отложениями морского мезо-кайнозоя.

Так, Уйское поднятие, продолжаясь на восток, пересекает всю восточноуральскую депрессивную зону через Тургайский пролив в виде так называемого Кустанайского вала Г. Е. Быкова (1937). Южнее его Б. А. Петрушевским (1939) было установлено присутствие еще одного широтного вала, получившего название Улутауского. Б. А. Петрушевский объяснил возникновение этих двух валов унаследованной меридиональных складок палеозоя в депрессивной зоне, имеющей синклинальное строение и проходящей параллельно Уралу, восточнее хребта, через Тургайский пролив.

Имеющиеся данные позволяют вместе с тем считать, что Тагильско-Исетское (Свердловское) поднятие, продолжающееся на значительное расстояние к востоку в виде клина вдоль р. Исети, в виде вала протягивается далеко на восток под покровом морских мезо-кайнозойских отложений.

Присутствие перечисленных выше зон широтных поднятий, продолжающихся в виде подземных валов далее на восток в пределах Западносибирской низменности, доказывает, что широкая восточноуральская меридиональная депрессия является не сплошной, но разделена на части как бы перегородками.

Широтные поднятия играют большую роль при распространении эпейрогенических колебательных движений, — они оказывают сопротивление распространению эпейрогенических колебательных движений второго типа в пределах меридиональных синклинальных и антиклинальных зон, ослабляя или даже совершенно прекращая их. Об этом свидетельствует тот факт, что депрессии в синклинальных зонах палео-Урала, независимо от времени их возникновения при эпейрогенических колебательных движениях в рэте, нижней юре, мелу или в третичном периоде, неизменно выполаживаются и затухают при подходе к широтным зонам поднятий. Примером служат рэтическая депрессия Тагильско-Богословская, верхнемеловая Сосьвинская¹, прекратившиеся у северного конца Тагильско-Свердловского широтного поднятия, рэтическая Челябинская, рэтические и нижнемеловые Каменские, затухшие у южного края этого поднятия, депрессии севернее и южнее Кустанайского и Улутауского валов, нижнеюрские Баймакская и Уртазымская, прекратившиеся у южного конца Уйского поднятия. Кроме того таково же, повидимому, положение и рэтической депрессии к юго-западу от г. Петропавловска по р. Ишим в пределах Западносибирской низменности (Туаев, 1940).

Эти данные позволяют сделать следующие выводы: 1) эпейрогенические колебательные движения второго типа встречали сопротивление своему распространению в широтных зонах поднятий и затухали на них; 2) депрессии возникали одновременно на Среднем и Южном Урале в пределах тех же синклинальных зон; 3) установленные закономерности развития депрессий в синклинальных зонах Среднего и Южного Урала в результате эпейрогенических колебательных движений второго типа очерчивают границы их локального распространения и вместе с тем

¹ Сюда же относится Актайско-Талицкая депрессия третичного возраста (Никифорова, 1946).

и подчиненных им месторождений полезных ископаемых (железных руд, бокситов, углей). С другой стороны, имеющиеся данные не позволяют установить влияние широтных зон поднятий и погружений на распространение эпейрогенических колебательных движений первого типа, которые захватывали, повидимому, более или менее одновременно весь Урал и создавали благоприятные физико-географические условия для возникновения месторождений полезных ископаемых в пределах обширной области.

Климатические условия, благоприятствующие возникновению месторождений поверхностного происхождения

Вторым фактором, определяющим геологические условия возникновения различных генетических категорий железорудных месторождений поверхностного генезиса, является климат эпохи образования месторождения.

Климат местности обуславливается годичной температурой и количеством выпадающих осадков. Климат влияет как на самый способ и скорость разрушения (выветривания) выходящих на поверхность пород (физическое и химическое выветривания) и на способ переноса продуктов выветривания в депрессивные участки, так и на способ и условия аккумуляции принесенных продуктов выветривания и образования месторождений различных полезных ископаемых. Как при низкой температуре, так и при малом количестве осадков (в условиях сухого жаркого климата) происходит дезинтеграция пород, но химическое разложение не может развиваться сколько-нибудь далеко. Поэтому при физическом выветривании могут возникать в условиях холодного климата только месторождения валунчатых руд, состоящих из обломков руды из ранее существовавших месторождений, а в условиях аридного климата только россыпные месторождения металлов или тяжелых минералов, выделяющихся при дезинтеграции. Химическое выветривание пород идет тем интенсивнее, чем выше средняя годовая температура и чем больше количество осадков, так как эти факторы обуславливают большую силу и продолжительность воздействия воды на выветривающиеся породы.

Самый ход процессов химического разложения пород остается постоянным и не зависит от климата. Направление разложения, как показали еще Гаррасовиц (Harrassowitz, 1921) и Вулнаф (Woolnough, 1930), заключается в закономерном выносе в известной последовательности различных элементов, слагающих горные породы. Вулнаф установил следующую миграционную способность разных веществ в порядке убывания ее: 1) соли и щелочи, 2) карбонаты кальция, магния и железа, 3) коллоидальные суспензии кремнезема и окислов железа и алюминия. Нерастворимые вещества — кристаллический кремнезем, гидраты глинозема и силикаты алюминия остаются в подпочве.

Но, помимо общего количества осадков в течение года, громадное значение имеет еще и сезонность их выпадения. Гаррасовиц указал на разницу в направлении движения растворенных веществ при теплом влажном климате с равномерным распределением осадков в течение года и при чередовании засушливых и влажных периодов. В первом случае растворенные вещества выносятся полностью, а во втором железо и глинозем высасываются кверху и образуют у поверхности твердую корку.

Таким образом, остаточные продукты одинакового характера, т. е. кора выветривания, могут получиться при продолжительном выветривании в условиях умеренного климата и при относительно недолгом вы-

ветривании в условиях теплого влажного климата. Наоборот, при равной продолжительности выветривания в условиях умеренного влажного и жаркого влажного климата возникают месторождения полезных ископаемых иного состава, хотя и одинаковых генетических категорий — осадочные и коры выветривания.

Знание климата эпохи образования экзогенных месторождений разных категорий чрезвычайно важно для прогноза и поисков новых месторождений в отложениях того же возраста.

Как известно, в современный период климаты на поверхности земли распределены зонально, в известной последовательности сменяя друг друга с севера на юг, к экватору. Их характер и распределение установлены путем непосредственных исследований. Иначе обстоит дело с палеоклиматологией и с выяснением климатов древних периодов в разных местах, в частности, на Урале в мезо-кайнозое. Повидимому, наиболее правильным методом решения вопроса о характере древних климатов было бы изучение полного разреза коры выветривания различных пород известной эпохи под отложениями строго определенного возраста и установление климата и физико-географических условий, при которых подобного же профиля кора выветривания образуется где-нибудь в современную эпоху. В настоящее же время при суждении о климатических условиях в разные более древние эпохи пользуются либо литологическим, либо палеоботаническим и палеонтологическим методами. Литологический метод выяснения климата эпохи возникновения коры основывается на определении минералогического состава пород, слагающих зоны коры (Земятченский, 1940), наблюдении парагенетических отношений между минералами коры и знании физико-химических условий образования входящих в состав ее минералов. Полученные факты позволяют исследователю подобрать физико-географические и климатические условия хода процессов возникновения минералов коры в имеющемся парагенезисе. Возможность возникновения одинаковых физико-химических условий при различных физико-географических и климатических условиях и неуверенность в полноте профиля изучаемой коры и одновозрастности наблюдаемых процессов минералообразования в разных зонах профиля коры, в особенности при отсутствии достаточного обоснования принятого возможного объяснения, вызывает часто у читателя сомнения в правильности выводов авторов при суждении о палеоклимате и о физико-географических условиях образования коры. Тем не менее, при правильной постановке этот метод дает очень много для восстановления хода процесса образования коры и климатических условий при этом. Наши современные сведения о палеоклиматических условиях возникновения древних кор и подчиненных им месторождений полезных ископаемых получены главным образом путем применения этого метода.

Установление климата эпох образования различных осадочных месторождений основывается на изучении остатков флоры и фауны во вмещающих их породах и на особенностях их строения, указывающих на характер климата эпох их отложения. Особенно большое значение приобрел в последнее время метод пылецевого анализа для определения возраста и палеоклиматических условий во время отложения различных осадочных пород и подчиненных им месторождений различных ископаемых, в частности для мезо-кайнозойских месторождений Урала (Покровская, 1947), часто не содержащих никаких других органических остатков, кроме пыльцы и спор.

Исходя из представлений о едином направлении хода процессов выветривания в разные периоды времени и считая, что влияние климатов сказывается только на скорости хода процесса химического выветрива-

ния, при суждении о климатах древних эпох мы будем основываться на следующих признаках литологического состава и строения кор выветривания на пенепленах и состава осадочных пород и руд:

1. Кора выветривания на пенепленах в эпохи холодного климата представляет собой результат физического выветривания и дезинтеграции различных пород со следами их химического разложения. Осадочные породы и руды состоят из обломков и дресвы коренных пород, почти без всякого химического разложения.

2. Кора выветривания пенепленов, возникшая в условиях сухого жаркого и сухого умеренного климата на различных магматических и метаморфических породах, образуется из двух зон: окремненной сверху и карбонатизированной ниже; на известняках — из зоны окремнения; на песках — из зоны песчаников с халцедоново-опаловым цементом. Осадочные породы представлены песками, которым могут быть подчинены россыпи благородных металлов.

3. Кора выветривания на пенепленах в эпохи непродолжительного выветривания в условиях жаркого влажного и в эпохи продолжительного выветривания в условиях умеренного холодного климата образуется из сравнительно-маломощной обохренной глинисто-песчанистой породы, в составе которой принимают участие кварц, гидроокислы железа, галлуазит, аллофан и остатки не вполне разложенных алюмосиликатов первичных пород. Вниз она постепенно переходит в коренную породу.

4. Кора выветривания на пенепленах в результате очень продолжительного выветривания в условиях умеренного климата или сравнительно продолжительного выветривания в условиях жаркого влажного климата характеризуется полным выносом щелочей, щелочных земель и железа из верхних горизонтов коры. Кора образована здесь из каолиновых глин или песчанистых каолиновых глин, к которым сверху примешиваются: свободные гидраты глинозема и кварца. Вниз каолиновые глины обогащаются водными окислами железа и постепенно переходят в алюмо-железисто-кремнистые и железисто-кремнекислые и, далее, — в коренные породы.

Возникновение кремнистой или кремнисто-железистой остаточной зоны, как самого верхнего горизонта полного профиля, не отмечено в литературе.

Суждение о распределении различных климатических условий в течение какого-либо периода времени на изучаемой территории основывается на распространении в ее пределах различных типов коры выветривания, а также флоры и фауны, характеризующих определенные климатические условия.

Вопрос о наличии зональности климатических условий на Урале в различные эпохи мезо-кайнозоя еще очень мало разработан. Однако А. Н. Криштофович (1937) указывал на зональное распределение климатов в начале третичного периода, когда зона тропического и субтропического климатов оканчивалась у Южного Урала, а далее к северо-востоку находилась область умеренного климата. Кроме того в начале четвертичного периода, в связи с оледенением Северного Урала, климат несомненно имел зональный характер в меридиональном направлении. В конце юры — начале мела климат на всем палео-Урале был одинаков.

Время образования месторождений поверхностного происхождения

Гораздо меньше данных имеется о времени образования экзогенных месторождений различных категорий. Вопрос этот был поставлен ранее

Б. П. Кротовым (1938), который обобщил имевшиеся тогда данные о времени образования железорудных месторождений Урала. Имеющиеся и в настоящее время данные еще недостаточны для точного установления возраста некоторых типов осадочных месторождений. Особенно затруднений вызывает определение времени возникновения месторождений коры выветривания ввиду отсутствия остатков флоры и фауны в большей части этих месторождений.

Данные о времени образования осадочных месторождений приведены при описании их генетических типов. Время их возникновения доказывается находками остатков флоры и фауны в рудоносных пачках. Из приведенных там данных следует, что наиболее крупные и важные по промышленному значению осадочные месторождения образовались в течение нижней юры, нижнего мела и верхнего мела (Кротов, 1938).

В дальнейшем будет освещен вопрос о времени возникновения месторождений коры выветривания.

По условиям своего залегания и происхождения месторождения коры выветривания восточного склона Урала могут быть разделены на две группы: 1) месторождения выветривания палеозойских пород хребта, не покрывавшихся морем в мезо-кайнозое, прикрытые только четвертичными отложениями, и 2) месторождения выветривания тех же пород, местами перекрытые морскими и континентальными отложениями мезозоя и кайнозойского возраста (Кротов, 1938, 1943, 1946).

Месторождения первой группы могли возникнуть в течение широкого отрезка времени — от палеозоя до наших дней. Месторождения второй группы, в случае определения возраста покрывающих их осадков, позволяют датировать верхнюю границу времени их образования, и потому изучение их может явиться ключом для выяснения вопроса о времени образования месторождений коры выветривания.

Особенное значение при этом приобретают для нас месторождения алапаевского типа, т. е. месторождения, связанные с делювиально-пролювиальными отложениями, получающими на Урале в местах своего типичного развития местное название «белики». Долгое время беликовые породы считали приуроченными в их распространении к эрозионным углублениям более или менее крупного размера на поверхности нижне- и частью средне-каменноугольных отложений. Аналогичные же по своему характеру и типу отложения, но отличные несколько по своему составу и залеганию в менее значительных эрозионных и тектонических понижениях или в отдельных углублениях, рассеянных среди силурийских и девонских карбонатных пород, называли просто наносами или делювием, но не относили к типу «беликов» и не связывали их между собой по времени возникновения. Ввиду аналогичности состава и условий залегания всех этих отложений и в особенности делювиальных и пролювиальных аггломератов, состоящих в значительной части из обломков окремненной коры выветривания различных пород, мы будем относить их к одному типу, хотя образование их относится не всегда к одному времени.

В делювиально-пролювиальных аггломератах содержится главным образом щебень окремненных известняков и серпентинитов. Коренные выходы подобных пород встречаются в виде небольших участков в разных местах Среднего Урала и в настоящее время. Этот факт показывает, что до эпохи размывания окремненные породы были широко развиты на Урале и покрывали на обширных пространствах поверхность известняков и серпентинитов, образуя на них окремненную кору выветривания.

Присутствие под Халиловскими железорудными месторождениями остатков древней коры выветривания в виде двух зон, окремненной

сверху и карбонатизированной под ней, позволяет считать, что до образования осадочных Халиловских месторождений, вероятно в триасе, подобная кора выветривания из двух зон покрывала поверхность ультраосновных пород Южного Урала. Судя по характеру коры, ее образование было обусловлено существованием аридного климата в эту эпоху. Громадное количество обломков окремненной коры выветривания этих пород было снесено временными потоками и заполнило эрозионные и тектонические углубления при формировании поверхности выравнивания в начале мезозоя на Урале. Время заполнения этих углублений и формирования поверхности выравнивания на Северном Урале в Лангуро-Самском районе, благодаря находкам остатков флоры, определенных А. П. Криштофовичем, датируется как конец триаса или начало юры. Время заполнения углублений в Каменском и Алапаевском районах, ввиду отсутствия находок определенной флоры или фауны в аггломератах (беликах), остается еще недостаточно выясненным. Согласно пыльцевому анализу, произведенному И. М. Покровской, верхние горизонты беликовой толщи Алапаевских месторождений, достигающей местами 250 м, относятся к нижним горизонтам нижнего мела или к верхам верхней юры. Нижние части толщи могут оказаться несколько древнее. Время заполнения депрессий в этих районах Среднего Урала определяется пока косвенным путем (см. выше стр. 14), как начало мезозоя (триас и нижняя юра). Заполнение аналогичными беликам породами депрессий в Баймакской синклинальной зоне происходило также в начале мезозоя. Время заполнения устанавливается благодаря присутствию остатков флоры в глинистых пропластках в Халиловских железорудных месторождениях, находящихся в более высоких горизонтах так называемой Хайбуллинской толщи А. Л. Яншина. Остатки собранной здесь флоры отнесены В. Л. Принадой к концу нижней юры (лейас).

П. Л. Безруков и А. Л. Яншин (1934) считают, что более глубокие и стратиграфически более низкие горизонты Хайбуллинской свиты центральной части Баймакской депрессии относятся не только к более низким горизонтам нижней юры, но, вероятно, к триасу, по крайней мере верхнему.

Нонтронитовая кора выветривания на Южном Урале развита на повышенных частях поверхности ультраосновных пород и встречается в районе Халиловских месторождений на краях Баймакской депрессии, выполненной хайбуллинскими отложениями. Время образования нонтронитовой коры выветривания еще недостаточно точно установлено. И. И. Гинзбург (1941) относит время ее возникновения к триасу и нижней юре, однако приводимые для такого вывода обоснования недостаточно убедительны.

Образование нонтронитовой коры скорее нужно относить к несколько более позднему времени — к верхней юре и началу мела и приурочивать ее возникновение к концу эпохи заполнения Баймакской депрессии кластическими отложениями с подчиненными им месторождениями халиловского типа (Кротов, 1945 г.).

В пользу такого вывода свидетельствует прежде всего наличие в массе отложений Баймакской депрессии и Халиловских месторождений обломков свежих серпентинитов и окремненной коры выветривания. Во-вторых, Халиловские месторождения залегают в депрессиях поверхности ультраосновных пород на размытой поверхности карбонатизированных и окремненных серпентинитов, т. е. на триасовой коре выветривания ультраосновных пород (Новокиевское, Промежуточное, Георгиевское, Орловское месторождения). Только в краевых частях депрессии карбонатизированные серпентиниты иногда бывают слабо нонтронитизированы под Халиловскими месторождениями (Новокиевка), слабо нонтро-

нититизированы в таком случае и обломки серпентинитов в рудной толще (Мало-Халиловское). Этот процесс, однако, мы относим к более позднему времени (Кротов и др., 1942).

Необходимые для образования нонтронитовой коры физико-географические условия (наличие поверхности выравнивания, присутствие рыхлых продуктов выветривания в виде мощного плаща на поверхности серпентинитов и пропитанность их на большую глубину грунтовыми водами) не могли иметь места во время эрозии местности, как в начале эпохи седиментации, т. е. в начале заполнения Баймакской депресии, так и во время образования в них Халиловских железорудных месторождений. Такие условия могли возникнуть уже в конце эпохи седиментации и во время тектонического покоя или, быть может, при небольшом поднятии местности и опускании уровня грунтовых вод, что, повидимому, приурочивается к верхней юре. Тогда мигрирующие вглубь железистые растворы дали начало нонтронитовой зоне в нижних горизонтах коры выветривания серпентинитов на поверхности выравнивания и месторождениям зоны цементации в массе рыхлых аггломератов, заполняющих карстовые депрессии на поверхности карбонатных пород палеозоя (месторождения алапаевского типа) и на контакте известняков и серпентинитов (карстовые комплексные месторождения железа, никеля и кобальта).

На вероятность такого времени возникновения нонтронитовой коры выветривания и месторождений алапаевского и карстового типов указывают и общие условия залегания и образования месторождений бобовых железных руд и бобовых железистых бокситов, которые на основании находок остатков флоры в толще бокситов, в их подстилающих и покрывающих породах в Каменском районе, относятся к нижнему мелу. Как описывается ниже (стр. 69—70), до образования бокситов имел место новый период движений, во время которого делювиально-пролювиальные отложения в Алапаевском районе подверглись глубокому размыву. Во время последовавшего опускания и заполнения рыхлыми осадками промытых депрессий и возникли месторождения железистых бокситов и бобовых железняков, входящих в состав заполняющих эти депрессии верхнемеловых отложений (рудник Тягун). Физико-географические условия и климат сохранились без большого изменения в течение конца юры и в начале нижнего мела; и потому можно думать, что образование нонтронитовой коры могло продолжаться в течение этих периодов.

Кроме месторождений никелевых руд, залегающих в верхних горизонтах зоны выщелоченных серпентинитов и в нижней части нонтронитовой зоны коры выветривания, и месторождений карстового типа, время образования которых мы отнесли к концу юры — началу мела, ниже будет описан ряд генетических типов месторождений железо-никелевых руд, образованных в основном из плотного крепкого гидрогетита или из охры или из глинистой охры гидрогетита, которые связаны переходами с подстилающими их нонтронитами и нонтронитизированными серпентинитами или пересекают их в виде жил.

При описании отмечено более молодое время образования этих руд по сравнению с нонтронитовыми рудами. Вывод этот сделан на основании наблюдений над условиями залегания руд в месторождениях зоны цементации коры выветривания в районах тектонических нарушений разного рода (брекчий трения, разломов, трещиноватости, надвигов и т. д.).

В таких местах в одних случаях более поздний возраст охристых бурых железняков доказывается их возникновением из нонтронитизированных серпентинитов и нонтронитов путем их разложения (обохрива-

ния) (стр. 21 и 61), в других случаях зона нонтронитизированных серпентинитов бывает пересечена жилами или зонами брекчий трения, выполненными или цементированными плотным крепким бурым железняком (стр. 61—67). В некоторых месторождениях охристые руды возникают под ранее образованными рудными телами, время возникновения которых устанавливается остатками флоры (стр. 49).

Во всех случаях точный возраст месторождений охристых руд коры выветривания не мог быть определен ввиду отсутствия остатков флоры или фауны в новообразованиях руд. Но условия залегания и характер покрывающих пород везде свидетельствуют об их более позднем, вероятно третичном или четвертичном времени возникновения: районы месторождений часто представляют собой выходы палеозоя, окруженные площадями развития меловых, третичных или четвертичных отложений. Скорее всего образование этих месторождений нужно связывать с эпохой поднятия Урала в конце третичного — в начале четвертичного периодов, когда покрывающий плащ морских или континентальных отложений был смыт в более повышенных местах, и зона нонтронитизированных серпентинитов обнажилась в виде окон среди них, причем месторождения возникали при высоком уровне грунтовых вод.

Основание для принятия такой даты широкого развития процесса обохривания нонтронитовых пород и образования месторождений бурых железняков в зонах тектонических нарушений мы находим в Новопетропавловском месторождении Халиловского района и в районе Донских хромитовых месторождений на Кимперсайском массиве ультраосновных пород, где нонтронитовая зона коры выветривания прикрыта маломощным плащом морского мела. В бортах карьеров хромитовых рудников (Спорное, Гигант, Жемчужина) обнажаются нонтронитовая зона и частью зона выщелоченных серпентинитов, которые под мелом остаются необохраненными. Обохранность наблюдается только по трещинам в тех местах, где залежи хромитов среди коры выходят на поверхность, будучи лишены плаща мела. На Батамше на размытой поверхности нонтронитизированных серпентинитов, слабо обохраненных с поверхности, залегают так называемые пестроцветные глины, возраст которых точно не установлен и предварительно принят за миоценовый.

Периоды эпейрогенических колебаний на Урале в мезо-кайнозое, их этапы и приуроченные к ним генетические типы железорудных месторождений¹

Мезо-кайнозойская история Урала заключалась в многократной смене эпейрогенических колебательных движений разного направления и разной силы и продолжительности, причем восходящие движения сменялись нисходящими и заканчивались более или менее долгими периодами относительного тектонического покоя, когда происходило выравнивание страны и развитие на поверхности более или менее мощной коры выветривания.

Эпейрогенические колебательные движения происходили, несомненно, в пределах всего палео-Урала, но, благодаря погружению его восточной части и отложению здесь осадков мезо-кайнозоя, ход эпейрогенических колебательных движений можно разбирать только в пределах современного хребта и его восточного склона в указанном выше понимании.

¹ В сокращенном виде выводы данной главы были опубликованы в 1943 г. (Кротов, 1943₄). Появившаяся в 1944 г. работа В. П. Ренгартена повторяет в основном наши выводы, хотя и разбирает мезо-кайнозойскую историю Урала только начиная с нижнего мела.

Изучение мезо-кайнозойской истории Урала, производившееся нами в связи с исследованиями месторождений железных руд Урала, истории их возникновения и позднейших изменений, позволило постепенно установить здесь наличие ряда последовательно сменяющихся периодов эпейрогенических колебательных движений (Кротов, 1936, 1938, 1941, 1942, 1943, 1945, 1946). Отдельные стороны и разделы вопроса изучали Н. И. Архангельский (1941), Б. М. Федоров (1937), Е. Н. Щукина (1946), К. В. Никифорова (1940, 1946), В. П. Ренгартен (1944), В. А. Вахрамеев (1946). Существенное значение для разрешения этих вопросов имели работы Н. И. Туаева (1941), Б. А. Петрушевского (1939), Г. Е. Быкова (1937).

Первый период эпейрогенических колебательных движений нужно относить еще к концу триаса. Повидимому, его нужно поставить в связь с начавшимся опусканием северной части Западносибирской низменности (между Обью и Енисеем), обусловившим морскую трансгрессию. В это время произошли дифференциальные поднятия в различных тектонических зонах палео-Урала и их заполнение в течение рэта. В депрессивных зонах в это время существовали озерные бассейны, заполнявшиеся минеральными и растительными остатками, причем в основании отложений благодаря восстановительной среде выделялось местами значительное количество сидерита в виде линз и пропластков (Богословское месторождение в Нижнетагильской синклинальной зоне, Елкинское и Колчеданское месторождения в Сухоложско-Челябинской зоне). Основываясь на характере растительных остатков, Н. И. Архангельский (1941) считает, что климат на Среднем Урале был умеренно-влажный. Промышленное значение сидеритов не выяснено.

В эпоху тектонического покоя, завершившего первый период, на поверхности различны пород возникла карбонатизированная и окремнелая кора выветривания, на известняках — окремнелая кора. Время образования этой коры определяется ее нахождением под халиловскими осадочными месторождениями железо-никелевых руд (лейас) и отсутствием кремней в составе галек под угольными месторождениями рэта. Характер коры свидетельствует о жарком и сухом климате эпохи. Подобная кора установлена в пределах Южного Урала. Может быть, к рэту же относится и окремнелая кора в Свердловском районе, но возможно также ее возникновение в течение эоцена.

Второй период эпейрогенических колебательных движений начался с юры на фоне общего поднятия дифференциальными поднятиями различных тектонических зон в западной части палео-Урала. Повидимому, это поднятие нужно поставить в связь с дальнейшим опусканием северо-восточной части Западной Сибири между нижним течением рр. Оби и Енисея и проникновением сюда моря, которое к концу юры достигло широты 55°. В первом этапе периода происходило размывание окремнелой и карбонатизированной коры выветривания и заполнение пролювиальными, делювиальными и аллювиальными продуктами карстированной и размытой поверхности известковых пород в синклинальных депрессивных зонах на восточном склоне Урала, частью в настоящее время покрытых осадками мезо-кайнозоя. При этом на Южном Урале в Баймакской и Уртазынской синклинальных депрессивных зонах возникли озера, в которых, в зависимости от состава пород на берегах, образовались месторождения гидрогетит-хлоритовых легированных никелем железных руд халиловского типа (Кротов и др., 1942), железистых бокситов переволоченского типа (Безруков и Яншин, 1934) и бурых углей (Яковлевское месторождение). Судя по характеру растительных остатков, климат эпохи был жаркий и довольно влажный, с периодической сменой влажных и сухих времен года (Безруков и Яншин, 1934).

На Среднем Урале в это время произошло карстирование и размыв поверхности карбонатных пород в депрессивных синклинальных зонах и последующее заполнение депрессий и образовавшихся там озер делювиальными и пролювиальными отложениями (беликами), иногда с линзами и желваками сидеритов, с пиритом и растительными остатками (Алапаевский, Каменско-Синарский и др. районы). Данные о климате эпохи здесь еще недостаточны. Море в течение верхней юры было в восточной части палео-Урала (скважина у ст. Ганькино). Конец юры — начало мела было эпохой тектонического покоя. Западная часть палео-Урала приобрела в это время характер «почти-равнины». В пределах современного Урала при продолжительном выветривании в условиях жаркого влажного климата на пенепленизированной поверхности образовалась мощная кора выветривания, состав которой варьирует на различных породах, как на это указал впервые Б. Ф. Федоров (1937). На поверхности ультраосновных пород возникла кора нонтронитового профиля с подчиненными ей в основании коры никелевыми месторождениями в тех местах, где окремнелая кора была смыта. В карстовых углублениях, заполненных делювием и пролювием, вблизи основных пород возникли месторождения обыкновенных бурых железняков и сидеритов; вблизи ультраосновных пород образовались месторождения железных руд с содержанием никеля и кобальта и никелевых руд. Сюда относятся комплексные месторождения железных, никелевых и кобальтовых руд и месторождения алапаевского типа (Кротов и др., 1936). В Алапаевском районе в разрезах через рудоносную толщу очень характерно выступает процесс возникновения месторождений, сходный с процессом подзолообразования: руды (сидериты, ферриалюмосиликаты и окислы и гидроокислы железа) сконцентрированы в основании делювиально-пролювиальной толщи, которая лишилась имевшихся в ней растительных остатков и отчасти десицифицирована (кварц и кремень превратились в дресву и пылеватую халцедоновую массу — маршаллит), и дали так называемые белики. Процесс побеления магматических и осадочных пород и превращения их в каолиновые и гидрослюдистые продукты (белики) отмечается на всем Урале.

Месторождения указанных типов распространены как в пределах современного палеозойского Урала, так и его восточного склона, где они выступают местами из-под покрывающих их ниже- и верхнемеловых континентальных, морских и палеогеновых пород.

Третий период эпейрогенических колебательных движений — нижнемеловой¹ — в пределах восточного склона Урала был вызван дальнейшим опусканием современной северной части Западносибирской низменности к северу от линии Сибирской железной дороги, приблизительно от пункта несколько восточнее г. Челябинска до г. Канска. Это опускание было сопряжено с поднятием зоны центральной кристаллической оси хребта и, может быть, прилегающей к ней с запада полосы. Опускание вызвало дальнейшее продвижение верхнеюрского моря на восток и его приближение вплотную к границам восточного склона Урала (Туаев, 1941). На восточном склоне Среднего и отчасти Южного Урала в связи с этим произошло общее поднятие на обширной площади, на фоне которого проявились дифференциальные поднятия синклинальных и антиклинальных зон. Возникли меридиональные депрессии в Серовско-Тагильской синклинальной зоне и в пределах второй синклинальной зоны к востоку от кристаллической оси хребта по ту и другую сторону от Тагильско-Свердловской зоны широтного поднятия, т. е. в Режевско-Алапаевском и Каменском отрезках зоны, а также в той же

¹ По мнению В. А. Вахрамеева (1946), этот период приурочен к апту.

зоне на Южном Урале в районе пос. Журавлевского на р. Айте. Эти депрессии захватили обширную поверхность пенепленизированного палеозоя, рэты и юры, покрытую корой выветривания. В пределах второй синклинальной зоны на размытой поверхности различных пород и их коры выветривания возникли многочисленные озерные бассейны, частью на известняках, покрытых делювием (белики), подвергшимся выветриванию и в связи с этим обогащенным в основании окислами железа (месторождения алапаевского типа), частью на коре выветривания порфиритов (Кротов, 1936; Кротов и Столярова, 1942). Депрессии и озера постепенно заполнялись сносимыми кластическими материалами, переходившими постепенно в глины, на которых, в зависимости от состава пород на берегах озер, залегают бобовые железистые бокситы и бобовые железняки. Климат эпохи был умеренный и достаточно сухой (Покровская, 1942).

Нижнемеловой период эпейрогенических колебательных движений закончился непродолжительным периодом тектонического покоя, во время которого страна приобрела вновь характер «почти-равнины» и покрылась корой выветривания, установленной более определенно пока только на месторождениях бокситов Каменского района. Бокситовая толща в это время подверглась дезинтеграции — превращению в так называемые рыхлые бокситы, что указывает на жаркий и сухой климат эпохи.

Вскоре, повидимому, в альбе начался новый, четвертый период более слабых эпейрогенических колебательных движений, проявившихся в виде дифференциальных поднятий на восточном склоне Урала. Этот период еще мало освещен в литературе. Имеющиеся данные показывают, что дифференциальные движения вызвали образование депрессий в первой и второй синклинальных зонах восточного склона Урала и в них вновь появились озерные бассейны. В Каменском районе (Кротов, 1944) повторилось отложение бокситоносной пачки при тех же климатических условиях.¹

Пятый период эпейрогенических колебательных движений протекал в конце мелового периода. Несомненно, что он принадлежит к числу движений большого масштаба и большой продолжительности. Повидимому, было бы правильное объединить третий, четвертый и пятый, и может быть даже шестой, периоды в один, развивавшийся на протяжении мела и палеогена и сопровождавшийся перерывами и неполными отступлениями моря. Пока нет достаточно убедительных данных о полном осушении страны в промежутках между отдельными периодами. Первый этап этого периода представлял крупное восходящее движение в районе центральной кристаллической оси хребта или в более западной полосе, которое сопровождалось значительным нисходящим движением на обширной площади восточного склона Урала. По Н. П. Туаеву (1941) верхнемеловое море оканчивалось приблизительно на 55° с. ш., как и нижнемеловое; однако Б. А. Петрушевский полагает, что оно распространялось к югу в Тургайскую впадину вдоль восточного склона Урала. Пока определенно установлено, что в конце мела, постепенно наступая с востока, море приблизилось к кристаллической оси хребта в пределах Среднего и северной части Южного Урала до верховьев р. Тобол. При наступлении море размывало нижнемеловые отложения и местами обнажило палеозой.

Общий ход погружения прерывался временными поднятиями на границе между сеноманом и сантон-кампаном, между этими последними и маастрихтом, что следует из факта залегания этих отложений на раз-

¹ По мнению В. А. Вахрамеева (1946), этот период продолжался от альба до турона.

мытой поверхности подстилающих более молодых отложений. Отложения маастрихта в южной части Среднего Урала непосредственно переходят в осадки датского яруса (Архангельский, 1941); возможно, что сюда принадлежала также и на Южном Урале часть осадков, относящихся до сих пор к палеоцену.

Сеноманские морские отложения имеют прибрежный характер и состоят из чередующихся песков и черных глин с линзами сидерита, которые заключают пласт мелко-оолитовых железных руд с растительными остатками. Рудный пласт подстилается и покрывается глауконитовыми песками. Ниже уровня грунтовых вод рудный пласт сложен из оолитов сидерита и лептохлорита и цемента из тех же минералов с небольшим количеством пирита. Выше уровня грунтовых вод сидериты окислены.

Верхнемеловые оолитовые железные руды возникли в заливах наступающего сеноманского моря в тех местах, где вблизи берегов выступают основные и ультраосновные породы. В настоящее время руды этого типа и возраста известны в бассейнах рр. Тобола и Аята на Южном Урале и в бассейнах рр. Тагила (Мугайское месторождение) и Сосьвы (Марсятское месторождение) на Среднем Урале.

Эпоха тектонического покоя в конце верхнемелового периода эпейрогенических колебательных движений на восточном склоне Урала была, повидимому, в датское время. В зоне центральной оси хребта выветривание продолжалось от юры до конца мела.¹ К допалеогеновой коре выветривания Б. П. Кротов (1941₂) относит кору на габбро горы Елунихи у Алапаевска.

