

МЕЖДУНАРОДНЫЙ XVII ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ  
КОНГРЕСС

УРАЛЬСКАЯ  
ЭККУРСИЯ  
СЕВЕРНЫЙ  
МАРШРУТ

ОИГЦ ЛБТЛ СССР 1957

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

XVII СЕССИЯ

СССР • 1937

55/06

Э-41

[Экскурсия]

# УРАЛЬСКАЯ ЭКСКУРСИЯ

## СЕВЕРНЫЙ МАРШРУТ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ  
А. Н. ЗАВАРИЦКОГО



58/8

пер. 10ч.

Цена 2 р. 50 к.

БИБЛИОТЕКА  
Геологического Ин-та  
Академии Наук СССР

ОНТИ НКТП СССР • ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ  
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
ЛЕНИНГРАД • 1937 • МОСКВА

ГР 60-5-4

Ответ. редактор *А. Н. Заварицкий*

Тех. ред. *Р. Эдмина*

Сдана в набор 5/VI 1937 г.

Подписана к печати 10/VII 1937 г.

Формат 82×110<sup>1/32</sup>

Бум. л. 3<sup>1/4</sup>

Тип. зн в 1 бум. л 158592

Ленгорлит № 3489

Тираж 2000

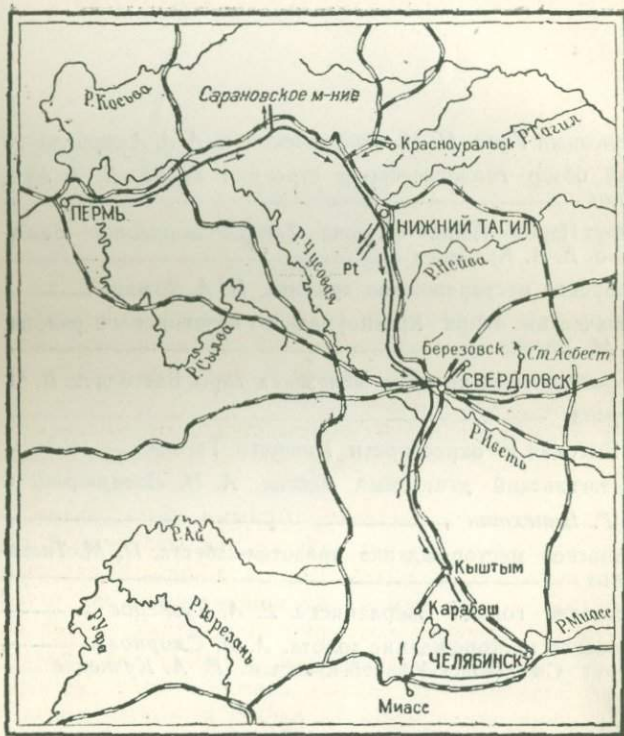
Уч. авт. л. 5,4

Заказ № 2083

2-я тип. ОНТИ им. Евг. Соколовой. Ленингр., пр. Кр. Командиров, 29.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Современный Урал. <i>Н. М. Федоровский</i> и <i>А. А. Амирасланов</i>	5
Общий обзор геологического строения Урала. <i>Е. А. Кузнецов</i>	10
Маршрут Пермь—Пашня—Кушва—Тагил—Свердловск—Баженово. <i>Е. А. Кузнецов</i>	20
Сарановское месторождение хромита. <i>И. А. Зимин</i>	26
Геологический очерк Красноуральско-Кушвинского района. <i>В. М. Девиз</i>	32
Месторождение магнитного железняка горы Благодать. <i>В. М. Девиз</i>	39
Гора Высокая и окрестности Нижнего Тагила.	52
Нижнетагильский дунитовый массив. <i>А. Н. Заварицкий</i> и <i>А. Г. Бетехтин</i>	61
Баженовское месторождение хризотил-асбеста. <i>П. М. Татарицов</i>	74
Окрестности города Свердловска. <i>Е. А. Кузнецов</i>	83
Березовское месторождение золота. <i>А. А. Смирнов</i>	88
Маршрут Свердловск-Уфалей-Кыштым. <i>Е. А. Кузнецов</i>	99



Северный маршрут экскурсии.

## СОВРЕМЕННЫЙ УРАЛ

*Н. М. ФЕДОРОВСКИЙ и А. А. АМИРАСЛАНОВ*

Урал издавна считался сокровищницей горных богатств. Однако до Великой Октябрьской социалистической революции на Урале золото, железо и медь добывались довольно примитивно и кустарно.

Из обрабатывающей промышленности имелись старые демидовские металлургические заводы и заводы по выплавке меди.

Капиталисты, владевшие горными богатствами Урала, весьма ограниченно и хищнически, на базе низкой техники, использовали недра Урала. До Октябрьской революции на Урале не было ни химии, ни машиностроения, ни добычи и обработки алюминиевых руд (бокситов), никелевых руд и т. п. Особенно сильно чувствовались на Урале пережитки феодализма. Владельцы заводов были одновременно крупнейшими помещиками. На работу на заводы привлекались окрестные крестьяне, получавшие за длинный рабочий день очень низкую заработную плату. На этих мелких заводах процветала сильнейшая эксплуатация.

В тесной и неразрывной связи с низкой заработной платой и кабальным положением уральского рабочего стояла техническая отсталость Урала. Отсутствовала железнодорожная связь с крупнейшими центральными городами, а выплавка чугуна производилась главным образом на древесном угле. В этом отношении Урал был далеко отсталым даже по

сравнению с заводами на Украине, принадлежавшими концессионерам — французам, бельгийцам и русским капиталистам.

Максимальная производительность уральских заводов доходила до 10—20 тыс. *т* чугуна в год. Предприятия эти не были электрифицированы и работали с водяной турбиной в качестве двигателя и с крестьянской лошадейю как единственным видом транспорта.

Цветная промышленность Урала была также отсталой. В ней процветала хищническая эксплуатация месторождений: выбирались самые богатые участки руд, и эти руды плавилась примитивным способом.

На всем Урале не было ни одной электростанции. После Октябрьской революции Урал стал одним из важнейших промышленных районов СССР; на базе огромнейшего богатства недр его поставлены и созданы мощная черная, цветная и химическая промышленности, машиностроение, добыча и эксплуатация углей и т. д.

В советский период значительно раздвинуты географические рамки промышленного Урала. Полезные ископаемые на Урале теперь разведаны не только в центральной части, считавшейся до революции центром черной и цветной металлургии, они известны и добываются на всем Урале от Пайхоя до Мугоджар.

За последние 10 лет Урал коренным образом изменил свое лицо. Построены громадные загоды, оснащенные современными механизмами, создана сеть электростанций, возникли новые отрасли промышленности, многие старые заводы расширены, механизированы и переделаны почти заново.

Урал для черной металлургии является одним из важнейших участков нашего Союза. В настоящее время здесь мы имеем месторождения с крупнейшими запасами железа, как Магнитогорское, Бакальское, Кусинское, гора Высокая, гора Благодать и ряд точек на южном Урале, в Орско-Халиловском районе. Интенсивное изучение этих месторождений увеличивает наши запасы железа по сравнению с 1910 г. больше чем в 10 раз. На базе одного из этих месторождений построен крупнейший Магнитогорский металлургический завод, который в 1936 г. дал на 73% больше чугуна, чем все 47 мелких уральских заводов в 1931 г. Каждая из домен этого завода дает ежедневно 1200 *т* чугуна.

Эти же месторождения питают рудой крупный Кузнецкий металлургический завод в Западной Сибири. Продукцией старых заводов являлось кровельное железо, главным образом торговые сорта. Сейчас ассортимент продукции сильно расширен. На базе железных месторождений среднего Урала ныне строится огромный металлургический завод в Нижнем Тагиле.

Машиностроения до революции на Урале не имелось. Сейчас Урал считается одним из районов крупного машиностроения. Гордость уральского машиностроения составляют два гиганта — Челябинский тракторный завод и Уральский завод тяжелого машиностроения. Первый из них построен в Челябинске, который до войны считался глухим городишком, завоевавшим печальную известность как этапный пункт для политических заключенных, ссылаемых в Сибирь. Теперь этот город имеет 300 тыс. населения и ряд крупных заводов.

Завод тяжелого машиностроения по своей мощности может быть сравнен с крупнейшими заводами мира, он выпускает прокатные станы, молоты, большие дробилки и т. д. В настоящее время строится в Уфе завод крупного машиностроения.

Урал и до революции считался центром цветной промышленности. Как уже было отмечено, месторождения эксплуатировались хищнически, выплавка меди производилась кустарно, под эту отрасль промышленности не была подведена сколько-нибудь серьезная техническая база. Наши успехи по выявлению и расширению сырьевой базы цветной промышленности на Урале за последние 15 лет огромны.

После Октябрьской революции советскими геологами изучено и введено в эксплуатацию такое крупное месторождение, как Дегтяринское; впервые было найдено на Южном Урале такое крупное месторождение меди, как Блявинское; впервые найдена, разведана и введена в строй огромная рудная площадь района Левихи. Значительно расширены и введены в эксплуатацию медные месторождения в районе Красноуральска, значительно раздвинуты границы известных раньше месторождений, находящихся в Соймановской долине и т. д. Таким образом, по запасам меди Урал вырос за послереволюционный период в несколько десятков раз.

За последний период на этих месторождениях введена систематическая планомерная и культурно поставленная работа по извлечению руд и построены огромнейшие обогащительные фабрики, перерабатывающие медные и медноцинковые руды и дающие возможность извлекать из руды важнейшие промышленные компоненты.

По переработке и выплавке меди сделаны также крупные успехи, а именно построены новый завод по выплавке меди на базе красноуральских медных месторождений и современные отражательные печи для переработки концентратов с обогащительных фабрик.

В 1936 г. Урал дал почти в 5 раз больше меди, чем в 1913 г. На Урале строится сейчас Уральский металлургический комбинат, на базе Дегтяринского колчеданного месторождения, и на юге—Блявинский металлургический завод, на базе Блявинского и башкирских медных месторождений.

За последние годы Урал выдвинулся на первое место в Союзе по запасам и по добыче никеля. Этот вид производства является совершенно новым и отсутствовал до революции.

Месторождения силикатного никеля—Уфалейское, Халиловское, Актюбинское, Аккермановское и другие—имеют крупные запасы. Эти же месторождения являются одновременно и кобальтоносными. Новыми видами сырья являются также бокситы. В отношении запасов бокситов—Урал занимает первое место в СССР. На базе уральских бокситовых месторождений строится в Каменске крупный алюминиевый завод, который будет давать продукцию с 1937 г. Производительность этого завода гораздо больше, чем всей французской алюминиевой промышленности.

Урал является одновременно крупным центром химической промышленности. Крупный химический комбинат возник на севере, в районе Соликамска. Там в советское время открыты богатейшие залежи калийных солей. Несколько южнее Соликамска, в Березняках, построен химический комбинат для производства синтетического аммиака и азотных удобрений. На Среднем Урале работают заводы серной кислоты, суперфосфата и завод для производства плавиковой кислоты. Эти заводы дают  $\frac{1}{7}$  часть всей советской продукции серной кислоты и суперфосфата.

На Магнитогорском заводе усиленно развивается химическая переработка побочных продуктов коксования угля.

В самое последнее время, благодаря развернутому геологическому изучению, на западном склоне Урала обнаружена нефть, и в ряде точек организована ее добыча. Уже в 1936 г. около Стерлитамака в Башкирии добыто 967 тыс. *т* нефти.

Урал является одним из крупнейших центров асбеста. Пользующееся мировой известностью месторождение Баженово имеет крупный масштаб и за 20 последних лет увеличило свою продукцию в 4 раза. Значительно расширено и совершенно модернизировано все производство, установлен товарный ассортимент и вовлечены в сферу промышленного использования низшие сорта асбестового волокна, ранее считавшиеся отходами.

За последний период на Урале обнаружены новые виды полезных ископаемых, как кианит, применяемый в качестве чового керамического сырья, вермикулит, нашедший применение в качестве изоляционного материала, маршалит и пылевидный кремнезем, который применяется как наполнитель в некоторых видах пластмасс.

Основной топливной базой Урала сейчас является уголь, а не лес, как это имело место до революции. Добыча угля выросла по сравнению с 1913 г. в 1936 г. в 7 раз. Значительно выросла также добыча торфа.

Роль и значение уральской промышленности для СССР и ее рост после революции видны из следующих цифр: в 1934 г. на уральских предприятиях было занято 7,60% всех промышленных рабочих СССР и произведено 5,1% всей продукции советской крупной промышленности. Урал дал в 1935 г. СССР 29% всей железной руды, 19% чугуна, около 85% первичной меди, почти всю платину, хром и асбест.

На Урале возникли новые крупные города с многоэтажными домами, общественными зданиями, школами, больницами и театрами, с водопроводом и трамваем.

Вышеприведенные фактические данные и перечень достижений советской геологии и научно-исследовательской мысли наглядно иллюстрируют те крупные сдвиги в нашем познании минеральных ресурсов Урала и их промышленной реализации, какие произошли за 20 лет.

# ОБЩИЙ ОБЗОР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УРАЛА

*Е. А. КУЗНЕЦОВ*

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Уральский горный хребет расположен на рубеже Европы и Азии. Его исследование началось с давних пор, и к настоящему времени основные черты его строения более или менее выяснены. В истории исследования можно выделить два периода. Начальный — конец прошлого века, когда ученые стремились получить первую, более или менее точную картину строения путем производства съемок в десятиверстном масштабе. Такие геологические карты ряда районов были опубликованы в Трудах б. Геологического комитета. С начала текущего столетия начались более детальные работы, связанные с промышленными заданиями, но осветившие съемками обширные площади Среднего и Северного Урала. Сюда относятся работы Е. С. Федорова и Л. Дюпарка на Северном Урале и В. В. Никитина и Н. К. Высоцкого на Среднем Урале. Их работы опубликованы также в трудах б. Геологического комитета и других изданиях. Второй период наступил после Октябрьской революции, когда большой размах приобрели исследования Урала, когда энергичными темпами стали производиться геологические съемки регионального масштаба с одновременными поисковыми работами в различных направлениях, увенчавшиеся значительными успехами. Огромное количество материалов, нако-

пленных за последние 7—8 лет, полностью еще не обработанных, коренным образом изменили наши представления об Урале как с точки зрения стратиграфии и тектоники, так и со стороны заключенных в его недрах минеральных богатств.

### ОРОГРАФИЯ

Урал является горной системой с ярко выраженным меридиональным простираем. Он начинается на юге хребтом Мугоджары, поднимающимся севернее Приаральских степей, и оканчивается на севере хребтом Пай-хой в полярных областях к югу от острова Вайгач. На этом протяжении особенно обращает на себя внимание изгиб его цепей в области Уфимского плоскогорья, где протяжение хребтов и простираем слагающих их горных пород как будто огибают некоторое открытое препятствие, которое получило от А. П. Карпинского название Уфимского горста.

Высота Урала колеблется в различных частях. На севере и юге мы имеем наиболее значительные вершины. На севере это горы Сабля, Тельпос-из, Народная и ряд других вершин, абсолютная высота которых достигает 1600—2000 м. В районе Златоуста и Башкирии возвышаются гиганты Южного Урала — горы Юрма, Таганай, Уреньга и Иремель, вершины которых достигают от 1000 до 1600 м. Средняя часть Урала понижена, и в районе от Уфалея до Тагила высоты не превышают 600—650 м. Причиной этого являются геологическое строение хребта и история его развития. Наивысшие точки Урала соответствуют устойчивым против денудации горным породам свиты кристаллических сланцев Центрального Урала. Ширина этой свиты вместе с прилегающими к ней с востока массивами габбро достигает наибольшей величины до 60—80 км на севере и юге. В центральной части, на широте Свердловска, ширина ее всего около 6 км.

Характер восточного и западного склонов Урала весьма различен. Если западный склон представляет собой возвышенное плато, для Среднего Урала достигающее высоты 500—600 м, расчлененное речными долинами на ряд плоских холмов, то восточный является равниной высотой 150—200 м. Между ними находится промежуточная область, где

плато западного склона и водораздельного хребта Урала спускается к равнине Западной Сибири, бывшей во время мелового и третичного периодов дном моря. Такого рода уступы хорошо наблюдаются на севере Урала, в Среднем Урале у Тагила и на юге Урала. Несколько стадий выравнивания, общих для всего Среднего Урала, можно констатировать в виде высокогорных террас, выраженных более или менее резко, из них главнейшие на высоте 400, 360, 300 и 200 м. Меловые отложения в Салдинском районе у д. Пришниковой лежат на этой высоте, и, следовательно, уровень моря лежал в то время несколько выше и заливал высоты, сложенные этой террасой. От его отложений сохранились только ничтожные остатки.

### СТРАТИГРАФИЯ

Наиболее древними отложениями Урала являются кристаллические сланцы Центрального хребта, лежащие в основании всех отложений, считая и кембрийские. Они представлены кварцитами и слюдяными сланцами, реже гнейсами и содержат прослой амфиболитов. На Северном и Южном Урале степень их метаморфизма соответствует эпизоне, и амфиболиты представлены эпидот-альбитовыми разностями. На юге Среднего Урала — в Кыштыме и у Златоуста характер метаморфизма соответствует мезозоне, и амфиболиты содержат плагиоклаз среднего состава с небольшим количеством эпидота и граната, а в слюдяных сланцах и кварцитах часто встречаются кианит и ставролит. Амфиболиты представляют собой преимущественно метаморфизованные порфириты и их туфы, реже габбро и габбро-диабазы. Огромная толща свиты докембрия прорвана гранитными и реже сиенитовыми интрузиями. Первые достигают особенного развития в Среднем Урале.

Выше залегают отложения нижнего палеозоя. К последнему относятся большей частью немые толщи западного склона, сложенные филлитами и кварцитовыми песчаниками. В нижних горизонтах их залегают иногда известняки и доломиты с водорослями нижнего и среднего кембрия, а также с *Archaeocyathidae*, известными в Южном Урале. В верхних горизонтах филлитов в прослоях известняков у Сергинского завода и на Косье встречены трилобиты нижнего силура,

а в кварцитовидных песчаниках у Белорецкого и Тирлянского заводов на Южном Урале встречены ортиды нижнесилурийского облика. На Пай-хое нижний силур представлен серыми известняками и ленточными мергелями с характерной ордовичской фауной, в нижних горизонтах — переходной к кембрийской (*Niobe* cf. *expanata* A p g.). Под ними с несогласием залегает толща зеленых туфитовых филлитов с залежами спилитов и диабазов, реже альбитофиров и с дайками габбро-диабазов. В Среднем Урале среди верхних горизонтов филлитов также встречаются прослойки диабазовых туфов и их лавы, а также лавы и туфы ортофиров. Характерным горизонтом нижнего палеозоя являются конгломераты, приуроченные к верхним его горизонтам вместе с диабазами и вишневого цвета туфитовыми филлитами. В их гальке, кроме валунов нижележащих частей филлитовой толщи, встречаются плагиограниты. На р. Косье в Северном Урале филлитовая толща прорвана гранит-порфирами, гальки которых также найдены в этих конгломератах. На Южном Урале нижний палеозой прорван у Бердяуша рапакиви и связанными с ним щелочными породами.

Средний и верхний палеозой Урала обнаруживает резкое различие западного и восточного склонов. Верхний силур западного склона характеризуется серыми и желтыми известняками и доломитами с редкой фауной брахиопод, остракод и кораллов. На восточном склоне известняки составляют незначительную часть отложений верхнего силура, сложенных главным образом порфиритами и диабазами. На западном склоне Южного и Северного Урала, а также Пай-хоя развиты и песчано-глинистые битуминозные отложения верхнего силура с граптолитами. Нижний девон на западном склоне Северного и Среднего Урала представлен немymi зелеными песчаниками, залегающими в промежутке между верхнесилурийскими и среднедевонскими отложениями. На Южном Урале в основании девона залегают известняковые фации (р. Белая). На восточном склоне нижний девон сложен преимущественно эффузивными породами, среди которых известняки и другие осадочные породы играют очень ограниченную роль. Вулканические излияния того времени представляли вначале диабазы и диабазовые порфириты, сменившиеся в конце альбитофирами. Их распространение при-

урочено преимущественно к зеленокаменной полосе восточного склона, протягивающейся из района Ивделя на севере через Тагил, Первоуральск, Полевской завод и Карабаш в долину Миаса и Башкирию.

Средний девон на западном склоне представлен также преимущественно известняками, реже песчаниками. В эйфельском ярусе здесь встречается песчано-глинистая толща, среди которой находятся месторождения оолитовых железных руд (Пашия). На восточном склоне Урала известняки с *Pentamerus baschkiricus* Tschern. и *P. pseudobaschkiricus* Tschern. играют сравнительно подчиненную роль, и главное значение имеют также порфириды и альбитофиры, а в северной части Среднего Урала ортофиры и их туфы. Отложения этого типа свойственны зеленокаменной полосе, но сходные фации имеются также и на восточном склоне Урала в зоне палеозоя от Алапаевска до Полтаво-Брединского района.

Верхний девон на западном склоне Урала представлен известняками и песчано-глинистыми толщами франского и фаменского ярусов с характерной фауной. Отложения последнего яруса переходят постепенно вверх в турнейские известняки. Характерным горизонтом в основании верхнего девона является доманик, представляющий собой глинистые битуминозные сланцы с гониатитами. Развитие его однако не повсеместно. На восточном склоне, наряду с известняками, присутствуют обильные порфиристые и альбитовые излияния и их туфы. Характерной литологической фацией верхнего девона восточного склона является верхняя зеленая свита Таналык-Баймакского района Южного Урала. Она представлена зелеными граувакками и распространена очень широко. Ее типичные представители развиты и на востоке до Каменского и Алапаевского районов. Вместе с тем широко развиты кремнистые отложения и кремни с радиоляриями. Красные яшмы характерны для среднего девона. На восточном склоне Урала в Алапаевском и Каменском районах верхнедевонские граувакки переходят в отложения песчано-глинистой толщи нижнего карбона.

Нижний карбон на западном склоне Урала начинается турнейскими известняками, постепенно переходящими вниз в верхнедевонские плотные известняки, а кверху сменяющи-

мися песчано-глинистыми отложениями угленосной свиты  $C_1^h$  с залежами угля Кизеловского, Луньевского и других районов. Угленосные отложения покрываются визейскими известняками, разделяемыми на зоны *Productus giganteus* Mart. и зону *Productus striatus* Mart., в верхних горизонтах которых существуют прослои с кораллами *Dibunophyllum*. Эти отложения широко распространены на западном склоне. Выше следуют отложения среднего карбона, — известняки с *Choristites mosquensis* и далее — верхний карбон. Последний однако присутствует не везде.

На восточном склоне нижний карбон начинается с песчано-глинистой толщи с прослоями угля, достигающими в Егоршинском и Полтаво-Брединском районах промышленных размеров. Выше залегают визейские известняки с зонами, аналогичными описанным выше, — зона *Productus giganteus* Mart. ( $C_1^{2a}$ ), зона *Productus striatus* ( $C_1^{2b}$ ) и наверху — брекчиевидные известняки  $C_1^{2c}$ . Среди нижнего карбона до визе исключительно на восточном склоне встречаются залежи порфиринов базальтового типа и кварцевых порфиринов и их туфов.

Средний карбон на восточном склоне представлен известковистыми песчаниками с прослоями песчаных известняков и мелкогалечных конгломератов с фауной спириферид с типичным *Choristites mosquensis*.

Пермские отложения развиты на западном склоне Урала, где они образуют широкую зону, окаймляющую хребет. Наиболее далеко эти отложения заходят на восток в центральной части Урала, где вдоль долины Чусовой они достигают ст. Кузино ж. д. им. Л. М. Кагановича. В основании пермских отложений лежат артинские песчано-глинистые толщи с прослоями конгломератов, а в нижней части — с прослоями песчаных известняков. Далее следует кунгурский ярус, представленный доломитами, гипсами, известняками, мергелями и песчано-глинистыми толщами. Кунгурский ярус заканчивает нижнепермские отложения и постепенно переходит в верхнепермские, — в отложения уфимского яруса, представленные преимущественно песчано-глинистыми породами и конгломератами. Пермские отложения на восточном склоне найдены в последнее время геологом Мамаевым в Синарском районе в виде артинских мергелей.

Выше залегают юрские отложения, представленные внизу конгломератами, переходящими вверх в песчано-глинистые отложения, нередко с углем. Последний в окрестностях Челябинска, д. Елкиной у Сухого Лога, Кабаковска и других местах содержится в промышленных количествах.

Меловые отложения обладают обширным распространением на восточном склоне, где они представлены песками и песчаниками, иногда содержащими моллюски, губки и растительные остатки. Известны как нижне-, так и верхне-меловые отложения. В Алапаевске характерным горизонтом первых являются белики, представляющие собой кварцевые конгломераты, лежащие на бокситах и железняках, в свою очередь покоящихся на палеозое. Верхний мел представлен глауконитовыми песками и песчаниками, нередко с опокowym цементом. Они постепенно переходят вверх в такие же третичные отложения.

Четвертичные отложения широко развиты на территории Урала и представлены отложениями речных долин, часто с россыпями золота и платины. Пологие склоны покрыты мощным плащом делювия. На Северном Урале имеются также отложения ледников. Местами наблюдаются и озерные песчаные отложения, особенно часто на восточном склоне, около высыхающих озер, а также торфяные болота, содержащие богатые запасы горючего.

## ВУЛКАНИЗМ

Отдельные этапы вулканизма Урала рисуются в следующем виде. Еще в отложениях докембрия мы находим следы эффузивных явлений в виде перекристаллизованных в амфиболиты порфиритов и их туфов в виде порфиридов, почти превращенных в слюдяные сланцы с реликтовыми структурами. Эти породы подчинены кварцитовым осадкам.

В более позднее время, в нижнем палеозое, в его верхних частях происходили эффузии диабазов и ортофинов. Дайки сиенит-порфиров и сиенитов, аналогичных по составу ортофирам нижнего палеозоя, встречаются среди свиты докембрия; они же образуют в докембрии иногда значительные лакколиты, но неизвестны в виде эффузивных представителей, что свидетельствует о том, что время

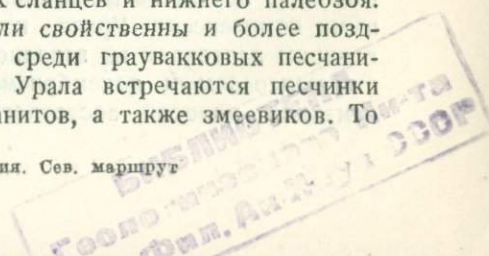
излияний их и мелких интрузий приурочено к нижнему палеозою.

С ними же связаны интрузии гранит-порфиров, иногда розовых гранитов, приуроченных то к докембрию (Средний Урал, у Билимбая), то к нижнему палеозою (у Троицка на Косье). Эти гранит-порфиры в мелких залежах подвергались часто сильному динамометаморфизму и у Билимбая превращены местами в порфиroidы и гнейсы. Гальки гранит-порфиров Троицка присутствуют в конгломератах нижнего палеозоя Косье. Конгломераты нижнего палеозоя других мест западного склона также часто содержат гальки и валуны плагиоклазовых гранитов. Намечается фаза древних интрузий, связанная, вероятно, с какой-либо из фаз каледонской складчатости.