Эпоха покоя сменилась новым, шестым, периодом эпейрогенических колебательных движений в палеогеновое время. Период этот начался непродолжительной эпохой поднятия суши, вскоре сменившейся новым наступлением моря, которое покрыло своими осадками размытую поверхность суши и еще ближе, чем в верхнемеловое время, подступило к современному Уральскому хребту и распространилось на юг широкой полосой вдоль Южного Урала. Во время эпохи седиментации климат, по сравнению с верхнемеловым, был более умеренным, влажным (Криштофович, 1930; Покровская, 1942). В Серовском районе в прибрежных частях моря произошло отложение марганцевых руд. Рудный пласт имеет зональное изменение состава в горизонтальном направлении. Он состоит из окисных марганцевых минералов ближе к берегу и из карбонатных соединений марганца и железа далее от берега. Руды залегают между глауконитовыми песчаниками и опоковыми глинами палеогена, лежащими на верхнемеловых породах. Рудоносные пласты тянутся в меридиональном направлении от района Полуночного месторождения к г. Серову. Наиболее изученными и более крупными место-

¹ Присутствие коры выветривания на различных породах в пределах современного Уральского хребта и в более западной зоне, которая по времени своего образования относится к концу юры и началу мела, установлено Е. Н. Шужиной (1946). Кора выветривания обнаружена здесь на породах палеозоя в депрессиях на междуречьях и кое-где на выравненных поверхностях окружающих их холмов и гор (в верховьях рр. Черной и Зырянки, в районе пос. Новоуткинска, в Юрезанско-Сылвенской депрессии, в окрестностях г. Красноуфимска). Кора выветривания имеет гидрослюдистый состав и варьированную, но относительно небольшую мощность по сравнению с восточным склоном Урала. Кора выветривания здесь расположена на разной абсолютной высоте, что Е. Н. Шужина объясняет размыванием первоначально гораздо более мощной коры, от которой в настоящее время уцелели только ее корни.

Кора выветривания прикрыта в одних случаях континентальными меловыми, в других — морскими верхнемеловыми отложениями (сантон), в третьих — третичными отложениями, а именно с палеоцен-эоценовой флорой (Александровский лог) и главным образом с олигоцен-миоценовой флорой (Мокропольское, Пестерихинское, Глинское месторождения). Данные Е. Н. Шужиной подтверждают существование пенепленизированной страны в центральной зоне современного хребта в конце юры — начале мела, палеоцен-эоцене и олигоцен-миоцене и развитие на ней мощной коры выветривания.

рождениями являются Полуночное и Марсятское, где мощность рудного пласта достигает 10—15 м.

Наступившая эпоха тектонического покоя должна была сопровождаться выветриванием оставшейся не покрытой морем части современного Уральского хребта и образованием здесь коры выветривания. Однако в литературе данных по этому вопросу не имеется.

Эпоха тектонического покоя во второй половине палеогена сменилась новым крупным периодом эпейрогенических колебаний. Мы выделяем его в качестве седьмого периода колебательных движений, хотя было бы правильнее считать его вторым этапом шестого палеогенового периода. Приподнявшаяся в палеогене зона центральной оси Урала, оставшаяся не покрытой морем в течение эоцен-олигоцена, опускалась, тогда как вся покрытая морем западная часть палео-Урала в это время поднималась. Поднятия, начиная с севера, распространялись постепенно к югу. В результате этого движения обширные пространства Западно-сибирской низменности и Тургайского пролива мало-помалу осушились. Однако на фоне общего поднятия дна моря замечается дифференциальный характер поднятий в синклинальных и антиклинальных зонах. В некоторых местах в синклинальных зонах возникли депрессивные участки, в которых сохранялись бассейны разной величины. Сюда относится прежде всего мелководная депрессия или залив отступавшего моря между $62^{\circ}30'$ и $63^{\circ}30'$ в районе восточнее р. Течи и в бассейне рр. Лозьвы, Пелыма, Лобвы и Туры. Заполняющие их отложения относятся к эоцен-олигоцену или олигоцену. В мелководных бассейнах с восстановительной средой между рр. Исетью и Пышмой отлагались синие песчаные глины и покрывающие их пески, содержащие конкреции сидерита и пирита. Сидерит дает местами довольно мощные пропластки в песках, в особенности на меридиане рч. Боровлянки.

Другой район развития аналогичных озер в синклинальной депрессии находится к северо-западу от г. Ирбита, где в бассейнах рч. Бичур и рч. Боровлянки в черных глинах имеется весьма значительное количество включений сидерита, который ранее добывался для Алапаевского завода. Условия залегания и мощность рудоносных пластов остались пока недостаточно изученными.

В конце эоцен-олигоценового периода колебательных движений настала эпоха тектонического покоя, сопровождавшаяся выравниванием и образованием окремнелой и карбонатизированной коры выветривания по поверхности обнаженных коренных пород и в сахаровидных песчаниках эолового происхождения на Среднем и Южном Урале. По мнению А. Н. Криштофовича, климат верхнего эоцена был аридным (см. Петренко, 1936).

После непродолжительной эпохи покоя начался восьмой период колебательных движений, захвативший олигоцен-миоцен. Новое поднятие в пределах палео-Урала имело, повидимому, дифференциальный характер в зонах с различным тектоническим строением. Оно обусловило омоложение рельефа страны. На Южном Урале в депрессивных зонах с синклинальным строением существовали потоки меридионального направления в пределах полос карбонатных пород: 1) по современной долине р. Урала между Магнитогорском и пос. Орловским, 2) между пос. Кваркенским через Бреды к р. Карталы-Аят, 3) между пос. Новинским и Черниговским (Никифорова, 1940). Восходящие движения в этих зонах сопровождалось заполнением депрессивных зон осадками и развитием в них озер, в которых происходили отложения песков с аллювиальными россыпями, каолиновых и лигнитовых глин и бобовых железных руд. Эти отложения и подчиненные им месторождения еще мало изучены. Климат эпохи, по данным А. Н. Криштофовича и И. М. По-

кровской, был жаркий, субтропический в миоцене (Никифорова, 1940) Эпоха тектонического покоя в конце периода сопровождалась выравниванием страны и сильным выветриванием пород в конце миоцена¹.

В начале плиоцена начался новый — девятый период эпейрогенических колебательных движений. Поднятие страны происходило, повидимому, неравномерно в зонах с различным тектоническим строением. Относительно пониженные зоны совпадали с аналогичными зонами предыдущего периода, по ним двигались потоки. Во время последующего выравнивания страны депрессивные зоны заполнялись осадками, а в озерах, образовавшихся местами в долинах потоков на отложениях миоцена и палеозоя, встречаются среди кластических осадков железомарганцевые бобовые руды с примесью никеля. Отложения этого возраста установлены на Южном Урале (Никифорова, 1940)². Бобовые железные руды еще слабо изучены.

Климат плиоцена, по мнению И. М. Покровской, по сравнению с миоценовым изменился в сторону большей умеренности. Отложения эпохи отличаются от миоценовых обогащением окислами железа без полного разложения алюмосиликатов. Они характеризуются красной и бурокрасной окраской в отличие от светлосерой, розовой и белой окраски отложений миоцена. К этой эпохе, повидимому, и относится возникновение ожелезненной коры выветривания на поверхности пород в западной части восточного склона Среднего и Южного Урала (на змеевиках, порфиритах, туфах и т. д.). К концу плиоцена климат сделался более сухим и холодным.

Десятый период эпейрогенических колебательных движений относится к четвертичному периоду. В конце плиоцена — начале четвертичного периода произошло значительное поднятие в антиклинальной зоне центральной кристаллической оси Урала и в антиклинальной зоне в синклинории непосредственно восточнее ее. Полосы с синклинальным строением в синклинории претерпели относительно небольшой подъем, равно как и тектонические зоны восточнее его. В верхнем плиоцене наступил относительный покой.

Климат эпохи в связи с оледенением более северных частей хребта был холодный. Процессы выветривания в основном имели характер физического выветривания и обусловили дезинтеграцию выступающих на поверхность частей различных пород в повышенных частях хребта, и образование каменных россыпей, потоков делювия и покровов дресвы на них, а также последующее заполнение долин и понижений делювием-пролювием и аллювием. К этому времени нужно отнести образование обломочных месторождений (валунчатых руд), покрывающих выходы на поверхность платиноносных дунитов, контактовых магнетитов типа горы Высокой на всем Урале, железо-никелевых руд елизаветинского типа, титано-магнетитов, никелевых руд на Южном Урале и проч.

В пониженных зонах с синклинальным строением между приподнятыми зонами с антиклинальным строением после исчезновения ледника возникли многочисленные, большей частью существующие и поныне, озерно-болотные бассейны, в которых встречаются отложения сидеритов и лептохлоритов. В этом отношении озера и болота Урала еще почти не изучены, но имеющиеся данные (по личному сообщению И. А. Пантелеева) позволяют предполагать их широкое распространение на Среднем Урале. На Южном Урале в аналогичных условиях в

¹ Кора выветривания пород этого времени является мощной и характеризуется розоватопестрой окраской каолиновых пород коры и каолинизированных галек магматических пород в осадках (Шукина и Никифорова, 1946).

² Позднее К. В. Никифоровой (1946) установлены отложения того же возраста и на Среднем Урале — в Актайско-Талицкой депрессии.

районе Орска в эту эпоху существовал мелководный бассейн, песчано-глинистые осадки которого (по личному сообщению А. Л. Яншина) включают значительное количество бобов из гидроокислов железа.

II. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Осадочные месторождения железо-никелевых руд

Осадочные месторождения железо-никелевых руд на восточном склоне Урала встречаются среди континентальных озерно-болотных отложений нижнеюрского и нижнемелового времени. Месторождения эти имеют очень много общего в условиях своего образования, состава и строения. Они относятся в обоих случаях к типу так называемых бокситовых руд по терминологии А. Д. Архангельского (Архангельский и Копченова, 1934, 1935), так как содержат часто повышенное количество глинозема, нередко превышающее содержание кремнезема, и связаны рядом постепенных переходов с типичными бокситами. Возникновение тех или других руд зависит от состава пород, слагающих берега бассейнов, и они содержат тем более никеля и хрома, чем ближе находятся от выходов ультраосновных пород.

Месторождения железо-никелевых руд могут встретиться и среди морских отложений у берегов, сложенных ультраосновными породами. Они должны принадлежать к типу бобово-оолитовых руд, которые образуются в условиях прибрежно-лагунного режима. Известные в настоящее время морские осадочные месторождения возникли в довольно значительном удалении от выходов ультраосновных пород. Они отличаются малым содержанием никеля, хрома и кобальта и потому являются переходными к месторождениям обыкновенных бурых железняков. Однако и они уже дают ясное представление о характере и типе этих месторождений.

Нижнеюрские озерные месторождения

Слоистые и бобово-оолитовые руды Халиловского района

Характеристика халиловского типа месторождений осадочных железо-хром-никелевых руд. Месторождения гидрогетит-хлоритовых слоистых и бобово-оолитовых руд халиловского типа (Кротов, 1935, 1939, 1941; Кротов и др., 1942) возникли в озерно-болотных бассейнах в течение нижней юры.

Месторождения расположены в пределах Баймакской синклинали зоны на восточном склоне Урала, где после формирования хребта продолжались долгое время дифференциальные подвижки в синклинальных и антиклинальных зонах. В течение перми и триаса поверхность Урала подвергалась выветриванию и при этом выравнивалась и покрывалась корой выветривания. Выравнивание поверхности хребта происходило путем сноса выветрившихся частей пород с повышенных мест и путем заполнения ими депрессий поверхности. На Южном Урале одной из таких депрессий была Баймакская синклинальная зона, которая выполнялась продуктами выветривания, приносимыми потоками. Эти потоки двигались по депрессии с севера на юг и сносили обломки с возвышенностей антиклинального строения, окаймлявших Баймакскую депрессию с запада и востока. Вследствие аридного выветривания на Урале в течение перми и нижнего триаса поверхность была покрыта корой выветривания, образованной из двух зон (сверху вниз): кремненной и карбонатизированной. Заполнение Баймакской депрессии началось еще в

течение верхнего триаса (Безруков и Яншин, 1934), причем в более северных ее частях отлагался более грубообломочный материал в руслах потоков, а в более южных частях — более мелкообломочный материал как в руслах потоков, так и в озерно-болотных бассейнах. Обломочный материал состоит главным образом из свежих пород кристаллической оси Урала и отчасти из выходящих на берегах ультраосновных пород и коры их выветривания.

Озерные бассейны в пределах Баймакской зоны имели частью характер проточных озер в более северных частях депрессии и более крупных бессточных, или временно терявших связь озер — в ее южной части. Озера возникали главным образом среди наносов в разных местах депрессии и дно их слагалось наносами. Однако часть озер образовалась на серпентинитах и на дне их выходят различные горизонты размытой окремненной и карбонатизированной коры выветривания или свежие ультраосновные породы и серпентиниты; реже на дне и на берегах выходят диабазы, туфы и другие породы с корой выветривания на них. Бассейны имели разные размеры и глубину. Одни из них были мелководны, заполнялись глинисто-алевритовыми породами, сложенными в основном кварцем, каолином и гидрослюдами с органическими остатками. В осадках таких бассейнов образовались глинисто-алевритовые породы с караваями и желваками сидерита и конкрециями никельсодержащего FeS_2 , позднее окисленными. Другие бассейны были более обширны и глубоки; в них среда имела частью окислительный, частью восстановительный характер, а pH с течением времени изменялся от слабо кислого до слабо щелочного. Часть озерных бассейнов постепенно заболачивалась.

В озерных бассейнах такого рода на дне первоначально в виде тонкого слоя ила отлагался кластический материал (продукты размыва серпентинитов, коры их выветривания и других пород), который и дал тонкослоистую песчано-алевритовую породу. Кверху илестый материал становится более крупным и тонкослоистые песчано-алевритовые породы переходят в более крупнозернистые песчанистые осадки.

В верхних горизонтах грубослоистых руд к механическому материалу присоединяются химические осадки из воды озер: оолиты карбонатов, железистого хлорита. В результате постепенного увеличения количества оолитов хлорита и появления все возрастающего количества бобов из гидроокислов железа, грубослоистые руды переходят в гидрогётит-хлоритовые бобово-оолитовые руды, сложенные из бобов гидро-окислов железа и оолитов лептохлорита, с цементом из кластического материала разного происхождения. Верхняя часть пласта бобово-оолитовых руд содержит более или менее значительное количество обломков каолиновой глины и выделений гидраргиллита. В зависимости от количества и величины обломков каолиновой глины бобово-оолитовые руды имеют то обычный характер, то приближаются к конгломератам.

Бобово-оолитовые и бобово-конгломератовые руды показывают изменения фациального состава по направлению к берегу бассейна и от него. По направлению к берегам бассейна в бобово-оолитовых рудах начинает увеличиваться количество песка, затем появляются гальки и руды переходят в песчаники или галечники с бобами и оолитами гидрогётита и растительными остатками; лептохлориты исчезают совершенно.

В других направлениях вследствие постепенного увеличения содержания глины бобово-оолитовые и конгломератовые руды переходят в углистые глины с бобами.

По мере заполнения осадками бассейны приобретали болотный характер и физико-химические условия среды в них изменялись — уменьшалось содержание кислорода. Изменение среды привело к возникно-

вению химического осадка — коллоидного гидрогеля, отвечающего по составу лептохлоритам. Гидрогель постепенно впитывался в осадки дна бассейнов, замещал лептохлоритами цементирующую массу и отчасти самые бобы в бовово-оолитовых рудах, а также кластический материал слоистых руд. При этом остались не вполне замещенными обломки каолиновой глины, отдельные обломки кластических материалов в бововых рудах и отдельные прослойки в нижних горизонтах тонкослоистых руд. Таким путем кластические слоистые осадки в основании рудной толщи были превращены в крепкие слоистые породы, образованные из прослоек аморфного или криптокристаллического лептохлорита, перемежающихся с прослойками кластических материалов, а песчано-глинистые породы с бобами и оолитами гидроокислов железа и лептохлоритов превращались в крепкие бовово-оолитовые руды с хлоритовым цементом.

В конечных стадиях жизни бассейнов содержание кислорода в водах временами увеличивалось и создавались условия, при которых лептохлориты становились нестойкими и разлагались на составляющие окислы SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . При таких условиях из растворов, впитывавшихся вглубь по трещинам высыхания, в бобах появляются прожилки гидраргиллита и выделения его в порах и кавернах в массе руд; гидраргиллит местами в жилках переслаивается с зонами лептохлорита. В этих породах примесь хромита обуславливала присутствие хрома, а лептохлориты — наличие никеля.

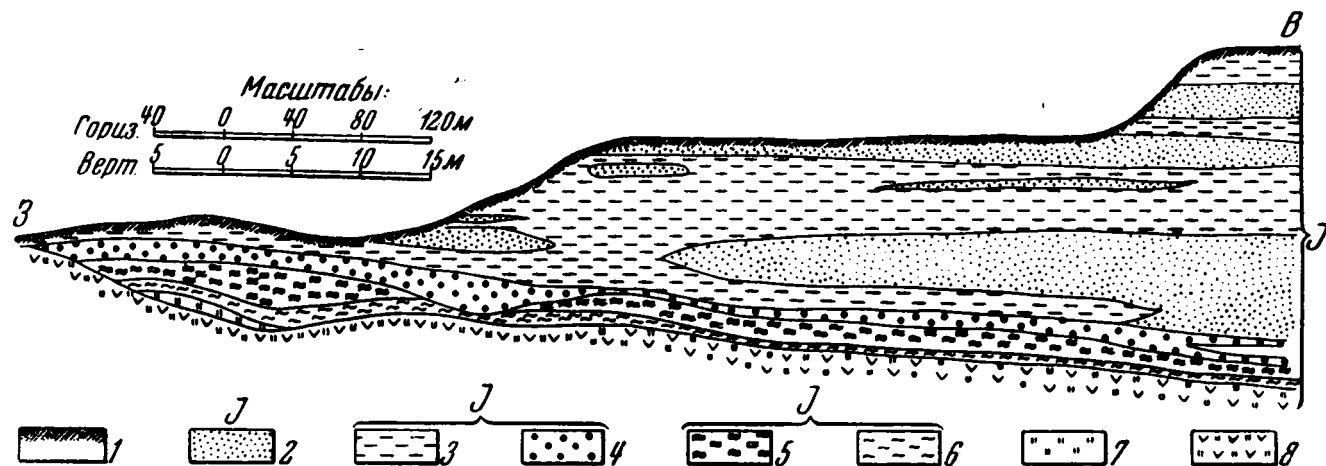
После своего образования месторождения несколько раз выходили на поверхность и подвергались процессам выветривания, находясь в одни периоды выше уровня грунтовых вод, в другие — в пласте грунтовой воды. Под влиянием выветривания в кислородной зоне лептохлориты подверглись в верхних горизонтах разложению и были импрегнированы гидроокислами железа. Железистые растворы местами выделили окислы и гидроокислы железа и заместили цемент боковых руд; в слоистых рудах они образовали прослойки среди слоев лептохлорита и кластических продуктов и придали им ярко выраженное тонкослоистое сложение. Из этих же растворов произошло местами выделение гидроокислов железа в подстилающей массе карбонатизированных серпентинитов, и таким образом местами в лежащем боку месторождений халиловского типа возникли так называемые охристые руды, которые при разведке принимали за кору выветривания серпентинитов остаточного типа.

При выветривании в массе рудного тела произошло перераспределение не только железа, но и никеля и частью хрома, кобальта и марганца; они при выветривании переходили в раствор, мигрировали вниз и выделялись в нижних горизонтах слоистых руд и в массе охристых руд.

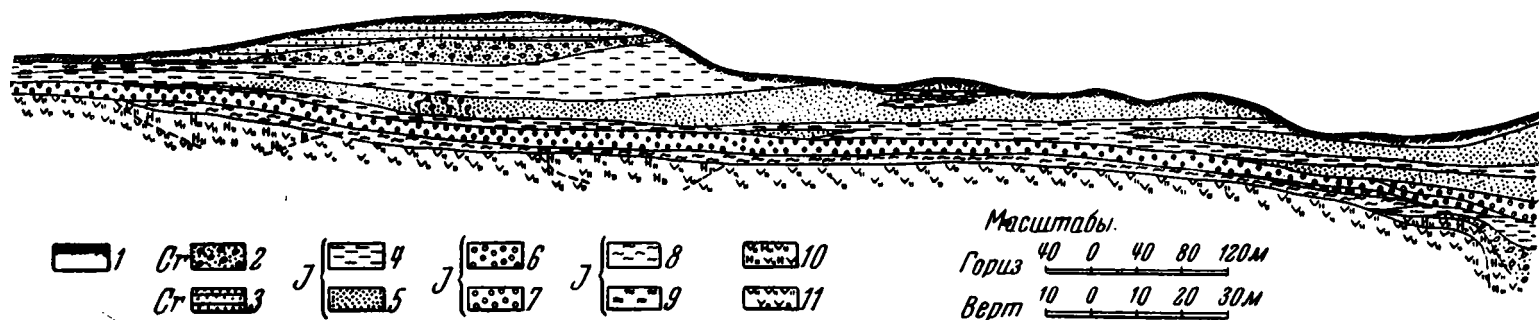
Таким образом, при формировании месторождение пережило три стадии: 1) накопление первоначальных осадков, 2) хлоритизацию и гибситизацию и 3) выветривание, в результате чего оно и приобрело современный состав и строение.

Состав месторождения характеризуется следующими главными минералами и их разновидностями: лептохлориты, окислы и гидроокислы железа (гематит, гидрогематит, магнетит, гётит, гидрогётит¹, эренвертит), гидраргиллит, хромит; в подчиненном количестве встречаются

¹ Во введении от редакции к одной из наших работ (1942) А. Г. Бетехтин сделал замечание по поводу названия данного минерала, считая более правильным укоренившееся название лимонит. Это замечание нужно признать необоснованным, так как название лимонит после работы Позняка и Мервина большинство исследователей стали применять или для обозначения аморфных гидроокислов железа, или для смеси различных минералов из группы гидроокислов и окислов железа как кристаллических, так и аморфных (Кротов, 1943).



Фиг. 1. Ново-Киевское месторождение. Разрез по линии 0. Северная залежь. Составлен М. И. Калгановым.
1 — почвенный слой; 2 — пески; 3 — глины; 4 — бобовая руда; 5 — грубослонстая руда; 6 — тонкослонстая руда; 7 — нонтронитовая зона серпентинита; 8 — окремненный и железный серпентинит.

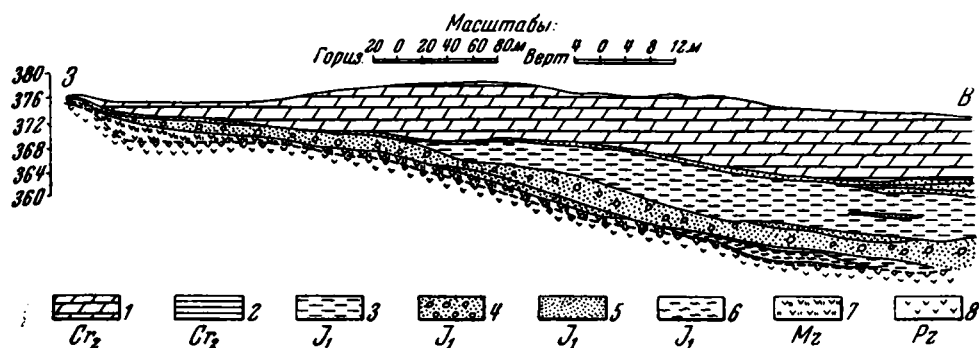


Фиг. 2. Ново-Киевское месторождение. Разрез по линии 5. Южная залежь. Составлен М. И. Калгановым.
1 — почвенный слой; 2 — галечник; 3 — глина; 4 — глина; 5 — песок; 6 — конгломерат кварцево-железистый; 7 — руда бобовая; 8 — руда тонкослонстая; 9 — руда грубослонстая; 10 — серпентинит нонтронитизированный; 11 — серпентинит скварцованный и железный.

кварц, каолиновая глина, сидерит, пирит, кальцит, псиломелан-вад, халцедон, серпентин, нонтронит, пироксен и пр.

Главные рудные минералы — лептохлориты, гидроокислы и окислы железа — встречаются в форме бобов и оолитов, в виде кристаллических агрегатов и в виде слабо раскристаллизованной массы гидрогеля в цементе.

Руды содержат сверх того никель в составе лептохлоритов и в адсорбированном виде. Строение рудного тела гидрогётит-хлоритовых бобово-оолитовых руд в общем хорошо выдерживается во всех месторождениях. Его слагают (снизу вверх) следующие основные типы руд:



Фиг. 3. Георгиевское месторождение. Разрез по линии 4. Составлен А. Л. Яницким.
1 — мергели и опоки; 2 — глины песчаные; 3 — глины; 4 — галечник с гравием и песком; 5 — песок; 6 — гидрогётит-хлоритовая тонкослоистая руда; 7 — древняя кора выветривания серпентинитов (железные продукты); 8 — серпентиниты.

1) гидрогётит-хлоритовые тонкослоистые, 2) гидрогётит-хлоритовые грубослоистые, 3) бобово-оолитовые гидрогётит-хлоритовые, 4) бобово-оолитовые гидрагиллит-гидрогётит-хлоритовые глинистые. Строение рудного тела показывает местами некоторые вариации: иногда выпадают из разреза нижние горизонты — слоистые руды, а в других случаях отсутствуют верхние горизонты нормального разреза, главным образом вследствие позднейшей эрозии. Третий и четвертый типы руд иногда меняются местами в разрезе. Кроме перечисленных четырех главных типов в месторождении встречаются еще их разновидности, имеющие местное развитие: листоватые, чешуйчатые, псевдобобовые, конгломератовые, хлоритовые руды и т. д. Местами встречаются окристые руды как продукт обохривания карбонатизированных серпентинитов.

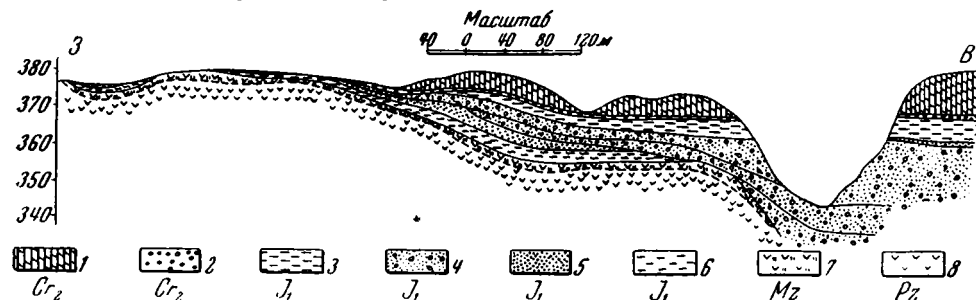
Условия залегания рудного тела в пределах Баймакской депрессии несколько варьируют: оно залегает на серпентините, частью на разных зонах окремненной и карбонатизированной коры выветривания серпентинитов, частью на коре выветривания эффузивных пород, кремнистых сланцев, известняков, диабазов и на юрских обломочных породах, лежащих на дне бассейна.

Разбор условий залегания рудных месторождений показывает, что поверхность серпентинитов, покрытых карбонатизированной и окремненной корой выветривания, в пределах Баймакской синклинальной зоны претерпела опускание, подверглась размыву и обнаруживается в настоящее время на дне этой депрессии.

В конечных стадиях заполнения депрессии кластическими материалами, когда поверхность была в значительной степени выровнена и вдоль берегов отлагался уже главным образом алевроитовый материал, возникли Халиловские месторождения железных природно-легированных и комплексных руд.

На повышенных частях рельефа поверхности главная масса карбонатизированной и кремневой коры выветривания серпентинитов к тому времени была уже эродирована. На выровненной поверхности их в районе Баймакской депрессии (Айдарбак, Дюрткельтубе, Восточная Новокиевка, Туэташ) вслед за выполнением депрессии начала развиваться нонтронитовая кора выветривания.

Этот вывод подтверждается отсутствием нонтронитовой коры выветривания серпентинитов под всеми Халиловскими месторождениями. Присутствие нонтронитов в виде примеси в массе карбонатизированной зоны коры выветривания серпентинитов в самой западной части Ново-



Ф и г. 4. Георгиевское месторождение. Разрез по линии 8. Составлен А. Л. Яницким.
1 — мергели с опокой; 2 — галечник с гравием; 3 — глины; 4 — галечник с песком и гравием;
5 — бобово-оолитовая гидрогётит-хлоритовая руда; 6 — тонкослойная гидрогётит-хлоритовая руда;
7 — древняя кора выветривания серпентинитов; 8 — серпентиниты.

киевского месторождения под краем рудного тела нами еще во время изучения месторождения было объяснено возникновением его в более позднее время из притекавших растворов железа и кремнезема в щелочной среде (Кротов и др., 1942). Время образования халиловских месторождений и климат эпохи образования устанавливаются по остаткам флоры в глинисто-алевритовых отложениях черного цвета, покрывающих рудные месторождения в Орловском, М. Халиловском и Новокиевском месторождениях и в рудной толще Аккермановского месторождения.

Согласно В. Д. Принада, остатки флоры указывают на верхнелейасовый возраст отложений рудоносной свиты (Хайбуллинская толща А. Л. Яншина). Характер юрской флоры (папоротники, кипарисы и араукарии) указывает на влажный субтропический климат (Безруков и Яншин, 1934), но, повидимому, без периодической смены обильных осадками и засушливых времен года.

Отложения верхнего лейаса с подчиненными им месторождениями железных руд перекрываются более грубообломочными отложениями песчаников и конгломератов с карбонатным цементом, относящимися к более высоким горизонтам юры. Повидимому, это так называемая Зирен-агачская толща в понимании П. Л. Безрукова и А. Л. Яншина, которые приписывают ей среднеюрский возраст.

Таким образом, месторождения гидрогётит-хлоритовых слоистых и бобово-оолитовых руд халиловского типа образовались у берегов озерно-болотных бассейнов, сложенных ультраосновными породами, и у островов среди озер, и представляют собой прибрежную фазию верхнелейасовых отложений. Содержание никеля, кобальта и хрома, составляющее отличительную черту этих месторождений, связано с выветривающимися ультраосновными породами на берегах озерных бассейнов.

Севернее, в пределах той же Баймакской депрессии, на берегах выходят не ультраосновные, а различные другие породы, менее богатые

железом. В таких местах при благоприятных условиях образовались не содержащие хрома и никеля слоистые и бобово-оолитовые руды, обогащенные глиноземом. На этом основании их относят к бобовым бокситам (Переволоченское месторождение).

Наоборот, к югу от Халиловского района имеется Аккермановское месторождение, отличающееся от Халиловских по условиям залегания. Согласно Г. И. Теодоровичу, в Аккермановском месторождении рудное тело залегает на карстированной поверхности известняков визе и частью намюра (Кротов, Теодорович и др., 1942).

Рудное тело заполняет отдельные воронки в известняках в западной части и образует пластообразную залежь на их карстированной поверхности в восточной части месторождения. Состав рудного тела в Аккермановском месторождении близок к составу остальных халиловских месторождений, но отличается большим содержанием марганца, скопляющегося в нижней части рудного тела. Образование Аккермановского месторождения происходит при условиях, несколько отличных от тех, в каких возникали другие халиловские месторождения. В западной части Аккермановского месторождения рудное тело в основном представляет собой продукт замещения карстового делювия гидроокислами железа с сохранением формы обломков.

В некоторых местах часть делювиального материала замещена в большей или меньшей степени лептохлоритами, часть осталась незамещенной. В карстовом делювии местами встречаются прослои оолитовых руд. В восточной части месторождения рудное тело образовано многократно переслаивающимися пластами глин разного цвета и пластами оолитовых и сидеритовых руд с примесью лептохлоритов. В рудной толще в прослоях слабо оруденелых и совсем неоруденелых алевритов встречаются остатки юрской флоры. Рудное тело прикрывают юрские, третичные и четвертичные отложения. Аккермановское месторождение еще недостаточно изучено, особенно его восточная часть.

Промышленные типы руд Халиловских месторождений и. По минералогическому и химическому составу руды собственно Халиловских месторождений относятся к типу легированных никелем, кобальтом и хромом бурых железняков. По строению их можно разделить на следующие типы: 1) конгломератовидные глинистые бобовые, 2) бобовые, 3) слоистые и 4) охристые.

Глинистые конгломератовидные бобовые руды слагают самые верхние горизонты рудных залежей и макроскопически в них легко можно отличить присутствие обломков каолиновой глины и железистые неправильные обломки, придающие руде конгломератовидный облик.

Бобовые руды обычно залегают в разрезе ниже глиноземистых и характеризуются макроскопически своим бобовым строением: они сложены из темнобурых бобов с темнобурой или зеленовато-бурой цементирующей массой гидрогётита и лептохлорита.

Слоистые руды (грубо- и тонкослоистые) залегают под бобовыми рудами и покрывают серпентиниты или кору их выветривания. Грубо-слоистые руды разбиты на глыбы редкими трещинами пластовой отделимости и перпендикулярными к слоистости; тонкослоистые руды по своей слоистости без труда отличаются от других типов руд, так как легко разваливаются на тонкие плитки вдоль слоев хлоритового и гидрогётитового состава.

Охристые руды представляют собой порошокатую или рыхлую глинистую массу, окрашенную в охряно-желтый или, в случае повышенного содержания марганца, в черновато-бурый цвет. Часто в охре присутствует примесь зерен или обломков жилок кварца.

Средний химический состав различных типов руд приведен в табл. 2.

В рудном теле с глубиной наблюдается постепенное увеличение содержания никеля и кобальта при приблизительно одинаковом содержании хрома; таким образом, с глубиной слаболегированные хромом, кобальтом и никелем железные руды переходят в легированные никелем и кобальтом железные руды и даже местами в комплексные руды железа, никеля и кобальта. Вместе с тем, рудами бокситового типа можно считать только руды самого верхнего слоя залежи.

Руды Аккермановского месторождения по своему строению и происхождению несколько отличаются от руд остальных собственно Халиловских месторождений. Здесь главную роль играют руды, образовавшиеся путем замещения железистыми минералами карстового делювия, а руды осадочного происхождения, аналогичные рудам собственно Халиловских месторождений, отступают на задний план.

Таблица 2

Средний химический состав различных типов руд Халиловских месторождений (в %)

Компоненты	Руды				
	глиноземистая (глинистая) конгломератовидная бобовая	бобовая (обычная)	грубослоистая	тонкослоистая	охристые
SiO ₂	17.4	9.8	9.33	8.63	22.56
Fe	27.7	39.4	43.45	45.49	34.72
Mn	0.08	0.25	0.39	0.60	0.85
Ti	0.6	0.58	0.05	0.04	0.03
Mg	0.9	0.8	0.75	1.08	2.37
Ca	0.7	0.67	0.30	0.60	0.87
S	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
P	0.17	0.16	5.15	0.14	0.09
H ₂ O	16.0	13.42	10.3	13.5	9.04
Ni : Cr	0.1	0.12	0.3	0.63	0.53

По своему минералогическому составу и строению руды, заполняющие карстовые углубления, предварительно можно разделить на следующие типы: 1) кремнистые конгломератовидные бурые железняки, 2) сплошные гидрогётит-хлоритовые руды и 3) песчано-глинистые сидериты.

Руды осадочного происхождения в Аккермановском месторождении представлены гидрогётит-хлоритовыми бобово-оолитовыми рудами, сходными с аналогичным типом собственно Халиловских месторождений.

Кремнистые конгломератовидные гидрогётиты представляют собой кавернозную породу, образованную из галек, щебня и валунов кварца и кремня, замещенных полностью или частично охристыми гидроокислами железа с сохранением формы обломков. Они слабо сцементированы гидроокислами железа. В руде встречаются незамещенные полностью гальки кварца, скопления гидроокислов марганца и изредка участки хлоритовой породы.

Гидрогётит-хлоритовые руды образованы из плотной массы зеленоватого лептохлорита, в большей или меньшей степени обохрившей. В эту породу включено разное количество галек и валунов кварца и кремня и большое количество полых жеод и стяжений бурого железняка и пиролюзита.