История геологии восточного склона Урала связана с представлением о почти непрерывно совершавшихся эффузивных процессах, начиная с верхнего силура и кончая визейскими отложениями. Намечается фаза излияний диабазов и альбитофиров верхнего силура и нижнего девона, причем в конце последнего господствуют альбитофиры. Средний и верхний девон характеризуется также андезитовыми порфиритами и в конце кварцевыми альбитофирами. Характерной фазой в развитии вулканизма Среднего Урала является период излияний ортофиров и альбитофиров среднего девона. Нижний карбон характеризуется излияниями базальтоидных андезитовых и кварц-порфировых лав на крайнем востоке Урала. Эффузивные явления чередовались с периодами покоя, когда отлагались нормальные осадки, но роль последних на восточном склоне Урала является подчиненной.

В истории Урала намечается несколько фаз интрузий. Указание на древнейшие из них мы находим в виде галек и валунов гранитов в конгломератах нижнего палеозоя. Ко времени последнего относятся, повидимому, и интрузии гранит-порфиров, сиенитов и сиенит-порфиров, залегающих среди свиты метаморфических сланцев и нижнего палеозоя.

Интрузивные процессы были свойственны и более позднему времени палеозоя. Так, среди граувакковых песчаников верхнего девона Южного Урала встречаются песчинки габбровых пород и плагиогранитов, а также змеевиков. То



же констатировано и в конгломератах нижнего карбона зеленокаменной полосы Миасского района. Таким образом часть этих пород была развита среди интрузий до верхнедевонского времени.

Главный период интрузии на Урале относится ко времени варисцийской складчатости. В этот период образовались огромные массивы гранитов восточного склона Урала и Центрального хребта. К этому времени относится и ряд интрузий основных пород. Так, интрузия габбро и других пород, слагающих Тагильский платиноносный массив, образовалась после среднего девона, так как ортофиры последнего включены в виде ксенолитов в сиениты и габбро окрестностей Кушвы и Благодати. Интрузия перидотитов залегает среди верхнедевонских и нижнекаменноугольных песчано-глинистых отложений, которые она прорвала.

В Алапаевском районе змеевика, по Б. П. Кротову, залегают в среднекарбонных отложениях.

Наиболее ярким примером гранитов варисцийского времени являются граниты горы Магнитной, давшие в контакте месторождения магнетиты Магнитогорска и превратившие в скарны визейские известняки.

## ТЕКТНИКА

Тектоника Урала в значительной степени еще является неразрешенной. Причиной этого служит плохая обнаженность Урала, не дающая возможности видеть соотношения горных пород.

Долгое время Урал считали складчатой горной страной, в которой складчатость нарушена большими сбросами, являющимися наиболее характерной чертой тектоники Урала. В 1923 г. А. Н. Заварицкий объяснил ряд дислокаций Южного Урала явлениями надвига. Далее появился ряд работ, в которых надвиговые явления все более и более получали признание как одна из характерных форм структур Урала. Наиболее значительные надвиги наблюдаются между отдельными комплексами Урала, как например между нижним и верхним палеозоем на западном склоне Урала, между нижним палеозоем и докембрием, между последним и зеленокаменной полосой восточного Урала. Характерна форма

складок западного и восточного склонов: на западном склоне и на западе восточного склона складки опрокинуты на запад, на востоке восточного склона — на восток. Промежуточная область занята большими гранитными интрузиями вариссийского времени. К тектоническим формам приурочены многие полезные ископаемые. Особенно характерна связь колчеданных месторождений с зонами смятия.

МАРШРУТ ПЕРМЬ—ПАШИЯ—КУШВА—ТАГИЛ—  
СВЕРДЛОВСК—БАЖЕНОВО.

Е. А. КУЗНЕЦОВ

От города Перми поезд идет сначала живописной долиной Чусовой вдоль многочисленных обрывов верхнепермских отложений. Только около Сылвы начинаются отложения кунгурского яруса. В 70 км от Перми отходит ветка на Чусовские Городки. В последних в 1926 г. была обнаружена нефть, залегающая в пористых известняках под кунгурскими соленосными и гипсоносными толщами. Обнаруженная случайной скважиной при бурении при разведке на соль нефть дала фонтанирующую струю. Восточнее следуют отложения подкунгурской толщи песчаников и глин, сменяющихся вниз гилсами, ангидритами и доломитами с прослоями глинистых сланцев и далее вглубь — плотными доломитами и пористыми известняками.

У Чусовского завода маршрут входит в каменноугольные отложения, образующие вместе с верхним и средним девоном складки, опрокинутые к западу, столь характерные для долины р. Чусовой. По этой свите верхнепалеозойских отложений путь идет до ст. Пашия.

Эти отложения интересны тем, что севернее, в Кизеловском районе, к толщам угленосной свиты карбона приурочены значительные месторождения каменного угля, а к свите среднедевонских отложений Пашии — железные руды осадочного происхождения, нередко с оолитовой структурой.

После ст. Пашия на расстоянии 10 км путь проходит среди девонских отложений, представленных известняками и

глинистыми сланцами с подчиненными им залежами железной руды осадочного происхождения. Несколько восточнее устья р. Рассольной маршрут входит в поле развития зеле-

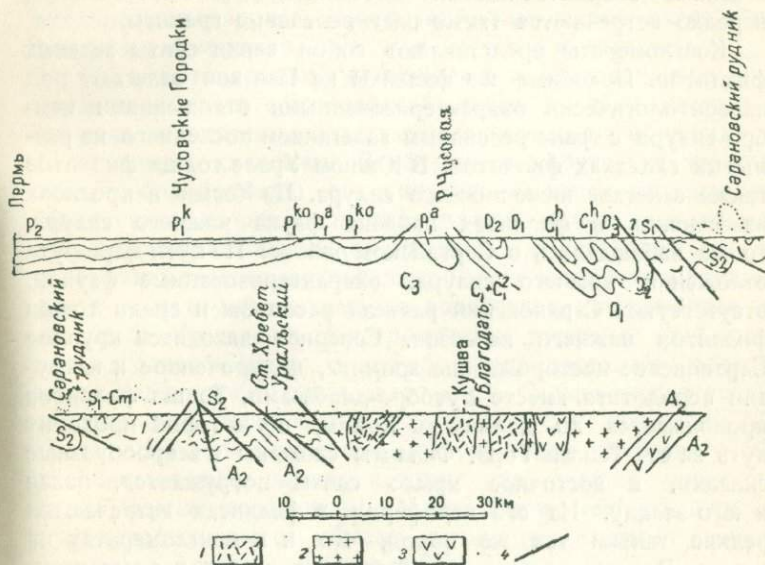


Рис. 1. Схематический разрез от Перми до Кушвы.

$P_2$  — верхнепермские отложения;  $P_1^k$  — кунгурские слои;  $P_1^{ko}$  — подкунгурская толща;  $P_1^a$  — артинские слои;  $C_3$  — верхнекаменноугольные слои;  $C_1^2$  — визейские слои;  $C_1^h$  — угленосные слои;  $D_3$  — верхнедевонские отложения;  $D_2$  — среднедевонские отложения;  $D_1$  — нижнедевонские отложения;  $S_2$  — верхний силур;  $S_1$  — нижний силур; Ст — кембрий;  $A_2$  — протерозой; 1 — порфириты и другие зеленокаменные породы ( $S_2 - D_3$ ); 2 — габбро, диориты, сиениты, граниты; 3 — перидотиты; 4 — сбросы.

ных песчаников и глинистых сланцев, относимых обычно к нижнему девону (рис. 1). Вероятно более глубокие слои этой толщи относятся уже к силуру, так как в аналогичной толще пород Северного Урала по р. Кисунье Н. Н. Иорданским найдены ближе неопределимые граптолиты. К верхнему силуру относятся и черные битуминозные песчано-глинистые сланцы, развитые в окрестностях ст. Вижай. Восточнее,

около этой станции, поезд проходит в выемке, сделанной в грубо-валунных конгломератах, начинающих толщу нижнего палеозоя. Крупные до 0,5 м валуны конгломерата представлены кварцитовидными песчаниками и известняками; нередко встречаются также плагиоклазовые граниты.

Конгломераты представляют собой верхи свиты зеленых филлитов. Подобные же филлиты на Пай-хое залегают под палеонтологически охарактеризованными отложениями кембро-силура с трансгрессивным залеганием последнего на размытых складках филлитов. В Южном Урале толща филлитов также залегает ниже нижнего силура. На Косье в прослоях известняков в филлитах найдена фауна нижнего силура, то же наблюдалось в Сергинском районе. По пути маршрута отложения нижнего силура, охарактеризованные фауной, отсутствуют. Сарановский разъезд расположен среди толщи филлитов нижнего палеозоя. Севернее находится крупное Сарановское месторождение хромита, приуроченное к интрузии перидотита, вместе с габбро-диабазам. Толща филлитов продолжается до долины р. Койвы, по которой проходит путь за ст. Теплая Гора. Филлиты сложены в веерообразные складки, и восточное крыло свиты погружается, падая к юго-западу. На его периферии в филлитах встречаются редкие гальки тех же пород, что и в конгломератах на западе. В крыльях сдвинутых нижних частей в расщепленные зоны филлитов внедрились дайки габбро-диабазов. Прекрасные обнажения филлитовой толщи видны в выемках полотна на правом берегу р. Койвы, в то время как на востоке открывается живописный вид на долину и следующие далее горы Центрального Урала.

Долина р. Койвы представляет собой сложную складчатую область. Здесь толщи филлитов многократно чередуются с кварцитовыми песчаниками, известняками и доломитами верхнего силура, в которых уже давно известна верхнесилурийская фауна с крупными разностями *Leperditia barbotana* Schth. и др. Общая структура долины р. Койвы характеризуется как серия чешуйчатых складок, на востоке граничащих со свитой метаморфических сланцев. У ст. Усть-Тиское выступают кварцитовидные песчаники нижнего палеозоя, а за речкой Подпорой — верхнесилурийские серые доломиты.

В 1 км западнее, ст. Европейская линия железной

дороги пересекает контакт свиты кварцитов и слюдяных сланцев докембрия с палеозоем. Кварцитовидные песчаники и глинистые сланцы около контакта серитизированы и раздавлены и содержат в 2 км севернее дороги небольшое месторождение пирита. Этот метаморфизм сопровождает зону разрыва с близким к вертикали восточным падением.

Свита метаморфических сланцев докембрия занимает пространство от ст. Европейской почти до ст. Азиатской и сложена кварцитами, слюдяными сланцами, амфиболитами и хлоритовыми сланцами. В области маршрута она представляет собой большую опрокинутую на запад антиклиналь. На востоке кварциты и амфиболиты падают под габбровые породы, залегающие в контакте между метаморфическими сланцами и зеленокаменной серией. При движении к востоку поезд сначала поднимается на водораздел, находящийся на ст. Хребет Уральский. Непосредственно восточнее этой станции находится выемка в амфиболитах; последние показывают следы значительных дислокаций. Сильно рассланцованные разности амфиболитов падают на восток под углом  $30^\circ$ , часто волнисто изгибаясь. Они включают островки слабо рассланцованных пород, которые по составу относятся к диабазовым порфирирам, переходящим местами в туфы. Они сопровождаются обычно серыми графитовыми кварцитами и кварцитовыми сланцами.

В 1 км западнее ст. Азиатской маршрут пересекает контакт габбро и метаморфических сланцев. Габбро в контакте превращено в мелко- и среднезернистые амфиболиты и обладают, так же как и прилегающие сланцы свиты М, восточным падением. Выходы габбро-амфиболитов можно видеть в выемке, находящейся в указанном выше пункте. Габбровый массив, широкий на севере — в районе Павды и на юге — у Тагила, здесь чрезвычайно узок, но холмы габбро видны по обе стороны железной дороги, проходящей в долине верховьев р. Туры, а вдали виднеется огромный Качканар, геологическое строение которого описано в прекрасной монографии Н. К. Высоцкого. В этом районе расположены богатейшие платиновые россыпи р. Иса. В 2 км восточнее ст. Азиатской путь входит в сравнительно пониженные области зеленокаменной полосы, сложенной эффузивными породами нижнего девона. Рельеф местности отра-

жает историю ее развития. Обширные водораздельные пространства Центрального Урала представляют собой холмы, развившиеся при расчленении высокого плато речной эрозией.

Вершины наиболее возвышенных гор габбрового массива находятся на уровне этого плато. Зеленокаменная полоса является уступом более пониженной равнины, лежащей восточнее и закрытой мезозойскими (меловыми) и третичными отложениями. Гористый ландшафт местности, сложенный габбро, представляет собой результат глубокого расчленения древнего уступа к прибрежной полосе моря. Зеленокаменная полоса является размытой древней террасой. Ее вершины находятся приблизительно на одном уровне, в котором при детальном анализе можно различить ряд второстепенных террас на высоте 230—260 и 300 м. Эрозия р. Тагила дошла до 170 м. Одной из реликтовых вершин является и гора Благодать, служащая ближайшей целью экскурсии. Зеленокаменная полоса сложена преимущественно эффузивными породами и тянется непрерывно от Северного Урала до Таналыкского района на юге. На ее протяжении имеется много месторождений медистых колчеданов, из которых наиболее значительным является Дегтярское, в 40 км к юго-западу от Свердловска. Далее на юге на ней находятся Карабашские и Таналык-Баймакские рудники. Восточнее горы Благодать расположена равнинная местность зеленокаменной полосы, среди которой в 12 км к северо-востоку от Кушвы находятся знаменитые месторождения колчеданов Красноуральска.

Путь от Кушвы до Свердловска пролегает сначала по восточному краю зеленокаменной полосы. Гора Высокая у Тагила повторяет отношения, наблюдаемые у горы Благодать, но существенным отличием является большая роль сиенитов и наличие верхнесилурийских и нижнедевонских известняков, присутствующих на Благодати только в виде незначительных обрывков среди ортофиоров и их туфов. У ст. Анатольская поезд проходит через змеевиковый массив, с которым связано Красноуральское месторождение асбеста. Около ст. Невьянск мы вступаем в район колчеданных медных месторождений с Калатинским и Белореченским рудниками. У ст. Таватуй маршрут входит в район верхисетского

гранитного массива и по нему доходит до Свердловска, геология окрестностей которого дана в статье путеводителя по окрестностям этого города.

Покидая Свердловск, линия железной дороги вступает в зону кварцитов и кварцитовых сланцев, первые признаки которых видны западнее города. Равнинные и полого-холмистые пространства, сложенные ими, нарушаются прослоями порфиринов и их туфов. Недоезжая Баженова, маршрут вступает в область гранитных интрузий, среди которых находятся многочисленные включения и полосы кровли кварцитов и залегающих среди них амфиболитизированных габбро и серпентизированных перидотитов и пироксенитов. На одной из таких полос находятся и рудники асбеста, а далее к северу — изумрудные копи.

## САРАНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ХРОМИТА

И. А. ЗИМИН

В 6 км от разъезда Горнозаводской линии ж. д. имени Л. М. Кагановича на горе Сарановской (516 м над ур. моря) располагается одно из самых крупных месторождений хромита на Урале. Оно находится в области западных предгорий Урала на водоразделе между рр. Вижаем и Койвой. Первая протекает у самой подошвы горы, окаймляя ее с севера, вторая — значительно южнее, в районе Бисерского завода.

Гора Сарановская сложена нижнепалеозойскими кварцослюдяными и кварцо-слюдяно-хлоритовыми сланцами, собранными в крутопадающие складки с простиранием, близким к меридиональному. Эта толща прорвана интрузиями пород габбро-перидотитовой формации, представленных перидотитами, метадiorитами и секущими их дайками габбро-диабазов. Перидотиты в настоящее время превращены в серпентины, а диориты и габбро-диабазы почти не сохранили полевых шпатов.

Выходы перидотитовых пород весьма малы, площади их не превышают 18—20 га. Северный выход, заключающий главное Сарановское месторождение (рис. 2 и 3), представляет собой линзообразное, почти вертикально падающее, меридионально вытянутое тело. Размер его по простиранию — 1,9 км, мощность — 80—250 м. Южный выход, отделенный от первого промежутком в 1 км, протягивается на 1 км, при среднем простирании  $165^\circ$  на юго-восток, и резко обрывается у самого разъезда № 108. Выход массива имеет здесь неправильную форму с пережимом в центре. Месторождения

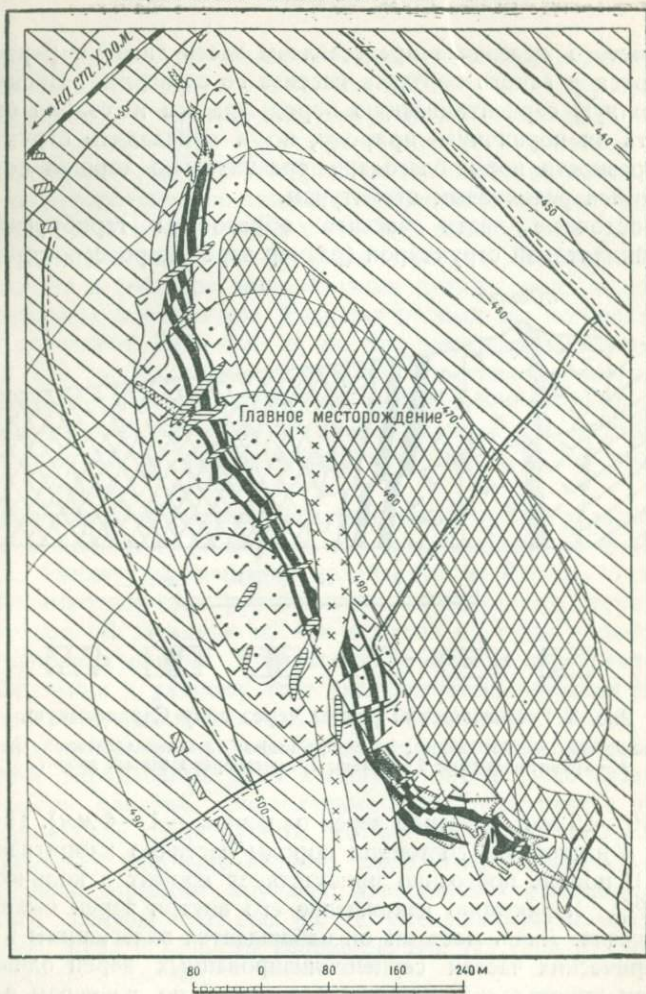


Рис. 2. Геологическая карта Главного Сарановского месторождения хромита.

1 — нижнепалеозойские кварцево-сланцевые и кварцево-хлоритовые сланцы; 2 — перидотиты; 3 — серпентины, утратившие реликтовые структуры; 4 — рудные тела; 5 — габбро-диабазы; 6 — порфириты и диабазы; 7 — метаморфизованный диорит; 8 — сбросы.

хромистого железняка представлены здесь линзами и располагаются у самого контакта массива со сланцами. Несмотря на полную серпентинизацию пород, удается не только определить их первичную природу, но и проследить структурные различия пород благодаря сравнительно хорошо сохранившимся реликтовым структурам.

Восточные части массива образованы гарцбургитами с пойкилитовой структурой (размер зерен пироксенов дости-

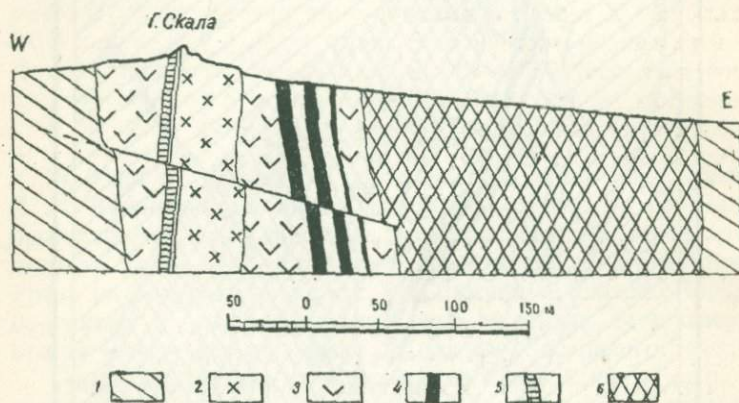


Рис. 3. Геологический разрез через гору Сарановскую.

1 — нижнепалеозойские сланцы; 2 — габбро-диабаз; 3 — перидотитовый змеевик; 4 — хромитовые тела; 5 — диабаз; 6 — метаморфизованный диорит.

гал 10—15 мм, а размер зерен оливинов — 1—4 мм). Пироксен в настоящем состоянии породы частично хлоритизирован. В породе постоянно присутствует хромит в количестве 1—2%. Характерно нахождение его внутри зерен бывшего пироксена. Лишь местами он наблюдается включенным в периферических частях серпентинизированных зерен оливина, причем кристаллики хромита в оливине по размерам в несколько раз мельче, чем в пироксене. Последовательность кристаллизации в перидотите такова: оливин-хромит-пироксен. В пределах этой породы залегает рудоносная зона мощностью около 30—50 м.

Западные же части выходов перидотитовых пород были сложены крупнозернистыми гарцбургитами, которые отлича-

лись от предыдущих, повидимому, лишь большими размерами зерен оливинов (10—20 м). Эта разновидность перидотита не содержит промышленных концентраций хромита.

В северном выходе перидотитов западнее рудоносной зоны располагалась еще полоса перидотитов, в которых пойкилитовые и крупнозернистые разности перемежались в виде полосок и линз, согласно залегающих с общей вытянутостью массива.

Рудоносная зона в пределах главного месторождения включает в себе три жилообразных рудных тела: западное, центральное и восточное. Размеры рудных тел по простиранию достигают 760—820 м, по падению разведаны до глубины 150 м, без изменения в мощности, что позволяет предполагать протяжение на глубину порядка 300—400 м. Промышленные мощности по западному рудному телу составляют в среднем 4,3 м, по центральному — 9,2 м и по восточному — 2,5 м.

Целой серией тектонических смещений рудные тела разорваны на блоки с размерами по простиранию от 4—8 до 80 м. Амплитуды смещений колеблются от 0,5 до 25 м.

Взаимоотношение рудных тел с вмещающими породами различное. В западном из них переход от руды к боковым породам постепенный. Количество хромита в перидотите по приближении к рудному телу увеличивается, пироксен почти нацело вытесняется, занимая лишь оставшиеся между кристалликами хромита промежутки, и в результате получают богатые вкрапленные руды хромита. Затем резко падает и количество оливина. Вкрапленные руды переходят в почти сплошные, где среди рудной массы, состоящей из хромита с примесью хлоризированного пироксена, остаются лишь вкрапления довольно крупных кристаллов серпентинизированного оливина (см. рис. 4). С уменьшением количества оливина, руда становится сплошной. Все эти типы руд имеют полосчатое строение.

Центральное рудное тело имеет резкие границы с боковыми породами. Включения оливина в руде наблюдаются лишь вдоль границы рудного тела, а местами оливин совсем отсутствует. Вкрапленных руд, характерных для западного тела, почти не наблюдается.

Восточное рудное тело по сравнению с центральным имеет менее резкие переходы в боковые породы.

Среднее содержание окиси хрома в рудах западного тела составляет 36%, центрального — 38% и восточного — 33,5%.

Отклонения от средних цифр в пределах отдельных рудных тел не превышают 3%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Наиболее убоги руды у восточного бока, лучшие руды находятся в центральных зонах и отчасти в западном боку. Различное качество руд в отдельных зонах и рудных телах объясняется не только неодинаковым содержанием силикатовых минералов (6—35%), но и некоторым изменением состава самого хромита в различных рудных телах. Приводим средние вычисленные по рудным телам составы хромита в молекулярных процентах.

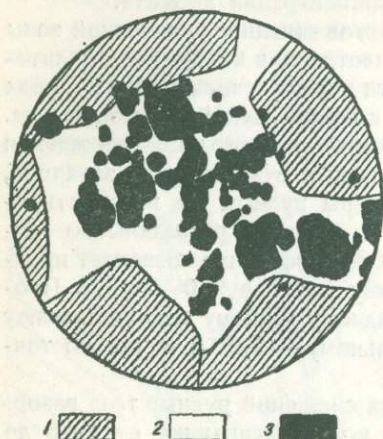


Рис. 4. Хромит в измененном перидотите.

1 — серпентины в псевдоморфозах по оливину; 2 — хлорит в псевдоморфозах по пироксену; 3 — хромит.

Нормативн. молекулы	Западное тело	Центральн. тело	Восточное тело
$\text{MgCr}_2\text{O}_4$ . . . .	60	57	50
$\text{FeCr}_2\text{O}_4$ . . . .	—	2	8
$\text{FeAl}_2\text{O}_4$ . . . .	33	33	34
$\text{Fe}_2\text{O}_4$ . . . .	7	8	8

Среди структур руд преобладают неравнозернистые и порфириовидные; хромит — идиоморфен. Нередко в центральном рудном теле и весьма часто в западном имеет место псевдопорфирово-пойкилитовая структура руды, совершенно аналогичная таковой в хромититах южно-африканских месторождений. В оливин-содержащих рудах хромит является ксеноморфным по отношению к серпентинизированному оливину (см. рис. 4).

Хромит в тонких шлифах просвечивает бурым и желто-бурым, возле трещинок не просвечивает благодаря метаморфизму.

Между рудными зернами располагаются клинохлор, карбонат, отчасти уваровит, хром-содержащие хлориты и фуксит.

В трещинах среди руд развиты щетки кристаллов хромистых и бесхромистых хлоритов от пеннина до амезита включительно, а также уваровита с фукситом. Из других минералов характерен хром-содержащий перовскит.

Аналогичная же картина наблюдается и в остальных месторождениях этого района, лишь в южном выходе перидотитов отсутствует тип руд восточного тела, и кроме того форма рудных тел отличается меньшей правильностью.

Хромитовые месторождения горы Сарановской являются вероятно магматическими и сингенетичными с вмещающими их породами.

Запасы руд главного месторождения составили около 6 500 тыс. *т.* Все остальные месторождения горы Сарановской, включая и россыпи, обладают запасами лишь около 400 тыс. *т.*

Ежегодная добыча руды достигает 50—60 тыс. *т.* Половина этого количества идет на изготовление хромника, остальное потребляется в качестве огнеупора. Химический состав лучших руд месторождения таков (в процентах):

SiO <sub>2</sub> — 3,5	MnO— 0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —40,5	CaO— 1,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —17,2	S— 0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 6,8	P— следы
FeO—12,9	
	потери
MgO—14,7	при прок. — 2,54

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Вахромеев. Хромиты Урала и их классификация. Свердловск, 1935.
2. П. М. Идкин. Некоторые данные по геохимии хромита и генетическая характеристика уральских месторождений хромистого железняка. За недра Урала, сб. стат., Свердловск, 1934.
3. В. Станкевич. Сарановское месторождение хромистого железняка на Урале. Горн. журн., № 10, 1927.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК КРАСНОУРАЛЬСКО-КУШВИНСКОГО РАЙОНА

*В. М. ДЕРВИЗ*

Красноуральско-Кушвинский район (рис. 5) расположен к востоку от водораздельного Уральского хребта, сложенного кристаллическими сланцами, образующими главную антиклиналь Урала и предположительно относящимися к докембрию.