Песчано-глинистые сидерито-хлоритовые руды имеют вид плотной песчанисто-глинистой массы темносерого или грязнозеленого цвета. Она образована из смеси мелкозернистого и пылевидного сидерита, лептохлорита или глины, среди которых разбросаны песчинки и более мелкие частицы кварца и кремня. Руды этого типа распространены в восточной части месторождения.

Химический состав первых двух типов руд Аккермановского месторождения приведен в табл. 3. Эти типы руд по минералогическому составу, строению и своему химическому составу относятся к числу слабелегированных никелем и кобальтом железных руд, причем кремнистые конгломератовидные бедны железом и требуют обогащения.

Таблица 3

Средний химический состав различных типов руд Аккермановского месторождения
(в %)

Компоненты	Руды		
	кремнистые конгломератовидные гидрогетиты (охристые, песчаннистые)	гидрогетит-хлоритовые и гидрогетит-хлоритовые конкреционные-жеодистые	марганцевистые железные
SiO ₂	29.42	16.31	16.74
TiO ₂	0.55	0.25	0.47
Fe	26.60	37.31	36.36
MnO	—	0.95	3.71
CaO	1.09	0.75	0.27
MgO	1.79	1.45	3.61
S	0.03	0.09	0.15
P ₂ O ₅	0.18	0.25	0.22
H ₂ O	13.1	13.37	13.37
Ni:Cr	0.53	0.41	0.68

Нижние горизонты руд этих типов, особенно в западной части месторождения, часто обогащены марганцем (марганцевистые железные руды, табл. 3). Таким образом, эти горизонты, не резко отделенные от вышеописанных типов, относятся к числу легированных никелем железных руд, а в некоторых местах даже и к числу комплексных железо-никелевых руд.

Сидерито-хлоритовые руды химически пока еще недостаточно охарактеризованы.

Нижнемеловые озерные месторождения

Бобовые железистые бокситы, никель-хромсодержащие и бобовые железняки бокситового типа мелового возраста

Общая характеристика нижнемеловых осадочных месторождений железо-никелевых руд. Рудные месторождения располагаются в понижениях рельефа поверхности палеозойского фундамента и частью на рэтических и юрских отложениях. По своему характеру среди них можно отличить два типа: 1) широкие понижения более крупного размера и 2) относительно более мелкие карстовые углубления. Понижения первого типа образовались на самых разнообразных породах палеозойского фундамента эрозийным путем, — на ультраосновных породах, контактовых месторождениях

магнетитов и сопровождающих их скарнах, порфиритах и туфах девона и карбона, на глинистых сланцах разного возраста, конгломератах, песчаниках девона и карбона и на коре выветривания этих пород. Кроме того, понижения возникали и на осадочных породах начала мезозоя; на песчаниках, глинистых и углистых сланцах рэта, делювиально-пролювиальных отложениях нижней юры (белики). Карстового характера углубления образовались на известняках среднего девона и нижнего карбона, причем на поверхности карбонатных пород возникали отдельные углубления или целые системы сближенных или сливающихся углублений в пределах пород или площадей известняков.

Время образования месторождений бобовых железистых бокситов и бобовых железняков бокситового типа определяется остатками флоры, найденной в подстилающих, переслаивающихся и покрывающих месторождения лигнитовых глинах. По остаткам флоры из разных мест и совокупности в возрастном отношении А. Н. Криштофович относит бокситоносную свиту к меловым континентальным отложениям альбасеномана. Однако Б. П. Кротов (1942₂) установил, что бокситоносная свита разделена континентальным перерывом на две части — нижнюю и верхнюю. И. М. Покровская (1947) нашла, что возраст этих двух частей определяется по составу имеющейся в них пыльцы: нижняя свита, заключающая промышленные месторождения бокситов, относится к нижнему мелу (апт)¹, а верхняя свита, лежащая на размытой поверхности бокситов и содержащая в западной части Каменского района мелкие непромышленные месторождения боксита, — к альбу-сеноману.

Отложения континентального мела, заполняющие более крупные эрозионные понижения, имеют характер озерных и аллювиальных. Они показывают фациальные изменения в разных частях.

Фации озерных отложений еще недостаточно изучены, но по имеющимся данным среди них встречаются следующие фации: 1) мелководных заливов, слагающиеся из переслаивающихся пластов мелкозернистых песков и лигнитовых глин с янтарем, 2) прибрежные отложения из галечно-щебневого и песчаного материала, 3) отложения более глубоких частей озер, образованные из алевроитового материала с примесью растительных остатков, прослоями бурых углей с пиритом и сидеритом, 4) дельтовые отложения из песков, показывающие диагональную слоистость.

По имеющимся данным, озерные бассейны имели различную величину и форму: одни из них представляли собой более крупные, вытянутые в меридиональном направлении бассейны, другие же — скорее всего сравнительно небольшие озера карстового характера и неправильной формы.

По условиям своего образования, строения и залегания месторождения бобовых бокситовых железняков и бобовых бокситов можно разделить на два типа: 1) соколовский тип месторождений, в более крупных бассейнах среди магматических пород и сланцев и 2) режевский тип месторождений мелкого размера в карстовых углублениях среди известняков.

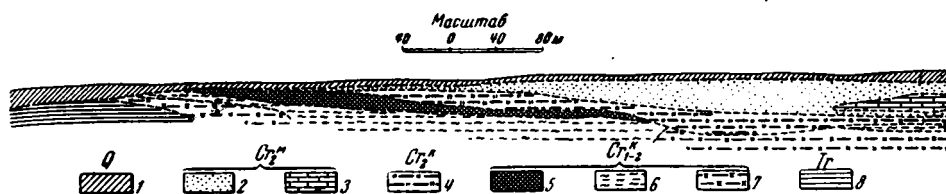
Соколовский тип месторождений

Согласно описанию Б. П. Кротова и Т. И. Столяровой (1942₄) и более ранним данным других авторов (Архангельский, 1932; Миропольский, 1934; Федоров, 1936; Полянин, 1938), месторождения образова-

¹ Результаты произведенных И. М. Покровской (1947) определений возраста пород бокситоносной свиты приведены также в работах В. А. Вахрамеева (1946) и В. П. Ренгартена (1944).

лись в прибрежной части более крупных бассейнов озерного характера, у берегов их, сложенных глинистыми сланцами и порфиритами рэа. Они подстилаются песчано-алевритовыми или щебенчато-галечными породами и сменяются далее от берега породами песчано-алевритового характера и частью лигнитовыми глинами. Бобовые руды содержат иногда прослой лигнитовых глин с бобами гематита. Эта фациальная связь бобовых руд с лигнитовыми глинами еще не разъяснена.

Рудное тело в месторождениях не резко отграничено от боковых пород и связано с ними рядом переходов. Образование месторождений происходило в две стадии. В первую стадию отлагались кластические материалы, к которым сначала примешивались остатки растений и химические осадки — сидерит и пирит, сменившиеся позднее отложением



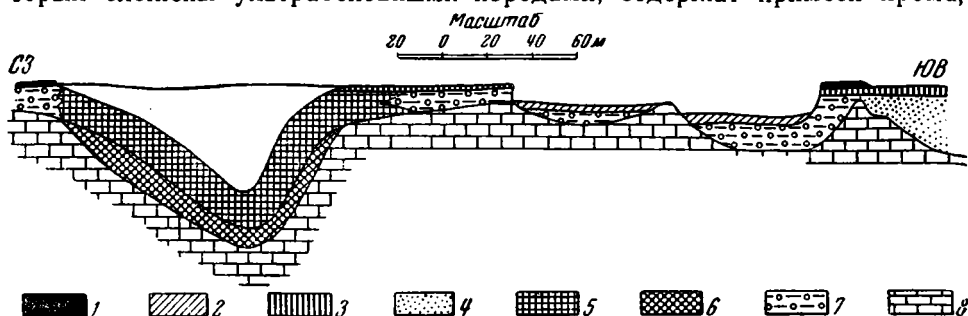
Фиг. 5. Соколовское месторождение Каменского района. По Н. И. Архангельскому.
1 — суглинки; 2 — кварцевые пески; 3 — глауконитовые песчаники; 4 — лигнитовые глин; 5 — бобовый боксит; 6 — бокситовые глин; 7 — алевриты и глин с растительным щебнем; 8 — глинистые сланцы.

бобов гематита в варьирующем количестве. В эту стадию образовались два типа пород: а) песчано-алевритовые породы с редкими бобами гематита; б) бобовые руды из бобов гематита и песчано-алевритового цемента; в) переходного типа породы с приблизительно одинаковым количеством бобов и цемента. Вторая стадия формирования пород заключалась в бокситизации осадков. Из вод бассейна осаждались гидрозоли глинозема и окиси железа, которые постепенно впитывались на разную глубину в массу осадков дна и замещали песчано-алевритовый цемент и частью бобы гематита. В результате из песчано-алевритовых пород с редкими бобами гематита возникли глинистые бокситы из сплошной массы светлокрасного цвета с ровным или плоскораковистым изломом и с редкими бобами гематита или без них. Из накоплений гематитовых бобов с небольшим количеством цемента образовались бобовые бокситы, состоящие из гематитовых бобов и сплошного крепкого или кавернозного цемента между ними. В случае малого количества цемента порода переходит в бобовый железняк бокситового типа. В глинистых и бобовых бокситах часто в цементе сохраняются реликты породы первоначального состава, т. е. кластических материалов, или участки незамещенной породы.

Минералогический состав руд: ферриалюмогель сплошного или микроконкреционного строения, частично раскристаллизованный, гидраргиллит, диаспор, бёмит, гематит, магнетит. В прожилках и кавернах — лептохлорит.

В типичных случаях месторождения имеют следующее строение: в основании месторождения залегают серые и пестрые глинисто-алевритовые породы с сидеритом, пиритом и выше — с редкими бобами гематита; выше их находятся глинистые бокситы, а самую верхнюю часть месторождения составляют бобовые железистые бокситы плотные (каменистые) и кавернозные или пористые, при выветривании рыхлые. Отклонения от нормального строения заключаются в нахождении линз бобовых бокситов среди подстилающих глин, прослоев лигнитовых глин в бобовых бокситах и глинистых бокситов среди серых глин.

Содержание железа в бобовых рудах зависит от состава горных пород, слагающих берега водоемов. Наличие на берегах бассейнов, богатых железом, магматических и метаморфических пород обуславливает образование в них бокситовых руд, богатых бобами гематита и бедных цементом, которые по содержанию в них железа относятся к типу железных руд (бобовые железняки бокситового типа). В случае присутствия на берегах бассейнов кислых магматических и осадочных пород, бедных железом, в бассейне возникали железистые бобовые бокситы и бобовые бокситы, в которых бобы гематита присутствуют в небольшом количестве или отсутствуют совершенно, но имеются бобы гидраргиллита. Бобовые железные руды, образовавшиеся в бассейнах, берега которых сложены ультраосновными породами, содержат примеси хрома,



Ф и г. 6. Сиротинское месторождение Режевского района. По Б. М. Федорову.
1 — отвалы; 2 — высева; 3 — глины; 4 — пески; 5 — боксит бобовый; 6 — глины с бобами боксита; 7 — глины с бурым железняком; 8 — известняки.

никеля и кобальта и по своему характеру приближаются к рудам халидовского типа. В случае присутствия на берегах основных пород в бассейне возникали бобовые железистые бокситы и бобовые железняки, не содержащие хрома и никеля. Содержание хрома и никеля в бобовых железняках падает постепенно, по мере удаления от выходов ультраосновных пород. Среди них по содержанию легирующих примесей можно отличать те же разности, что и в юрских бобово-оолитовых рудах. Примерами являются Ивановский рудник Алапаевского района, часть Режевских, руда которых содержит до 80% Fe_2O_3 , до 7% Al_2O_3 и кондиционное количество никеля (Серк, 1927; Полянин, 1934).

Бобово-железистые бокситы характеризуются преобладанием глинозема над окисью железа в руде, реже содержание обоих почти одинаково.

В Соколовском месторождении бобовые железняки бокситового типа содержат: Fe_2O_3 40—52%; SiO_2 2.5—5%; TiO_2 3.5—5%; пот. при прок. 12—14%; Ni и Cr — следы.

Нормальные бобовые железистые бокситы содержат: Fe_2O_3 25—40%; Al_2O_3 32—42%; TiO_2 4—6%; SiO_2 1.7—4%; пот. при прок. 16—22%.

Процессы выветривания вызывают местами в бобовых бокситах миграцию железа из верхних горизонтов в нижние и появление в породах приотливо извивающихся прожилков, жеод, желваков и пропитывание гидроокислами железа отдельных участков бобовых бокситов. Такие участки показывают повышенное содержание железа и являются железными рудами.

Вмещающая выделения гидроокислов железа масса глинистой породы показывает отсутствие свободного глинозема и отвечает составу каолина по содержанию кремнезема и глинозема. Концентрация гидроокислов железа сопровождалась одновременным привносом кремнезема;

вместе с тем, вероятно, происходил вынос некоторого количества глины.

Режевской тип бобовых железняков и бобовых железистых бокситов

Месторождения осадочных бобовых руд расположены в полосе среднедевонских известняков, тянущейся в меридиональном направлении от линии железной дороги из Режа в Егоршино на юге до д. Сахарово на берегу р. Реж на севере. Параллельно полосе девонских известняков с востока и отчасти с запада протягиваются пластообразные и линзообразные интрузии серпентинитизированных ультраосновных пород.

Месторождения представляют собой разного размера залежи в карстовых углублениях различной величины и формы, чем и обуславливается величина и форма рудных залежей. Между рудным телом и известняком имеется всегда маломощный прослой (до 10 см) доломитовой муки, являющейся остатком от выщелачивания известняков. Отдельные залежи в настоящее время обычно отделены друг от друга выступами известняков, но в некоторых местах они соединены друг с другом. Этот факт указывает, что первоначально в некоторых местах отдельные залежи соединялись друг с другом в одно крупное пластообразное рудное тело.

Рудное тело в месторождениях режевского типа образовано двумя типами руд, связанными друг с другом переходами. Первый тип носит название железной руды, а второй — бобового боксита.

Железные руды представляют собой кирпично-красную, охристо-желтую или пеструю глинистую массу, содержащую выделения бурых железняков и бобовых бокситов и включения остроугольных обломков туфосланцевых и кремнистых пород, причем последние покрыты часто коркой бурого железняка.

Включения бурых железняков представлены полыми жеодами гидрогетита и гидрогематита и желваками ячеистого кавернозного и изредка бобового строения.

Бобовые бокситы встречаются в виде выделений от 1—2 см до 1—2 м. Они имеют вид каменистой массы с бобовым строением и состоят из цемента разных оттенков красного и желтого цвета и черных бобов из окислов и гидроокислов железа. Иногда цемент почти совершенно отсутствует.

Количество железных и бобовых руд в каждом месторождении очень варьирует и потому в отдельных случаях можно говорить о месторождениях железных руд и месторождениях железистых бобовых бокситов. Однако совершенно несомненно, что участки так называемых железных руд представляют собой измененные части месторождений бобовых железистых бокситов. Повидимому, в пласте грунтовых вод древнего времени в массе бобовых бокситов в восстановительной среде образовались выделения желваков сидеритов, которые при дальнейшем понижении грунтовых вод окислялись и превратились в полые жеоды и кавернозные желваки, а цементирующая их глинистая масса является измененным цементом бобовых бокситов. В основании рудного тела залегают прослои марганцевых руд, содержащих кобальт и никель.

Рудные тела имеют иногда прослои серых глин, а сверху прикрыты пластом черных каолиновых глин, содержащих значительное количество органического вещества и обломки обугленной древесины. Кое-где на рудной толще, иногда частично размытой, залегают древние аллювиальные отложения.

Типы руд в месторождениях Режевского района. При полевых исследованиях в месторождениях Режевского района наблюдается изменение в содержании железа в бобовых бокситовых рудах в зависимости от состава пород на берегах бассейнов: у берегов, сложенных ультраосновными породами, бобовые руды содержат много железа и относятся к типу бобовых железняков, тогда как в удалении от выходов ультраосновных пород и у берегов, сложенных известняками и бедными железом породами, в бобовых рудах меньше железа; и эти руды относятся к типу бобовых железистых бокситов.

Однако в некоторых случаях, аналогично Соколовскому месторождению, как следствие выветривания, в бобовых железистых бокситах наблюдается миграция железа и его концентрация в виде прожилков, желваков, выделений в кавернах в массе выветрелых бобовых бокситов. В результате возникают вторично обогащенные железом руды, которые В. М. Федоровым (1940) выделялись как тип железных руд. Неизменные бобовые железистые бокситы химически недостаточно охарактеризованы. В прежнее время режевские бобовые железистые бокситы разрабатывались в качестве железных руд, причем участки, более бедные железом, т. е. боксит и разрушенный цемент вторично обогащенных бокситовых руд, шли в отвал. Среди бобовых бокситов и бобовых железняков В. М. Федоров определяет два типа руд:

- 1) железные руды;
- 2) железо-алюминиевые руды.

Железные руды образованы из охристой глины и желваков бурого железняка. Глина состоит из каолинита, галлуазита и монтмориллонита. Размеры выделений желваков бурого железняка колеблются от долей сантиметра до 1.5 м. Желваки бурого железняка диаметром более 1 см составляют около 15% всей рудной массы.

Анализы плотных бурых железняков и включающей их глинистой массы (из отчета В. М. Федорова) приведены в табл. 4.

Никель концентрируется в глинистой массе и в особенности в основании рудного тела, где он находится в виде гарниерита и гидрата окиси никеля и достигает кондиционного содержания. По содержанию никеля и кобальта железные руды относятся к легированным и частью к комплексным рудам.

Таблица 4

Химический состав различных типов руд в месторождениях Режевского района (в %)

Компоненты	Железные руды		Железо-алюминиевые руды		
	Плотные бурые железняки (валовые пробы)	Глинистая масса, включающая желваки бурого железняка (среднее из 5 проб)	Бобы	Цемент (красная глинистая масса)	Валовые пробы
SiO ₂	3—6	6—34.7	4.81	6.89	5.4—11.6
TiO ₂	0.3—0.5	0.24—0.90	0.56	1.34	0.6—1.4
Fe ₂ O ₃	72—76	14.5—70.8	78.41	50.68	54—65
FeO	—	0.15—0.85	нет	нет	—
Al ₂ O ₃	5—6.5	5.3—25.7	7.23	25.31	11.5—22.3
CaO	0.5—0.8	0.02—0.85	нет	следы	0.1—1.0
MgO	0.2—0.4	0.02—0.7	нет	0.32	0.3—0.6
Cr ₂ O ₃	0.7—1.3	0.25—1.8	2.30	3.58	—
MnO	0.5—1.7	0.1—2.0	—	—	—
P	0.03—0.15	—	—	—	—
S	0.01—0.02	—	—	—	—
H ₂ O	10—12.5	12—15	0.04	12.01	10.6—15.1

По Б. М. Федорову, железные руды обычно окаймляют гнездообразные тела железо-алюминиевых руд.

Железо-алюминиевые руды состоят из красной глинистой массы и выделений плотных каменистых бобовых бокситов.

По своему строению среди руд можно выделить две разности:

а) плотные каменистые бобовые бокситы;

б) красные каолиновые глины с желваками бобовых руд и отдельными бобами. Б. М. Федоров сделал отдельные анализы бобов и красной глины, данные анализов приводятся в табл. 4.

Минералогический состав руд: ферриалюмогель, гидрогётит, гидрогематит, турьит, лептохлориты, гидроокислы марганца, магнетит, каолинит, монтмориллонит, хромит, кварц, гиббсит, диаспор, эренвертит, галлуазит, бейделлит, сидерит.

Валовые химические анализы плотных железо-алюминиевых бобовых руд (табл. 4) показывают значительные колебания в содержании отдельных окислов.

На основании значительного колебания в содержании железа и глинозема Б. М. Федоров считает необходимым отличать среди бобовых железо-алюминиевых руд особый тип бобовых железняков, или бедных глиноземом бобовых руд.

Распределение отдельных элементов в рудном теле подчинено определенной закономерности: в вертикальном направлении никель, кобальт и марганец имеют повышенное содержание в нижних горизонтах залежи. Железо, алюминий и кремнезем распределены более или менее равномерно. В горизонтальном направлении содержание Fe, Ni, Co и Cr изменяется в зависимости от близости серпентинитов. Б. М. Федоров выделяет еще особый тип марганцевых руд, в котором марганцевые минералы образуют прожилки в плотных бурых железняках или прослои марганцевых глин мощностью от 0.2 до 1 м в нижних частях толщи железных руд на контакте с известняками. Марганцевые выделения содержат повышенное количество никеля и кобальта.

Бобовые железистые бокситы и бобовые железняки Режевского типа встречаются и в других местах восточного склона Урала, в частности, в западной части Каменского района среди области развития известняков карбона и в Алапаевском районе.

Верхнемеловые морские месторождения

Совершенно аналогично континентальным озерно-болотным месторождениям в течение верхнего мела и палеогена должны были образоваться во время трансгрессии моря при соответствующих физико-географических условиях и прибрежно-морские месторождения железо-никелевых руд в местах, сложенных ультраосновными породами.

В настоящее время известно только три слабо изученных месторождения железных руд верхнемелового возраста, находящихся на значительном удалении от выходов ультраосновных пород. В одном из них имеется небольшое количество примесей никеля и хрома, не позволяющее отнести его к типичным железо-никелевым.

Судя по минералогическому составу руд, месторождения образовались в восстановительной среде, что обычно связывается с некоторым удалением от берегов бассейнов. В этих месторождениях не были отмечены зоны, состав которых отвечает окислительной среде, свойственной самой прибрежной части месторождений.

Однако и в таком случае ниже описываемые месторождения в совокупности дают достаточно ясное представление о типе прибрежно-морских месторождений железо-никелевых руд, типичные представители которых в настоящее время еще не могут быть подробно описаны.

Мугайское месторождение находится на Среднем Урале, на правом берегу р. Тагила, в 300 м от устья р. Мугая и на берегу р. Вязовки, притока р. Мугая. Район месторождения представляет собой сплошную область развития верхнемеловых морских отложений, прикрытых третичными отложениями (Герасимов, 1944). Верхнемеловые отложения сложены из кварцевых песков, глин и оолитовых руд, перекрытых конгломератами и песчанистыми опоками с позвонками *Elastosaurus* sp., с зубами акул (*Otodus* sp.), обломками губки, отпечатками шишки голосеянного (*Sequoia?*), относимых Н. И. Архангельским (1941) к сеноману ($Cr_2^{Sim_1}$). Речки Тагил и Вязовка врезались в эти толщи, и при низком уровне воды в берегах их обнажаются оолитовые железные руды. Мощность рудного пласта колеблется от 0.8 до 1.2 м, а покрывающих пород — от 15 до 30 м, причем мощность их постепенно увеличивается по мере удаления от берега реки.

Рудный пласт подстилается кварцевым песком, слабо сцементированным в верхней части гидрогетитом. Покрывающий их рудный пласт представляет собой оолитовый кварцевый песчаник, который по минералогическому составу может быть разделен на две части. Верхняя часть рудного пласта представляет собой оолитовый песчаник, в котором оолиты образованы из зон лептохлорита, гидрогетита и сидерита, перемежающихся друг с другом. Оолиты тесно сближены и сцементированы лептохлоритом с небольшим количеством гидрогетита, кварца и растительных остатков. Мощность слоя до 0.5 м. Нижний пласт образован из варьирующего количества оолитов и цемента. Оолиты содержат в центре песчинку, окаймленную рядом зон из лептохлорита и гидрогетита; реже встречаются чисто гидрогетитовые оолиты. Цемент в главной массе сидеритовый и содержит песчинки и гальки кварца, остатки растений, иногда немного лептохлорита и пирита. Мощность пласта достигает 1 м. Л. М. Миропольский (1931) приводит анализ руды: Fe — 45%, SiO_2 — 6.6%, P_2O_5 — 0.64%. Согласно химическому анализу Института геологических наук, руда содержит (в %): SiO_2 — 38.00, Al_2O_3 — 11.75, Fe_2O_3 — 23.4, FeO — 11.72, Cr_2O_3 — 0.15, P_2O_5 — 0.41, MnO — 2.24, Ni — следы.

Выходы серпентинитов находятся на расстоянии около 25 км выше по Тагилу. От древней береговой линии месторождения отделены полосой сплошного покрова верхнего мела и третичных отложений, не позволяющих уточнить условия залегания руд и их отношение к берегу моря. При разведке подстилающие породы не проходились.

Присутствие в руде песчинок и галек кварца и самый характер и состав рудного пласта — оолитового песчаника — указывают на возникновение рудного пласта в прибрежной части моря в восстановительной среде.

Второе месторождение оолитовых железных руд морского верхнего мела — Аятское — находится на берегу р. Аята, в верхней части бассейна р. Тобола на Южном Урале между станицей Николаевской и пос. Викторовским.¹

Район месторождения находится в области площадного развития морского палеогена, перекрывшего верхнемеловые морские и континентальные нижнемеловые отложения. Речка Аят врезалась в эти отложения и в некоторых местах промыла их до покрытых корой выветривания коренных палеозойских пород, слагающих древнюю поверхность выравнивания восточного склона Урала. Среди них обнаружены ультраосновные породы. В районе месторождения по берегам р. Аят

¹ Месторождение в 1947 г. находилось в состоянии разведки и детального изучения.

обнажаются верхнемеловые морские отложения, залегающие с размытом на коре выветривания палеозоя и на нижнемеловых бокситоносных отложениях. Верхнемеловые отложения сложены (снизу вверх) из следующих пород: а) глауконитовых и кварцевых песков, содержащих в основании конгломерат с галькой кремня и боксита и с отпечатками сеноманской флоры, б) слоев железистых песчаников и косонаслоенных песков с углистыми остатками, в) серых глин с выделениями сидерита, г) пласта оолитовых железных руд, д) серых глин. Вся пачка имеет 10—15 м мощности. Возраст ее на основании определения флоры в железистом конгломерате (Бер, 1932) и фауны, найденной В. А. Поляным и К. П. Башаевым (*Cucullaea glabra* Par k. и др.), отнесен к сеноману. Рудonosный пласт достигает 4—5 м мощности. Он сложен из оолитов сидерита, лептохлорита и гидрогётита и сидеритового и лептохлоритового цемента, причем сидерит в зоне выше уровня прунтовых вод в значительной части окислен. Химический состав этих руд, по И. И. Савельеву (1937), очень непостоянен: SiO_2 11—27%, Al_2O_3 5—11%, Fe 29—40%, P_2O_5 0.5—3%, Mn до 5%.¹ Сеноманские отложения на р. Аяте перекрываются кампанскими кварцевыми песками с *Belemnitella* cf. *tucronata* Schl. и др., а еще выше — маастрихтскими отложениями с большим количеством фауны. На размытой поверхности их и рудной толще лежит палеоген.

Отсюда видно, что рудные пласты представляют собой часть прибрежных осадков моря и что рудные отложения выделились в зоне песка в восстановительной среде.

Третий район нахождения морских оолитовых железных руд верхнего мела обнаружен у с. Марсяты на р. Ю. Сосьве. Возраст их предположительно отнесен И. И. Горским и П. Л. Безруковым (1939) также к сеноману (или, быть может, к сантону). Эти месторождения не изучены и не разведаны. По сообщению Ю. А. Петраковича, пески с прослоями глин и линзами сидеритов и оолитовых бурых железняков до 4 м мощности залегают под породами марсятской марганценосной серии палеогена, покрывающей размытую поверхность их.

КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТДЕЛЬНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ И КЛАССОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

1. Месторождения зоны цементации нонтронитовой коры выветривания

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах

а) В основании зоны нонтронитизированного и в верхней части зоны выщелоченного серпентинита

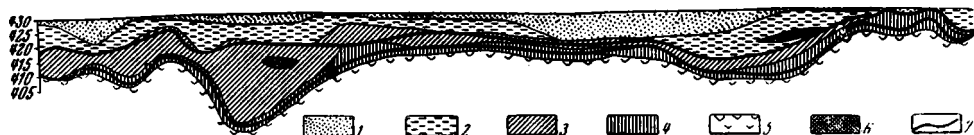
Месторождения этого типа очень распространены в пределах Кимперсайского и Халиловского районов (Кац, 1941; Гинзбург, 1942; Корин, 1939; Гинзбург и Савельев, 1939 и др.). В качестве примера месторождений зоны цементации нонтронитовой коры выветривания опишем месторождение Батамша в Кимперсайском районе (Южный Урал) в 8.5 км к юго-востоку от пос. Кимперсай.

На неравномерно размытой поверхности коры выветривания серпентинитов залегают покровы из охристых глин с гальками бокситов, получивших местное название пестрых или бейделлитовых глин благодаря присутствию в них участков бейделлита серого цвета. В центральной залежи местами разные зоны коры выветривания, прикрытые только почвенным слоем, выступают прямо на поверхность.

¹ По новым анализам они содержат местами небольшое количество хрома и следы никеля.

Строение нонтронитовой коры выветривания в районе этого месторождения более типично представлено в восточной части месторождения.

Кора выветривания состоит из трех зон, сменяющих друг друга в вертикальном направлении и отделенных друг от друга прихотливо проходящими поверхностями; по большей части границы между ними устанавливаются чисто условно. Промышленная концентрация никеля приурочена к участку коры, где она в виде кармана глубоко внедряется в серпентиниты. Нижняя часть зоны нонтронита и нонтронитизированного серпентинита и верхняя часть зоны выщелоченного слабо нонтронитизированного серпентинита представляют собой рудное тело никелевого месторождения. Добыча руд происходит без деления на типы.



Фиг. 7. Батамшинское месторождение. Центральная залежь. Составлен Геолого-разведочным бюро.

1 — охры; 2 — глины; 3 — нонтрониты; 4 — выщелоченные серпентиниты; 5 — серпентиниты; 6 — габбро-диабазы; 7 — контур рудного тела.

Средний взвешенный состав руд (в %): SiO_2 — 43.22; Fe_2O_3 — 27.29; MgO — 9.80; Cr_2O_3 — 0.87; AlO_3 — 6.61; никель — кондиционное количество, кобальт — некондиционное.

Рудное тело имеет форму пластообразной залежи, мощность его колеблется от 2 до 16 м (восточная залежь). Вскрыша от 0.5 до 28 м, среднее 4.85 м. Руды делят на три типа: 1) железистые (нонтронитизированные серпентиниты и охристо-кремнистые породы), с содержанием Fe 20—27%, MgO 5.5—8.37%, Cr_2O_3 1.86%; 2) железисто-магнезиальные (Fe 14.75—16.85%, MgO 13.15—21.20%, Cr_2O_3 0.679%) и 3) магнезиальные (Fe 9.62—10.40%, MgO 23.30—25.40%, Cr_2O_3 0.45%). Кондиционное количество кобальта имеется в западном участке в железистых рудах (обохренных нонтронитизированных серпентинитах), которые здесь в верхних частях являются переотложенными. Ввиду повышенного количества кремнезема во всех типах руд, все никелевые руды Батамши было бы правильнее называть кремнистыми и среди них отличать три вышеперечисленных типа.

б) Вторичные месторождения выветривания в основании зоны обохренного нонтронита

Несколько иного типа охры и глинистые охры возникают в разных местах Южного и Среднего Урала из нонтронитизированных серпентинитов и нонтронитов, сохранившихся в депрессивных частях поверхности ультраосновных пород под покровом четвертичных отложений разного характера. Эти охры и глинистые охры и здесь имеют аналогичную форму залегания в виде покрова на поверхности выщелоченных или нонтронитизированных серпентинитов. В составе охр и глинистых охр этого типа иногда наблюдаются остатки нонтронита и нонтронитизированных серпентинитов, магнетита и хромшпинелидов. Однако строение этих охр отличается от строения охр, возникших путем обохривания карбонатизированных серпентинитов. При возникновении охр из нонтронитов получают плотные тяжелые охристые породы, имеющие характер глин и лишенные пористости, характерной для охр

по карбонатизированным серпентинитам. Здесь отсутствует также и полосатость, связанная с распределением зерен магнетита и хромшпинелидов. Промышленная концентрация никеля и иногда кобальта наблюдается в основании зоны охры. Типичные примеры таких отношений имеются в Халиловских месторождениях Айдербак.

По своему строению эти охры сходны с глинистыми охрами, образующимися из нонтронитизированных серпентинитов в Анатолийском месторождении.

Б. Вдоль плоскостей тектонических нарушений в породах

Характер тектонических нарушений в районе железорудных месторождений может быть различен, что и обуславливает различную форму рудного тела. В этом отношении особенно типичны условия его залегания: а) в зонах сбросов, брекчий трения и трещиноватости и б) вдоль плоскостей надвигов, которые мы и разберем отдельно.

а) Месторождения в зонах сбросов, брекчий трения и трещиноватости

В этом типе месторождений зоны цементации коры выветривания оруденение в основании коры выветривания играет подчиненную роль, так как железистые растворы не могли накапливаться в этом основании, но в главной своей массе уходили в трещины разломов и брекчий трения. Различные соединения железа, никеля, кобальта и марганца выделялись в полостях трещин, между обломками в брекчиях и частично замещали обломки и боковые породы.

Типичным примером месторождений в зонах трещиноватости является Ново-Аккермановское в Орском районе Чкаловской области, в 30 км от г. Орска. Месторождение расположено на восточной окраине Губерлинского массива ультраосновных пород, тянущегося между рр. Урал и Б. Губерля. Высшие точки массива имеют отметку около 350 м. Ультраосновной массив образован из перидотитов (лерцолитов и гарцбургитов), сильно серпентинизированных, сменяющихся к периферии оливиновыми габбро и габбро-норитами. Поверхность серпентинизированных перидотитов была покрыта корой выветривания нонтронитового профиля, которая, однако, на большей части площади смыта и сохранилась местами на склонах в виде мелких участков. Ново-Аккермановское месторождение отмечается на рельефе поверхности в виде гряды невысоких холмов, протягивающихся от рч. Разбойки на север до рч. Топкой.

Месторождение локализуется вдоль зоны тектонических нарушений, протягивающейся приблизительно в меридиональном направлении и достигающей местами около 250 м ширины. Тектонические воздействия вызвали раздробление серпентинитов на крупные остроугольные обломки, сцементированные кварцем и карбонатом. Обломки серпентинита частью сохраняются свежими, частью подвергаются различным изменениям. Имеются зоны перетертых пород. В широтном направлении в месторождении сменяются следующие породы (с запада на восток): 1) серпентинит, 2) слабо раздробленный керолитизированный серпентинит, 3) брекчия серпентинита, состоящая из угловатых обломков с кварцевым и карбонатным цементом, 4) охристо-кремнистая порода, представленная частью бесструктурными охрами, то плотными, то рассланцованными, частью плотными краснобурными охрами с остатками зерен пироксена (бастита). Среди этих пород встречаются стяжения сливного кварца и окварцованные участки ячеистого строения, жилки

гидросиликатов никеля. 5) Пористая охристо-глинистая порода пестрой окраски с участками и прожилками кремня и гидросиликатов никеля, сильно перемятая и рассланцованная. Порода эта представляет собой выщелоченный серпентинит, сохраняющий еще ясно следы первоначального строения. Порода легко растирается в порошок и ломается пальцами. 6) Сетчатый серпентинит, образованный из остроугольных обломков и линз почти свежего, слабо выщелоченного и побуревшего серпентинита, сцементированных белым и черным доломитом. Порода представляет собой сильно раздавленный серпентинит с зеркалами сколжения и слабо измененный, позднее сцементированный доломитом. Порода крепкая и пальцами не разламывается, содержит прожилки кварца и гарниерита. 7) Брекчия серпентинита, цементированного доломитом, подвергавшегося в большей или меньшей степени керолитизации. 8) Плотный неизмененный серпентинит. Охристо-кремнистая и охристо-глинистая порода повторяются два раза, образуя две полосы — западную и восточную.

Рудное тело составляют породы 2, 3, 4, 5, 6, представляющие собой вместе клинообразное тело, круто падающее вниз на глубину до 150 м под углом 80° и постепенно выполаживающееся до 50—60°. Рудное тело падает на восток. Его происхождение связывают со сбросом, по плоскости которого восточная часть немного надвинута на западную и вместе с тем раздроблена. Поверхностные воды, опускаясь вглубь, производили выщелачивание серпентинитов, окремнение и обохривание их. В верхних частях рудного тела доминируют обохренные и окремненные породы, в средних частях выщелоченные серпентиниты и в нижних частях брекчированные слабоизмененные серпентиниты. Вдоль некоторых трещин и в настоящее время циркулируют нисходящие поверхностные воды. Вокруг таких трещин выщелоченные серпентиниты и охристо-кремнистые породы представляют собой пропитанные водой мягкие пластичные массы.

В горизонтальном направлении наблюдается зональное строение рудного тела: на брекчированных серпентинитах (рудных), образующих поверхность надвига (породы 2 и 3), залегают раздробленные и измененные серпентиниты, взброшенные или надвинутые на них; они представляют собой сменяющиеся зоны: охристо-кремнистые (4), охристо-глинистых пород (5), брекчированных слабообохренных серпентинитов (6).

Серпентинитовые брекчии (порода 3) и керолитизированная порода (2) по своему химическому составу относятся к магнезиальным, слабо-железистым рудам промышленной классификации, охристо-кремнистая порода (4) — к типу железистых руд, а охристо-глинистая порода (5) — к типу промежуточных между ними магнезиально-железистых руд. Средний химический состав руд (в %):

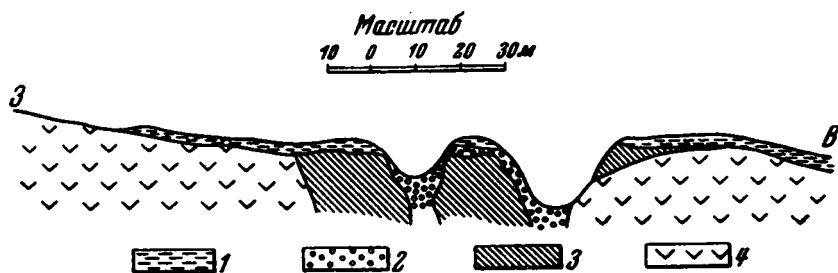
	Fe	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
Железистые руды	около 34	7—8	42	0.007	1.86
Магнезиально-железистые руды . .	16	17	39	0.030	0.67
Магнезиальные руды	11	24	40	0.016	0.45

Таким образом, руды Ново-Аккермановского месторождения правильнее было бы относить к типам кремнисто-железистых, кремнисто-магнезиально-железистых и кремнисто-магнезиальных никелевых руд. Среди охристо-кремнистых руд встречаются участки, более бедные кремнеземом и более богатые железом, которые относятся к комплексным железо-никелевым рудам, т. е. содержащим кондиционное количество железа и никеля. Количество кобальта во всех типах руд Ново-Аккермановского месторождения невелико. Никель в месторождении

связан с присутствием гарниерита, ревдинскита и никелевого керолита и сепиолита, частью адсорбирован хлоритами, серпентином, гидроокислами железа.

Рудные тела в этом типе месторождений приобретают форму плитообразных и клинообразных тел, круто уходящих вглубь на разную глубину. В рудном теле часто наблюдаются остроугольные обломки кварца, кварцевых жил и различных боковых пород, оставшихся незамещенными полностью. Рудным минералом в верхней части зоны цементации является главным образом гётит (гидрогётит). Месторождения среди серпентинитов содержат примеси никеля и кобальта. Нерудные минералы представлены охристыми глинами.

К числу месторождений этого типа относятся также изученные А. Л. Яницким Смородинский рудник № 3 к северу от Северского за-



Ф и г. 8. Смородинское 1 месторождение. По А. Л. Яницкому.
1 — суглинки; 2 — бурый железняк; 3 — тальковые и талько-хлоритовые сланцы; 4 — серпентинит.

вода, среди талько-карбонатных серпентинитов, Красногорский рудник близ Северского завода среди порфириров, Сосновский рудник южнее Сысерти среди талько-карбонатных серпентинитов.

Ниже уровня грунтовых вод в бескислородной зоне рудный минерал представлен сидеритом, который образует разной величины линзовидные выделения, желваки и прожилки в брекчированных и трещиноватых зонах или замещает и включает обломки пород.

В зоне окисления сидерит превращен в жеоды и пористые массы гидрогётита. Сидерит часто встречается в месторождениях Уфалейского района — Уральской и Ольховской групп, которые тянутся цепочками среди полосы серпентинитов, их дериватов (талько-карбонатных, хлоритовых пород), зеленокаменных пород и мраморов и приурочены к полосам брекчированных и трещиноватых пород (Миропольский, 1931).

б) Месторождения вдоль плоскостей надвигов

К этому классу автор относит Шелеинское близ Уфалея и южную часть Осиновского месторождения близ Северского завода.

В обоих случаях мы имеем надвиг серпентинитов на известняки и зеленокаменные породы. Надвинутая часть серпентинитов представляет собой зону выветривания, а зоной цементации является зона брекчий вдоль надвига и частью породы, перекрытые надвигом серпентинитов.

Шелеинское месторождение находится в 7 км к юго-востоку от г. Уфалея на 420—428 м абс. высоты. Геологическое строение района месторождения, по данным И. И. Савельева, таково. Подстилающими породами являются зеленые сланцы, известняки и сланцеватые продукты изменения ультраосновных пород (хлоритовые, актинолитовые и талько-актинолитовые сланцы). По почти горизонтальной плоскости на них надвинуты ультраосновные породы, представленные частью неизме-

ненными, частью дезинтегрированными серпентинитами и слабо нон-тронитизированными оталькованными, карбонатизированными и окремненными серпентинитами. При движении породы были раздроблены на блоки разной величины. Мощность надвинутых пород колеблется от 15 до 45 м. Между подстилающими и надвинутыми породами лежит пласт брекчированных и перетертых обломков разных пород, колеблющейся мощности от 2—3 м в западной и до 45 м в восточной части; раздвиг в восточной части сложен из глыб известняка и алевроитового материала. Часть известняковой брекчии и подстилающих известняков подвергалась растворению и в этих местах возникли карстовые углубления и пустоты, в большей или меньшей степени заполненные обломками окружающих пород из надвига. Так возник «слепой карст». Выходы коренных пород под надвигом покрыты корой выветривания. На размытой поверхности надвинутых пород, заполняя углубление, лежат красные и песчаные глины, относимые к третичным отложениям.

Уровень грунтовых вод находится глубоко, глубже 30 м от поверхности и ниже брекчий трения под надвигом. Вся толща надвинутых пород находится в зоне выветривания и подверглась в большей или меньшей степени выветриванию; они дезинтегрированы, выщелочены, окремнены, обохрены. Рудное тело представлено основной или нижней залежью и верхними мелкими залежами.

Основное рудное тело залегает в брекчии трения надвига. В восточной части в состав рудного тела входят продукты дробления и перетирания, в средней части — верхняя часть коры выветривания подстилающих пород и нижняя часть дезинтегрированных серпентинитов в надвиге; в западной части рудное тело составляют нижние горизонты обохренных оталькованных серпентинитов и частью брекчий трения. Главная часть рудного тела занимает наиболее пониженные части брекчий трения надвига, где продукты перетирания имеют наибольшую мощность. Содержание никеля высоко как в коре выветривания зеленых сланцев, так и в алевроитах между крупными обломками известняков. Это свидетельствует, что концентрация никеля произошла в зоне цементации коры выветривания надвинутых пород, в брекчиях трения разного состава и в коре выветривания подстилающих пород под надвигом.

Верхние рудные залежи представляют собой небольшие линзовидные тела в дезинтегрированных обохренных оталькованных карбонатизированных и отчасти окремненных серпентинитах в разных местах надвига. Эти породы носят местные названия охры по серпентиниту, охры по тальковому серпентиниту.

Геологическое строение месторождения видно на фиг. 9 и 10.

Отличают следующие типы руд:

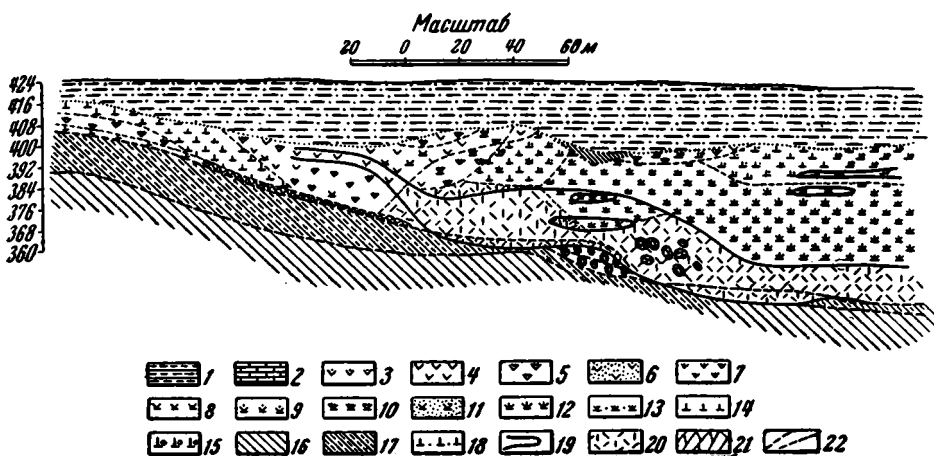
1. Элювий зеленокаменных пород. Образован, по И. И. Савельеву, из гидроокислов железа, глинистых продуктов, гарниерита, эпидота, альбита, кварца. Химический состав: SiO_2 46—58%, Fe_2O_3 7.40—11.15%, MgO 7.40—13.13%, кондиционное количество никеля.

2. Карстовые агломераты (принятое здесь название — карстовые алевроиты), образованные из обломков талька, антигорита, гидросиликата никеля, гидроокислов железа и марганца, галлуазита, кварца. Они являются продуктами механического и химического происхождения. Химический состав: SiO_2 49—54.7%, Fe_2O_3 10—13.2%, Al_2O_3 4.8—6.6%, MgO 19.2—26.3%, кондиционное количество никеля.

3. Охристые руды представляют собой продукт обохривания оталькованных карбонатизированных серпентинитов, частью окремненных. Химический состав: SiO_2 15.5—34.3%, Fe_2O_3 47.3—58%, MgO 1.46—9.50%, кондиционное количество никеля.

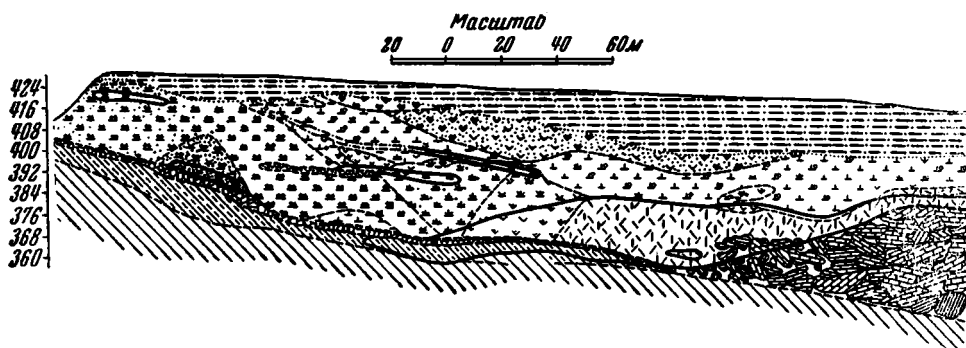
в) Вторичные месторождения выветривания вдоль трещин, пересекающих нонтронитовую зону коры выветривания

Представителем месторождений зоны цементации, возникающих вдоль плоскостей тектонических нарушений, является Анатолийское месторождение Петрокаменского района Свердловской области (Кротов, 1943). Согласно исследованиям Б. П. Кротова, остатки корней нонтро-



Фиг. 9. Геологический разрез Шелеинского месторождения (продольный).
По И. И. Савельеву.

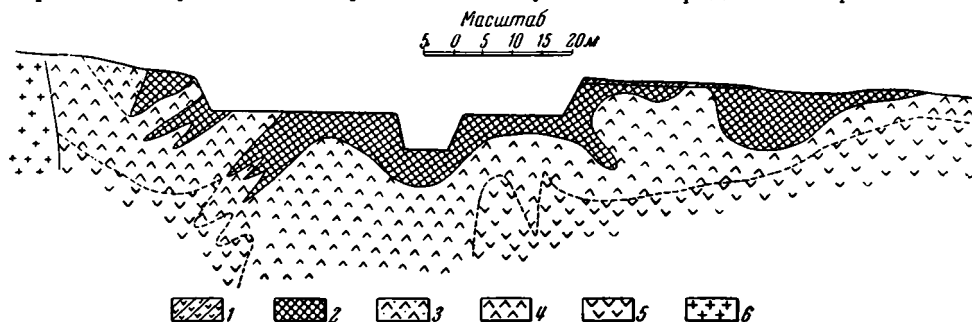
1 — разложившиеся хлоритовые и зеленые сланцы; 2 — мрамор; 3 — дезинтегрированный серпентинит; 4 — серпентинит; 5 — окремнелый и ожелезненный серпентинит; 6 — охра по серпентиниту; 7 — карбонатные серпентиниты; 8 — тальковый серпентинит; 9 — дезинтегрированный тальковый серпентинит; 10 — окремнелый и ожелезненный тальковый серпентинит; 11 — охра по тальковому серпентиниту; 12 — тальково-карбонатный серпентинит; 13 — дезинтегрированный тальково-карбонатный серпентинит; 14 — тальковая и тальково-карбонатная порода; 15 — окремнелая тальково-карбонатная порода; 16 — хлоритовые, тальково-хлоритовые и актинолитовые сланцы; 17 — продукты выветривания хлоритовых и др. сланцев; 18 — дезинтегрированная тальково-карбонатная порода; 19 — контуры рудного тела; 20 — тальково-хлоритовые, серпентинитовые и тальковые пелиты и алевроиты; 21 — брекчии; 22 — направления тектонических нарушений.



Фиг. 10. Геологический разрез Шелеинского месторождения (поперечный).
По И. И. Савельеву.
Условные обозначения те же, что и на фиг. 9.

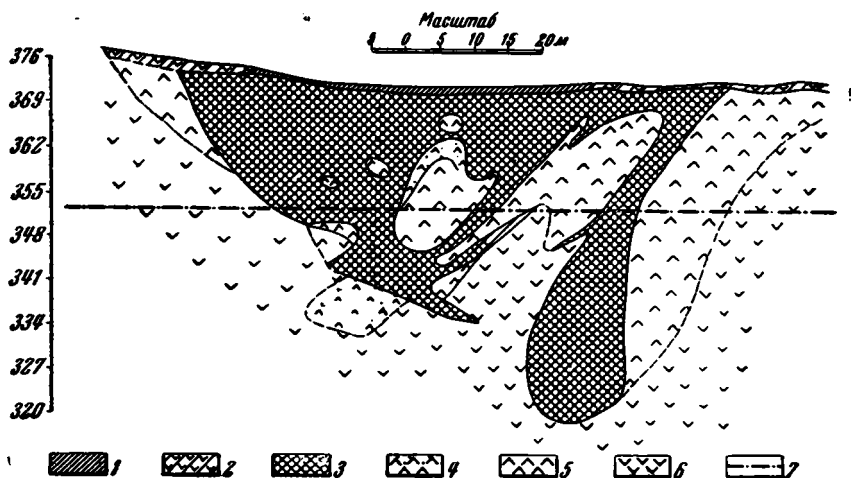
нитовой коры выветривания здесь сохранились на абсолютной высоте 365—375 м в углублениях поверхности среди серпентинитов. Кора выветривания серпентинизированных ультраосновных пород образована из

тех же пород, но строение коры иное, чем в месторождениях кимперсайского типа. На Анатольском месторождении кора выветривания в нижней своей части имеет одинаковое строение с кимперсайскими месторождениями. Здесь следуют (снизу вверх): 1) неизмененные серпентинизированные перидотит и дунит; 2) выщелоченные серпентинизированные перидотит и дунит; 3) слабо нонтронитизированные выщелоченные серпентинизированные перидотит и дунит и изредка нонтронитовая



Фиг. 11. Геологический разрез Анатольского железо-никелевого месторождения по линии 5. Составлен ГРП Уралчерметразведки.

1 — делювий серпентинита; 2 — руды охристые и охристо-глинистые; 3 — нонтронитизированный серпентинит; 4 — серпентинит трещиноватый, выщелоченный; 5 — серпентинит трещиноватый, плотный; 6 — микродиабаз.



Фиг. 12. Геологический разрез Анатольского железо-никелевого месторождения по линии 11. Составлен ГРП Уралчерметразведки.

1 — суглинок желто-бурый; 2 — делювий серпентинита; 3 — руды охристые и охристо-глинистые; 4 — дезинтегрированный серпентинит; 5 — трещиноватый выщелоченный серпентинит; 6 — трещиноватый плотный серпентинит; 7 — уровень грунтовых вод.

порода. Последние породы в дезинтегрированном состоянии выходят на поверхность непосредственно, будучи прикрыты только делювием и почвенным слоем. Местами на них лежит маломощный чехол из обохренного нонтронитизированного серпентинита. Обе последние зоны рассечены двумя системами жилообразных тел охристо-кремнистых руд, проходящих с простираем СЗ 330—350° и СВ 5—10°, с крутым падением (60—80°) на запад или на восток, и третьей системой, проходящей криволинейно с падением на восток под углом

15—30°. Обохренные участки в одних случаях отделяются от слабо нонтронитизированных и выщелоченных серпентинизированных перидотитов ровными поверхностями, в других же случаях очень неровно разбитами. Этими живообразными массами охристо-кремнистых руд слабо нонтронитизированная и выщелоченная зоны оказались разбитыми на блоки разной величины. Охристо-кремнистая масса на глубине образует местами большие участки горизонтально залегающих пластообразных залежей, на которых расположены отдельные блоки и крупные участки слабо нонтронитизированных дезинтегрированных серпентинизированных перидотитов или дунитов. Охристо-кремнистые руды представляют собой более или менее обохренные слабо нонтронитизированные серпентиниты. Возникновение охристо-кремнистых участков явно связано с трещиноватостью в серпентинизированных перидотитах и дунитах. Глубина распространения обохривания достигает 52 м (скв. 6 и 34). Выщелоченные серпентиниты встречаются еще глубже. Уровень грунтовых вод в настоящее время колеблется между 353—364 м абс. высоты. Таким образом, обохривание и выщелачивание распространяются на глубину до 40 м (313 и 320 м абс. выс.) ниже современного уровня грунтовых вод.

Анатолийское месторождение разрабатывается как месторождение комплексных железо- и никельсодержащих руд. Рудным телом является вся масса коры выветривания, образованная из выщелоченной, нонтронитизированной и обохренной зон. Таким образом, рудное тело имеет форму пластообразной залежи. В случае же выработки одних охристо-кремнистых руд с повышенным содержанием никеля месторождение будет относиться к типу месторождений зоны цементации коры выветривания в тектонически нарушенных породах.

Строение Анатолийского месторождения определенно указывает, что процесс обохривания нонтронитизированных серпентинизированных перидотитов и дунитов происходил позднее нонтронитизации их. Химический состав показывает, что обохривание только еще началось, но не закончилось.

Обохренные слабо нонтронитизированные серпентиниты и нонтрониты сохраняют строение первоначальных пород: это плотные, слегка жирные и вязкие глинистого характера породы, в массе которых рассеяны грязнозеленого и зеленовато-бурого цвета пятна, представляющие собой остатки не вполне обохренных минералов зерна магнетита и хромшпинелидов, рассеянные без всякой закономерности. В обохренных нонтронитовых породах часто наблюдаются трещины разломов с зеркалами скольжения, трещины, выполненные бурым и шоколадного цвета галлузитом, линзы и прожилки кварца, часто двустороннего симметрического строения. По своему химическому составу обохренные нонтронитизированные породы отличаются от типичных охр присутствием значительного количества кремнезема, — обычно от 15 до 25%.

По строению обохренные нонтронитизированные породы и охры хорошо отличимы от «охр по серпентиниту».

Химический состав охристо-кремнистых руд Анатолийского месторождения сильно колеблется: SiO_2 23.60—42.62%, Al_2O_3 2.53—9.90%, Fe_2O_3 37.25—55.88%, FeO 0.05—0.06%, TiO_2 0.00—0.12%, MnO 0.87—2.49%, Cr_2O_3 1.00—2.64%, CaO 0.18—0.21%, MgO 0.42—4.32%, кондиционное количество никеля и кобальта, потеря при прок. 8.11—11.53%. Слабо нонтронитизированные дезинтегрированные серпентиниты содержат: SiO_2 31—40.4%, Fe 9.74—10.6%, MgO 19.47—23.3%, кондиционное содержание никеля и кобальта. Выщелоченные серпентиниты: SiO_2 — 36.59%, MgO — 14.95%, Al_2O_3 — 4.0%, Cr — 0.36%, Mn — 0.48%, Fe — 11.43%, Ni — кондиционное количество.

2. Месторождения зоны цементации делювиально-пролювиальных аггломератов, заполняющих эрозионные и карстовые углубления в известняках и серпентинитах

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах

а) Месторождения в известняках карбона (алапаевского типа)

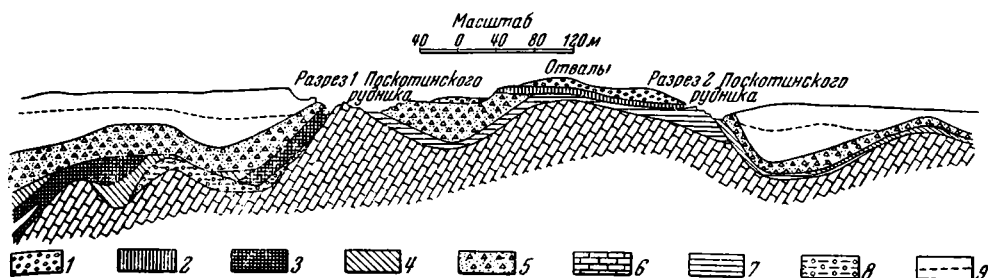
Как указывалось выше (стр. 37—38), эрозионные и карстовые депрессии на поверхности известняков нижнего и среднего карбона, деона и силура восточного склона Урала, возникшие в начальные стадии его выветривания и в эпоху тектонического покоя приблизительно в триасе, заполнялись делювиально-пролювиальными аггломератами в течение двух эпох опускания страны в пермо-триасе и в начале юры. Наиболее крупные и глубокие карстовые депрессии и области развития карста находятся в удалении от центрального хребта на нижнекаменноугольных известняках и частью на среднекаменноугольных конгломератах (Нейман-Пермякова, 1931). На них и возникли месторождения алапаевского типа. При заполнении депрессивных участков глинами, песками и аггломератами в них временами возникали озера, в которых из стекавших растворов иногда происходило осаждение сидеритовых руд (в Алапаевском и Синаро-Каменском районах). Участки глин, алевроитов и крупнообломочных материалов (белики) с выделением сидеритов среди делювиально-пролювиальных отложений имели то небольшие, то более крупные размеры. Богатые сидеритами участки вместе с тем часто обогащены остатками обугленных растений и скоплениями пирита. Они встречаются в массе делювиально-пролювиальных отложений на разной абсолютной высоте; часть скоплений сидерита осталась в неизменном состоянии, большая же часть в более позднее время при колебаниях базиса эрозии была окислена и в настоящее время представлена в виде гнезд бурого железняка среди аггломератов (беликов). Известняки нижнего и частью среднего карбона под делювиально-пролювиальными отложениями покрыты коркой большей или меньшей мощности из песчано-глинистых остаточных продуктов от выщелачивания карбонатных пород или так называемыми «глинами лежачего бока» (Кротов и др., 1936, фиг. 10).

Рудное тело в месторождениях алапаевского типа расположено главным образом в основании делювиально-пролювиальных глин, песков и аггломератов (беликов) вдоль контакта с подстилающими известняками и глинами лежачего бока и реже отделяется от последних прослойком слабо или почти не оруденелых аггломератов. Рудное тело в верхних горизонтах содержит обломки пород и минералов, входящих в состав делювиальных аггломератов и путем обогащения обломками постепенно переходит в делювиальные аггломераты. Иногда в рудном теле встречаются участки или прослойки аггломератов, неизмененных или слабо оруденелых. Таким образом, рудное тело не связано с тектоническими нарушениями в породах: оно имеет пластообразную форму и представляет собой зону оруденения в нижних горизонтах аггломератов. Это основное рудное тело Алапаевских месторождений вдоль контакта с известняками залегает на разной абсолютной высоте от +110—120 м до —120 м абс. высоты (ниже уровня моря).

В местах выхода известняков на поверхность оно также обнажается вдоль границы известняков. Вместе с погружением поверхности известняков и рудное тело, следуя за ними вдоль их поверхности, опускается постепенно на глубину до 250 м. Мощность рудного тела на глубине увеличивается.

На неравномерно размытой поверхности делювиально-пролювиальных агглюмератов и глин беликовой толщи нижней юры в Алапаевском районе залегает толща континентальных песчаноглинистых отложений более молодого возраста, близких по своему составу к нижнеюрским делювиальным агглюмератам, но отличающихся окатанностью и слоистостью. Это так называемая толща «бирюзовых галечников».

Эти отложения в разных местах имеют различный характер. Так, в руднике Тягун, Зырянского района и севернее между рудниками Тягун и Старики, на неравномерно размытой поверхности делювиальных агглюмератов, покрытых бирюзовыми галечниками, на различном уровне



Фиг. 13 Разрез по линии 23—24 через Поскотинские рудники № 1 и № 2 Алапаевского района. По данным Алапаевской ГРП, Составлен Б. П. Кротовым
1 — отвалы; 2 — суглинки; 3 — руда богатая; 4 — руда бедная; 5 — белик; 6 — известняк; 7 — уровень грунтовых вод; 8 — глин лежачего бока; 9 — зеленый конгломерат Белое — верхний мел.

залегает пачка песков и алевроитов, заключающих прослойки бобовых железистых бокситов, богатых песком. Повидимому, их нужно относить к верхнему мелу (стр. 11, 35). Только по аналогии с бокситами района Каменска мы относили их к нижнему мелу. В Синячихинском районе на неравномерно размытой поверхности делювиальных агглюмератов (беликов) лежит толща бирюзовых галечников малой мощности, а на ней пачка многократно переслаивающихся темносерых глин и песков, заключающих хорошо сохранившиеся остатки флоры в Чехомовском руднике, которые, согласно определению А. Н. Криштофовича, относятся «к сенomanу или несколько древнее, например, к альбу». В Зырянском районе на руднике Шайтан, в Алапаевском районе на Поскотинском руднике и на Средних Ямах неравномерно размытые делювиальные агглюмераты покрыты пачкой хорошо окатанных галечников с глинистым цементом бирюзового цвета с желваками окисленного сидерита в основании и желтоватых глин, не содержащих остатков флоры. На Поскотинском руднике в одном месте на них лежит линзовидной формы пачка песчаных и чистых каолиновых глин. Их относят обычно к верхнемеловым отложениям.

Описанные условия залегания привели автора к выводу (Кротов и др., 1936), что рудное тело месторождений алапаевского типа образовалось во время нижнемелового периода колебательных движений, т. е. в течение континентального периода за промежуток времени от начала размывания и до заполнения промытых углублений в беликовой толще между так называемыми «бирюзовыми галечниками». Этот период имел место после образования беликовой толщи или, иначе говоря, после заполнения в юрское время карстовых углублений в известняках карбона, т. е. приблизительно в конце юры — начале мела. Возникновение месторождений алапаевского типа, по мнению автора,

нужно связывать с эпохой поднятия страны и с понижением базиса эрозии, когда начался размыв беликовой толщи. В это время процессы выветривания пород, выступающих в Алапаевском районе (магматических и метаморфических пород, к западу и к востоку от площади развития месторождений, и пород беликовой толщи с включениями сидерита и пирита), дали начало железистым растворам, которые впитывались в рыхлые делювиально-пролювиальные аггломераты (беликовую толщу) и, доходя до известняков, спускались по их поверхности вглубь, в глубокие части карстовых углублений, повидимому вновь оживавших, выделяя железорудные минералы вдоль поверхности известняков в пласте грунтовой воды, имевшей слабый сток в глубокие части карстовых депрессий. Сами белики при этом подвергались выветриванию: кремни и даже кварц при кислом гумусовом выветривании выщелачивались и превращались в рыхлые мучнистые массы (маршаллит), органические остатки окислялись и исчезали, порода обесцвечивалась, превращаясь в белик. Железистые соединения на разной глубине получили различный состав: в глубоких горизонтах аггломератной толщи рудными минералами являются сидерит и алюмо-железистые хлориты, в самых верхних горизонтах — гидроокислы железа, в промежутке минеральный состав имеет смешанный характер. Таким образом, рудное тело представляет собой зону цементации коры выветривания делювия в депрессиях эрозионного и карстового происхождения.

В результате при своем образовании рудное тело приобрело ярко выраженное зональное строение. В нижних горизонтах, т. е. в более глубоких частях депрессий, оно образовано из соединений железа, свойственных среде почти нейтральной, лишенной кислорода и богатой CO_2 , т. е. из сидерита, алюмо-железистого хлорита, а в самых верхних горизонтах — из соединений железа, образующихся в кислой и богатой кислородом среде (гидрогетит, гидрогематит). Уровень грунтовых вод в настоящее время находится приблизительно на 120 м абс. высоты — на высоте залегания сеноманских отложений, спускаясь местами ниже в толщу аггломератов нижней юры. Во время образования рудной толщи уровень грунтовых вод находился значительно глубже¹ и несколько раз передвигался вверх и вниз в связи с эпейрогеническими колебательными движениями Урала. Поэтому минеральный состав рудного тела на средней глубине переходил из среды щелочной в кислую, из бескислородной в кислородную неоднократно, что и обуславливало преобразование состава рудного тела. В настоящее время несколько ниже уровня грунтовых вод в составе рудного тела имеются наряду с окислами также минералы, образующиеся в бескислородной среде — сидерит и некоторые виды алюмо-железистых хлоритов.²

¹ По более новым данным М. П. Анцышкина, обработавшего старые разведочные материалы Алапаевского рудоуправления, наибольшая глубина залегания беликов западнее Поскитинских рудников достигала абс. высоты 12 м ниже уровня моря. На составленных М. П. Анцышкиным меридиональных и широтных разрезах наиболее глубокие места залегания верхнемеловых «бирюзовых галечников» на закарстованной поверхности беликов находятся на линии 8 в скв. 3963 на абс. высоте — 10 м; на линии 10 в скважине 4307 на глубине 155 м от поверхности или на абс. высоте — 5 м и т. д. Глубокое залегание верхнего мела можно видеть на разрезах через Поскитинский рудник в нашей работе (Кротов и др., 1936) на фиг. 16, 17 и 20. На этих разрезах «бирюзовые галечники» верхнего мела остались незаштрихованными и отсутствуют в легенде. Отсюда видно, как глубоко находился уровень грунтовых вод во время образования месторождений алапаевского типа и что обусловило столь глубокую инфильтрацию железистых растворов в белики и местами столь глубокое залегание рудных залежей в Алапаевском районе.

² Другие взгляды на генезис месторождений алапаевского типа, высказанные лицами, изучавшими эти месторождения, сведены в работе Б. П. Кротова «Алапаевское железорудное месторождение» (Минералогия Урала, т. I).

В зависимости от своего положения относительно современного уровня грунтовых вод рудное тело Алапаевских месторождений имеет различный характер: отличаются рудное тело выше и ниже уровня грунтовых вод. Выше уровня грунтовых вод строение рудного тела обнаруживает три типа: 1) охристая глина или глинистая охра с выделениями бурого железняка, 2) железистый аггломерат с выделениями бурого железняка и 3) сплошной бурый железняк. Ниже уровня грунтовых вод рудное тело представляет собой: 1) лигнитовую глину с выделениями сидерита, 2) кварцево-кремневый аггломерат с выделениями сидерита и 3) алюмо-железисто-хлоритовая порода (местное название «зеленая глина») с выделениями сидерита и бурого железняка.

Такое строение рудного тела обусловило промышленную классификацию руд в Алапаевске, которая отвечает минералогическому составу рудного концентрата после обогащения в забое грохочением.

Выделяют следующие промышленные типы руд:

1) крепкие чистые бурые железняки или плотные руды, 2) охристые бурые железняки (охристые руды), 3) глинистые бурые железняки (руды в глине), 4) кремнистые бурые железняки (кремнистые руды). К этим четырем типам руд нужно еще прибавить 5) шпатоватые бурые железняки и 6) сидериты. По количеству железа первые два типа руд близки друг к другу и содержат 42—48% Fe при 12—20% SiO_2 . Глинистые руды имеют меньшее содержание железа — около 34,5% в среднем, ввиду невозможности освободиться от примеси охристой глины или алюмо-железистых хлоритов путем грохочения. Кремнистые руды содержат в среднем только около 25% Fe. Содержание фосфора в рудах Алапаевска колеблется преимущественно в пределах 0,025—0,1%. В этих рудах постоянно присутствует небольшое количество хрома и никеля, в рудах Полетаевских месторождений их количество, повидимому, выше.

Кроме типичных месторождений алапаевского типа, на восточном склоне Урала встречается ряд месторождений аналогичного характера, которые отличаются от типичных. Они или залегают в карстовых углублениях в девонских или силурийских известняках, или образуют залежи в основании делювиальных аггломератов, песков, галечников и пелитов, по своему строению заметно отличающихся от типичных беликов Алапаевских месторождений, или представляя собой мелкие залежи в карстовых и эрозионных углублениях небольших размеров.

На этом основании, как отмечалось выше при описании месторождений алапаевского типа, нами в 1936 г. был оставлен без рассмотрения ряд мелких месторождений аналогичного характера в западной части Алапаевского горного округа, как, например, у д. Верхней Алапахы в известняках верхнего силура, ряд мелких месторождений в окрестностях Нейвошайтанского завода и др.

По этой же причине к месторождениям алапаевского типа обычно не относили месторождения бурых железняков и сидеритов Лангуро-Самского района, залегающих в углублениях на карстированной поверхности среднедевонских известняков. Сверх того кластические породы, в основании которых залегают бурые железняки и сидериты (Рожков, 1939), образуют пачку переслаивающихся окатанных галечников и слоистых озерных глин с желваками сидерита. Несомненно, генетически это один класс месторождений.

б) Месторождение в известняках силура и девона на контакте с серпентинитами (карстовый тип)

Эрозионные углубления на контакте с серпентинитами возникали под влиянием размывания потоками или как следствие карста. В первом

случае углубления образовались не только на поверхности известняков, но и серпентинитов и других пород и имеют форму корытообразных углублений, вытянутых в общем вдоль полосы известняков. Во втором случае они возникали вдоль полосы известняков в виде отдельных карманов или воронок или целой системы их, соединяющихся друг с другом. При понижении страны в течение юры те и другие заполнялись в основном обломками окружающих пород, частью их коры выветривания и частью обломками пород, принесенных из более удаленных районов. Окружающие породы обычно представлены серпентинитами и продуктами их метаморфизма, зеленокаменными породами и их туфами, осадочными породами карбона, девона и силура, покрытыми корой выветривания. Обломочные породы, заполняющие эти углубления, могут быть названы делювиальными аггломератами, песками и глинами. Они образованы из разной величины обломков пород палеозоя и коры выветривания их, лишенных сортировки по крупности или слабо отсортированных, остроугольных или слабо окатанных. По своему характеру они сходны с делювиально-пролювиальными отложениями Алапаевского района, получившими местное название «белики».