Кристаллические сланцы представлены преимущественно кварцитами, кварцево-сланцевыми и слюдяными сланцами, амфиболитами, а также зеленым сланцем вулканогенного происхождения. К верхним горизонтам этой свиты относятся кварцитовые сланцы и углистые и графитовые кварциты, связанные постепенным переходом с туфогенными сланцами, относящимися, возможно, уже к нижнему силуру.

Кристаллические сланцы местами прорваны небольшими интрузиями гранитов.

Восточнее Уральского хребта в Кушвинском районе в увалистой полосе восточного склона протягивается зона, сложенная палеозойскими эффузивными и туфовыми породами. Эта палеозойская вулканогенная свита, сопровождающаяся прослойками осадочных образований, относящихся к кремнисто-глинистым и туфогеновым сланцам, яшмам и известнякам, залегающим среди вулканогенной толщи, слагается здесь эффузиями, происходившими начиная с верхнего силура.

В этом районе вполне отчетливо выделяются два вулканических комплекса: силуро-девонский и предположительно нижнекарбонный. Вулканическая деятельность проявилась

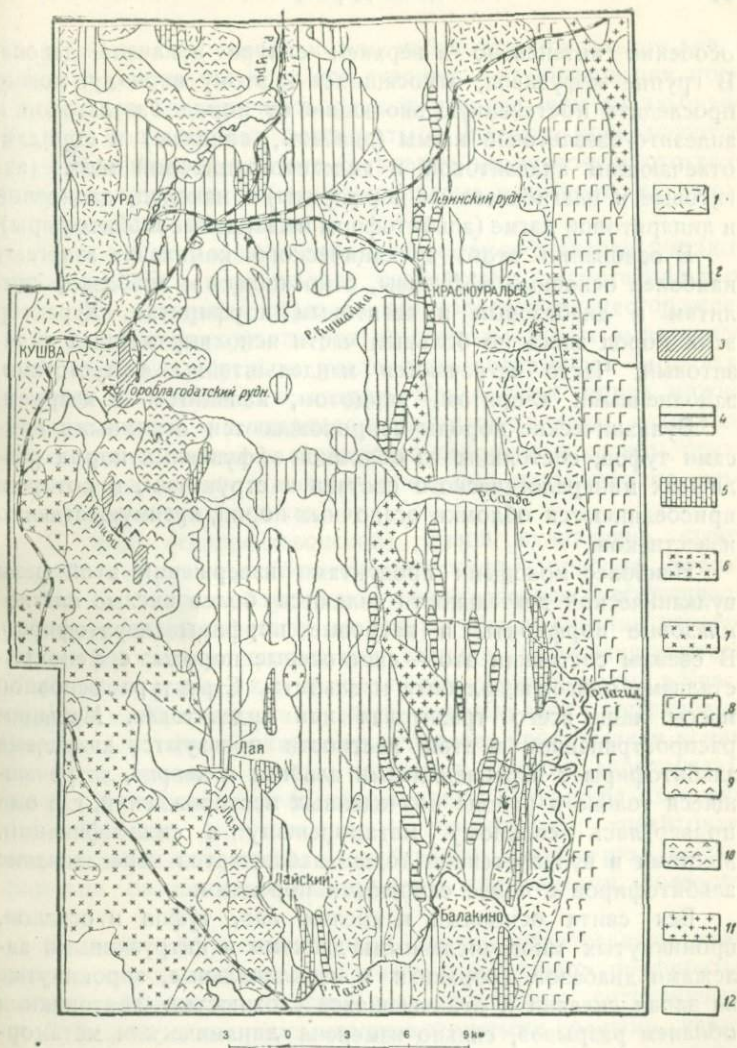


Рис. 5. Геологическая карта Кушвинско-Красноуральского района.

1 — порфиры; 2 — альбитофиры и плагиоклазовые порфиры, превращенные в зеленые сланцы; 3 — метаморфизованная туфосланцевая толща; 4 — кварцево-серпичитовые сланцы; 5 — известняки; 6 — пироксениты; 7 — габбро; 8 — змевики; 9 — сиециты; 10 — ортофиры; 11 — граниты; 12 — наносы и болота.

особенно интенсивно в верхнем силуре и начале девона. В группе эффузивов, относящихся к этому периоду, можно проследить постепенную эволюцию от пород базальтовой и андезито-базальтовой магмы (диабазы, спилиты) к породам, отвечающим андезитовой и андезито-дацитовую магме (авгитовые и плагиоклазовые порфириты) и, наконец, дацитовую и липаритовую магме (альбитофиры и кварцевые альбитофиры).

В основании этого вулканического комплекса залегают наиболее основные эффузивы, относящиеся к диабазам, спилитам и диабазовым и авгитовым порфиритам. Характер этих пород здесь по большей части ясно выраженный андезитовый. Часто встречаются мандельштейны с пустотами, заполненными хлоритом, эпидотом, кальцитом и кварцем.

Вулканические породы сопровождаются огромными массами туфов, состоящих из обломков эффузивных пород различного минералогического состава и структуры, к которым присоединяются обломки осадочных пород, преимущественно известняков.

Наиболее молодыми продуктами извержений этой фазы вулканической деятельности являются более кислые плагиоклазовые порфириты и натровые порфиры (кератофиры). В свежем состоянии это — светлосерые породы с фенокристаллами олигоклаз-альбита и альбита. Структура основной массы чаще всего трахитовая или андезитовая. Меньшим распространением в этой местности пользуются кварцевые альбитофиры с вкрапленниками альбита и кварца, встречающиеся только в районе колчеданных месторождений, где они подверглись сильному метаморфизму и силификации. Местами в вулканогенной толще наблюдается переслаивание альбитофиров с более основными породами.

Вся свита основных и кислых лав, туфов и осадков, проникнутых многочисленными дайками и интрузивными залежами диабазов, собранная в изоклинальные, опрокинутые на запад складки и отличающаяся сложностью тектоники и обилием разрывов, сильно изменена динамическим метаморфизмом и частично превращена в зеленые сланцы.

С покровными альбитофирами связаны небольшие интрузии альбитизированных, лейкократовых, гранофировых плагиогранитов с альбитом и кварцем, стоящие в связи с нижнедевонскими тектоническими движениями.

В полосе эффузивов можно наблюдать проявления динамометаморфизма во всех его стадиях — от образования порфиритоидов до типичных зеленых сланцев, причем альбитофиры и пироксеновые порфириды и их туфы превращаются в альбито-хлорито-эпидото-кварцевые, кварцево-эпидото-хлоритовые, актинолито-хлорито-кварцевые и кварцево-хлоритовые сланцы и эпидозиты.

Небольшие площади занимают метаморфические породы, образовавшиеся в результате воздействия гидротермальных растворов в связи с образованием колчеданных месторождений. Влияние этих растворов на зеленые сланцы выразилось в их обелении и резком увеличении содержания серицита, каолина и вторичного кварца. Среди этих пород можно выделить каолиново-кварцево-серицитовые сланцы, кварцево-серицитовые сланцы и серицитово-хлоритовые сланцы, представляющие собой конечные продукты метаморфизма альбитофиридов и порфиритов.

С этой (силуро-девонской) фазой вулканизма стоит в связи интрузия габбро-перидотитовой формации Урала.

Выше с верхнесилурийской и нижнедевонской эффузивно-туфовой серией залегают слоистые туфы с линзами известняка и прослойки кремнистых сланцев, переслаивающиеся с потоками основных и кислых пород, среди которых в Красноуральско-Кушвинском районе преобладают порфириновые породы (ортофиры), характеризующиеся присутствием в них калиевого полевого шпата, ортоклаза, а также анортоклаза, микропертита и кислого плагиоклаза. Структура их очень разнообразна: неравномерно-мелкозернистая, трахитовая, иногда приближающаяся к диабазовой. Характерны витрофирьовые разности с мельчайшими сферолитами полевого шпата.

В этой эффузивно-туфовой серии значительную роль играют также диабазы, диабазовые и авгитовые порфириды, частью эффузивные, частью же, несомненно, интрузивные.

Туфы, нередко представленные слоистыми толщами, часто преобладают над эффузивами.

Калиевые ортоклазовые трахитовые породы (ортофиры) имеют широкое развитие в низах среднего девона. С этими породами связаны сиениты и жильные ортофиры (сиенитовые порфиры), являющиеся отпрысками сиенитового массива

и инъецированные в виде жил среди продуктов более ранних извержений. Существует тесная связь, не только магматическая, но и минералогическая и структурная, между жильными сиенитовыми порфирами и эффузивными ортофирами.

Сиениты кушвинского массива в главной массе относятся к среднезернистым светлого цвета разностям, совершенно не содержащим кварца, с ортоклазом, иногда с микроклином, анортоклазом и плагиоклазами от альбита до андезина. Главными окрашенными минералами являются зеленовато-бурая роговая обманка с ядрами диопсидового пироксена, иногда биотит; встречаются разности исключительно роговообманковых и исключительно пироксеновых сиенитов. Сиениты, являющиеся дериватами габбро-перидотитового массива, связаны с габбро к югу и юго-востоку от Кушвы переходными монцонитовыми разностями.

Представители калиевых пород в интрузивной и эффузивной фациях встречаются в Кушвинском районе совместно, причем интрузивные породы моложе их эффузивных аналогов.

Как было указано выше, с фазой вулканизма, относящейся к верхнему силуру и нижнему девону, стоят в связи габбро-перидотитовые массивы, также более молодые по сравнению с соответствующими им эффузивами.

К западу и северо-западу от Кушвы наблюдается перерыв в цепи этих крупных массивов. Только небольшая прерывистая полоса метаморфизованных габбро наблюдается здесь среди области сплошного распространения зеленых сланцев.

В виде сплошных крупных массивов глубинные породы появляются вновь к юго-востоку и востоку от Кушвы, где эта дифференцированная интрузия представлена серией изверженных пород, начиная от пироксенитов и кончая сиенитами, кварцевыми диоритами и гранодиоритами, с одной стороны, и плагиогранитами, с другой.

К юго-востоку от Кушвинского пруда преобладающим распространением пользуются габбро; менее распространены пироксениты. С этой фазой основных интрузий стоят в связи коренные месторождения платины, а также месторождения титанистых ванадий-содержащих магнитных железняков, сопровождающихся халькопиритом и борнитом.

Дифференциация габбро-перидотитового массива завершилась здесь, с одной стороны, отщеплением плагиограни-

тов, интрузии которых, распространенные в восточной полосе вулканогенной толщи и стоящие в связи с нижнедевонскими тектоническими движениями, не проникли, повидимому, уже в средний девон. С этими плагиогранитами некоторые исследователи связывают месторождения меди типа колчеданных линз и залежей, залегающие среди метаморфизованных эффузивов верхнего силура и нижнего девона.

С другой стороны, изучение восточной части габбровой полосы, соответствующей верхним частям габбро-перидотитового массива, дающее возможность установить последовательную смену основных глубинных пород более кислыми, показывает, что конечными результатами дифференциации этого массива являются здесь кварцевые диориты и гранодиориты, спорадически появляющиеся в восточной краевой зоне этого массивов, и сиениты кушвинского и лайского сиенитовых массива, окаймляющие выходы основных глубинных пород с востока, с которыми породы габбро здесь связаны рядом постепенных переходов.

Возраст интрузии сиенитов, образующих несколько крупных возвышенностей, постепенно понижающихся к северу и исчезающих под толщей элювия и наносов близ горы Благодати, определяется в последнее время предположительно как среднедевонский.

С сиенитами в Кушвинском районе стоит в связи ряд месторождений магнитного железняка, из которых самым крупным является месторождение горы Благодать.

К верхнепалеозойскому комплексу относятся интрузии серпентинов и гранитов, прорывающие полосу эффузивов в восточной части района. Древнейшими из них были интрузии ультраосновных пород перидотитовой магмы, превращенных в змеевики, подвергшиеся в сильнейшей степени воздействию динамического метаморфизма. Среди основных глубинных пород, превращенных в змеевики, преобладали перидотиты, и подчиненное значение имели габбро и пироксениты.

Более поздние интрузии, представленные гранитными батолитами, связанные с главной фазой уральской дислокации (варисцийской), происходили, повидимому, одновременно с этой складчатостью или непосредственно вслед за нею. Обширные интрузии олигоклаз-микроклиновых гранитов,

сопровождающихся свитой жильных пород, окаймляются слюдястыми сланцами и амфиболитами в контактовой зоне. Возраст гранитных интрузий можно считать посленижнекаменноугольным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Дервиз. О геологических исследованиях в Гороблагодатском районе в 1923—24 гг. Изв. Геол. ком., т. XLIII, № 10, 1924.

# МЕСТОРОЖДЕНИЕ МАГНИТНОГО ЖЕЛЕЗНЯКА ГОРЫ БЛАГОДАТЬ

В. М. ДЕРВИЗ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гороблагодатское месторождение представляет интерес как своеобразный тип, стоящий на грани между контактовыми и эманационными месторождениями, с одной стороны, и инъекционными магматическими, с другой.

Месторождение, расположенное на восточном склоне горы Благодать (382 м абс. высоты), близ северной оконечности кушвинского сиенитового массива, было открыто в 1735 г., и через 2 года после этого в Кушве был построен чугуноплавильный завод.

Центральный рудник сопровождается несколькими мелкими выработками и полями валунчатых руд. Добыча руд производится исключительно открытыми работами. Руды обогащаются на построенных в 1928 г. магнитообогащительной, дробильной, агломерационной и промывочной фабриках. Рудник имеет в настоящее время производственную мощность около 300 000 т готовой продукции в год. Запасы руды на Благодати исчисляются в цифрах свыше 100 млн. т. Она снабжает в настоящее время рудую Кушвинский завод.