Аггломераты часто бывают окрашены гидроокислами железа в разные оттенки желтого или бурого цветов или замещены ими полностью. В массе их на разных уровнях от поверхности встречаются скопления бурых железняков, из которых одни представляют собой стяжения гидрогетита, тогда как другие — более или менее оруденелые обломки окремненных известняков или серпентинитов. Изредка вместо бурого железняка в нижней части образуются желваки сидерита. Присутствие выделений бурого железняка повышает содержание в породе железа до промышленного. Количество выделений бурого железняка очень сильно колеблется: от 5 до 50% в массе породы. Железо, никель, кобальт и марганец встречаются во всей массе делювиальных аггломератов марганцевистые прослои и гнезда достигают 0.25 м мощности и имеет зональное распределение, на что указывали еще во время своих разведок сотрудники ВИМС Б. М. Федоров и отчасти Д. Г. Ульянов (Ульянов, Осадчук и др., 1940).

В верхней части месторождения в аггломератах накапливаются обычно желваки бурого железняка, выход которых из рудной массы достигает здесь иногда 50%. Размеры их изменяются от 0.2 до 1 м и даже до 2—3 м в диаметре. С глубиной содержание железа и выход желваков бурого железняка уменьшается.

Кобальт концентрируется главным образом в верхней части месторождения и встречается как в желваках бурого железняка, так и во вмещающих глинах или аггломератах. Однако содержание кобальта в бурых железняках всегда выше, чем в глинах или аггломератах. С глубиной содержание кобальта уменьшается в 3—4 раза. Марганец образует накопления в двух местах: в самых нижних частях месторождения в непосредственной близости от известняков и в верхних частях месторождений, обогащенных железом. В верхней части аггломератов марганцевистые прослои и гнезда достигают 0.25 м мощности. Часто они содержат повышенное количество кобальта. Марганцевые корки на известняках обычно бедны кобальтом.

Никель встречается только в карстовых месторождениях, образовавшихся на контакте с серпентинизированными и ультраосновными породами. Никель распределяется в месторождениях противоположно железу. Он концентрируется в массе делювиальных аггломератов, преимущественно в их глинистых разностях. В желваках бурого железняка содержание никеля значительно понижено по сравнению с глинистыми

породами, оно возрастает сверху вниз по мере приближения к выходам серпентинитов, достигая кондиционного (Федоров, 1940), причем в бурых железняках никеля меньше, чем во вмещающих породах.

Рудное тело в широких эрозионных котловинах, как, например, в Осиновском руднике близ Северского завода, имеет форму пластообразной залежи, а в более мелких карманообразных и воронкообразных карстовых углублениях — форму отдельных неправильных или вытянутых залежей или целой системы их в нижней части углублений, заполненных аггломератами. Они тянутся на километры и отдельные части иногда считаются особыми месторождениями. Месторождения в западной части восточного склона Среднего Урала расположены на абс. высоте 360—390 м (Кротов и Яницкий, 1943) и обычно бывают покрыты только современными речными отложениями и делювиальными суглинками, или реже песчано-глинистыми отложениями мезо-кайнозоя разного характера. Примером таких месторождений могут служить месторождения в районе Северского и Полевского заводов и пр., изучавшиеся Б. П. Кротовым и А. Л. Яницким в 1940—1941 гг. Делювиальные аггломераты и связанные с ними железо-никелевые месторождения подобного типа на Среднем Урале очень многочисленны. Как указывалось выше, время образования этих отложений по сходству в литологическом характере с беликами Алапаевска может быть отнесено по аналогии с ними к нижней юре. Образование самих месторождений зоны цементации пролювиально-делювиальных отложений (беликов) нужно отнести к концу юры и к началу нижнего мела, когда при понижении базиса эрозии поверхностные воды спускались в глубь аггломератов. Возникновение этих месторождений возобновлялось несколько раз позднее при более низком уровне грунтовых вод, когда поверхностные воды впитывались в аггломераты и в застойных водах вновь создавались условия для выделения тех же веществ (меловой, третичный и четвертичный периоды).

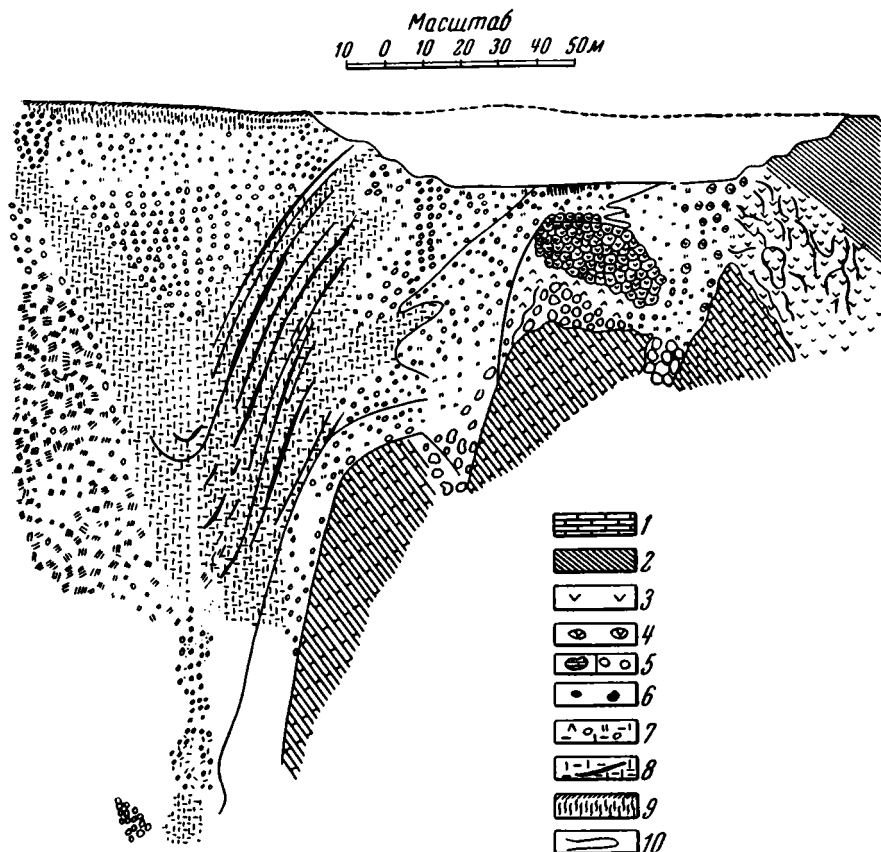
Б. Месторождения, приуроченные к тектоническим нарушениям в породах

а) Месторождения в грабенах на контакте с серпентинитами

Типичным примером этих месторождений является Ново-Черемшанское, находящееся в 12—14 км к северо-северо-востоку от Уфалея в северо-восточной части серпентинитового массива на абс. высоте около 420 м.

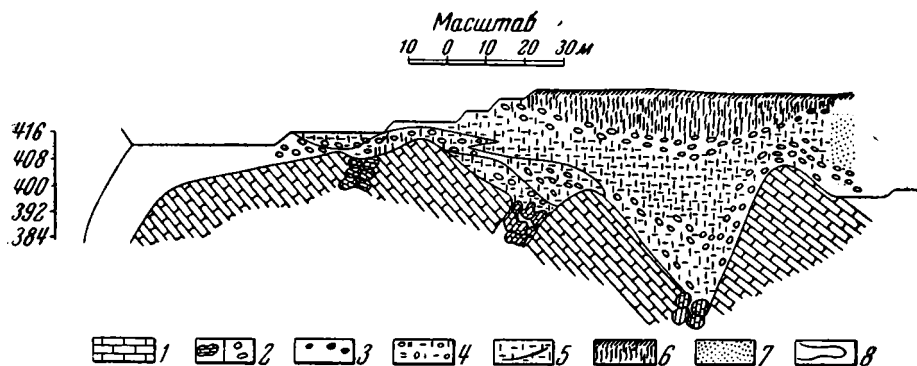
В районе месторождения, по данным Д. Д. Пономарева, в массе серпентинитов находится ксенолит известняков и углисто-кремнистых сланцев, представляющих собой часть синклинальной складки этих пород, включенных в массу серпентинитов. Серпентинитовый массив ~~пересечен~~ линией сброса в ССЗ направлении, который пересекает и район Ново-Черемшанского месторождения, причем здесь сброс превращается в ступенчатый, а в западной части возникает грабен глубиной до 250 м, который имеет на юге форму узкой щели, расширяющейся к северу.

Известняки и углисто-кремнистые сланцы с пластовой интрузией серпентинита (фиг. 14) развиты рядом ступенчатых сбросов и опущены на различную глубину. Западный борт грабена образован из сплошной массы серпентинитов с остатками пласта углисто-кремнистых сланцев, на дне грабена выходят известняки, а в восточной части — известняки с серпентинитовой пластовой интрузией, разломанные на части и опущенные на различную глубину. Серпентиниты в районе месторожде-



Фиг. 14. Геологический разрез Ново-Черемшанского месторождения по линии XXVI.
Составлен Д. Д. Пономаревым.

1 — известняки; 2 — углисто-кремнистые сланцы; 3 — серпентинит; 4 — обломки серпентинитов; 5 — обломки известняков (левая), стяжения кремней и обломки окремнелых пород (правая); 6 — стяжения бурых железняков; 7 — делювиальные отложения со щебнем; 8 — озерные отложения (прослойки лигнита); 9 — почва и четвертичные отложения; 10 — контуры рудного тела.



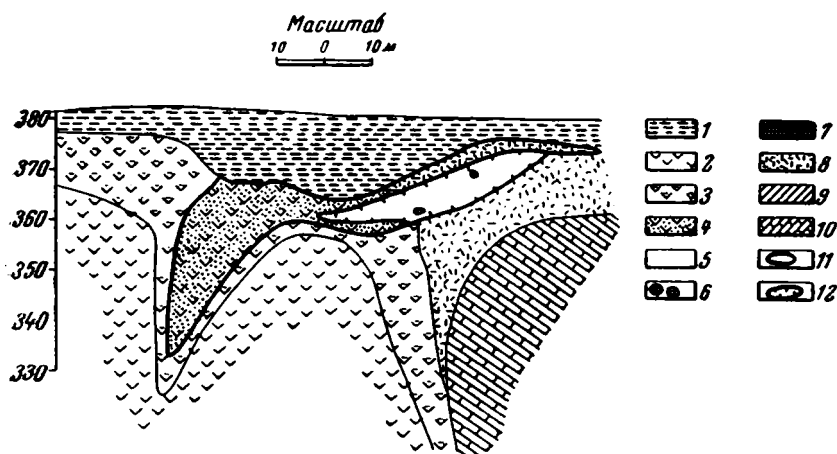
Фиг. 15. Геологический разрез Ново-Черемшанского месторождения по линии XXIII.
Составлен Д. Д. Пономаревым.

1 — известняки; 2 — обломки известняков (слева), стяжения кремней и обломки окремнелых пород (справа); 3 — стяжения бурых железняков; 4 — делювиальные отложения со щебнем; 5 — озерные отложения (прослойки лигнита); 6 — почва и четвертичные отложения; 7 — пески; 8 — контуры рудного тела.

ния покрыты корой выветривания, а грабен и вся опущенная часть тектонически нарушенной области выполнена делювиальными отложениями различного характера, к которым прибавляются вдоль линии сбросов обломки брекчированных известняков и серпентинитов. Делювиальные отложения отличаются несколько различным характером: в нижней части они имеют характер аггломератов из обломков свежих и окремненных серпентинитов, известняков, окремненных известняков, метаморфических продуктов изменения серпентинитов (оталькованных, талько-карбонатных и талько-хлоритовых) и продуктов их выветривания. Выше делювиальные отложения имеют более мелкообломочный характер. Еще выше залегают озерные отложения — лигнитовые глины с прослойками песка и с обломками окремненных серпентинитов и мраморов. Лигнитовые глины в нижних горизонтах отложений грабена имеют более крутой наклон, чем в верхней части, что указывает на продолжавшееся опускание грабена, во время его заполнения, достигшее около 175 м. Определение растительных остатков в лигнитовой глине произведено А. Н. Криштофовичем, который отнес их к сеноману. Отсюда разведовавший это месторождение горн. инж. Д. Д. Пономарев пришел к выводу о возникновении сбросов и грабена предположительно в начале мезозоя, о юрском возрасте делювия в более глубоких частях грабена, о третичном возрасте покрывающих лигнитовые глины верхних горизонтов делювиально-пролювиальных отложений в грабене. В самом основании делювия залегает алевритовый пласт.

В массе делювиально-пролювиальных аггломератов в Ново-Черемшанском грабене имеются химические выделения кремнезема в виде желваков халцедона и кремня, гидроокислов железа в виде землистой или порошковатой массы или в виде желваков сплошного гидрогетита, никеля в виде гидросиликатов, образующих прожилки и выделения близ выходов известняков, окислов марганца, пропитывающих рыхлые наносы, образующих прожилки пиролюзита и вада вблизи выходов известняков и содержащих некоторое количество кобальта.

Желваки гидрогетита распределены в массе делювиально-пролювиальных аггломератов неравномерно: они образуют три горизонта,



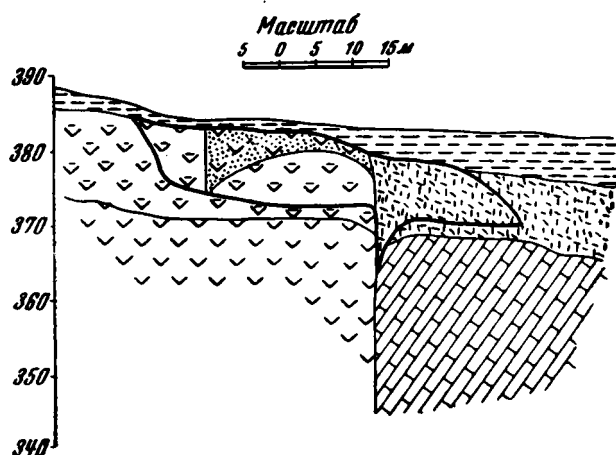
Фиг. 16. Ново-Ивановское месторождение. Разрез по линии 4. По материалам Уралцветметразведки.

1 — глины; 2 — серпентинит; 3 — разложившийся серпентинит; 4 — охра по серпентиниту; 5 — охристые глины с выделениями бурого железняка; 7 — плотный бурый железняк; 8 — карстовый делювий; 9 — зеленый сланец; 10 — мрамор; 11 — участки с кондиционным содержанием никеля; 12 — участки с промышленным содержанием никеля. (Условные обозначения общие для фиг. 16--19.)

особенно густо насыщенных выделениями гидрогётита и сильно окрашенных в охряно-бурый цвет и отделенных друг от друга горизонтами с бедным содержанием желваков.

Месторождение первоначально относилось к железорудным, в настоящее время считается никелевым. К рудному телу относят ту часть делювиально-пролювиальных аггломератов, которая содержит кондиционное количество никеля. Форма рудного тела поэтому зависит от кондиций. На разрезах (фиг. 14 и 15) показано положение рудного тела, оконтуренного, как только что указано.

Д. Д. Пономарев дает следующую классификацию руд применительно к технологическим требованиям при переработке их, основанную на доминирующем количестве трех главных компонентов — железа, окиси магния и кремнезема.



Фиг. 17. Ново-Ивановское месторождение. Разрез по линии 16а.
Материалы Уралцветметразведки.
Условные обозначения те же, что и на фиг. 16.

1. Железистые руды содержат: Fe 19—42%, MgO < 7% (чаще 1—3%), SiO₂ 21—45%. В зависимости от вариаций в содержании кремнезема и гидроокислов железа в этом типе отличают охристые и глинистые разновидности.

2. Магнезиальные руды отличаются повышенным количеством магния (MgO 7—18%) и кремнезема (SiO₂ 40—55%) и малым количеством железа (3—14%). К этому типу относят три разновидности: выщелоченные серпентиниты, тальковатые глины и лигнитовые глины.

3. Кремнистые руды представляют песчано-глинистые и песчаные массы с обломками бурых кремней — окремненных серпентинитов. Содержат SiO₂ до 72%, Fe до 7%, MgO 1.5%.

Между этими тремя главными типами имеются переходы.

б) Месторождения в карстовых углублениях в зонах тектонических брекчий известняков на контакте с серпентинитами

Примером месторождений этого типа служат месторождения Крестовское, Тюленевское и Половинное в Уфалейском районе, расположенные в одной тектонической зоне с Шелейским месторождением.

Они представляют собой цепочку месторождений карстового типа вдоль выхода на поверхность зоны брекчий трения, образовавшихся вдоль плоскости надвига, и переходят в месторождения шелеинского типа (вдоль зон надвигов). Тектоническая брекчия состоит из крупных и мелких глыб известняков, серпентинитов, сланцев и изредка других пород, сцементированных тонкими продуктами перетирания. На полосе тектонической брекчий в тех местах, где она образована главным образом из глыб известняков, образовались карстовые углубления, имеющие различную форму (воронки, траншеи, корыта и т. д.), которые были заполнены делювием окружающих пород. Делювий представлен суглинками с обломками окружающих пород, в большей или меньшей степени выветрелыми. Карстовые углубления достигают 50 м' глубины.

Крестовское и Тюленевское месторождения расположены в области развития серпентинитов и относятся к числу никелекобальтовых месторождений, тогда как Половинный рудник, находящийся среди известняков, является старым железным рудником. Согласно описанию Д. Г. Ульянова (Ульянов, Осадчук и др., 1940) и А. Л. Каца (1943), карстовые углубления выполнены делювиальной тальково-глинистой породой с обломками серпентинита, известняка и других пород, подвергшимися в большей или меньшей степени выветриванию. В северо-западной части Крестовского рудника их прикрывают глины с растительными остатками, относимые по аналогии с Ново-Черемшанским рудником к озерным осадкам мезозоя.

Рудным телом на Крестовском и Тюленевском месторождениях являются делювиальные массы, заполняющие углубления и промежутки между крупными глыбами известняков. В верхней части они содержат значительное количество линз и прожилков окислов марганца; ниже в них наблюдаются железо-марганцевые жеоды. Никель и кобальт распределены в делювии неравномерно: отмечается приуроченность их к определенным типам пород и к известной глубине от поверхности. Д. Г. Ульянов выделяет в месторождении несколько типов руд, отличающихся по своему составу и характеру, а именно:

1. Красно-бурые и желто-бурые железистые рыхлые руды, представляющие собой участки разрушенных, сильно измененных серпентинитов и располагающиеся обычно в верхних горизонтах месторождений; они наиболее богаты кобальтом, бедны никелем и содержат до 60—80 % Fe_2O_3 . Распространены в северо-восточной части Тюленевского рудника.

2. Неоднородные обломочные руды, представляющие различное сочетание глинистых продуктов разрушения и обломков коренных пород.

Повышенное количество кобальта в них наблюдается в случае присутствия обломков разрушенных серпентинитов. Они встречены в верхних горизонтах восточного участка Тюленевского и в северной части Крестовского рудника.

3. Руды, представляющие собой продукты разрушения сланцев, богаты глиноземом и никелем, но бедны кобальтом. Они представлены типично в западной части Тюленевского рудника.

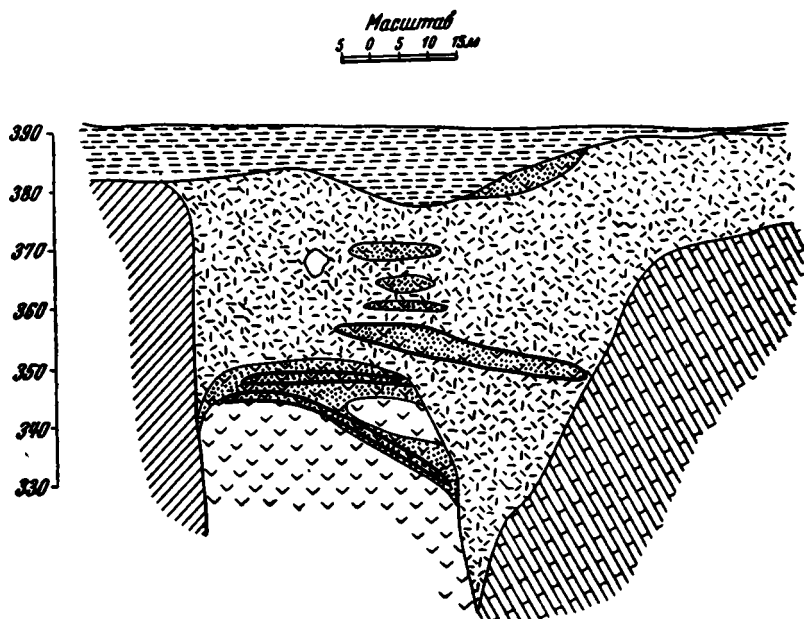
При сопоставлении местонахождения повышенного количества никеля и кобальта определенно выступает связь с глубиной от поверхности, а не с характером породы. В самой нижней части песчано-глинистых делювиальных пород, заполняющих углубления, находятся обогащенные гидросиликатами никеля части породы, являющиеся никелевой рудой. Выше те же делювиальные отложения содержат железисто-марганцевые жеоды и желваки, прожилки и линзы марганцевых минералов. Содержание кобальта находится в прямой зависимости от количества марганца в породе и увеличивается кверху. В этой части породы имеется не-

большое количество никеля в виде рассеянных выделений гидросиликатов его.

В покрывающих глинах различных цветов и оттенков (пестрые глины) с обломками окремненных и ожелезненных известняков и серпентинитов наблюдаются стяжения и жеоды бурого железняка.

3. Месторождения зоны цементации смешанного типа

Наряду с описанными выше двумя основными классами комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд, заполняющих на контакте с серпентинитами эрозионные или тектонические углубления в известняках, на Среднем Урале широкое распространение имеют еще месторождения зоны цементации этих руд смешанного типа. К это-



Ф и г. 18. Ново-Ивановское месторождение. Разрез по линии 3^ю.
Материалы Уралцветметразведки.
Условные обозначения те же, что и на фиг. 16.

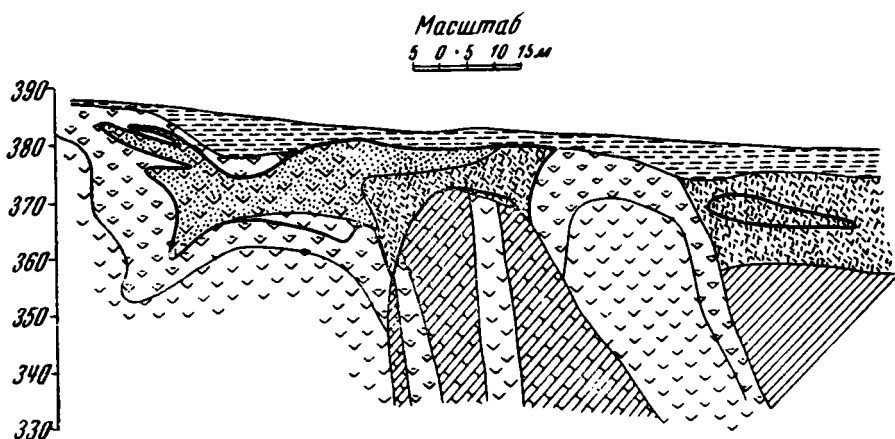
му классу мы относим месторождения, в которых встречаются признаки обоих рассмотренных выше классов: коры выветривания и карстовые. В одной части или в одних частях площади этих месторождений выходят серпентиниты, покрытые корой выветривания с приуроченным к ней месторождением, а в других местах — известняки с карстовыми углублениями, заполненными делювиальными отложениями с находящимися в них железо-никеле-кобальтовыми рудами.

Месторождения смешанного типа возникают при выветривании таких участков, где серпентиниты образуют несколько пластовых интрузий в известняки. На поверхности полос известняков возникают эрозионные, карстовые или тектонические углубления, выполненные делювиальными отложениями с залегающими в них месторождениями, а на перемежающихся с ними полосах карбонатизированных или оталькованных и карбонатизированных серпентинитов в зоне цементации под делювиальными отложениями образуются охра или охристо-глинистая железо-кобальт- и

никельсодержащая руда. Месторождения имеют форму клина или плиты, тянущейся при ширине от 5 до 60 м и при различной глубине распространения на километры в длину.

К месторождениям смешанного типа относятся месторождения Парушинское и Ново-Ивановское, частью Осиновское.

Наиболее подробно в последние годы Ново-Ивановское месторождение изучалось И. А. Пантелеевым (1947). Ниже приводится описание этого месторождения по его данным; на фиг. 16—19 помещены разрезы через месторождение для характеристики участков, где оно представляет собой кору выветривания серпентинитов и зону цементации делювиальных аггломератов, на контакте между известняками и серпентинитами.



Фиг. 19. Ново-Ивановское месторождение. Разрез по линии 18.
Материалы Уралцветметразведки.
Условные обозначения те же, что и на фиг. 16.

Ново-Ивановское месторождение находится несколько восточнее Полевского завода на восточном склоне горы Большой Угор, на абс. высоте 370—382 м.

Геологическое строение месторождения, по данным И. А. Пантелеева, таково: ультраосновные породы горы Большой Угор интродировали в свиту силурийско-девонских осадочно-вулканогенных пород, сложенных известняками и зеленокаменными породами. На плане месторождения эти породы имеют вид полос, тянувшихся в меридиональном направлении, причем серпентиниты в одной части месторождения зажаты среди зеленокаменных пород, а в других местах залегают между зеленокаменными породами и известняками или в виде пластовых интрузий в известняках, несколько раз чередуясь с последними. Свита этих пород круто падает на восток, и на размытой и выветрелой поверхности их на склоне лежит маломощный плащ песчано-глинистых отложений мезо-кайнозойского времени, заполняющий карстовые углубления на поверхности известняков и неровности рельефа серпентинитов.

Серпентиниты и зеленокаменные породы покрыты корой выветривания. Серпентиниты при этом бывают превращены в дресву или в дезинтегрированные серпентиниты с землистым сложением, с сохранением структуры. На отдельных участках они сильно окремнели и замещены гидроокислами железа, глубже дезинтегрированные серпентиниты

переходят в свежие нормальные или оталькованные карбонатизированные.

Песчано-глинистые мезо-кайнозойские породы образованы из песчанистой глины с обломками кремня, кремневого мрамора и серпентинита, метаморфических сланцев, обломков мрамора, кварца и выделений глыб бурого железняка. Количество выделений бурого железняка в песчано-глинистой массе колеблется от 4 до 60%, в среднем 40%.

Рудным телом является кора выветривания в виде дезинтегрированных серпентинитов и глинистых охр, сохраняющих структуру серпентинита (охры по серпентиниту), делювиальные аггломераты (так называемые карстовые алевриты) с обломками кремня и других пород и с выделениями бурого железняка, и сплошные массы бурого железняка, залегающего в массе измененных серпентинитов в виде плитообразных тел, круто уходящих вглубь, которые считают продуктами замещения серпентинитов. Рудное тело имеет форму пластообразной залежи, находящейся в более глубоких горизонтах, покрывающих палеозой песчано-глинистых пород мезо-кайнозоя, и на своей нижней поверхности местами имеет апофизы, внедряющиеся вглубь на контакте между известняками и серпентинитами и среди последних. Таким образом, месторождение в разных частях относится к разным классам категории месторождений, зоны цементации коры выветривания.

В Ново-Ивановском месторождении И. А. Пантелеев отличает следующие типы руд: 1) охристо-глинистая железная руда, 2) дезинтегрированные серпентиниты, 3) делювиальные аггломераты (карстовые алевриты) и 4) глинистые бурые железняки.

1. Охристо-глинистая руда (охра по серпентиниту) — пористая, легко растирающаяся между пальцами масса землисто-порошковатого сложения, сохранившая структуру серпентинита, с рудными зернышками, отличающаяся слабо магнитными свойствами и малым объемным весом. Цвет ее желто-бурый, темнобурый, реже красно-бурый. В окраске наблюдается иногда полосчатость, вызванная расположением в породе рудных зернышек. Этот тип составляет около 30% всей рудной массы.

Минералогический состав: гидрогетит, хромшпинелиды, пиролюзит, вад, кварц, халцедон, галлуазит и ферригаллуазит, гидросиликаты никеля, тальк, хлорит, серпентин, нонtronит.

Химический состав руды приведен в табл. 5.

2. Дезинтегрированные серпентиниты обычно образуют переходную зону от охр к свежим серпентинитам. Имеют землистое сложение, со-

Таблица 5

Химический состав различных типов железных руд Ново-Ивановского месторождения (в %)

Компоненты	Охристо-глинистая железная руда	Дезинтегрированные серпентиниты	Делювиальные аггломераты (карстовые алевриты)	Глинистые бурые железняки		
				валовая проба	фракция +20 мм	фракция -20 мм
SiO ₂	4.3—51.6	25.0—62.7	28.6—64.0	6.8—38.1	15.5	21.6
Al ₂ O ₃	4—10	3.3—6.24	—	—	—	—
Fe	9.4—54.0	5.45—44.18	7.6—42.43	15.4—57.7	42.35	41.8
Cr	следы—6.0	0.06—2.35	0.1—4.4	следы—2.1	0.38	0.33
Mn	0.09—3.95	0.06—0.93	0.3—3.07	0.08—0.7	—	—
MgO	1—7	1.88—33.38	—	—	—	—
P	следы—0.32	0.01—0.14	0.08—0.25	0.01—0.26	0.018	0.019
S	следы—0.12	0.01—0.08	следы—0.02	следы—0.03	—	—

храняют реликтовую структуру серпентинитов; участками они сильно окремнели или превращены в плотные бурые железняки. Цвет дезинтегрированных серпентинитов серый. Составляют до 18.5% общей массы рудного тела.

Минералогический состав: серпентин, гидроокислы железа, марганца, магнетит, хромшпинелид, кварц, халцедон, тальк, гидросиликаты никеля, галлуазит (химический состав см. в табл. 5).

Этот тип руд может быть разделен на два подтипа: а) сильно кремнистые, с содержанием SiO_2 50—52%, и б) сильно магнезиальные, с содержанием MgO до 33%.

3. Делювиальные аггломераты (карстовые алевроиты). Этот тип руд представляет собой песчано-глинистую массу, выполняющую карстовые углубления в известняках на контакте с серпентинитами. Руда состоит из песчано-глинистой массы с варьирующим количеством обломочного материала и окрашена в зависимости от содержания железа в желтоватый или бурый цвет. Содержит, наряду со щебнем окремнелого мрамора и серпентинита, сланцев и прочих пород, чешуйки талька, хлорита, хромит, кварц, бурый железняк, прожилки и гнезда ферригаллуазита, гидросиликаты никеля, гидроокислы марганца. Образует до 11% всей рудной массы (химический состав приводится в табл. 5).

4. Глинистые бурые железняки в месторождении встречаются, с одной стороны, в виде выделений и гнезд в массе делювиальных аггломератов, а с другой — в виде неправильных плитообразных тел среди оталькованных серпентинитов. Они составляют около 40% всей рудной массы.

Рудная масса образована из железистой глины и выделений бурого железняка разной формы и величины. Содержание выделений бурого железняка (+ 20 мм) в песчанистой охристой глине колеблется от 4 до 60.7%, в среднем 40%.

Химический состав отдельных фракций (средневзвешенное) и валовой пробы приводится в табл. 5.

Этот тип руд представляет собой, в сущности, рудный концентрат из третьего типа руд (делювиальных аггломератов), хотя И. А. Пантелеев считает, что глинистые плотные бурые железняки частью представляют собой выделения среди аггломератов, а частью — замещение оталькованных серпентинитов.

В химическом составе руд замечается характерное изменение в содержании железа, никеля, кобальта и марганца: количество железа в глубь рудного тела падает, количество же остальных компонентов возрастает. В делювиальных аггломератах на контакте между серпентинитами и известняками количество всех компонентов падает по мере удаления от серпентинитов (Кротов, 1945).

4. Месторождения зоны цементации карбонатизированной и окремненной коры выветривания серпентинитов

А. Вне связи с тектоническими нарушениями в породах

Выше мы указывали, что в течение пермо-триаса ультраосновные породы покрылись корой выветривания из двух зон: окремненной сверху и карбонатизированной ниже. Такая кора выветривания в типичном развитии сохранилась вдоль западного берега Баймакской депрессии в районе Халиловских месторождений (Южный Урал) на серпентинизированных ультраосновных породах, составляющих почву осадочных месторождений комплексных хром-, никель- и кобальтсодержащих железных руд халиловского типа.

В месторождениях Георгиевском, Промежуточном и Орловском в одних местах ультраосновные породы покрыты корой выветривания из обеих зон, тогда как в других окремненная зона в большей или меньшей степени размыта и постелью рудной залежи являются карбонатизированные серпентиниты. У западных берегов озерных бассейнов юрского времени карбонатизированные серпентиниты в углублениях под рудной залежью оказываются замещенными порошковато-глинистой массой гидроокислов железа, никеля, кобальта, марганца и большего или меньшего количества зерен и скоплений кварца, халцедона или сливной кварцитовидной породы.

Совершенно аналогичные охристо-кремнистые руды на западном берегу Баймакской депрессии в районе перечисленных месторождений, выступают вдоль склона речной долины в виде сплошной полосы шириной до 100 м и более, окаймляющей месторождения. Особенно типично представлены эти руды в промежутке между южной и северной залежами Новокиевского и вдоль западного края Георгиевского месторождения (Кротов, Теодорович и др., 1942).

После своего образования Халиловские месторождения были покрыты юрскими, меловыми и третичными отложениями. Краевые прибрежные части месторождений в течение мезо-кайнозоя шесть раз попадали в зону выветривания, и в особенности в конце третичного и в четвертичное время. Река Б. Губерля и некоторые ее притоки, возникшие в конце третичного периода, пропилили себе русла в серпентинизированных ультраосновных породах вдоль краевых частей Баймакской депрессии, размыв покрывающие их осадки. Ультраосновные породы и отчасти и самые железорудные месторождения в это время подверглись выветриванию в условиях гумидного климата. Кислые поверхностные воды выщелачивали из выветривающихся серпентинитов железо, никель, кобальт и марганец. Растворы стекали по склону массива ультраосновных пород в Баймакскую депрессию и проникали под рудную залежь. К ним присоединялись также поверхностные воды, впитывавшиеся в рудную залежь и выщелачивавшие из нее те же элементы.

Под рудной залежью в пласте застойной грунтовой воды, пропитавшей карбонатизированные серпентиниты, в щелочной среде, вызванной растворением карбонатов кальция и магния и выщелоченным из серпентинитов магнием, в присутствии кислорода происходило выпадение гидроокисей железа, никеля, кобальта и марганца; при отсутствии кислорода здесь возникал нонтронит. Таким образом в карбонатизированной и окремненной коре выветривания возникли карманы охристых бурых железняков, содержащих никель, кобальт и марганец.

При этом были частично обохрены также языки окремненных серпентинитов, внедряющиеся в обохренную карбонатизированную зону, и остатки зоны окремненных серпентинитов.

Охры сохраняют строение серпентинитов (охры по серпентиниту). Возникшие таким образом под Халиловскими месторождениями участки охристо-кремнистых руд входят в состав рудного тела.

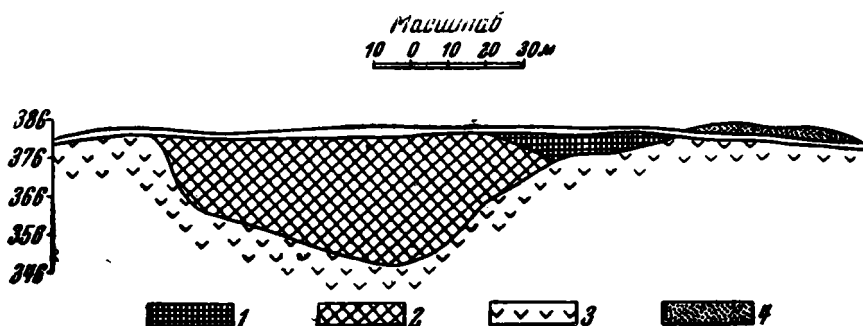
При ознакомлении с краткими описаниями никелевых месторождений коры выветривания Южного Урала и изложениями хода процессов образования коры выветривания нонтронитового и окремненного профилей, данными И. И. Гинзбургом, И. И. Савельевым и И. З. Коринным в 1938—1941 гг., невольно создается впечатление об идентичности окремненного профиля с описанными нами карбонатизированной и окремненной зонами доюрской коры. Нахождение окремненного профиля на повышенных частях современного рельефа, его состав и строение вполне могут быть объяснены сохранением окремненной зоны доюрской коры

выветривания от последующих размывов отдельными участками благодаря устойчивости ее от выветривания. Повидимому, некоторые участки карбонатизированной зоны были частично обохрены и нонтронитизированы в более позднее время.

Вместе с тем обращает на себя внимание и подчеркиваемый этими исследователями факт закономерно повторяющегося нахождения нонтронитового профиля в пониженных частях рельефа, окруженного повышенными участками, образованными из окремненных пород. Такие условия вполне допускают объяснение, что нонтронитовый профиль коры возник после смывания окремненной коры путем замещения карбонатизированной зоны серпентинита нонтронитом, подобно описанному нами нахождению нонтронита под Халиловскими железорудными месторождениями.

Б. В связи с местами тектонических нарушений в породах

1. На Среднем Урале имеется несколько самостоятельных месторождений охристо-кремнистых руд зоны цементации карбонатизированной и окремненной коры выветривания пермо-триасового или, быть может, эоценового возраста в зонах разрывов и трещиноватости среди них. Наиболее изученным представителем их является Елизаветинское место-



Ф и г. 20. Елизаветинское месторождение. Разрез 2-го участка по линии 6.
По Д. Д. Топоркову.

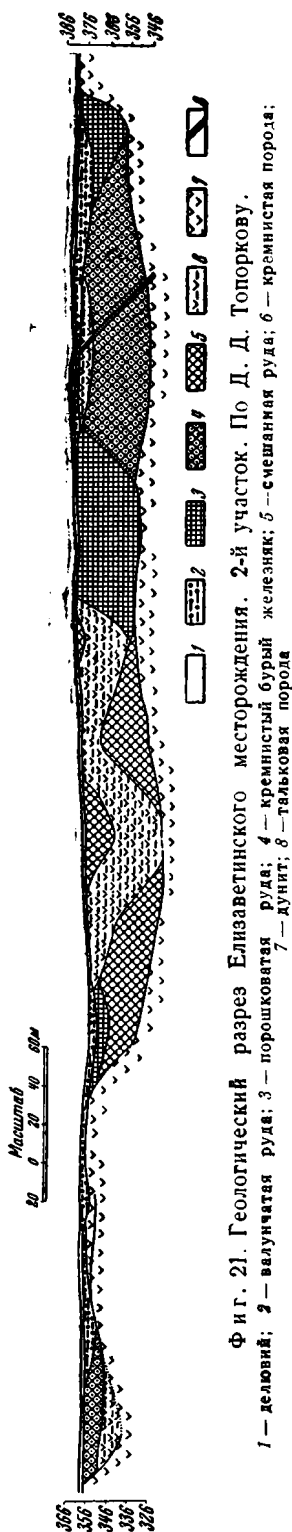
1 — порошковая руда; 2 — кремнистый бурый железняк; 3 — дунит; 4 — отвал.

рождение близ Свердловска. Сюда же относятся Уктусское, Стрижевское и другие месторождения, изучавшиеся В. П. Кармановым (1934, 1937), Д. Д. Топорковым, К. Е. Кожевниковым, И. А. Пантелеевым (1947), а ранее Ф. И. Кандыкиным (1924—1925), Н. И. Безбородько (1926).

Елизаветинское месторождение находится на вершине Елизаветинской горы в 12 км к югу от Свердловска. Елизаветинская гора сложена из ультраосновных пород. В районе месторождения выходят дуниты, серпентинизированные дуниты, пироксениты и тальковые породы.

Рудная залежь находится на самой вершине горы на абс. высоте 347—386 м. Она представляет собой остаток сплошной коры выветривания, образованной первоначально из зон карбонатизированного внизу и окремненного сверху серпентинита. Поверхностные части дунитов изменены (выветрелы). Позднее карбонатизированные серпентиниты были замещены гидрогётитом с примесью ферригаллуазита, гидроокислов марганца, никеля и кобальта и содержат зерна магнетита, хромита, кварца и участки кварцитовидной породы, отчасти обохренной.

Окремненная зона сохранилась местами в виде участков в обохренной карбонатизированной зоне и образует большое количество языков,



Фиг. 21. Геологический разрез Елизаветинского месторождения. 2-й участок. По Д. Д. Топоркову.

1 — делювий; 2 — валунчатая руда; 3 — порошковая руда; 4 — кремнистый бурый железняк; 5 — смешанная руда; 6 — кремнистая порода; 7 — дунит; 8 — тальковая порода

внедряющихся на разную глубину в обохренную зону и местами достигающих дунитов и замещающих их.

Обохренные карбонатизированные дуниты и серпентиниты и окремненные дуниты и серпентиниты сохраняют строение первичных пород.

Кора выветривания, первоначально покрывавшая поверхность ультраосновных пород, в настоящее время местами эродирована и разделена небольшими оврагами на несколько участков, в пределах которых местами в виде окон выходят подстилающие ультраосновные породы. Кора выветривания разведана на глубину до 30 м, но распространяется во многих местах глубже, достигая 75 м (см. разрезы фиг. 20 и 21). Рудное тело Елизаветинского месторождения образовано из следующих пород: 1) охристые порошковые руды, 2) смешанная руда, 3) кремнистая порода. Они распределяются без определенной закономерности, образуя то отдельные участки самостоятельно, то переслаиваясь друг с другом. Рудная залежь прикрыта элювиально-делювиальными отложениями мощностью до 3 м. Рудами являются: 1) порошковые охристые руды, 2) смешанные руды и 3) валунчатые руды.

Порошковые руды образованы из охристой массы гидрогетита с примесью гидроокислов никеля, кобальта, марганца, зернышек хромита и небольшого количества песчанисто-кремнистой породы. Порошковая руда содержит в среднем 47.5% железа.

Смешанная руда (кремнистый бурый железняк) сложена из двух компонентов: охристой руды и песка, кусков и глыб кремнистой породы, в большей или меньшей степени замещенной гидроокислами железа и марганца. Содержание железа в среднем около 31.5%. Выход кусковатой фракции (+ 10 мм) около 47% и содержание железа в ней в среднем 34.5%.

Кремнистая порода представляет собой окремненный серпентинит или дунит, слабо замещенный гидроокислами железа и содержащий менее 20% железа.

Валунчатые руды представляют собой часть делювиальных отложений на склонах и образованы из красных глин с включением обломков ожелезненных кремнистых пород и выделений сплошного бурого железняка и жеод его. Содержание железа в них в среднем около 20%. Выход кусковатой фракции (свыше 10 мм) в среднем около 35%, с содержанием железа около 27%.

Месторождение первоначально эксплуатировалось как железорудное, причем рудой являлась кусковатая фракция смешанных и валунчатых руд. После разведки оно отнесено к типу комплексных хром-, никель- и кобальтсодержащих руд. Содержание кобальта в разведанной части — кондиционное, а никеля — некондиционное.

Аналогичного характера охристо-кремнистые руды, возникшие путем обохривания карбонатизированной и частью окремненной зон пермо-триасовой или эоценовой коры выветривания ультраосновных пород, встречаются часто в пределах полосы ультраосновных пород между Уфалеем и Ревдой. Ультраосновные породы здесь внедрены в виде пластовых интрузий в пачку силурийско-девонских пород S_2 — D_1 . Охристо-кремнистые породы в виде полос охватывают пластовые залежи серпентинитов вдоль границы с известняками, на которых образовались карстовые месторождения, изучавшиеся Б. П. Кротовым и А. Л. Яницким в 1940—1941 гг.

III. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ПОВЕРХНОСТНОГО ГЕНЕЗИСА НА УРАЛЕ

Из описания генетических типов месторождений железо-никелевых руд совершенно ясно вытекает, что генетически они связаны с ультраосновными породами и серпентинитами. Генетическая связь обуславливает и пространственную локализацию; иначе говоря, месторождения железо-никелевых руд как осадочные, так и месторождения выветривания, в своем распределении на восточном склоне Урала связаны с распространением ультраосновных пород и серпентинитов (Кротов, 1942, 1943, 1945).

Ультраосновные породы на восточном склоне Урала, как известно, образуют интрузии в породы палеозоя, сложенные в складки с почти меридиональным простиранием. Эти интрузии обнаруживают определенную и ясную связь со складчатым строением хребта, представляя собой массивы различной ширины, вытянутые в меридиональном направлении; они то тянутся в виде одного сплошного массива на большое расстояние (до 150 км, как Тагильско-Красноуральский массив, продолжающийся, вероятно, и до г. Серова, т. е. еще 100 км), то разделяются на ряд мелких пластовых тел, являясь в последнем случае, повидимому, только пластовыми апофизами крупного массива, интродуцированными в свиту круто поставленных пластов палеозойских пород, которые они раздвинули, а иногда и включили в себя. Таким образом, подобные участки являются, повидимому, только кровлей более мощных массивов ультраосновных пород. На геологической карте Урала масштаба 1 : 500 000 наглядно выступает также связь интрузивных тел ультраосновных пород с пироксенитами, габбро-диоритами и гранитами, которые вместе образуют мощные штоки и массивы и являются только отдельными дифференциатами габброидной интрузии (см., например, Тагильско-Красноуральский и Нейвошайтанский массивы).

Ориентировка отдельных интрузий ультраосновных пород и серпентинитов показывает далее несомненную зависимость от позднейшей интрузии гранитной магмы. Эти интрузии отодвигали, выгибали и расщепляли интрузивные тела габбро-перидотитовой магмы, заставляли их обвиваться вокруг интрузий гранитов и менять направление (Сысертский, Исетский, Уфалейский и другие массивы). Часть пластовых тел серпентинитов входит в состав кровли гранитных массивов (например, Сысертский, Исетский).

Меридиональная вытянутость массивов ультраосновных пород на Урале и их распределение в виде полос обращали на себя внимание исследователей: Н. К. Высоцкий (1925) группировал их в четыре полосы,

Б. М. Романов (1926) — в пять полос. Основываясь на положении отдельных массивов в тектонических зонах структуры Урала, мы будем соединять массивы ультраосновных пород в четыре основные полосы, из которых на Среднем Урале развиты три западные и на Южном Урале — еще одна: 1) полоса габбро-перидотитовых массивов, приуроченных к кристаллической антиклинальной зоне Урала и интродуцированных главным образом непосредственно восточнее, реже западнее ее; 2) полоса серпентинизированных ультраосновных пород, внедрившихся в прилегающую с востока зону с синклинальным строением; 3) полоса серпентинизированных массивов ультраосновных пород, интродуцированных в зону с антиклинальным строением (антиклинорий) на восточном склоне Урала.

Первая полоса — платиноносных габбро-перидотитовых массивов — тянется на Среднем Урале вдоль $59^{\circ}30'—60^{\circ}$ в. д., образуя цепочку отдельных примыкающих друг к другу массивов. Вторая или Тагильско-Уфалейская полоса расположена между 60° и $60^{\circ}30'$ в. д. Ультраосновные породы образуют здесь то мощные сплошные пластовые интрузии, тянущиеся до 100 км (Тагильско-Красноуральский массив), то ряд более тонких, но сближенных пластовых интрузий (Ревда — Уфалей). Третья полоса интрузий, расположенная между $60^{\circ}30'$ и $61^{\circ}30'$ в. д., по форме эрозийных срезов в виде округлых и седлообразных тел указывает на интрузию магмы в седлах антиклинальных складок, другая же часть, имеющая форму вытянутых в длину полос, указывает на интрузию в крыльях складок Нижне-Салдинско-Алапаевская (полоса).

Южнее параллели Уфалея Урал меняет свое направление на юго-запад, и три перечисленные полосы имеют следующее положение: 1) вдоль 58° в. д., 2) между $58^{\circ}30'$ и $59^{\circ}30'$ и 3) $59^{\circ}30'—60^{\circ}$ в. д. 4) кроме трех основных полос Среднего Урала можно еще выделить одну, более восточную, на Южном Урале между $61^{\circ}—62^{\circ}$ в. д. — Шевченковско-Аккаргинскую полосу. В этой полосе ультраосновные породы имеют опять форму вытянутых пластовых интрузивных тел.

Месторождения железо-никелевых руд на восточном склоне Урала приурочены в своем распределении к этим четырем полосам.

Однако в настоящее время нас уже не удовлетворяет установление закономерностей их распределения в такой общей форме. Нас интересует прежде всего выяснение закономерностей распределения на восточном склоне Урала различных категорий этих месторождений, а именно морских и континентальных осадочных и месторождений выветривания.

1. Закономерности распределения осадочных месторождений

Уже один взгляд на карту с нанесенными на ней месторождениями показывает, что осадочные месторождения в подавляющем числе сосредоточены в восточной части восточного склона Урала, тогда как месторождения выветривания расположены в западной части его. С другой стороны, если мы распределим имеющиеся здесь месторождения по времени образования, то окажется, что в некоторые эпохи месторождения были представлены всеми тремя генетическими типами, тогда как в другие — только двумя или даже одним генетическим типом.

Как нами уже было указано ранее (Кротов, 1943), разнообразие генетических типов в различные эпохи жизни Урала и их распределение в пространстве всецело зависят от физико-географических условий в разные геологические эпохи и от присутствия или отсутствия моря на территории Урала. Общее положение страны и связанное с этим наступление на нее моря создают благоприятные условия для возникнове-

вения осадочных месторождений железных руд, локализующихся у берегов морей в виде двух полос.

В некоторые эпохи мезо-кайнозоя на территории Урала можно отличать положение обеих перечисленных полос осадочных месторождений относительно береговой линии моря. Они с правильной последовательностью сменяли друг друга вдоль берега моря, но ширина и количество этих зон в разные эпохи варьировали и всецело зависели от близости моря и абсолютной высоты Урала. Известны эпохи, когда обе зоны были тесно прижаты к сильно суженному хребту (верхний мел — палеоцен), но существовали и эпохи сильной регрессии моря, когда полосы осадочных месторождений отходили далеко от хребта, и вся территория Урала была покрыта только разнообразными месторождениями выветривания (верхняя юра — нижний мел, эоцен — олигоцен).

Положение морских береговых линий в разные эпохи мезо-кайнозоя, а вместе с тем и локализация в пространстве двух перечисленных типов осадочных железорудных месторождений зависели от тектонического строения Урала, обусловленного герцинским орогенезом. Складчатое строение Урала из ряда синклинали и антиклинально построенных зон (синклинориев и антиклинориев), с вытянутыми приблизительно меридионально осями, при погружении в перпендикулярном к ним направлении вызывает образование морских берегов преимущественно параллельно складчатости хребта. Вместе с тем оно обуславливает возникновение зонально расположенных полос месторождений морских, континентальных осадочных и выветривания, с правильной последовательностью сменяющих друг друга по направлению от берега моря к хребту приблизительно в широтном направлении.

Приведенные данные устанавливают несомненную связь между положением береговой линии моря в разные эпохи жизни Урала и возникшими в эти эпохи типами железорудных месторождений. В эпохи регрессий морские осадочные месторождения железных руд на территории Урала совершенно отсутствуют; они появляются здесь только в эпохи больших трансгрессий (верхний мел — палеоген). В начале трансгрессий и при регрессиях моря на территорию Урала в краевых частях ее возникали полосы низменностей с большим количеством озер и болот, в которых наблюдалось образование континентальных осадочных месторождений (конец нижнего — начало верхнего мела, эоцен — олигоцен, плиоцен, нижний — средний плейстоцен). В эпохи больших регрессий моря озерные месторождения возникали только в тектонически депрессивных зонах. На территории, не заливавшейся морем, и на повышенных участках поверхности в пределах полос приморских низменностей в разные эпохи мезо-кайнозоя при благоприятных условиях рельефа и климата процессы выветривания вызывали образование месторождений зоны цементации коры выветривания. Климатические условия для возникновения этого типа месторождений были неблагоприятны только в конце триаса, вследствие сухого жаркого климата, и во время ледниковой эпохи.

Передвижения береговой линии моря, вызывавшиеся эпейрогеническими колебаниями, обусловили появление на восточном склоне Урала меридиональной полосы, в пределах которой периодически в разные эпохи мезозоя создавались физико-географические условия, благоприятствовавшие возникновению различных генетических типов железорудных месторождений. На восточном склоне Урала между 60° и 62° в. д., — в пределах Серовского, Алапаевского, Режевского, Каменского районов и частью в верховьях р. Тобола, — эта причина обусловила появление сложного комплекса различных типов железорудных месторождений разного возраста, многократно чередующихся и иногда перекрывающих друг друга (Серов, Марсяты, Алапаевск, Волково, верховья

р. Тобола). Здесь встречаются озерно-болотные сидериты нижней юры, месторождения зоны цементации коры выветривания (месторождения алапаевского типа и карстовые), относимые нами к концу юры — началу мела, осадочные озерно-болотные месторождения бобовых руд конца нижнего мела, осадочные морские оолитовые руды верхнего мела (сеномана), месторождения зоны цементации коры выветривания третичного и четвертичного периодов.

Несомненно, полоса эта значительно шире и далее распространяется на восток, но восточная часть находится под покровом толщи верхнемеловых и третичных морских отложений (Кротов, 1943₁), скрывающих восточную часть палео-Урала.

2. Закономерности распределения месторождений выветривания

На геологической карте Урала масштаба 1:500 000 чрезвычайно рельефно выступает связь между распределением на восточном склоне Урала зон широтных поднятий и погружений, с одной стороны, и широтных полос развития ультраосновных пород — с другой. Ультраосновные породы приурочены к зонам поднятий и отсутствуют в зонах погружений.

Это обуславливает вместе с тем в меридиональном направлении зональное распределение на восточном склоне как нонтронитовой коры выветривания, так и месторождений железо-никелевых руд.

Вместе с тем поверхность выравнивания восточного склона Урала в новое, послепалеогеновое время в силу тектонических причин претерпела обновление рельефа и превратилась в западной части в горную или увалистую возвышенность. Восточная же часть поверхности выравнивания, погрузившаяся и залитая меловым и палеогеновым морем, только в зонах широтных поднятий освободилась от покрова морских меловых и третичных отложений, тогда как в зонах погружений она еще в значительной части скрыта под ними.

а) Закономерности распределения месторождений, связанных с нонтронитовой корой

Юрско-меловая кора выветривания и связанные с ней месторождения железо-никелевых руд в западной части поверхности выравнивания после омоложения рельефа (и смыва частично покрывавших ее палеогеновых отложений) подвергались эрозии на склонах приподнятых участков и сохранились на повышенных еще не расчлененных эрозией участках поверхности выравнивания. В зависимости от степени поднятия и ширины приподнятой полосы, которые в разных местах Урала различны, сохранившиеся площади развития юрско-меловой (нонтронитовой) коры выветривания на Среднем и Южном Урале обнаруживаются на различных абсолютных высотах, которые изменяются в меридиональном направлении. Это послужило основанием для постановки вопроса о наличии здесь одной или нескольких поверхностей выравнивания. А. В. Хабаков¹ признал находящиеся на различной высоте площади развития нонтронитовой коры за участки одной поверхности выравнивания. Нонтронитовая кора сохраняется не на всей площади своего бывшего развития в данной местности, но только в виде участков (корней) коры в карманах и углублениях поверхности выравнивания, и в особенности там, где кора развилась на тектонически нарушенных местах палеозоя (Кротов, 1945₁).

Нонтронитовая кора в западной части поверхности выравнивания, не покрывавшейся осадками верхнемелового и палеогенового морей, в более новое время подверглась эрозии и выветриванию при других

¹ В сб. Геолог. стр. Орско-Хал. района (1941).

условиях климата и представляет собой в настоящее время охристо-глинистую массу, в которой кое-где сохраняются остатки нонтронитов. В районах, недавно освободившихся от плаща морских осадков, нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты сохранились значительными участками, как, например, в районе Анатольского месторождения и Изумрудных копей (Сретенский прииск), Устейского горста.

У нас нет никаких оснований разделять взгляд об уничтожении значительной части месторождений выветривания юрско-мелового времени абразивной деятельностью наступавших сеноманского и палеогенового морей. Постепенное погружение местности к востоку в течение нижнего мела вызвало возникновение в это время обширной меридиональной зоны приморских озер. Осадки этих озер с месторождениями бобовых железных руд и бобовых бокситов, равно как и осадки континентального верхнего мела, остались частично неразмытыми и окаймляют в виде зоны палеогеновые и сеноманские отложения. Повидимому, верхнемеловое море постепенно залило восточную часть мезозойской поверхности выравнивания, не произведя большого размыва. Уменьшение количества известных в настоящее время месторождений выветривания к востоку является, очевидно, только результатом наличия здесь остатков мезо-кайнозойских континентальных и морских отложений и низкой болотистой, лесистой местности, а не отсутствия этих месторождений.

Все изложенное позволяет нам сделать заключение, что современные условия нахождения нонтронитовой коры выветривания и связанных с ней месторождений железо-никелевых руд на различной абсолютной высоте в разных местах Урала объясняются позднейшей эволюцией юрской поверхности выравнивания с участками нонтронитовой коры выветривания, а не существованием нескольких периодов возникновения нонтронитовой коры выветривания и развитием ее на разных абсолютных высотах.

Условия нахождения месторождений железо-никелевых руд на восточном склоне Урала, подчиненных нонтронитовой коре выветривания, полностью соответствуют изложенным фактам.

Действительно, нонтронитовая кора выветривания встречается обычно на самых повышенных частях рельефа поверхности восточного склона Урала в западной части поверхности выравнивания конца юры — начала мела, но всегда имеет малое площадное развитие. На Среднем Урале она обнаружена на второй полосе ультраосновных пород, на Нижне-Тагильском ультраосновном массиве, с абс. высотой до 390—423 м, на Верх-Нейвинском массиве в районе Калинычевского и Ново-Александровского месторождений на высоте около 440 м, на Ревдинско-Полевской гряде высотой 409 м (гора Большой Угор), в Уфалейском массиве на высоте около 420 м (Шелеинское и Ново-Черемшанское, Кротовское) (Кротов, 1943).

Нонтронитовая кора выветривания на Южном Урале находится на разных абсолютных высотах и покрывает довольно значительные площади на первой полосе ультраосновных пород. Так, у Бурановского месторождения гора Бугор имеет абс. высоту 456 м, у Кимперсайского месторождения гора Актюбе — высоту 507,4 м, у Шелектинского месторождения — 453 м.

Нонтронитовая кора у Халилова находится на высоте 380—400 м (гора Айдарбак), у Ново-Киевского месторождения 360—370 м, на Ново-Аккермановском месторождении 350 м, у Ново-Петропавловского месторождения на высоте около 405 м.

Нонтронитовая кора выветривания повсеместно обнаружена на склонах массивов или в понижениях рельефа поверхности, имеющих характер замкнутых или полужамкнутых углублений среди серпентинизиро-

ванных ультраосновных пород и возникших чаще всего в тектонически нарушенных участках. Но наряду с относительно высоким положением нонтронитовая кора на Южном Урале встречается и на относительно более низком уровне. Так, в пределах Орловского месторождения кора выветривания встречается под рудами халиловского типа на абс. высоте 250 м, в районе д. Мустафино она находится на высоте 260 м, в районе Аккермановки — на высоте 240—260 м.

Такая значительная разница в абсолютной высоте нахождения участков коры выветривания связывается с принадлежностью этих участков к различным структурным зонам. Нонтронитовая кора выветривания руд в первой группе месторождений находится в пределах зоны с антиклинальным строением, тогда как вторая их группа находится в зоне с синклинальным строением. Вследствие дифференциальных поднятий различных структурных единиц на восточном склоне Урала в послепалеогеновое время в синклинальной зоне (Баймакская депрессия) абсолютная высота нонтронитовой коры выветривания оказалась приблизительно на 100 м ниже, чем та же кора в пределах зоны с антиклинальным строением. Этот факт был отмечен А. В. Хабаковым (1941), разъяснившим и причины этого явления.

На Южном Урале нонтронитовая кора без большого размывания была покрыта континентальными осадками неопределенного возраста, морскими меловыми и третичными отложениями. На Кимперсайском массиве и в Халиловском районе она постепенно освобождается от плаща этих пород. На Среднем Урале нонтронитовая кора выветривания в западной части часто перекрыта только маломощными пластами песчано-глинистых пород, относимых обычно к четвертичным. Серпентинитовые массивы в пониженных местах и по склонам до высоты 300—340 м покрыты плащом песчано-глинистых и щебенчатых наносов делювиального и частью аллювиального характера, ясно указывающим на размыв этих массивов в относительно недавнее время. Такую картину мы видим, например, в районе Анатольского и Верх-Нейвинских месторождений, где склоны покрыты делювием.

Между Уфалеем и Ревдой тянется широкая повышенная полоса серпентинитов, где между отдельными слабо возвышающимися грядами находятся верховья мелких речек и обширные болотистые пространства с делювиально-аллювиальными отложениями. Месторождения, спускаясь по склонам, уходят под уровень вод болотистых низин. Они находятся преимущественно на абс. высоте 370—380 м (Кротов и Яницкий, 1943).

Верх-Нейвинский массив, резко приподнятый над окружающей местностью на 200—250 м, может быть, представляет собой горст, так как на его продолжении резко сменяются породы вулканогенно-осадочной толщи S_2-D_1 , что сопровождается вместе с тем сильным уменьшением высоты. Точно так же и Нижне-Тагильский ультраосновной массив в своей южной части у Анатольского месторождения железо-никелевых руд имеет очень крутые склоны на запад и юг, что позволяет подозревать и здесь тектоническое нарушение радиального характера.

Как уже указано, во всех этих местах имеются только остатки нонтронитовой коры, которые сохранились от размывания в течение мела и кайнозоя в виде отдельных карманов в углублениях поверхности выветрелых серпентинитов. На возвышенных грядах, являющихся результатом дифференциальных поднятий синклинально или антиклинально построенных зон меридионального протяжения восточного склона хребта, как, например, на полосе серпентинитов между Уфалеем и Ревдой, нонтронитовая кора выветривания почти полностью обохрена. Остатки ее сохранились только узкими полосами в понижениях вдоль границы между серпентинитами и другими породами (Яницкий, 1947).

В восточной части мезозойской поверхности выравнивания на Среднем и Южном Урале нонтронитовая кора выветривания сохранилась в целом ряде мест на абс. высоте. 200—250 м в сильно лесистой и болотистой местности. На Среднем Урале нонтронитовая кора известна в Режевском районе на западной залежи Покровского месторождения и на Капорулинском месторождении. Палеозой в этом районе сохранил еще местами участки покрывающих его мезо-кайнозойских пород, относящихся к континентальным меловым и морским меловым и частью третичным отложениям.

Месторождения на Среднем Урале приурочены к третьей полосе ультраосновных пород, а на Южном Урале — к третьей и четвертой полосам. Месторождения железо-никелевых руд вместе с ультраосновными породами в восточной части отсутствуют в зонах широтных погружений приблизительно от широты г. Каменска до широты г. Челябинска и на широте верхнего течения р. Уй, где ультраосновные породы, повидимому, еще не вскрыты эрозией.

При сопоставлении распространения нонтронитовой коры выветривания и связанных с ней месторождений железоникелевых руд на Южном и Среднем Урале мы констатируем ее большее площадное распространение на Южном Урале. Это надо поставить в связь с наличием на юге обширных площадей развития морских меловых и третичных отложений, покрывающих нонтронитовую кору, из-под покрова которых она в настоящее время и выходит в более высоких частях рельефа. На Среднем Урале в западной части поверхности выравнивания нонтронитовая кора не была покрыта морскими третичными и меловыми отложениями и потому она в значительной степени эродирована и сохранилась только в углублениях поверхности на повышенных частях рельефа. В восточной же части поверхности выравнивания нонтронитовая кора еще находится под покровом верхнемеловых и третичных морских и континентальных четвертичных отложений.

б) Закономерности распределения месторождений зоны цементации пролювиально-делювиальных аггломератов, песков и глин, выполняющих карстовые углубления в известняках и на контакте между известняками и ультраосновными породами (так называемых карстового и алапаевского типов)

Месторождения карстового типа возникают в углублениях известняков на контакте их с ультраосновными породами и потому должны встречаться в приконтактной зоне вокруг ультраосновных пород, входящих в состав четырех полос этих пород на восточном склоне Урала: 1) $59^{\circ}30' - 60^{\circ}$, 2) $60^{\circ} - 60^{\circ}30'$, 3) $60^{\circ}30' - 61^{\circ}30'$, к которым южнее параллели ст. Карталы (53°) присоединяется еще 4) $61^{\circ} - 62^{\circ}00'$ в. д. (см. стр. 86).

Месторождения карстового типа, естественно, отсутствуют в пределах описанных выше зон широтных погружений, где ультраосновных пород нет или они прикрыты плащом осадочных пород палеозоя и мезозоя.

Таким образом, в этом отношении наблюдается полная аналогия с распространением нонтронитовой коры. Однако на карте (см. фиг. 22) совершенно ясно выступает гораздо большее развитие месторождений карстового типа на Среднем Урале, — в пределах Свердловского поднятия, — по сравнению с Южным Уралом.

Причина преимущественного развития месторождений карстового типа на Среднем Урале объясняется формой залегания ультраосновных

массивов. На Среднем Урале ультраосновная магма интродуцирована в свиту вулканогенно-осадочных пород $S_2 - D_1$ и, раздвигая входящие в их состав породы, кристаллизовалась в виде нескольких относительно мало-мощных пластовых интрузивных тел или одного мощного тела (2-я и 3-я полосы). Вместе с тем ультраосновные породы в западной половине поверхности выравнивания на Среднем Урале лишены покрова морских осадочных отложений мелового и третичного возраста, вследствие чего все контакты обнажены. В восточной части поверхности выравнивания на Среднем Урале ультраосновные породы еще частично покрыты плащом осадочных отложений и потому количество месторождений карстового типа здесь заметно понижено по сравнению с западной частью.

На Южном Урале ультраосновные породы образуют крупные интрузии, которые еще на значительной части площадей своего развития прикрыты остатками пород кровли, а также верхнемеловыми и третичными отложениями, что обуславливает и меньшее количество обнаженных контактов между ультраосновными и вмещающими их породами, и в том числе известняками.

Отдельно мы рассмотрим закономерности распределения на Урале месторождений алапаевского типа.

Как ранее изложено автором (Кротов и др., 1936), под месторождениями алапаевского типа понимали исключительно месторождения зоны цементации в основании беликовой толщи, расположенные на известняках нижнего карбона. К этому типу не относили аналогичного характера месторождения, залегающие в карстовых углублениях на известняках девона или силура. Поэтому автор в своей работе о месторождениях алапаевского типа (Кротов и др., 1936) касался только месторождений, расположенных в делювиально-пролювиальных отложениях, заполняющих карстовые углубления в ниже- и частью в среднекаменноугольных отложениях. Автору в то время уже были известны аналогичного характера, хотя и более мелкого масштаба, месторождения, залегающие в карстовых углублениях среди известняков девона и силура в западной части Алапаевского горного округа, но они не подходили по условиям своего залегания к типичным месторождениям алапаевского типа и поэтому не были рассмотрены в указанной работе.

Тогда типичные представители месторождений алапаевского типа были известны только на восточном склоне Урала. Они располагаются там четырьмя полосами (Кротов, 1945):

1) Медведевско-Аргаяшская, приблизительно вдоль 61° в. д. В состав этой полосы входят на юге Аджитаровские и Архангельские месторождения. Продолжением этой полосы является, повидимому, полоса нижнекаменноугольных известняков вдоль $61^\circ 30'$ в. д. или Режевско-Мелкозеровская полоса.

2) Алапаевская полоса начинается на юге от района Багаряка, на меридиане $61^\circ 30'$ в. д. и тянется к северу, отклоняясь несколько к востоку, и в Алапаевском районе проходит по меридиану $61^\circ 40'$ в. д. К этой полосе приурочена главная полоса месторождений алапаевского типа.

3) Синоро-Каменская полоса тянется вдоль меридиана 62° в. д. В южной части полосы находятся месторождения Синоро-Каменского и Кашинского районов. Северным продолжением этой полосы являются, повидимому, месторождения Таборского и Серовского районов, хотя связь между ними еще не прослежена.

4) Волковская полоса идет вдоль меридиана $62^\circ 15'$ в. д. В этой полосе известны только несколько точек в Каменском районе, а именно беликовые отложения, которые тянутся от д. Пирогово через д. Волково на д. Монастырскую под покровом мезо-кайнозойских отложений.

Однако месторождения алапаевского типа обнаружены пока только около д. Волково. На продолжении этой полосы находятся железные руды у д. Костино на р. Реже, к востоку от Алапаевска.

На Южном Урале беликовые отложения распределяются также полосами, но их распространение мало изучено. К. В. Никифорова (1940) установила две их полосы: 1) в Уртазымской синклинали по р. Урал и 2) Брединско-Кваркенскую.

Разберем также и распределение нетипичных месторождений алапаевского типа.

Полоса месторождений Лангуро-Самского района протягивается далее в Ивдельском районе вдоль меридиана $60^{\circ}20'$ в. д. на расстояние свыше 120 км. Они находятся на полосе среднедевонских известняков в области Туринского погружения, где ультраосновных пород нет, и потому руды не содержат примеси никеля.

На Среднем Урале в Невьянском районе на продолжении этой полосы среднедевонских известняков, повидимому, несколько сдвинутых к западу гранитной интрузией ($60^{\circ}15'$ в. д.), имеется группа месторождений бурых железняков, залегающих на закарстованной поверхности среднедевонских известняков в основании кластических отложений, сходных по характеру с беликами Алапаевска. Белики частью лежат и на глинистых сланцах, покрытых корой выветривания в виде белых глин. Они относятся к типу месторождений зоны цементации рыхлых делювиально-пролювиальных отложений и включены в список месторождений карстового типа категории месторождений коры выветривания. Сюда относятся месторождения в районе Невьянска и к югу от него: Просек, Пески, Лебедина гора, Ключики, Староборское, Ягодный, Шуралинское и т. д. Все они располагаются недалеко от выхода серпентинитов и содержат некоторое количество никеля.

Третья группа месторождений, близких по характеру к алапаевскому типу, протягивается несколько западнее Кыштыма (Сугомакская полоса) в районе перегиба Уральского хребта на меридиане $60^{\circ}30'$ в. д. и залегают в карстовых углублениях на поверхности известняков S_2-D_1 , находящихся вблизи контакта с серпентинитами. Месторождения железных руд небольших масштабов залегают в основании кластических пород, которые отличаются от типичных беликов Алапаевских месторождений по составу обломков, но сходны по строению породы. Сюда относятся Сугомакский рудник Кыштымского района и ряд старых рудников к северу от него.