## ГЕОЛОГИЯ

Вершина и западный склон горы Благодать (рис. 6) сложены авгитовыми и диабазовыми порфиритами и их туфами, сильно метаморфизованными и превращенными поблизости от месторождения в гранатовые и эпидото-гранатовые породы,

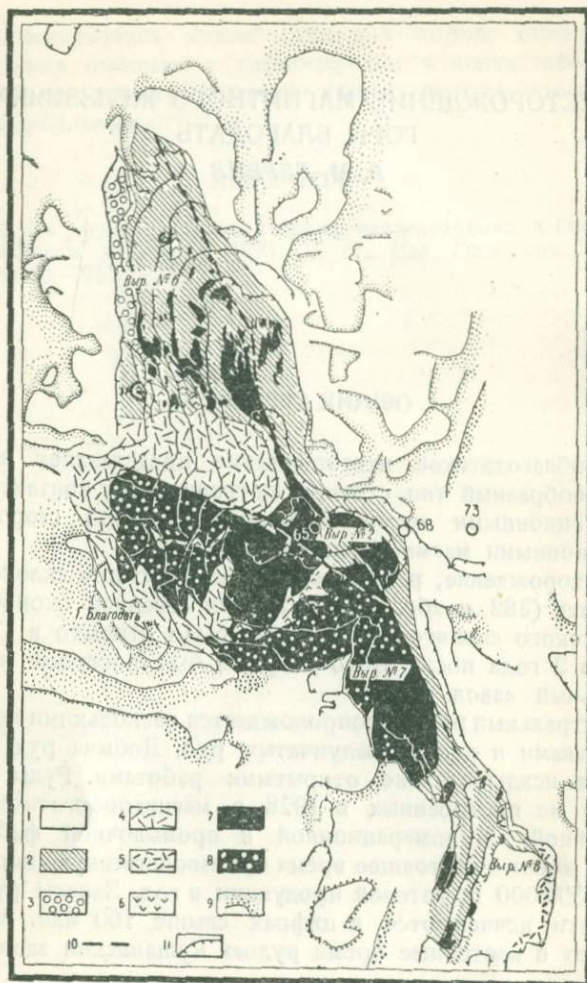


Рис. 6. Геологическая карта горы Благодать.

1—элювий и аллювий; 2—туфосланцевая толща; 3—известково-силикатовые роговики; 4—эпидото-гранатовые породы лежащего бока; 5—интрузии порфирида, превращенные в эпидото-гранатовые породы; 6—сиенитовые порфиры; 7—магнитные железняки; 8—ослепная руда; 9—отвалы; 10—сбросы; 11—уступы; 12—скважины.

С востока на порфириты налегает толща пород среднедевонского возраста, состоящая из метаморфизованных, наслоенных эффузивных пород, туфов, туфо-брекчий и осадочных образований. Эта осадочновулканогенная толща протягивается с простираем север-северо — запад и падением под углом от 25 до 45° на восток через восточный склон Благодати. Входящие в ее состав эффузивные породы относятся в главной массе к ортофирам, лейкократовым, плотным, светлого цвета породам трахитовой магмы, существенно полевошпатовым. В состав полевого шпата входят преимущественно калиевый полевой шпат, ортоклаз или анортотоклаз, иногда микропертит, сопровождающиеся небольшим количеством кислого плагиоклаза и в редких случаях незначительным количеством фемических минералов, преимущественно авгита, замещающегося вторичными образованиями. Микроскопически породы представлены чаще всего неравномерно-мелкозернистыми разностями, существенно состоящими из зернышек и микролитов щелочного полевого шпата без ясно выраженных порфириновых выделений или разностями с ясно выраженной порфириновой структурой с крупными вкрапленниками полевого шпата и основной массой, состоящей преимущественно из микролитов калиевого полевого шпата трахитовой структуры. В ортофирах развиваются вторичные минералы: гранат, эпидот, хлорит, пренит, кальцит и цеолиты. Калиевые порфиры сопровождаются туфами, содержащими примесь известкового материала и проникнутыми гранатом, эпидотом, хлоритом и другими скарновыми минералами, замещающими постепенно всю массу этих пород и сопровождающихся вкрапленностью и прослойками магнитного железняка различной мощности. Эффузивные породы трахитовой магмы — туфы и туфо-брекчий — перемежались с прослойками андезитовых пород (авгитовых порфиритов) с авгитом и вторичным альбитом, заместившихся эпидотом и гранатом и превратившихся в зернистые зеленовато-серые эпидото-гранатовые породы. Наслоенная эффузивно-туфовая свита переслаивалась с кремнисто-глинистыми сланцами и туфогеновыми песчаниками, подвергшимися ороговикованию, и с известняками, чистыми или содержащими примесь глинистого материала, прослойки которых, частично превращенные в скарны, были встречены как буровыми скважинами на глубине, так и среди

осадочно-вулканогенной толщи и руды центральных выработок. Конечными продуктами метаморфизма осадочно-вулканогенной свиты является образование гранатовых, эпидотогранатовых, скаполито-цоизито-гранатовых, пироксено-гранатовых и других скарнов.

В туфо-сланцевой толще залегают, в виде лакколитообразных интрузивных залежей и жил темнозеленого цвета, авгитовые порфириды, также проникнутые гранатом и эпидотом. Более молодыми являются многочисленные, пересекающие эту толщу с пологим падением мелкие жилы сиенитовых порфиров, относящихся к лейкократовым породам трахитовой магмы, красноватого или сероватого цвета, мелкозернистого или плотного сложения, местами проникнутых жилами магнетита, с микроскопически порфировой, реже приближающейся к зернистой структуре. Полевые шпаты в них относятся к ортоклазу, микроклину, микропертиту и киллому плагиоклазу. Из окрашенных минералов изредка встречаются авгит, биотит и еще реже зеленый амфибол. Структура основной массы, состоящей преимущественно из микролитов калиевого полевого шпата, чаще всего типичная трахитовая.

Наиболее молодыми интрузивными породами Благодати являются жильные авгитовые порфириды с биотитом, выходы которых среди туфо-сланцевой толщи можно наблюдать в выработке № 10.

С юга к Благодати подступают сиениты кушвинского массива, петрографическая характеристика которых уже дана выше, скрытые здесь под глубокой толщей наносов. Лейкократовые розоватого цвета их разности чередуются здесь в краевой зоне с разностями, более богатыми феррическими минералами. Эндоконтактные изменения выражаются в переходе в мелкозернистые разности, в гранатизации, местами в накоплении магнетита и развитии скаполита и анальцима. Характерным явлением для горы Благодать является скаполитизация пород, наблюдающаяся как в жильных сиенит-порфирах, так и в эффузивных ортофирах, а также местами во внутреннем контакте сиенитов. Скаполит относится к щелочной хлор-содержащей разности, близкой к мариялиту.

Тектоника месторождения довольно сложна: оно разбито двумя главными системами сбросов меридионального и широтного простирания, разбивающих его на ряд блоков, переме-

стившихся один относительно другого. Наиболее крупный продольный сброс северо-западного — юго-восточного простирания разделяет месторождение на две отличающиеся половины, западную и сброшенную восточную, причем максимальное вертикальное смещение достигает здесь 140 м. Сброс этот, сопровождающийся рядом сопряженных трещин, произошел после завершения процессов рудообразования. Однако, наблюдающаяся приуроченность оруденения к этому сбросу указывает, повидимому, на то, что вдоль этого направления существовали более древние тектонические трещины, предшествовавшие рудообразованию. Этот продольный сброс пересекает весь восточный склон Благодати и продолжается дальше на северо-запад. Вся полоса валунчатых руд находится в сброшенной части месторождения.

Широтными сбросами ограничен испытывавший поднятие блок, образованный породами лежачего бока и выступающий на границе северной и центральной выработок.

Крупные поперечные смещения обусловили образование ступенчатого сброса в южной части месторождения на грабце выработок № 7 и 8, причем южный участок является сброшенным по отношению к северному.

## РУДЫ

### Коренные руды

Среди руд можно выделить два основных типа, отличающиеся друг от друга по минералогическому составу и по условиям кристаллизации: магнитные железняки с примесью граната и руды с полевым шпатом (или оспенные).

Магнитные железняки первого типа, наиболее распространенного на горе Благодать, залегают в метаморфизованных породах осадочно-вулканогенной толщи в виде прослоек или очень непостоянных, часто выклинивающихся пластообразных залежей большей или меньшей величины (рис. 7). Эти залежи перемежаются с метаморфизованными вмещающими породами и представляют собой комплексные рудные тела, нередко достигающие очень значительной мощности (до 200 м). Вмещающие породы обыкновенно также содержат более или менее обильную вкрапленность магнетита,

причем между прослойками богатой руды и этими бедными вкрапленниками существуют обычно переходные разности.

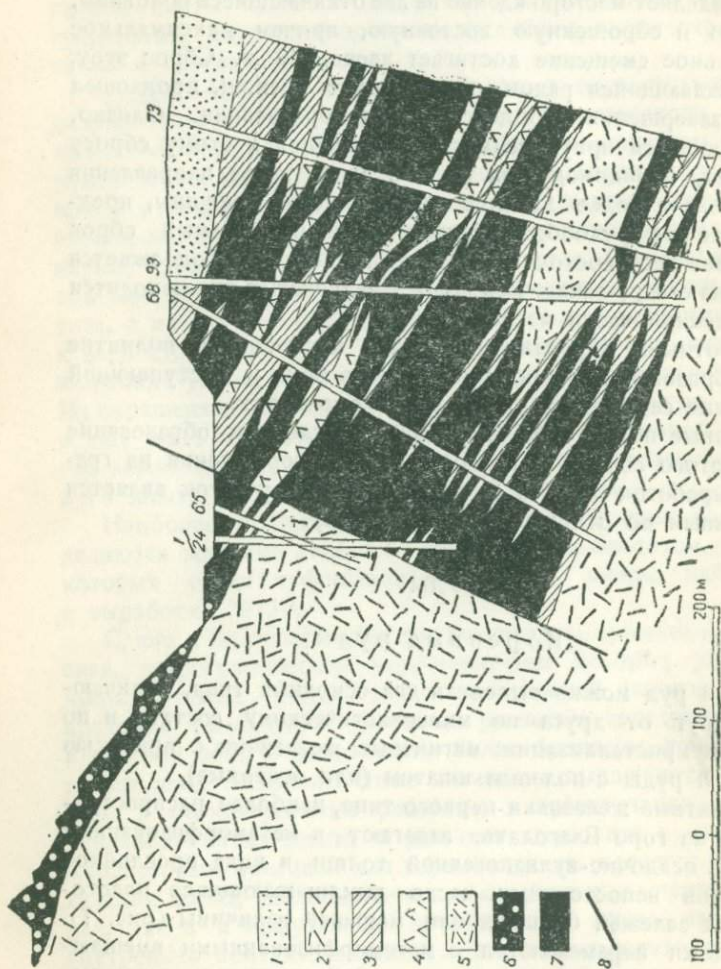


Рис. 7. Геологический разрез через горы Благодать.

1 — элювий и аллювий; 2 — элидито-гранатовые породы лежачего бочка; 3 — метаморфизованная, осадочно вулканогенная толща; 4 — сиенитовые порфиры; 5 — прослой элидито-гранатовых пород; 6 — оспенная руда; 7 — магнитный железняк, с гранитом; 8 — сбросы.

Руды с полевым шпатом (оспенные), выступающие в южной и западной частях центральной выработки, где они слагают высеченную в руде пирамиду, а также в траншее № 7, зале-

гают в виде масс неправильной формы или линзообразных залежей или в виде тонких прожилок среди метаморфизованных более древних пород.

Подавляющая масса руд Благодати, как магнитных железняков первого типа, так и оспенных, относится к неизменным процессами окисления первичным рудам.

Руды первого типа (с примесью граната) представлены средне-, мелко- и тонкокристаллическими от стально-серого до почти черного с синеватым отливом цвета массивными магнитными железняками (синие руды) с большей или меньшей примесью пирита и нерудных минералов (хлорита, эпидота и т. д.).

Оспенные руды представляют собой более или менее грубозернистые агрегаты, состоящие преимущественно из полевого шпата, пироксена и магнетита (сопровождающихся обычно скаполитом) или только из полевого шпата и магнетита, часто с примесью пирита, сопровождающегося халькопиритом. Обыкновенно крупные зерна полевого шпата порфиоровидно выделяются среди более мелкозернистой черной массы магнетита, вследствие чего эта порода и получила название „оспенной руды“. Часто встречаются разновидности оспенных руд с брекчиевидной структурой.

В состав первичных руд Благодати входят главным образом следующие минералы (см. список минералов на стр. 46).

Взаимоотношения между рудообразующими минералами указывают на то, что ортоклаз в оспенных рудах является самым ранним минералом. Период образования магнетита захватывал значительный промежуток времени, но главная масса его выкристаллизовалась после ортоклаза. В рудах горы Благодать гранат редко встречается совместно с ортоклазом, по отношению к которому он является повидимому более поздним минералом (пневматолитическая фаза). К той же фазе минералообразования относятся главная масса магнетита, пироксен, апатит, маршалит, отчасти слюды; несколько позднее образовались эпидот и хлорит. В гидротермальную фазу отлагались сульфиды (пирит, халькопирит, сфалерит), пренит, кальцит и цеолит, выполняющие промежуточные между другими минералами.