В данной работе эти месторождения отнесены к типу месторождений зоны цементации коры выветривания карстового типа.

Три перечисленные группы месторождений в общем входят в состав одной полосы, тянущейся вдоль меридиана $60^{\circ}20'—60^{\circ}30'$ в. д.

Вторая полоса месторождений бурых железняков, сходных по типу с алапаевскими, но залегающих на нижнедевонских отложениях, представлена группой месторождений района пос. Точильный ключ и Каменки, тянущихся вдоль меридиана $61^{\circ}20'$ в. д., т. е. несколько западнее Режевского завода. Они находятся вблизи серпентинитов и включены в список месторождений карстового типа, хотя включающие их породы не отличимы от беликов.

Таким образом, на Среднем Урале имеются две полосы месторождений бурых железняков, которые по условиям своего образования относятся к одной группе месторождений зоны цементации делювиально-пролювиально-аллювиальных аггломератов, песков и пелитов, заполнивших карстовые и эрозионные углубления на поверхности известняков разного возраста. Разница между ними, не говоря уже о присутствии заметного количества никеля в некоторых из них, заключается главным

образом в несколько различном составе вмещающих и покрывающих их рыхлых кластических отложений, обусловленном их происхождением из коры выветривания окрестных пород и залеганием в углублениях на поверхности известняков и сланцев девонского возраста. Вместе с тем чрезвычайно ярко выступает и разница в распределении характерных и нехарактерных месторождений алапаевского типа на восточном склоне Среднего Урала. Характерные месторождения алапаевского типа встречаются дальше от центральной кристаллической оси Урала, — вдоль меридианов 61° , $61^{\circ}30'$ — $61^{\circ}40'$, 62° и $62^{\circ}15'$ в. д., — тогда как нетипичные тянутся вдоль меридианов $60^{\circ}15'$ — $60^{\circ}20'$ и $61^{\circ}20'$ в. д.

Нехарактерные месторождения алапаевского типа связывают между собой месторождения собственно алапаевского типа с месторождениями, описанными под принятым уже в литературе названием месторождений карстового типа. Нахождение характерных месторождений алапаевского типа в удалении от центрального кристаллического хребта полностью соответствует распределению отложений визе на восточном склоне: более крупные полосы визейских известняков имеются только в зонах широтных погружений, где нет выходов магматических пород, являющихся при выветривании источниками железистых растворов для формирования месторождений.

**в) Закономерности распределения месторождений
гидрогетитовых руд, связанных с корой
выветривания в тектонически нарушенных
породах**

Месторождения железо-никелевых руд, связанные с тектоническими нарушениями радиального характера (сбросы, зоны трещиноватости, грабены), встречаются на восточном склоне Среднего и Южного Урала. На Среднем Урале они очень часты в пределах серпентинитовых массивов и вдоль контактов с ними в известняках и других породах.

Большое количество месторождений этого типа известно в пределах полосы серпентинитов между широтами Уфалея и Нижнего Тагила, где они тянутся в виде нескольких линий, состоящих из прерывистых цепочек месторождений, пересекающих породы разного петрографического состава в Полдневском, Полевском, Северском, Ревдинском, Сысертском, Свердловском, Нижне-Исетском, Нейво-Рудянском, Верх-Нейвинском, Верхне-Тагильском, Режевском, Ключевском и Алапаевском районах. Часть этих месторождений, находящаяся в самых ультраосновных породах и на контакте с ними, отличается присутствием хрома, никеля и кобальта, тогда как другая часть, расположенная среди основных пород, не содержит их. Тип этих месторождений совершенно сходен. Месторождения, приуроченные к тектоническим нарушениям в породах, нами разбирались выше как месторождения зоны цементации коры выветривания серпентинитов, тогда как месторождения на контакте между серпентинитами и известняками отнесены к месторождениям зоны цементации делювиально-пролювиальных аггломератов и глин в углублениях тектонического и эрозионного происхождения. Однако все они возникли на продолжении одних и тех же тектонических трещин. На Южном Урале месторождения эти встречаются гораздо реже. Наиболее характерным примером их является Ново-Аккермановское месторождение.

Принимая во внимание всю совокупность этих месторождений, мы приходим к выводу, что в широтном направлении на Среднем Урале не замечается большого уменьшения количества месторождений с запада на восток в пределах древней поверхности выравнивания.

Однако совершенно определенно проявляется, как указывалось выше, уменьшение количества месторождений выветривания к северу и к югу от Свердловской широтной полосы поднятия.

Причинами уменьшения их в пределах Ивдельского и Кыштымско-Челябинского широтных погружений являются прежде всего наличие меловых и третичных осадочных пород, скрывших продолжение известных уже полос в восточной части мезозойской поверхности выравнивания, прикрывающих палеозой, и озерно-болотный ландшафт местности.

В западной части Ивдельской зоны широтного погружения серпентиниты отсутствуют, а в западной части Кыштымско-Челябинского погружения они выступают узкими полосами среди пород осадочно-вулканогенной свиты. Они являются скорее всего только апофизами более крупных массивов, находящихся на глубине. Здесь известно небольшое количество месторождений выветривания; количество их, вероятно, значительно больше, но малая доступность района и малый промышленный интерес к нему обусловили и малую изученность и разведанность его в отношении железо-никелевых месторождений.

Так же нужно объяснить и малое количество известных в настоящее время месторождений железо-никелевых руд в более южных частях Южного Урала. Имеющиеся здесь месторождения сосредоточены главным образом на юге в Орском и Кимперсайском районах, где находятся заводы-потребители; для которых и производились поиски железо-никелевых руд.

При сопоставлении распространенности месторождений охристо-кремнистых и охристых руд зоны цементации коры выветривания, приуроченных к зонам тектонических нарушений (сбросам, зонам брекчирования, трещиноватости и т. д.) на Среднем и Южном Урале, получается картина обратная тому, что мы видели при разборе распространения нонtronита. Они сильно распространены на Среднем и относительно мало — на Южном Урале.

На Среднем Урале между широтами Уфалея и Нижнего Тагила месторождения руд этого типа встречаются во всех вышеперечисленных районах (см. стр. 94), тогда как на Южном Урале они обнаружены в ограниченном количестве мест.

Причиной такой разницы является, с одной стороны, относительно молодой возраст тектонических проявлений, к которым приурочено образование месторождений окисных руд, а с другой — наличие обширной площади развития мезо-кайнозойских отложений, прикрывающих палеозой и оставшихся еще не смытыми на Южном Урале.

Выше уже было указано, что нонtronитовая кора выветривания образовалась на тектонически нарушенных серпентинитах, вследствие чего нижняя граница нонtronитовой коры очень прихотлива.

В случае возникновения тектонических нарушений после завершения процесса образования нонtronитовой коры выветривания, в тектонически нарушенных участках при других климатических условиях создаются накопления железных руд иного характера, а именно гидратов окиси железа, которые в виде плитообразных и клинообразных тел и зон трещиноватости пересекают нонtronитовую кору выветривания. Типичным примером таких условий залегания и такого возраста месторождений охристых железо-никелевых руд является Ново-Аккермановское железо-никелевое месторождение на Южном Урале, где нонtronитовая зона коры сохранилась еще участками на склонах Ново-Аккермановской горы, тогда как с гребня она смыта.

На Среднем Урале более молодой возраст радиальных тектонических нарушений ясно виден на Ново-Ивановском, Осиновском и Ана-

тольском месторождениях, где вдоль трещин и сбросов, пересекающих нонтронитовую кору, идет обохривание ее.

IV. ПОИСКИ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Поиски новых месторождений осадочного происхождения

Из сказанного об условиях формирования и закономерностях распределения осадочных месторождений (см. стр. 86—88) вытекает, что осадочные месторождения железных, железоникелевых, а также марганцевых руд и бокситов образовались в двух различных условиях: часть их относится к числу континентальных месторождений, возникших в депрессивных участках восточного склона Урала далеко от берега моря, а другая часть — в прибрежно-морских и лагунных частях морей. Поиски новых месторождений первого рода нужно ставить в пределах этих же и аналогичных им депрессивных участков восточного склона Урала и прежде всего в пределах Баймакской и Уртазымской депрессий в прибрежных частях тех озерно-болотных бассейнов, которые в юрское время существовали в этих депрессиях.

Поиски новых месторождений халиловского типа

Поиски новых месторождений железо-хром-никелевых руд халиловского типа прежде всего нужно вести на Южном Урале. Наиболее благоприятными местами для поисков являются зоны синклинального строения на восточном склоне хребта; мало благоприятны для этой цели зоны с антиклинальным строением.

Исходя из установленных выше условий образования и закономерностей распределения месторождений халиловского типа в пределах Баймакской и Уртазымской депрессий, можно указать места, где нужно вести поиски новых месторождений.

В пределах Баймакской депрессии к северу от р. Урала новые месторождения того же типа нужно искать вдоль западного и восточного берегов этой депрессии в местах, где они образованы из серпентинитов и еще прикрыты юрскими отложениями, предохранившими месторождения от более позднего размыва.

Кроме того, новые месторождения можно искать вдоль линий сбросов, проходящих несколькими рядами в пределах депрессии. Месторождения здесь могут быть встречены по склону приподнятых серпентинитов под покровом юрских отложений. В настоящее время здесь уже известны четыре сброса: 1) Ново-петропавловский, тянущийся к югу, повидимому, до Орловского месторождения; 2) Ново-киевский, проходящий несколько восточнее железнодорожной линии у Ново-киевского, где в 1938 г. были обнаружены признаки железных руд; 3) Жереклинский, проходящий от верховьев р. Жерекля к правому берегу р. Сухой Губерли; 4) сброс вдоль левого берега р. Сухой Губерли. На восточном склоне сброшенного участка к востоку от д. Мустафино в 1943 г. было открыто месторождение, связанное с Репинским.

Баймакская депрессия не заканчивается на правом берегу р. Урала, но продолжается далеко к югу, вдоль меридиана $58^{\circ}30'$. Она выполнена в северной части юрскими, а в южной — меловыми отложениями. Поиски новых месторождений нужно вести вдоль берегов депрессий, сложенных серпентинитами.

В пределах Уртазымской депрессии вдоль восточного берега, сложенного палеозойскими породами с небольшими интрузивными телами серпентинизированных ультраосновных пород, вблизи последних уже известны месторождения халиловского типа. На западном берегу депрессии П. Л. Безруков и А. Л. Яншин (1934) указывают на присутствие

в нескольких местах глин с бобами, не имеющими промышленного значения. Перечисленные данные указывают на возможность нахождения новых месторождений халиловского типа вдоль обоих берегов Уртазымской депрессии.

В аналогичных же условиях можно ставить поиски новых месторождений халиловского типа и на продолжении Уртазымской депрессии к югу.

В антиклинальных зонах на восточном склоне Урала, в областях развития серпентинитов, выше (стр. 10) отмечено было присутствие местами в районе Кула-Айгыр в верховьях р. Тогузака россыпей бобов, переходящих в бобовые руды. Этот район необходимо обследовать.

Второй, пока потенциальной, областью поисков является Средний Урал. На Среднем Урале континентальные отложения типа аггломератов (белики) встречаются во многих местах на восточном и западном склонах хребта. По своему характеру они обнаруживают между собой большое сходство, хотя, может быть, несколько отличаются по времени возникновения. По своему характеру и условиям образования они также имеют ближайшее сходство с хайбуллинскими отложениями: они заполняют депрессии на поверхности палеозоя при постепенном повышении базиса эрозии. Толща включает в себе озерно-болотные отложения с сидеритом, пиритом и растительными остатками. Поэтому при образовании в верхних частях толщи аггломератов могли существовать и более крупные озерно-болотные бассейны ниже-юрского времени с бобово-оолитовыми рудами. Однако до сих пор заведомо юрских месторождений бобово-оолитовых руд на Среднем Урале не найдено, а имеющиеся здесь подобного типа месторождения залегают на размытой поверхности беликов и определяются как ниже- или верхнемеловые.

Поисковые признаки для месторождений халиловского типа

Лучшим поисковым признаком для месторождений халиловского типа служат россыпи железистых бобов, обнаруживающиеся на поверхности или на склонах балок и логов в области развития ультраосновных пород. Одни россыпи бобов, однако, не являются еще абсолютным признаком наличия месторождений халиловского типа ввиду того, что бобовые руды могут возникнуть и в области развития основных магматических и богатых железом метаморфических пород. В таком случае, однако, бобовые руды не будут иметь примеси хрома, никеля и кобальта. Для окончательного решения вопроса необходим химический анализ, которым можно определить количество хрома, никеля и кобальта в бобовой руде.

Вторым поисковым признаком, также не имеющим абсолютного значения, служит присутствие охристых руд с буровато-зеленой или зеленовато-бурой окраской. Зеленая окраска свойственна минералам из группы лептохлоритов, которые встречаются и без железистых бобов в массе слоистых руд в основании месторождений халиловского типа. Часто лептохлориты быстро окисляются и обохриваются на поверхности, приобретая буроватый оттенок. Однако лептохлориты имеют матовый или обыкновенный блеск, что и позволяет их отличить от нонтронитов, имеющих жирноватый блеск и другой оттенок зеленого цвета. При выходе на поверхность нонтрониты также обохриваются и приобретают буровато-зеленый или зеленовато-бурый цвет, что позволяет легко смешивать их с обохренными лептохлоритами. Правильное определение первичного минерала можно сделать в случае присутствия остатков неизмененного минерала по жирному или обыкновенному блеску его.

Третьим поисковым признаком может служить наличие юрских континентальных отложений в известном районе.

Поиски новых месторождений континентальных бобовых железистых бокситов и бобовых железистых руд нижнемелового возраста

Из вышеизложенного (стр. 86—88) ясно, что новые месторождения этих руд на Среднем Урале нужно искать в пределах пограничной зоны между палеозоем восточного склона хребта и меловыми и третичными отложениями Зауральской низменности по продолжению и между районами развития двух типов этих месторождений (Соколовского и Режевского). В литературе имеются некоторые указания на возможность нахождения здесь новых месторождений бокситовых руд. Так, к северу от Синячихи Н. И. Архангельский (1941) считает возможным нахождение этих руд в бассейне р. Мугай на основании находки боксита в аллювии р. Мугая в нескольких местах. Серпентиниты в том районе обнаружены на большой площади в верхнем течении рр. Тагила и Мугая. На Южном Урале близ ст. Полетаево в районе Яковлевского железного рудника были встречены песчано-глинистые отложения с гальками боксита. Н. И. Архангельский (1941) относит эту толщу к верхнему мелу.

Менее перспективны в отношении нахождения никельсодержащих бобовых руд, ввиду отсутствия выходов серпентинитов, месторождения бокситов в промежутке между г. Каменском и р. Тобол, около Челябинска (Яншин, 1939), предположительно отнесенные «к более высоким горизонтам юры», а также в Варненском районе (Южный Урал) по линии железной дороги Троицк — Покровка, где возраст отложений определен как мезозойский, в районе г. Кустаная, на рч. Аят и близ оз. Убоган.

Указания на присутствие обломков бобовых бокситов в промежутке между г. Каменском и Режем имеются у Ф. Х. Бергера, который обнаружил пропластки бокситов в нижнемеловых каолиновых глинах близ пос. Байны.

Вторая группа осадочных месторождений приурочена к береговым линиям верхнемелового и палеогенового морей, передвигавшихся в широтном направлении с востока на запад и обратно. В пределах между крайней западной границей палеогенового моря и современной западной границей сплошной области развития морских верхнемеловых и палеогеновых отложений и можно ставить поиски континентальных и морских прибрежно-лагунных отложений перечисленных полезных ископаемых. Однако наиболее перспективными участками в этом отношении нужно считать крайнюю восточную часть этой полосы у самой грани верхнемеловых и палеогеновых отложений и некоторой ширины зону восточнее этой грани, так как в западной части верхнемеловые и палеогеновые отложения уже почти полностью эродированы, а вместе с тем исчезли и подчиненные им месторождения.

В настоящее время, благодаря установленной А. Е. Ферсманом (1939, 1940) геохимической закономерности выделения марганца, железа, алюминия, никеля, можно совершенно планомерно и целеустремленно ставить поиски новых месторождений перечисленных металлов вдоль берегов континентальных и морских бассейнов вблизи массивов основных и ультраосновных пород (Кротов, 1943).

Исходя из состава выступающих на берегах этих древних бассейнов пород или, иначе, учитывая состав притекавших в процессе выветривания растворов в эти бассейны, вдоль берегов одного и того же бассейна можно проектировать постановку поисков железных руд или бокситов

и даже еще детальнее — постановку поисков месторождений железоникелевых руд, например, в Режевском районе, по р. Сосьве, в районе Серова, в районе Новой Ляли, Лобвы, по рр. Ую, Тогузаку, в районе Коломенского и Ливановского массивов.

Если имеются основания предполагать, исходя из состава выступающих пород, наличие стока в древние бассейны растворов смешанного характера, содержащих, например, железо, никель, марганец и алюминий, то можно ставить поиски месторождений отдельных представителей этой группы металлов, базируясь на установленной закономерности одновременного выделения разных соединений этих металлов из смешанных растворов на разном расстоянии от берега в зависимости от изменения физико-химических условий среды в бассейнах, — например, в районе Марсят.

Поиски новых месторождений коры выветривания

а) Поиски месторождений железо-никелевых руд, связанных с нонтронитовой корой выветривания

Выше было указано, что нонтронитовая кора выветривания образовалась только в тех местах юрско-меловой поверхности выравнивания, где в это время были обнажены ультраосновные породы; в пределах зон широтных погружений, где не было выходов ультраосновных пород, нонтронитовая кора отсутствует. Она более сохранилась в основном под покровом морских верхнемеловых и палеогеновых отложений или там, где она сравнительно недавно обнажилась из-под их плаща. Такими районами являются прежде всего на Южном Урале Халиловский, Орский и Кимперсайский. Здесь нонтронитовая кора развита на ультраосновных породах первой и второй полос и сохранилась на высоких водоразделах между современными реками, где она залегает в зонах палеозоя как синклинального, так и антиклинального строения. Нонтронитовая кора выветривания залегает здесь в западной части поверхности выравнивания юрско-мелового времени в виде относительно значительных площадей на абс. высоте от 250 до 450 м в зависимости от степени позднейшего поднятия местности.

На Среднем Урале поиски новых месторождений прежде всего нужно ставить в восточной части мезозойской поверхности выравнивания, где нонтронитовая кора недавно обнажилась из-под покрова морских, третичных и ледниковых отложений. В таких условиях находится нонтронитовая кора на Устейском серпентинитовом массиве в Серовском районе; на второй полосе ультраосновных пород в южной части Турьинской зоны погружения; такие же условия вероятны и в восточной части мезозойской поверхности выравнивания между широтой Нижнего Тагила и Уфалея, где нонтронитовая кора может сохраниться на абс. высоте 250—200 м на третьей полосе ультраосновных пород.

В западной части мезозойской поверхности выравнивания между широтой Нижнего Тагила и Уфалея нонтронитовая кора была развита на второй полосе ультраосновных пород. Эта полоса не покрывалась верхнемеловыми и палеогеновыми морскими осадками и подвергалась значительной эрозии в самом конце мела и в течение кайнозоя в связи с эпейрогеническим поднятием. В эпохи опусканий нонтронитовая кора подвергалась разложению и обохриванию. Поэтому нонтронитовая кора с месторождениями сохранилась только в местных понижениях поверхности серпентинитовых массивов в виде относительно небольших участков. Месторождения, имеющие форму карманов среди серпентинитов, встречаются на высоте около 350 м и выше. Во вторую очередь поиски

Третьим поисковым признаком может служить наличие юрских континентальных отложений в известном районе.

Поиски новых месторождений континентальных бобовых железистых бокситов и бобовых железистых руд нижнемелового возраста

Из вышеизложенного (стр. 86—88) ясно, что новые месторождения этих руд на Среднем Урале нужно искать в пределах пограничной зоны между палеозоем восточного склона хребта и меловыми и третичными отложениями Зауральской низменности по продолжению и между районами развития двух типов этих месторождений (Соколовского и Режевского). В литературе имеются некоторые указания на возможность нахождения здесь новых месторождений бокситовых руд. Так, к северу от Синячихи Н. И. Архангельский (1941) считает возможным нахождение этих руд в бассейне р. Мугай на основании находки боксита в аллювии р. Мугая в нескольких местах. Серпентиниты в том районе обнаружаются на большой площади в верхнем течении рр. Тагила и Мугая. На Южном Урале близ ст. Полетаево в районе Яковлевского железного рудника были встречены песчано-глинистые отложения с гальками боксита. Н. И. Архангельский (1941) относит эту толщу к верхнему мелу.

Менее перспективны в отношении нахождения никельсодержащих бобовых руд, ввиду отсутствия выходов серпентинитов, месторождения бокситов в промежутке между г. Каменском и р. Тобол, около Челябинска (Яншин, 1939), предположительно отнесенные «к более высоким горизонтам юры», а также в Варненском районе (Южный Урал) по линии железной дороги Троицк — Покровка, где возраст отложений определен как мезозойский, в районе г. Кустаная, на рч. Аят и близ оз. Убоган.

Указания на присутствие обломков бобовых бокситов в промежутке между г. Каменском и Режем имеются у Ф. Х. Бергера, который обнаружил пропластки бокситов в нижнемеловых каолиновых глинах близ пос. Байны.

Вторая группа осадочных месторождений приурочена к береговым линиям верхнемелового и палеогенового морей, передвигавшихся в широтном направлении с востока на запад и обратно. В пределах между крайней западной границей палеогенового моря и современной западной границей сплошной области развития морских верхнемеловых и палеогеновых отложений и можно ставить поиски континентальных и морских прибрежно-лагунных отложений перечисленных полезных ископаемых. Однако наиболее перспективными участками в этом отношении нужно считать крайнюю восточную часть этой полосы у самой грани верхнемеловых и палеогеновых отложений и некоторой ширины зону восточнее этой грани, так как в западной части верхнемеловые и палеогеновые отложения уже почти полностью эродированы, а вместе с тем исчезли и подчиненные им месторождения.

В настоящее время, благодаря установленной А. Е. Ферсманом (1939, 1940) геохимической закономерности выделения марганца, железа, алюминия, никеля, можно совершенно планомерно и целеустремленно ставить поиски новых месторождений перечисленных металлов вдоль берегов континентальных и морских бассейнов вблизи массивов основных и ультраосновных пород (Кротов, 1943).

Исходя из состава выступающих на берегах этих древних бассейнов пород или, иначе, учитывая состав притекавших в процессе выветривания растворов в эти бассейны, вдоль берегов одного и того же бассейна можно проектировать постановку поисков железных руд или бокситов

и даже еще детальнее — постановку поисков месторождений железоникелевых руд, например, в Режевском районе, по р. Сосьве, в районе Серова, в районе Новой Ляли, Лобвы, по рр. Ую, Тогузаку, в районе Коломенского и Ливановского массивов.

Если имеются основания предполагать, исходя из состава выступающих пород, наличие стока в древние бассейны растворов смешанного характера, содержащих, например, железо, никель, марганец и алюминий, то можно ставить поиски месторождений отдельных представителей этой группы металлов, базируясь на установленной закономерности одновременного выделения разных соединений этих металлов из смешанных растворов на разном расстоянии от берега в зависимости от изменения физико-химических условий среды в бассейнах, — например, в районе Марсят.

Поиски новых месторождений коры выветривания

а) Поиски месторождений железо-никелевых руд, связанных с нонтронитовой корой выветривания

Выше было указано, что нонтронитовая кора выветривания образовалась только в тех местах юрско-меловой поверхности выравнивания, где в это время были обнажены ультраосновные породы; в пределах зон широтных погружений, где не было выходов ультраосновных пород, нонтронитовая кора отсутствует. Она более сохранилась в основном под покровом морских верхнемеловых и палеогеновых отложений или там, где она сравнительно недавно обнажилась из-под их плаща. Такими районами являются прежде всего на Южном Урале Халиловский, Орский и Кимперсайский. Здесь нонтронитовая кора развита на ультраосновных породах первой и второй полос и сохранилась на высоких водоразделах между современными реками, где она залегает в зонах палеозоя как синклинального, так и антиклинального строения. Нонтронитовая кора выветривания залегает здесь в западной части поверхности выравнивания юрско-мелового времени в виде относительно значительных площадей на абс. высоте от 250 до 450 м в зависимости от степени позднейшего поднятия местности.

На Среднем Урале поиски новых месторождений прежде всего нужно ставить в восточной части мезозойской поверхности выравнивания, где нонтронитовая кора недавно обнажилась из-под покрова морских, третичных и ледниковых отложений. В таких условиях находится нонтронитовая кора на Устейском серпентинитовом массиве в Серовском районе; на второй полосе ультраосновных пород в южной части Турьинской зоны погружения; такие же условия вероятны и в восточной части мезозойской поверхности выравнивания между широтой Нижнего Тагила и Уфалея, где нонтронитовая кора может сохраниться на абс. высоте 250—200 м на третьей полосе ультраосновных пород.

В западной части мезозойской поверхности выравнивания между широтой Нижнего Тагила и Уфалея нонтронитовая кора была развита на второй полосе ультраосновных пород. Эта полоса не покрывалась верхнемеловыми и палеогеновыми морскими осадками и подвергалась значительной эрозии в самом конце мела и в течение кайнозоя в связи с эпейрогеническим поднятием. В эпохи опусканий нонтронитовая кора подвергалась разложению и обохриванию. Поэтому нонтронитовая кора с месторождениями сохранилась только в местных понижениях поверхности серпентинитовых массивов в виде относительно небольших участков. Месторождения, имеющие форму карманов среди серпентинитов, встречаются на высоте около 350 м¹ и выше. Во вторую очередь поиски

новых месторождений можно ставить в западной части восточного склона Среднего Урала на площадях развития серпентинитов на абсолютной высоте более 350 м.

В отношении перспектив постановки поисков новых месторождений, связанных с нонтронитовой корой выветривания, полоса между широтами Челябинска и Троицка является аналогичной западной и восточной частям поверхности выравнивания между широтами Нижнего Тагила и Уфалея. Развитые здесь ультраосновные породы являются продолжением второй и третьей полос тех же пород зоны поднятия между широтами Нижнего Тагила и Уфалея. Однако месторождения в этой полосе пока еще обнаружены в очень небольшом количестве, что скорее всего нужно объяснить малой изученностью и разведанностью района.

В Халиловском и Актюбинском районах ультраосновные породы выходят как в пределах самой центральной кристаллической оси Урала (Халиловский и Актюбинский массивы) — первая полоса, и в непосредственной близости от нее в Баймакской синклинальной зоне — вторая полоса, так и к востоку от 60° в. д., т. е. к востоку от современного водораздела (третья и четвертая полосы). На обоих массивах в ряде мест сохранилась нонтронитовая кора выветривания с месторождениями никелевых и железо-никелевых руд. Во многих местах нонтронитовая кора прикрыта верхнемеловыми морскими отложениями. Наиболее перспективной для поисков новых месторождений является зона вдоль восточного края Актюбинского массива, где нонтронитовая кора уходит под морской мел. Здесь вполне вероятны также месторождения под мелом, не выходящие на поверхность. На Халиловском массиве аналогично этому можно встретить никелевые месторождения вдоль западной окраины его под мелом.

Для поисков новых месторождений на перечисленных площадях надо пользоваться установленными поисковыми признаками (Кротов, 1943; Кротов и Яницкий, 1944), прежде всего геоморфологией местности. Месторождения могут быть встречены в неглубоких понижениях округлой или вытянутой формы и окружены со всех сторон более повышенными участками поверхности серпентинизированных перидотитов, возвышающимися над понижениями на 10—15 м. Понижения покрыты сырыми или кочковатыми лугами или кочковатыми болотами. Эрозионные процессы вызывают иногда размыв такого первоначально замкнутого понижения и появление ложков, дренирующих его в дальнейшем. Геологическое обоснование этого признака заключается в том, что современные месторождения представляют собой только самые глубокие части древней коры, сохранившейся от эрозии и абразии в наиболее пониженных частях (карманах) в выветрелой поверхности серпентинитов, что и обуславливает форму и площадь месторождения. Возникновение болотистой депрессии на площади месторождения связано с позднейшими и современными процессами выветривания, обусловившими дополнительное выветривание серпентинита, разложение нонтронита, вынос магния и кремнезема, накопление в поверхностных частях охры или охристой глины как остаточного продукта от разложения нонтронита. В связи с выносом кремнезема и уменьшением объема остаточного продукта происходит оседание охры и образование болотистых низин над площадями месторождений железо-никелевых руд.

В процессе разложения нонтронита в охристых остаточных продуктах по трещинам происходит выделение кремнезема в виде двустороннесимметричных прожилков кварца или красноватой кварцитовидной породы. При современной эрозии охристой массы на поверхности остаются обломки кварцевых прожилков, а иногда даже месторождения покрыва-

ются настоящей россыпью из обломков жилок кварца и кварцитовидной породы сливного строения.

Присутствие на поверхности обломков прожилков кварца является вторым признаком при поисках месторождений железо-никелевых руд коры выветривания.

Третий поисковый признак — присутствие в дёрне или почве охристой окраски от частиц охры, а в делювиальных суглинках — мелких обломков нонтронитовой породы зеленого или буровато-зеленого цвета (см. также Трубина, 1940).

б) Поиски месторождений выветривания
на контакте серпентинитов с известняками в
углублениях, выполненных делювиальными
аггломератами, песками и глинами (месторождения
карстового типа)

Поиски новых месторождений этого типа можно ставить в тех же местах и с той же степенью вероятности нахождения, как и месторождений, связанных с нонтронитовой корой.

Из характеристики генетического типа этих месторождений вытекает, что поиски новых месторождений нужно приурочивать к площадям развития известняков вдоль контакта их с ультраосновными породами. Однако, на основании изложенного выше (см. стр. 90), в западной части мезозойской поверхности выравнивания на Среднем Урале поиски нужно ставить на высоте 350—370 м, так как в более низких местах они эродированы. В настоящее время почти все известные месторождения этого типа выходят здесь на указанном уровне.

В восточной части поверхности выравнивания месторождения находятся на высоте 200—300 м, как и месторождения, связанные с нонтронитовой корой выветривания.

На современном рельефе поверхности ультраосновные породы образуют положительные формы (гряды, цепи и пр.), возвышающиеся над полосами известняков и разного рода сланцев, области распространения которых, как это отмечал А. П. Карпинский (1891) и особо подчеркивал К. И. Богданович (1911), проявляются понижениями, занятыми речными долинами, озерами и болотами. Месторождения железо-никелевых руд располагаются в тех местах, где на указанной высоте начинается повышение рельефа. Карстовые, эрозионные и тектонические углубления не составляют неперенных спутников каждого контакта известняков с серпентинитами и не тянутся непрерывно вдоль всего контакта, а встречаются только спорадически. О присутствии в приконтактной зоне известняков углублений, заполненных делювиальными аггломератами с месторождениями железо-никелевых руд, можно судить по рельефу поверхности. На известняках и сланцах, покрытых корой выветривания, но без карста, наблюдается определенно выраженный отрицательный рельеф в виде общей депрессии поверхности. В случае наличия карста на поверхности известняков, покрытых делювиально-пролювиальными отложениями, располагаются отдельные округлые или корытообразные углубления или целая система связанных друг с другом неправильной формы углублений на общей пониженной поверхности. В этих углублениях обычно находятся сырые луга или болота с кочками.

Месторождения бурых железняков, как указано выше, образуются в углублениях на разном расстоянии от выветривающихся ультраосновных пород. Железо-никелевые месторождения с промышленным содержанием никеля встречаются только в непосредственной близости

от выходов серпентинитов, обычно на расстоянии не более 30, реже до 60 м от них.

В случае отсутствия тектонических нарушений в области контакта месторождения имеют форму одиночных карстовых углублений, а при наличии их — образуют систему карстовых углублений или тянущиеся на километры щелевидные углубления, присутствие которых сказывается на поверхности в виде депрессий и болотистых участков соответствующей формы.

Таким образом, при постановке поисков новых месторождений железо-никелевых руд карстового типа в области развития серпентинитов поисковыми признаками служат: 1) контакт между известняками и серпентинитами, 2) наличие старых месторождений бурых железняков вблизи контакта известняков с серпентинитами и 3) присутствие у полос серпентинитов депрессивных участков рельефа поверхности, на которых имеются болота или сырые луга с кочками (Кротов и Яницкий, 1944). Поиски новых месторождений карстового типа не имеют перспектив в тех районах, где ультраосновные породы не выходят на поверхность, а именно в пределах широтных понижений, и где они окружены третичными отложениями, а именно севернее широты 59°, вдоль 55° и южнее 53° с. ш.

Особо стоит вопрос о поисках новых месторождений алапаевского типа. Выше было уже отмечено, что характерные месторождения алапаевского типа в главной своей массе встречаются на восточном склоне Урала, хотя аналогичные месторождения имеются и на западном склоне в районе Нижних Серёг. На восточном склоне Урала автор (Кротов и др., 1936) при изучении месторождений алапаевского типа, как указано выше (стр. 92), установил четыре полосы распространения каменноугольных отложений, на закарстованной поверхности которых в делювиальных аггломератах (беликах) залегают месторождения алапаевского типа. Поиски новых месторождений алапаевского типа прежде всего нужно ставить в пределах указанных полос и на их продолжении к северу и к югу. Каменноугольные отложения здесь образованы из угленосной свиты C_1^1 , визейских известняков и сопровождаются среднекаменноугольными известняками и конгломератами. Месторождения алапаевского типа промышленного значения встречаются на визейских отложениях и приурочены к местам развития на них более глубоких карстовых углублений. На среднекаменноугольных конгломератах карстовые углубления и рудные месторождения алапаевского типа образуются в значительно меньшей степени.

Поиски новых месторождений нужно ставить в пределах полосы развития известняков визейского яруса, на которых развивался особенно глубокий карст. Эти породы часто не сплошь покрыты карстовыми углублениями. На их поверхности наблюдаются отдельные карстовые углубления разной формы и величины, разделенные незакарстованными промежутками. При поисках в пределах полос визейских известняков карстовых углублений с находящимися в них месторождениями алапаевского типа необходимо руководствоваться следующими признаками. Присутствие более крупных карстовых углублений в известняках проявляется на современном рельефе поверхности, как нами уже отмечалось (Кротов и др., 1936, стр. 343), наличием мелких водоемов, болот, лугов с кочками и т. п., что свидетельствует о продолжающемся развитии карста.

Присутствие в рудах алапаевского типа заметного количества легирующих примесей никеля можно ожидать во всех случаях, когда месторождения таких руд находятся недалеко от серпентинитов, как,

например, в Медведевско-Аджитаровской полосе, в западной части полосы Алапаевских месторождений.

Поиски месторождений карстового типа можно ставить и под покровом осадков мезо-кайнозоя в приграничной зоне на продолжении месторождений, вскрытых в каньонах рек, текущих на восток.

в) Поиски новых месторождений коры
выветривания в местах тектонических нарушений
в породах, покрытых мезозойской корой
выветривания

Тектонические нарушения в породах, покрытых мезозойской корой выветривания, образовались в более позднее время (конец мезозоя — кайнозой) в древних зонах тектонических нарушений и являлись продолжением и развитием более ранних тектонических нарушений. Железо-никелевые месторождения в местах тектонических нарушений более позднего времени носят характер оруденелых зон трещиноватости брекчий трения, замещения вдоль трещин сбросов, имеют форму плитообразных и клинообразных тел, которые пересекают как карбонатизированную и окремненную, так и нонтронитовую кору выветривания, более или менее обохренную.