Окисленные руды, превращенные в полумартиты и мартиты, сосредоточены в пониженной местности в области восточ-

## Список минералов

	Окислы	Сернистые	Силикаты	Фосфаты	Карбонаты
Оспенные руды	Магнетит, железный блес, титанистый железняк	Пирит, халькопирит, сфалерит	Ортоклаз, авгит, титанит, хлорит, слюды, альбит, ма-риалит, анальцим	Апагит	Кальцит
Магнитные железняки с гранатом	Магнетит, железный блеск, титанистый железняк	Пирит, халькопирит, сфалерит	Гранат, хлорит, эпидот, клиноцоизит, слюда, скаполит, пренит, цеолиты	Апатит	Кальцит

ного крыла сброса. Руды эти залегают в виде пластообразных залежей и гнезд в разрушенных силикатовых породах, превращенных в красно-бурые глины и прикрытых сверху

Таблица анализов

Руда	№ обрабо- ток	Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Магнитный железняк . . .	2	65,71	63,08	27,39	1,13	1,67	1,55	0,88
Магнитный железняк . . .	6	65,45	65,98	24,83	0,19	0,77	2,00	1,06
Оспенная руда . . . . .	2	37,35	34,91	16,67	0,22	7,14	4,46	2,65
Окисленная руда . . . . .	9	59,30	72,30	14,10	0,98	2,50	4,00	1,18
Окисленная руда . . . . .	6	62,62	79,48	9,05	1,04	0,95	2,10	0,24

россыпями валунчатых руд. Руды — большей частью пористые, переходящие в совершенно рыхлые разности, отличающиеся почти полным отсутствием серы. В них часто можно наблюдать крупные жилы лимонита. Включающие пустые породы разрушены и каолинизированы. К маритам относятся порошковатые разности, иногда в виде спекулярита, встречающиеся в северном руднике. В восточном борту главного разреза выработки № 6 встречаются небольшие залежи плотных, темнобурых (шоколадного цвета) полумартитов и мартитов.

### Валунчатые руды

Главные россыпи валунчатых руд сосредоточены в пониженной местности, окружающей гору Благодать с юга, востока, северо-востока и севера. Мощность россыпей до 20 м, в среднем около 9 м. Количество валунов и зерен в массе глин изменяется от нескольких процентов до 60—70%. Руды подверглись более или менее сильному окислению. Глины с валунчатой рудой содержат от 15 до 40% Fe. Содержание S в среднем составляет 0,04%, P — 0,015%, Cu — 0,02%, Mn — от 0,5 до 1,2%, CaO, SiO<sub>2</sub> — в зависимости от примеси нерудных минералов.

руд (в процентах)

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cu	As	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Потеря при прокаливании	H <sub>2</sub> O
2,36	следы			0,02	0,04	—	—	—	2,06	—
3,42	0,19	0,20	0,20	0,20	0,06	—	—	следы	0,43	0,12
26,11	0,54	—	—	0,10	0,05	—	присутствует	следы	2,58	0,22
5,50	—	—	—	0,04	0,04	—	—	—	1,3	—
4,23	следы	—	—	0,02	0,02				2,61	—

Анализы валунчатых руд (в процентах)

Руда	Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	Потеря при прок.	Влага
Мытая руда более 2 мм . . .	57	12,6	67,3	1,4	2,3	0,13	9,0	4,2	0,05	0,01	следы	—
Эфель меньше 2 мм . . .	50	9,5	60,4	1,1	2,4	1,20	14,6	6,3	0,065	0,015	2,0	3,0

Валунчатые руды имеют большое значение для заводов по легкости добычи и качеству руд.

#### ГЕНЕЗИС

Относительно возможного генезиса Гороблагодатского месторождения мнения расходились. Одни авторы считали его чисто магматическим, другие — переходным от магматических к контактовым, третьи — чисто контактовым или инъекционно-контактовым и, наконец, некоторые относили его к группе синтетически-ликвационных месторождений. Находка в последние годы среди оспенной руды Благодати более или менее крупных включений кристаллического известняка, представляющих собой остатки не вполне превратившихся в скарны более крупных залежей, способствовала выяснению вопроса о генезисе Благодати.

При застывании сиенитового массива, в контактовой зоне имели место как чисто контактовые силикатовые процессы, так и накопление летучих составных частей магмы, имевших характер преимущественно „металлических рудных растворов“. При этом преобладающее значение имели хлористые соединения, о которых свидетельствуют развитие массы скаполитовых пород, а также щелочи и соединения серы и фосфора, на которые указывает примесь колчеданов и апатита в руде. Рудные залежи наиболее распространенного на Благодати типа (с гранатом) образовались в результате метасоматического замещения магнетитом как изверженных пород и туфов, так и осадочных образований. При этом концентрация рудных элементов относилась главным образом к пневматолитической (газообразной) фазе.

Образование же оспенных руд происходило, повидимому, в несколько иной физико-химической среде, при несколько более высокой температуре и ином составе привнесенных веществ и относилось к конечным стадиям магматического процесса.

Застывание и дифференциация сиенитового массива в контактовой зоне сопровождалось отщеплением и инъекцией во вмещающие породы флюидных магматических рудных растворов. Эти рудные растворы соответствуют флюидной фазе пегматитовых растворов, обогащенных летучими компонентами, частично растворивших и переработавших значительные толщи вмещающих пород (ортофинов, туфов и осадочных образований), относящихся к той же осадочно-вулканогенной толще, выходы которой на поверхность можно видеть в северной части рудника (выработка № 6), но отделенные от нее сбросом и представляющие другой ее горизонт. При этом имел место значительный приток щелочей, преимущественно калия. Под влиянием высокой температуры жилы сиенитовых порфиров подвергались деформации или даже распадению на отдельные куски (встречались их обломки, иногда округленной формы, как бы плавающие в руде), а также часто полной перекристаллизации. При этом образовались породы из магнетита и ортоклаза, в которых магнетит образовался последним. Некоторые особенности структуры этих новообразований и другие признаки указывают на возможную частичную кристаллизацию магнетита из жидкого состояния. В поверхностных частях залежи оспенных руд в монолите сохранилась еще местами структура, отражающая первоначальную слоистость вмещающих пород, подвергшихся переработке и перекристаллизации (расположение полевых шпатов рядами параллельно слоистости). В более глубоких горизонтах той же залежи полевые шпаты располагаются в массе магнетита в виде беспорядочно рассеянных порфировидных выделений. Эти изменения в структуре оспенных руд могут служить указанием на перегруппировки и передвижки в жидкой (или вязкой) среде.

Воздействие флюидов на известняки выразилось в развигии в них преимущественно ортоклаза, авгита, магнетита, хлорита, анальцима, сульфидов (пирит, халькопирит), где повидимому известняк замещался при этом в твердом состоя-

нии. Возникшие в результате всех этих процессов породы со значительным содержанием магнетита (оспенные руды) представляют результат тесного смешения скарнов, образовавшихся на месте известняков (а возможно, и других осадочных пород), с продуктами полной перекристаллизации изверженных пород, сиенитовых порфириров, ортофириров и туфов.

Таким образом месторождение в целом может быть отнесено к сложному типу эманационному и инъекционному (в зону контакта сиенитового массива).

#### МАРШРУТ

Со ст. Магнитная экскурсия направляется на центральные выработки. В выработке № 6 осматриваются: рудоносная туфо-сланцевая толща, характер ее оруденения и тектоники. На восточном берегу в области восточного крыла сброса осматриваются: вмещающие породы изверженного и осадочного происхождения, залежи в них окисленных руд — полумартитов и мартитов, а также главный меридиональный сброс, разделяющий месторождение на две половины: западную и сброшенную — восточную.

В западной части выработки № 6 наблюдаются: метаморфизованная свита осадочного происхождения, залегающая в нижних горизонтах туфо-сланцевой толщи, ленточные породы, известково-силикатовые роговики, залегающие вверху свиты, штокообразные внедрения сиенит-порфириров в туфо-сланцевую толщу и прослой в ней магнетито-гранатовых, богатых колчеданом руд первичной зоны. Свита наложенных пород разбита в выработке № 6 многочисленными более или менее значительными сбросами. Помимо общего падения на восток, горные породы подверглись искривлениям и изогнутости вплоть до образования подобия складок.

На повороте из выработки № 6 в выработку № 2 наблюдается горст из породы лежащего бока (среди которых преимущественное развитие имеют эпидото-гранатовые породы, являющиеся результатом метаморфизации авгитовых и диабазовых порфириров), отделенный крупными широтными смещениями от туфо-сланцевой толщи выработки № 6 и от руды центральной выработки.

На вершине Благодати, в высеченной в руде пирамиде, видны среди руды остатки пород туфо-сланцевой толщи,

не вполне замещившиеся рудой, остатки сиенитовых порфиров, подвергшихся скаполитизации, со всех сторон окруженные рудой, и включения мрамора, представляющие собой остатки пропластков известняков, не вполне замещенных магнетитом и скарновыми минералами.

В центральной выработке видны: главный меридиональный сброс и широтный сброс, отделяющие рудное тело от пород лежащего бока, а также различные типы руд: синие руды (магнитные железняки с небольшой примесью граната и хлорита) и различные разновидности оспенных руд, замещение прослоек известняка в оспенной руде (если они к этому моменту будут вскрыты разработками) ортоклазом, пироксеном, хлоритом и другими скарновыми минералами, развитие в них анальцима (кубоита).

Южнее, в траншее (выработка № 7) осматриваются слабо окисленные магнитные железняки и оспенные руды и полумартиты, а также поперечные смещения на границе этой выработки и выработки № 8.

В самой южной части рудника (выработка № 8) можно видеть залегание жильных сиенитовых порфиров и взаимоотношение их с вмещающими породами, а также выход на поверхность в восточном борту этой выработки авгитовых порфиринов из лакколитообразной интрузии, прикрывающей здесь рудоносную свиту сверху. В разложенных вмещающих породах западного борта наблюдаются пневматолитовые образования апатита и вермикулита.

На северном руднике (выработка № 9) осматриваются залежи валунчатых руд в глинах и окисленные коренные руды—полумартиты и мартиты, залегающие в каолинизированных вмещающих породах в виде гнезд и штоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Г. Багратуни. К вопросу о генезисе оспенных руд горы Благодати. Пробл. сов. геол., т. VI, № 3, 1936.
2. К. И. Богданович. Железные руды России. Геол. характер их месторождений, распространение и запасы. Изд. Геол. ком., СПб, 1911.
3. В. М. Дервиз. Гороблагодатские месторождения магнитного железняка. Главн. железорудные месторождения СССР, т. II, 1934.
4. A. N. Zavaritsky. Classification of magmatic ore deposits. Econ. Geology, vol. XXII, № 7, 1927.

## ГОРА ВЫСОКАЯ И ОКРЕСТНОСТИ НИЖНЕГО ТАГИЛА<sup>1</sup>

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Нижнетагильский район расположен к югу от Кушвинского, в 50 км от горы Благодать.

Центром его является гора Высокая и раскинувшийся у ее подножья город Нижний Тагил. До 20 месторождений железных, медных, марганцевых и полиметаллических руд расположены в 8—10 км от Нижнего Тагила.

Возникновение здесь горнозаводской промышленности относится к VIII веку. Старейшие на Урале заводы: Невьянский (основанный в 1702 г.), Нижнетагильский (1725 г.) и многие другие, снабжались рудой из месторождений горы Высокой. За истекшие 200 лет добыто около 15 млн. *т* железных руд.

Почти одновременно началась в районе и выплавка меди, особенно развившаяся в XIX веке на рудах Медно-рудянского месторождения, разрабатывавшегося до 1917 г. и из которого выплавлено около 130 тыс. *т* меди. Однако только при советской власти использование естественных богатств района достигает размеров, соответствующих его природным ресурсам. Сейчас ежегодная добыча железных руд составляет 8 млн. *т*.

В настоящее время гора Высокая заняла второе — после горы Магнитной — место на Урале по добыче железных руд.

### ОРОГРАФИЯ

В западной части Нижнетагильского района имеются довольно значительные возвышенности, сложенные интрузивными породами, вытянутые в меридиональном направлении

<sup>1</sup> По материалам треста „Востоксталь“.

и возвышающиеся до 350—600 м над уровнем моря. Восточная часть района имеет плоско-всхолмленный рельеф. Вершины возвышенностей здесь достигают отметок 260—280 м. Р. Тагил, протекает с юга на север, между этими двумя орографическими зонами.

## ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

В центральной части района, вдоль долины р. Тагил, среди вулканогенной толщи, являющейся продолжением кушвинской, протягивается ряд полос известняков, чередующихся с порфиристыми туфами и туфогенными сланцами. Возраст этой толщи определяется как нижне- и среднедевонский, а нижние горизонты ее, согласно последним исследованиям, относятся к верхнему силуру.

Известняки восточной полосы протягиваются в меридиональном направлении через весь район, имея везде крутое (60—80°) падение на восток. Широкая полоса высокогорских известняков срезана на параллели Нижнего Тагила интрузией сиенитов.

К северу от горы Высокой известняки встречаются лишь в виде островков ксенодитов среди сиенитов.

Над этой осадочно-вулканогенной толщей, ограничивая ее с востока, залегает мощный комплекс эффузивных пород, время извержения которых относится к среднему и верхнему девону и которые соответствуют таким же породам района Кушвы.

Эффузивы центральной части района, развитые на площади, занимаемой городом, представлены также двумя главными типами: основными и кислыми. Туфовые разности среди них редки. В центре площади распространения этих пород находится гора Лисья, представляющая собою округлую возвышенность на северо-западном берегу Нижнетагильского пруда.

Порфиновые породы центральной части Лисьей горы представляют собой преимущественно лейкократовые, почти полнокристаллические порфиристые породы с грубо-сферолитовой структурой основной массы. Они состоят из альбита и олигоклаз-альбита с незначительной примесью ортоклаза и остатков стекла. К северу и югу от горы Лисьей развиты

лавы, которые являются излившимися аналогами интрузивных сиенитов высокогорского массива.

Глубинные массивно-кристаллические породы, представленные габбро и сиенитами, развиты к западу от полосы эффузивов. Наибольшую площадь, шириной от 7 до 13 км, занимают здесь породы семейства габбро, сопровождающиеся небольшими телами пироксенитов и перидотитов. По восточной окраине габбрового массива распространены диориты и кварцевые диориты, связанные переходными разностями с габбро.