Как уже говорилось выше, тектонические нарушения более позднего времени встречаются на всем пространстве восточного склона Урала, но чаще они наблюдаются в западной части мезозойской поверхности выравнивания, которая в послепалеогеновое время подверглась постепенному поднятию на протяжении всего Уральского хребта. Это поднятие происходило дифференцированно в зависимости от тектонического строения: зоны с синклинальным строением поднимались относительно слабее, чем зоны с антиклинальным строением. Зоны и участки более сильных поднятий являются вместе с тем участками, где наблюдаются тектонические проявления более позднего времени.

Поэтому поиски новых месторождений железо-никелевых руд в зонах тектонических нарушений более позднего времени целесообразнее ставить в западной части мезозойской поверхности выравнивания в зонах с антиклинальным строением и прежде всего между Нижним Тагилом и Уфалеем.

г) Поиски месторождений охристых и
охристо-кремнистых руд зоны цементации
карбонатизированной и окремненной коры
выветривания

Все известные месторождения этого типа находятся на Среднем Урале. Они образуют здесь группу в пределах третьей полосы ультраосновных пород в Серовском районе, а также на Уктусском (Елизаветинское и Уктусское) и на Ключевском (Стрижевское и Колоткинское) массивах (Яницкий, 1947). Кроме того, месторождения этого типа встречены в виде узких полос в пределах второй полосы ультраосновных пород между Ревдой и Уфалеем. Ввиду недостаточности имеющихся данных о распространении карбонатизированной и окремненной коры, поиски новых месторождений этого типа можно ставить на продолжении известных уже месторождений в меридиональном направлении.

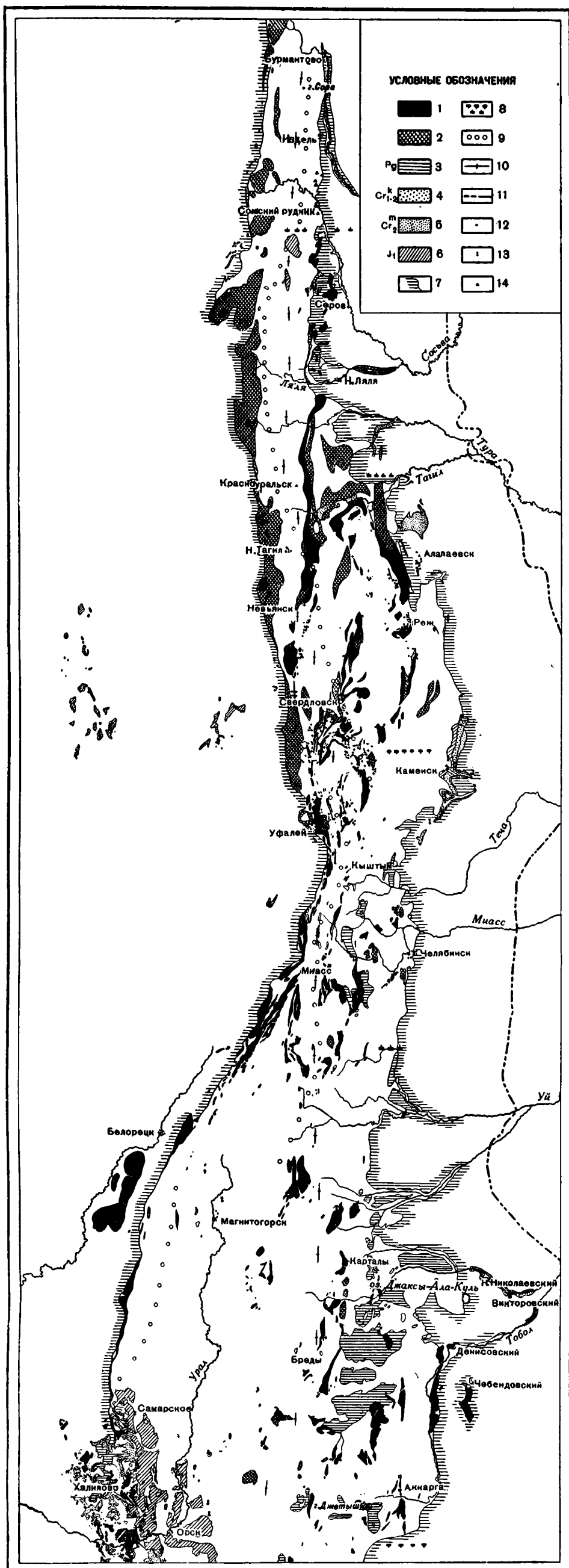
На Южном Урале карбонатизированная и окремненная кора выветривания серпентинитов встречается вдоль бортов Баймакской депрессии в районе халиловских природнолегируемых железных руд. Распространение карбонатизированной и окремненной коры выветривания на Южном Урале еще недостаточно освещено.

У. КАРТА ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОГНОЗА НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мы видели, что выяснение геологических условий, благоприятствующих формированию месторождений железо-никелевых руд, геологических и физико-химических факторов, обуславливающих их локализацию, установление генетических типов и закономерностей их распределения на восточном склоне Урала послужили основанием для прогноза новых мест нахождения для каждой категории и для каждого класса этих руд.

Перечисленные выше обоснования для постановки поисков новых месторождений, нанесенные на карту, представляют собой «карту прогноза» новых месторождений в понимании А. Д. Архангельского, А. Е. Ферсмана и А. Н. Заварицкого. Картой прогноза мы называем особым образом схематизированную геологическую карту или топографическую карту с нанесенными на нее некоторыми элементами геологического строения, на которой показаны особыми знаками физико-географические условия, благоприятствующие образованию месторождений железо-никелевых руд различных категорий и классов, геологическое строение, обуславливающее локализацию возникающих месторождений. При рассмотрении карты наглядно выступают закономерности формирования и распределения месторождений, а вместе с тем выводятся и перспективные места для постановки поисков новых месторождений железо-никелевых руд различных генетических типов. Приложенная к настоящей работе «карта прогноза» железо-никелевых руд на Урале охватывает в основном восточный склон Среднего и Южного Урала между 50° и 61° с. ш. в масштабе 1 : 2 000 000.

На западе карту ограничивает восточный край зоны кристаллических сланцев центрального Уральского хребта, а на востоке — западная граница области сплошного развития морского палеогена и предположительно нанесенная зона распространения скрытых под мезо-кайнозойскими рудными отложениями. На карту нанесены только те элементы геологического строения Урала, которые необходимы для прогноза: площади ультраосновных пород, тянущихся полосами в зонах хребта с синклинальным и антиклинальным строением, континентальные юрские, нижне- и верхнемеловые отложения, морские верхнемеловые и палеогеновые отложения и восточная граница площади развития кристаллических сланцев центрального Уральского хребта. Кроме того, на карте нанесена западная граница береговой линии палеогенового моря во время его максимальной трансгрессии на запад на территорию Урала. Между этой береговой линией палеогенового моря и современной границей сплошного развития морского палеогена и мела находится восточная часть верхнеюрской поверхности выравнивания, которая была залита верхнемеловым и палеогеновым морями, наступавшими с востока. Вместе с тем это была область развития приморских низменностей с озерами и болотами на континенте и прибрежных лагун и заливов тех же морей в эпоху наступления этих морей на запад и их отступления на восток. На геологической карте Урала масштаба 1 : 500 000 ясно выступает продолжение на восток верхнеюрской поверхности выравнивания палео-Урала в глубоких каньонах более крупных рек, текущих на восток в области сплошного развития морского мела и палеогена. Часть месторождений коры выветривания, часть озерных месторождений мезозоя и все морские месторождения мезо-кайнозоя находятся под палеогеном восточнее современной границы палеогена, образуя приграничную зону неизвестной ширины.



Фиг. 22. Карта прогноза месторождений железо-никелевых и кобальтовых руд на Урале. Составил Б. П. Кротов.

1 — ультраосновные породы и серпентиниты и полосы их, с которыми связано нахождение месторождений. Перспективные районы для постановки поисков новых месторождений коры выветривания; 2 — габбро; 3 — морской палеоген, к западной границе которого приурочены районы возможного нахождения осадочных месторождений; 4 — континентальный мел, участки развития которого вблизи серпентинитов перспективны для постановки поисков новых месторождений осадочных руд; 5 — морской верхний мел, районы развития которого на серпентинитах перспективны для постановки поисков месторождений в нонтронитовой коре в полосе между сплошным верхним мелом и кристаллической осью Урала; перспективны поиски карстовых месторождений и в зоне тектонических нарушений; 6 — континентальная нижняя юра, участки развития которой вблизи серпентинитов перспективны для постановки поисков новых месторождений осадочных руд; 7 — восточная граница полосы сланцев кристаллической оси Урала; 8 — граница площадей широтных погружений. Бесперспективные районы для постановки поисков; 9 — восточная граница площади горно-холмистого рельефа Урала, в пределах которой нонтронитовая кора сильно эродирована. Менее перспективные районы для постановки поисков месторождений в коре и перспективные для поисков карстовых месторождений; 10 — западная граница палеогенового моря и площади распространения осадочных месторождений; 11 — зона распространения скрытых под мезо-кайнозойскими морскими и озерными месторождениями и месторождениями коры выветривания; 12 — месторождения коры выветривания; 13 — месторождения осадочные; 14 — месторождения алапаевского типа.

На «карте прогноза» особыми знаками нанесены главнейшие месторождения категории осадочных и выветривания. На карте данного масштаба удалось нанести только ограниченное количество месторождений, так как даже на карте масштаба 1 : 500 000, на которой были нанесены все известные месторождения, в некоторых местах знаки перекрывают друг друга ввиду близкого нахождения месторождений. Это наблюдается в особенности, когда отдельные части одного месторождения получили особые названия.

Кроме того, на карте показаны некоторые особенности геологического строения Урала, влияющие на возникновение и распределение месторождений железо-никелевых руд,— широтные области поднятий и погружений осей синклинальных и антиклинальных складок хребта. В областях погружений ультраосновные породы совершенно не выходили на поверхность в верхнеюрское время и потому здесь не было условий для возникновения месторождений железо-никелевых руд. Наконец, на «карте прогноза» нанесена восточная граница горного рельефа. Область между кристаллическими сланцами центральной оси Урала и восточной границей горного рельефа включает ряд массивов ультраосновных пород. Таким образом, они находятся в пределах поверхности выравнивания верхнеюрского времени и должны бы быть покрыты нонтронитовой корой выветривания. Однако, вследствие горного рельефа, кора выветривания с них почти полностью смыта и месторождения железо-никелевых руд сохранились только в глубоких карманах коры, в глубоких карстовых воронках и грабенах.

На основании составленной карты прогноз новых месторождений различных категорий производится следующим образом. Исходя из положения, что массивы ультраосновных пород локализуют около себя месторождения железо-никелевых руд всех генетических типов обеих категорий, нахождение известного массива ультраосновных пород и серпентинитов в пределах распространения определенных физико-географических условий в течение данного геологического периода служит основанием для заключения о перспективности нахождения здесь новых месторождений железо-никелевых руд тех классов и категорий, которые при данных условиях возникали в разных местах Урала.

Мы видим, что «карта прогноза» данного масштаба пригодна только для общего планирования районов постановки поисков новых месторождений различных классов и категорий месторождений железо-никелевых руд. Для указания пунктов постановки поисков новых месторождений необходимы детальные геологические карты крупного масштаба с подробным нанесением геологического строения района, а именно слагающих пород, коры выветривания, тектонических проявлений, рельефа поверхности. Таких геологических карт мы еще не имеем. Присутствие хотя бы одного старого месторождения на массиве ультраосновных пород дает уже основание увереннее планировать здесь постановку поисков новых месторождений того же генетического типа.

На Урале между 50° и 61° с. ш. в настоящее время зафиксировано свыше 2500 точек железного оруденения. Только очень незначительное количество этих точек, главным образом представляющие собой железорудные месторождения крупного и среднего размера, разрабатывающиеся в настоящее время или работавшие в прошлом, изучены и описаны в литературе достаточно полно. Громадное же большинство этих точек не изучалось и не разведывалось и является закопашками или рудниками, которые в старое время разрабатывали «до воды» и затем бросили.

Утвержденные запасы железных руд Урала весьма значительны, но истинные запасы руд значительно превышают утвержденные, так как громадное количество месторождений, в большинстве своем, повидимому, мелких, не было разведано и запасы их не были подсчитаны.

К числу разбираемых здесь месторождений отнесены никелевые и все старые железорудные месторождения, находящиеся не более чем в 10 км от области развития ультраосновных пород, независимо от того, доказано ли химически наличие в них никеля или нет; сюда же отнесены и месторождения бобовых железистых бокситов и месторождения алапаевского типа, из которых только некоторые содержат примесь хрома и никеля, доказанную аналитически. Предел расстояния в 10 км принят потому, что на расстоянии 10 км от выходов ультраосновных пород в месторождениях еще обнаружено и доказано химически присутствие никеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод сравнительного изучения условий залегания месторождений железо-никелевых руд на территории Урала позволил не только выяснить геологические условия и время их образования, но и установить генетические типы этих месторождений, их взаимоотношения между собой и закономерности их распределения в пределах данной области.

Исследования показали, что месторождения относятся к двум категориям рудных месторождений: частью к осадочным, частью к месторождениям выветривания. Все они генетически связаны с ультраосновными породами. Осадочные месторождения возникали в водных бассейнах, на берегах которых выходили ультраосновные породы и серпентиниты, тогда как месторождения коры выветривания залегают в коре выветривания указанных пород. Очень крупные осадочные месторождения (Халиловские) относятся к типу континентальных озерных отложений в прибрежных частях бассейнов верхнего лейаса, менее значительные (Режевские и др.) — к озерным нижнемеловым отложениям, а наиболее значительные — к прибрежно-морским отложениям верхнего мела (Аятское и др.).

Месторождения коры выветривания в главной и наиболее важной в промышленном отношении части связаны с нонктронитовой корой выветривания серпентинитов, возникновение которой по современным данным датируется нами как конец юры — начало мела, а в меньшей части, — с более древней карбонатизированной и окремнелой корой выветривания, образовавшейся на ультраосновных породах и подвергшейся замещению гидроокислами железа — в более позднее время, повидимому, в третичное или послетретичное. Образование наиболее крупных промышленных месторождений выветривания относится, таким образом, к концу юры и началу мела, когда на территории современного Урала господствовал влажный субтропический климат.

Широкое распространение на территории Урала в указанные эпохи соответствующих физико-географических и климатических условий, благоприятствующих возникновению указанных месторождений на ультраосновных породах, обусловило региональное развитие обеих категорий месторождений железо-никелевых руд, которые с резко выраженным постоянством своего типа встречаются на территории всего палео-Урала в совершенно определенных местах — вблизи массивов и на массивах ультраосновных пород.

- Александрова Е. П. Геологическая карта Урала. Планшет 0—41—X—, Тр. Всесоюз. геол.-разв. об-ва, 1933, вып. 276.
- Архангельский А. Д. Типы бокситов СССР и их генезис. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Архангельский А. Д. и Копченко Е. В. О зависимости химического состава осадочных железных руд от условий их образования. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 1934, 12, № 2.
- Архангельский А. Д. и Копченко Е. В. К познанию химического состава железных руд СССР. Тр. Инст. геол. и мин., 1935, вып. 11.
- Архангельский Н. И. Уральские месторождения боксита. Тр. IV Всесоюз. конфер. по цвет. мет., вып. 4, 1932.
- Архангельский Н. И. Условия залегания и генезис уральских бокситов. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Архангельский Н. И. Мезозойские отложения восточного склона Урала. Тр. Урал. геол. упр., 1941, вып. 5.
- Архангельский С. Д. Геологические исследования третичных и послетретичных образований на восточном склоне Среднего Урала, в бассейнах рр. Пышмы, Исети и Ирбита. Тр. Всесоюз. геол.-разв. об-ва, 1932, вып. 227.
- Бардин И. П. Основные вопросы качественной металлургии. Вестн. Акад. Наук, 1939, № 2—3.
- Безруков П. Л. и Яншин А. Л. Юрские отложения и месторождения боксита на Южном Урале. Тр. Инст. геол. и мин., 1934, вып. 7.
- Бер Н. Г. Геологические исследования в верхней части бассейна р. Тобол. Изв. Всесоюз. геол.-разв. об-ва, 1932, вып. 90.
- Богданович К. И. Железные руды России. СПб., 1911.
- Борсук Б. П. Карта Багарякско-Сысертского района. Тр. ЦНИГРИ, 1936.
- Быков Г. Е. К строению Тургайского пролива. Пробл. сов. геол., 1937, № 8.
- Вахрамеев В. А. Континентальные меловые отложения восточного склона Среднего Урала (Каменский и Сухоложский районы). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1946, № 3.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии. 4 изд. ОНТИ, 1934.
- Воинова Е. В., Кириченко Г. М., Константинова Л. И., Наливкин Б. В., Разумовская Е. Э., Разумовский Н. К., Сергиевский В. М. и Хабаков А. В. Геологическое строение Орско-Халиловского района. Объяснительная записка к карте масштаба 1:100 000. Сб. под ред. Е. Э. Разумовской. Всесоюз. геол. инст., 1941.
- Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи, чч. 1—4. Ест.-произв. силы СССР, т. 4. Полезные ископаемые, вып. 11, 1925.
- Герасимов П. А. Палеоцен восточного склона Среднего Урала. Сов. геол., 1944, сб. 2.
- Гинзбург И. И. Геохимия коры выветривания серпентинитов Южного Урала. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1938, № 1.
- Гинзбург И. И. Древняя кора выветривания в связи с никель-кобальтовым оруженением на Южном Урале. Тр. Урал. конфер. 1939 г. Изд. СОПС Акад. Наук, 1940.
- Гинзбург И. И. О типах монтмориллонитового и галлаузитового выветривания горных пород. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1941, вып. 41.
- Гинзбург И. И. Основные результаты работ группы коры выветривания. Сб. Материалы по металлогении Южного Урала (железо, никель, хром). Основные итоги Южно-Уральской экспедиции 1935—1938 гг. Изд. СОПС Акад. Наук, 1942.
- Гинзбург И. И. Ново-Айдырлинское месторождение никелевых сульфидов осадочного происхождения. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1943, № 6.
- Гинзбург И. И. Древняя кора выветривания на ультраосновных породах Урала. Ч. 2-я. Геохимия и геология древней коры выветривания на Урале. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1947, вып. 81.
- Гинзбург И. И. и Савельев И. И. Образование никелевых месторождений силикатных руд на Южном Урале. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 6.
- Глазковский А. А. и Спектор М. Е. Никель. Минерально-сырьевая база СССР, вып. 18. Изд. ЦНИГРИ, 1935.
- Горский И. И. Геологическая характеристика, запасы и перспективы угольных месторождений Урала. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1942, № 1—2.
- Горский И. И. Геотектонические условия формирования угольных месторождений Урала и связанных с ними особенностей геологического строения месторождений. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1943, № 4—5.
- Горский И. И. (под ред.). Объяснительная записка к геологической карте Урала и карта масштаба 1:500 000.
- Грицаенко Г. С. и Искюль С. В. К минералогии Кимперсайского силикатного никелевого месторождения. Мин. сырье, 1937, № 1.

- Захаров Е. Е., Зив Е. Ф. и Ульянов Д. Г. Описание никелевых месторождений. Сб. Халиловские месторождения никелевых руд Южного Урала, вып. 1, Ср.-Волжск. изд., 1932.
- Заварицкий А. Н. О картах прогноза. Вестн. Акад. Наук, 1939, № 8—9.
- Земятченский П. А. Силлиты и аллиты в вопросах палеогеографии. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1940, вып. 4.
- Иловайский Д. И. Верхне-меловые аммониты Ляпинского края. Работы Геол. отд. Об-ва любит. ест., антроп. и этногр., вып. 1. М., 1916.
- Кандыкин Ф. И. Осмотр железных и медных рудников восточной части Нязе-Петровской дачи и новое Голендухинское железо-никелевое месторождение Ржевской дачи. Изв. Геол. ком., 1925, № 2.
- Карманов В. П. Хромоникелевые железные руды Среднего Урала. Минеральные ресурсы Урала, Свердловск, Урал. изд., 1934.
- Карманов В. П. Генезис Елизаветинского месторождения хром- и никельсодержащих железных руд. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Карпинский А. П. Месторождения никелевых руд на Урале. Горн. журн., 1891, 4, 52.
- Карпинский А. П. Мезозойские отложения восточного склона Урала. Горн. журн., 1909.
- Кац А. Л. Сравнительная характеристика продуктов выветривания и роль хлоритов в образовании обогащенных никелем участков на Шелектинском месторождении. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1941, вып. 41.
- Кац А. Л. Кора выветривания в районе Крестовско-Тюленевского месторождения. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1943, № 6.
- Кириченко Г. М. Геологическое строение Таналык-Суундукского района. Геологическая карта Урала в масштабе 1:200 000. Тр. ЦНИГРИ, 1940, вып. 122.
- Киселев А. И. К вопросу о генезисе халиловских полезных ископаемых Южного Урала. Разв. недр., 1935, № 19.
- Кожевников К. Е. и Пантелеев И. А. Месторождения никель-кобальт- и хромсодержащих бурых железняков Среднего Урала. Сб. Геология и Полезные ископаемые Урала. I. Изд. Мин. Геол. СССР, 1947.
- Коптев-Дворников В. С., Доброхотова Е. С., Рожков И. С. и Мирлин Г. А. Сб. Геологический разрез Урала от Златоуста до Челябинска. Изд. Акад. Наук, 1940.
- Корин И. З. Халиловское месторождение никеля и условия его образования. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 6.
- Криштофович А. Н. Новые данные к вопросу о третичной и меловой флоре Арало-Каспийского края и ее отношения к ископаемой флоре Северной Азии. Мат. Ком. экспед. иссл., вып. 26. Изд. Акад. Наук, 1930.
- Криштофович А. Н. О меловой флоре восточного склона Урала и отношение ее к залежам боксита. Мат. ЦНИГРИ, 1936.
- Криштофович А. Н. Климаты верхнего палеозоя. Тр. XVII Сессии Международного геологического конгресса, 1937.
- Кротов Б. П. 1. Отчет о работах по исследованию Алапаевского железорудного месторождения в 1927—1928 г. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, вып. 34.
- Кротов Б. П. 2. Отчет о работах по исследованию алапаевских железорудных месторождений в 1929 г. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, вып. 70.
- Кротов Б. П. и др. Железорудные месторождения алапаевского типа, т. I. Изд. Акад. Наук, 1936.
- Кротов Б. П. Классификация, номенклатура и признаки экзогенных месторождений. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Кротов Б. П. О времени образования железорудных месторождений Урала. Изв. Акад. Наук, отд. мат. и ест. наук, 1938, № 4.
- Кротов Б. П. О Халиловском железорудном месторождении. Тр. б. Ломоносовск. инст. Акад. Наук, 1938, вып. 9.
- Кротов Б. П. Итоги и ближайшие задачи изучения Халиловских месторождений. Сб. Орско-халиловская проблема. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Кротов Б. П. 1. Еще о генезисе Алапаевских железорудных месторождений. Зап. Мин. об-ва, 1941, 70, № 2.
- Кротов Б. П. 2. Месторождения зоны цементации коры выветривания. Зап. Мин. об-ва, 1941, 70, № 2.
- Кротов Б. П. 3. Основные результаты работ железорудной группы. Материалы по металлогении Южного Урала. Изд. Акад. Наук, 1941.
- Кротов Б. П. 1. Геологические факторы локализации железорудных месторождений поверхностного происхождения на Урале в мезокайнозой. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1942, № 5—6.
- Кротов Б. П. 2. О меловой коре выветривания бокситов в Соколовском месторождении Каменского района (Средний Урал) и о так называемых рыхлых бокситах. Доклады Акад. Наук, 1942, 53, № 3.

- Кротов Б. П. 3. О связи между железно-никелевыми и никелевыми рудами Урала. Доклады Акад. Наук, 1942, 37, № 4.
- Кротов Б. П. 1. Геологические обоснования постановки поисков месторождений Анатольского типа. Доклады Акад. Наук, 1943, 40, № 6.
- Кротов Б. П. 2. Закономерности отложения и распределения в прибрежных частях морей марганцевых, железных и алюминиевых руд. Зап. Мин. об-ва, 1943, 72, № 1.
- Кротов Б. П. 3. К вопросу о классификации и номенклатуре минералов из группы гидратов окиси железа. Доклады Акад. Наук, 1943, 40, № 3.
- Кротов Б. П. 4. Связь между эпейрогенезом, генетическими типами и распределением железорудных месторождений на Урале в мезокайнозой. Зап. Мин. об-ва, 1943, 72, № 3—4.
- Кротов Б. П. 1. Зональное выделение соединений железа, никеля, кобальта и марганца в коре выветривания серпентинитов Урала. Доклады Акад. Наук, 1944, 45, № 3.
- Кротов Б. П. 2. К вопросу о послепалеогеновых поднятиях на Урале. Доклады Акад. Наук, 1944, 42, № 6.
- Кротов Б. П. 1. Закономерности распределения на Урале комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых месторождений категории выветривания. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1945, № 2.
- Кротов Б. П. 2. Классификация комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд коры выветривания серпентинитов на Урале. Доклады Акад. Наук, 1945, 50.
- Кротов Б. П. 3. Классификация руд и их распределение в комплексных месторождениях железных, никелевых и кобальтовых руд коры выветривания. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1945, № 4.
- Кротов Б. П. 4. О типе комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд коры выветривания серпентинитов. Доклады Акад. Наук, 1945, 47, № 1.
- Кротов Б. П. 5. Природно-легированные железные руды Урала. Горн. журн., 1945, № 11—12.
- Кротов Б. П. Эпохи образования и генетические типы железорудных месторождений восточного склона Урала в мезокайнозой. Сб. Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. Изд. Акад. Наук, 1946.
- Кротов Б. П. Халиловское железорудное месторождение. Минералогия Урала, т. I, 1947.
- Кротов Б. П. Железорудные месторождения Чкаловской области. Геология СССР т. 12, ч. 2.
- Кротов Б. П. и Столярова Т. И. Соколовское месторождение бобовых железистых бокситов в Каменском районе, Челябинской обл. и его генезис. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1942, № 4.
- Кротов Б. П., Теодорович Г. И., Яницкий А. Л., Калганов М. И., Яганова В. Е. и др. Сб. Халиловские месторождения комплексных железных руд. Тр. Инст. геол. наук, 1942, вып. 67.
- Кротов Б. П. и Яницкий А. Л. Геологические обоснования постановки поисков месторождений так называемого карстового типа на Урале. Доклады Акад. Наук, 1944, 40, № 8.
- Кузнецов Е. А. Геология зеленокаменной полосы восточного склона Среднего Урала. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Кузнецов Е. А. Тектоника Среднего Урала. Изд. Акад. Наук, 1941.
- Маявский С. Ф. К вопросу о генезисе месторождений боксита. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Миропольский Л. М. 1. К изучению железорудных месторождений Верхне-Уфалейской дачи на Урале. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, 1931, 91, кн. 2.
- Миропольский Л. М. 2. Оолитовые железные руды на восточном склоне Урала у с. Мугая, Махневского района. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, 1931, 91, кн. 2.
- Миропольский Л. М. 1. Бокситы у д. Волково Каменского района на Урале. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, вып. 3, отд. геол., 1934, кн. 1.
- Миропольский Л. М. 2. К изучению железорудных месторождений так называемого алапаевского типа на восточном склоне Урала. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, 1934, 94, кн. 9.
- Нейман-Пермякова О. Ф. Некоторые данные о стратиграфии и тектонике нижнекаменноугольных отложений Алапаевского района. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, вып. 40.
- Никифорова К. В. Очерк континентальной истории восточного склона Южного Урала в районе верховьев рр. Тобола и Суундука. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1940, вып. 42.
- Никифорова К. В. Геологическое строение и история развития гидрографической сети северной части восточного склона Среднего Урала за кайнозойскую эру (Исовский и Верхотурский районы). Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 1946, 21

- Остроумов Н. В. Материалы Турьинской геол.-разв. базы. Изд. УГРТ, 1932.
- Петренко А. А. Об условиях образования осадков эпохи континентального выветривания Приорского района. Пробл. сов. геол., 1936, 6, № 3.
- Петрушевский Б. А. Структура Тургайской впадины. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Покровская И. М. Материалы к изучению пылцы растительности мезозоя и кайнозоя Среднего Урала. Изв. Гл. упр. геол. фондов, 1947, вып. 4.
- Полинов Б. Б. Кора выветривания, ч. 1. Изд. Акад. Наук, 1934.
- Полинов Б. Б. Основные идеи учения о генезисе элювиальных почв в современном освещении. Юбилейн. сборн., посвящ. 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М., изд. Акад. Наук, 1947.
- Полянин В. А. Оолитовые железные руды Ивановского рудника в Алапаевском районе на Урале. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, 1934, 94, кн. 9.
- Полянин В. А. Минералогия и генезис мезозойских бокситов восточного склона Урала. Учен. зап. Казан. гос. ун-та, 1938, 98, кн. 5.
- Ренгартен В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Урала и связанное с ними стратегическое сырье. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1944, № 2.
- Рожков И. С. Геология района золотых месторождений Лангуро-Самской группы (Ивдельский район на Северном Урале). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Рожкова Е. В. и Соболева М. В. Минералогия и условия образования бобовых железозалюминиевых руд. Сб. Бокситы, т. 1. ОНТИ, 1936.
- Романов Б. М. Опыт геологического районирования Урала. Зап. Урал. об-ва любит. ест., 1926, 10, вып. 1.
- Савельев И. И. Геолого-геохимические исследования по р. Аят в верховьях р. Тобола. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Савельев И. И. Роль микрорельефа в образовании месторождений никелевых силикатных руд на Южном Урале. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1941, вып. 41.
- Серк А. Ю. Об оолитовых железных рудах Алапаевского округа. Вестн. Геол. ком., 1927, № 2.
- Смуров А. А. 1. Растворимость бикарбонатов никеля, кобальта и марганца в условиях существования грунтовых вод и углекислых гидротерм. Зап. Мин. об-ва, 1938, 67, № 3.
- Смуров А. А. Химизм подземных вод Верхне-Уфалейского серпентинитового массива. Тр. ЦНИГРИ, 1938, вып. 106.
- Смуров А. А. и Мюллер Н. В. Материалы к познанию генезиса Уральских силикатно-никелевых руд. Тр. ЦНИГРИ, 1934, вып. 21.
- Толстухина М. М., Эпштейн С. В., Боч С. Г., Хабаков А. В. и Эдельштейн Я. С. Геоморфология и четвертичные отложения Урала, 1939.
- Трубина К. Н. Направление поисков никеля в Орском районе (Южный Урал). Сов. геол., 1940, № 4.
- Туаев Н. П. Очерк геологии и нефтеносности Западносибирской низменности. Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, нов. сер., 1941, вып. 4.
- Ульянов Д. Г., Грицаенко Г. С. и др. Месторождения силикатно-никелевых руд Орско-Халиловского района. Тр. Всесоюз. ин-та мин. сырья, 1937, вып. 118.
- Ульянов Д. Г., Осадчук М. И., Пенинский Д. Д. и Мамедов М. А. Кобальтоносные руды Урала. Тр. Всесоюз. ин-та мин. сырья, 1940, вып. 167.
- Федоров Б. М. О мезозойских бокситах восточного склона Среднего Урала. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, нов. сер., 1935, 13, № 1.
- Федоров Б. М. Условия залегания и генезис мезозойских бокситов Среднего Урала. Сб. Бокситы. ОНТИ, 1936.
- Федоров Б. М. Генезис мезозойских бокситов Среднего Урала. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Федоров Б. М. 1. Месторождения комплексных кобальтовых руд Среднего Урала. Сов. геол., 1941, № 2.
- Федоров Б. М. 2. Никеленосность гипербазитовых массивов Среднего Урала. Цвет. металлург., 1941, № 2—3.
- Федоров Б. М. 3. О природно-легированных железных рудах Среднего Урала. Сов. геол., 1941, № 6.
- Ферсман А. Е. Геохимия, т. 3. 1937.
- Ферсман А. Е. 1. Геохимия, т. 4. 1939.
- Ферсман А. Е. 2. Геохимия кобальта. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.
- Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. Изд. Акад. Наук, 1940.
- Фрадкий М. М. Высота восточного склона Урала в неогеновый период. Доклады Акад. Наук, 1940, 27, № 6.
- Хабаков А. В. Доюрский рельеф и древняя кора выветривания в южной части Южного Урала. Изв. Геогр. об-ва, 1935, № 2.
- Шелобанов А. А. Месторождения кобальта на Урале. Горн. журн., 1926, № 5.

- Штрейс Н. А. Стратиграфия и тектоника зеленокаменных пород Кировоградского района Свердловской области и особенности размещения в них залежей колчеданов. Изв. Акад. Наук, отд. геол., 1943, № 1.
- Щукина Е. Н. Геология и геоморфология коры выветривания Среднего Урала. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 1946, 21.
- Яницкий А. Л. Железониелевые месторождения коры выветривания на Среднем Урале. Рефер. научно-исследов. раб. на 1945 г. М., Изд. Акад. Наук, 1947.
- Яншин А. Л. О распространении триасовых отложений на Урале и возрасте уральских надвигов. Изв. Акад. Наук, отд. мат. и ест. наук, 1936.
- Яншин А. Л. Условия залегания и генезис бокситов Южного Урала, Казахстана и Восточной Сибири. Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. Акад. Наук, 1937.
- Яншин А. Л. Континентальные юрские отложения Урала. Геологическая карта Урала. Масштаб 1:500 000. Л.—М., ГОНТИ, 1939.
- Ярков В. П. Кобальт на Урале. Цвет. мет., 1931, № 1.
- Naegassowitz H. Laterit. Berlin, Borntraeger, 1928.
- Simpson E. S. Laterite in Western Australia. Geol. Mag., 1912.
- Woolnough W. G. Origine of White Clays and Bauxites. Econ. Geol., 1928, 23, No 8.
- Woolnough W. G. The Influence of Climate and Topography in the Formation and Distribution of Products of Weathering. Geol. Mag., 1930, No. 3.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение	1
Железо-никелевые руды Урала и их месторождения	3
I. Геологические условия образования железорудных месторождений поверхностного происхождения	5
Физико-географические условия, благоприятствующие возникновению осадочных месторождений и месторождений выветривания на восточном склоне Урала	6
Климатические условия, благоприятствующие возникновению месторождений поверхностного происхождения	30
Время образования месторождений поверхностного происхождения	32
Периоды эпейрогенических колебаний на Урале в мезо-кайнозой, их этапы и приуроченные к ним генетические типы железорудных месторождений	36
II. Геологическая характеристика месторождений	43
Осадочные месторождения железо-никелевых руд	43
Краткие характеристики отдельных генетических категорий и классов месторождений коры выветривания	59
III. Закономерности распределения месторождений железо-никелевых руд поверхностного генезиса на Урале	85
1. Закономерности распределения осадочных месторождений	86
2. Закономерности распределения месторождений выветривания	88
IV. Поиски новых месторождений	96
Поиски новых месторождений осадочного происхождения	96
Поиски новых месторождений коры выветривания	99
V. Карта закономерностей распределения и прогноза новых месторождений	104
Заключение	106
Литература	107

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии Наук СССР

Редактор издательства С. Т. Попова. Технический редактор И. И. Карпов

РИСО АН СССР № 3386. А-11161. Издат. № 1751. Тип. заказ № 1366. Полн. к печ. 27/XII 1948 г.
Формат бум. 70×108¹/₁₆. Печ. л. 7. Уч.-изд. 10,7 Тираж 12000

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР. Москва, Шубинский пер., 10