К северу и северо-западу от горы Высокой развиты сиениты. Они представлены изменчивыми по структуре и составу мелко-, средне- и крупнозернистыми разностями. Для всех сиенитов высокогорского массива характерно преобладание кислых плагиоклазов над калиевыми полевыми шпатами; ортоклаз редко, биотит, роговая обманка, реже пироксен и сфен встречаются обычно в весьма подчиненных количествах. В периферических зонах сиениты часто переходят в мелкокристаллические, иногда порфировые, лейкократовые разности.

Небольшие штоки и жилы гранитов встречаются среди габбро, диоритов и вдоль сиенито-диоритового контакта.

Наиболее молодыми интрузивными породами являются жильные авгитовые порфириты горы Высокой и Меднорудянка.

Несколько особое положение занимают эпидиориты. Сильно метаморфизованные, переходящие в амфиболовые сланцы, породы этого массива возникли из диоритов и габбро-диоритов.

#### ГОРА ВЫСОКАЯ

Восточная половина горы (рис. 8) сложена верхнесилурийскими туфами и сланцами, с простиранием NW 330—340° и крутое (45—65°) падение на восток — северо-восток. С востока к ним примыкают лебяжские известняки, а с запада — мощная толща высокогорских известняков, также круто падающих на восток. В туфо-сланцевой толще имеется еще третья толща известняков.

Толща туфов и известняков срезана в диагональном направлении интрузией сиенита, Массив глубинных извер-

женных пород несогласно внедряется в толщу высокогорских известняков и покрывающих их туфов. В северо-восточной части горы сенинты образуют в туфо-известняковой толще ряд силлов.

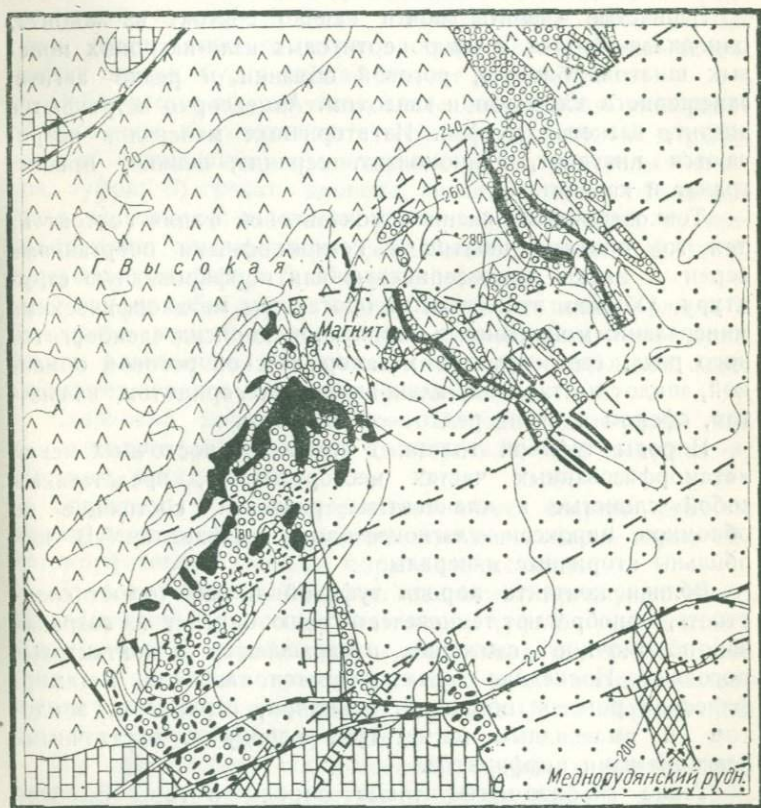


Рис. 8. Геологическая карта горы Высокой.

1 — сенинты; 2 — туфы; 3 — известняк; 4 — скарны; 5 — руда; 6 — азуритовый порфирит; 7 — бурые железняки; 8 — сбросы.

Сиениты на горе Высокой представлены двумя главнейшими типами, различающимися по составу и структуре: лейкократовыми, средне- и крупнозернистыми разностями и тонкозернистыми, иногда порфиоровыми, также лейкократовыми сиенитами контактовой фации.

Зернистые сиениты почти нацело состоят из альбита, олигоклаз-альбита и микропертитовых кали-натровых полевых шпатов, биотита, роговой обманки и редко авгита, замещенного хлоритом и эпидотом. Акцессорно встречаются апатит, магнетит и сфен. Из вторичных минералов встречаются пистацит, клиноцоизит, серицит, пеннин, пренит, гранат и кальцит.

Тонкозернистые сиениты контактовой фации состоят из тех же полевых шпатов с ксеноморфными очертаниями зерен и имеют тонкозернистую или порфировидную структуру. Обычно эти сиениты обогащены метаморфическими минералами: моноклинным пироксеном диопсидгеденбергитового ряда, светлозеленой метаморфической роговой обманкой, эпидот-пистацитом, клиноцоизитом, серицитом, кальцитом, сфеном и очень редко — скаполитом.

Породы туфовой толщи, в южных и восточных менее метаморфизованных частях месторождения, представляют собой слоистые и сланцеватые разности, состоящие из обломков пироксенз-плаггиоклазовых порфиритов. В них обильны вторичные минералы.

Вблизи контакта породы туфовой толщи теряют слоистость, приобретают темнозелено-серую окраску и, сохраняя явнообломочное сложение, превращаются в контактовые роговики. Последние характеризуются альбитом, метаморфической роговой обманкой, пеннином, серицитом, эпидотом и пылевидным магнетитом, наряду с остаточными плаггиоклазами порфиритов.

Такие альбито-магнетитовые породы с горы Высокой в свое время были описаны акад. Ф. Левинсон-Лессингом (5) как „рудные порфиры“. Более детальное изучение заставляет считать их продуктами метаморфизма.

Помимо роговиков, на горе Высокой весьма обильно развиты скарновые породы. Они весьма разнообразны по составу и структуре; характерной особенностью их всегда является преобладание известково-глиноземо-железистых

гранатов промежуточного между андрадитом и гроссуляром типа. В изобилии встречаются магнетит, маложелезистый пироксен ряда диоспид — геденбергит и метаморфическая эденитового типа роговая обманка. Очень часты в скарнах эпидоты — от пистацита до клиноцоизита, пеннин, кальцит, актинолит и альбит. Лишь второстепенную роль играют сфен, кварц, серицит, пирит и халькопирит. Редко встречаются апатит, бурая слюда, гематит и сфалерит.

Наблюдается обычно такая последовательность минералообразования: а) остаточные минералы материнской породы: кальцит известняков, полешлаты и другие минералы сиенитов, туфов; б) гранат, диопсид, альбит, роговая обманка и сфен; в) магнетит и эпидот-клиноцоизит (апатит); г) эпидот-пистацит, кварц, вторичный кальцит и пеннин и д) пирит, халькопирит (сфалерит), пеннин и кальцит.

Магнетит образуется преимущественно позже граната и пироксена, иногда одновременно с ними. Отложение сульфидов, отвечающее уже повидимому гидротермальной фазе, завершает процесс минералообразования.

Скарновые породы на горе Высокой возникают как в результате метаморфизма известняков, так и туфов и, частично, самих сиенитов.

Гранатовые и гранато-магнетитовые скарны развиты преимущественно на площадях запасного склона горы, где метаморфизованы главным образом известняки.

На восточном склоне, где замещены преимущественно полевошпатовые породы (сиениты, туфы), преобладают пироксеновые и амфиболовые скарны с эпидотом и пеннином. И там, и здесь часто резко выражена наклонность к селективному замещению известняков магнетитом, а полевошпатовых пород — безрудными скарнами.

По практическим соображениям скарны с содержанием менее 15% магнетита считаются „безрудными“, при 15—35% магнетита — „бедными“, при 35—60% — „богатыми рудными скарнами“; при более высоком содержании магнетита (60—100%) они именуется „магнитными железняками“. Наличие в некоторых рудах вкрапленности пирита и халькопирита в количестве от 0,2 до 6% заставляет выделять категорию „сернистых руд“. Оруденение на горе Высокой приурочено к двум зонам: западной и восточной.

Рудный комплекс восточной зоны включает участки Восточно- и Западно-Ревдинские, Верхисетский и Меднорудянский. Они имеют протяжение до 2,5 км. Рудные тела имеют преимущественно форму довольно правильных пластов и плоских линз, мощностью от 1 до 15 м. Пласты разделены прослоями скарнов и инъекциями мелкозернистых сиенитов.

Руды обычно богаты вкрапленностью пирита, халькопирита, иногда также апатита, причем характерно постепенное увеличение содержания серы и фосфора от северных к южным частям месторождения. В пределах Меднорудянска колчеданистые магнитные железняки содержат до 1—3% меди и разрабатывались в качестве медных руд.

Западная зона, заключающая наиболее крупный, разрабатываемый сейчас участок—Главный разрез—имеет протяжение до 1200 м, при мощности до 170 м. Залежи Главного разреза представляют весьма сложный комплекс штоков и гнезд магнетита и скарнов, прорезанных многочисленными внедрениями жил и неправильных тел сиенитов, являющихся апофизами главной интрузии. Большинство их внедрилось еще до замещения известняков рудой и силикатами.

Часть жил сиенита моложе минерализации, причем с ними ассоциируется сульфидная вкрапленность руды. У лежащего бока комплекса наблюдаются многочисленные округлые и неправильные тела магнитных железняков среди зернистых сиенитов. На глубине 300—400 м мощность комплекса уменьшается до 20—30 м; месторождение приобретает вид грубо-пластообразной залежи, следующей контакту известняков с туфами.

У самой вершины горы залегает трубообразное тело „Магнит“. Магнетитовые скарны сетчато-жилковатой структуры представляют здесь продукт замещения туфов и сиенитов, слагающих висячий бок комплекса Главного разреза. Для этого тела характерно довольно необычное на горе Высокой развитие кварца и железного блеска, частично замещенного магнетитом.

Весьма существенную роль в структуре месторождения г. Высокой играют разломы более молодые, чем минерализация (рис. 9). Они образуют систему смещений двух направлений. Первая серия их представлена крутопадающими

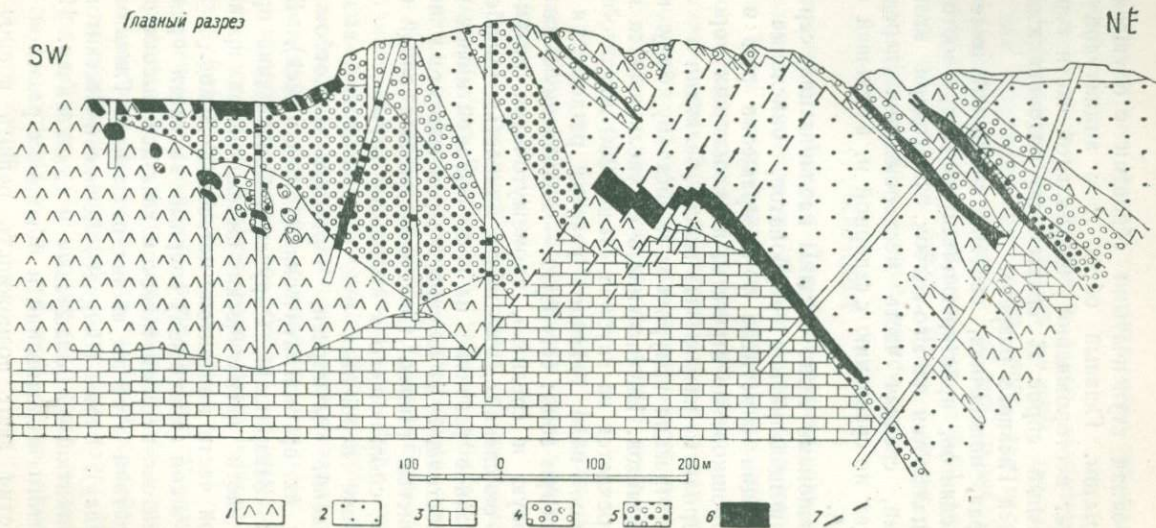


Рис. 9. Разрез через гору Высокую.

1 — сиениты; 2 — вулканические туфы; 3 — известняк; 4 — скарные породы; 5 — оруденелые сланцы; 6 — руды; 7 — сбросы.

на юго-запад ступенчатыми сбросами с опущенным западным крылом. Главный оброс *A* с амплитудой до 200 м разрезает месторождение в центральной части горы. Второй аналогичный сброс *B* срезает по падению южную часть комплекса Главного разреза.

Вторая, поперечная, система смещений имеет характер сбросо-сдвигов, простирающихся на северо-восток-восток и круто падающих на юго-восток. Благодаря этой системе смещений, средняя часть месторождения передвинута на юго-запад по сравнению с северной и, в меньшей степени, — с южной.

С разломами тесно связаны каолинизация, серицитизация пород, выщелачивание карбонатов, окисление сульфидов, мартитизация магнетитов и превращение руд в пористые, часто порошокватые агрегаты, а вмещающих пород — в рыхлые сапролиты, называемые здесь „беляками“.

Мартитизация приурочена к висячему боку поперечных сбросо-сдвигов. Интенсивность ее увеличивается к югу, где она встречается на глубине свыше 250 м.

Рудное поле Главного разреза разделяется благодаря этому на три зоны: северную — неизмененную магнетитовую, мартитовую и среднюю, промежуточную, полумартитовую. Руды — окисленные, уже почти полностью выработаны.

Огромное развитие на горе Высокой имеют валунчатые руды, состоящие из валунов и зерен мартита и полумартита в железистых глинах. Они представляют собой накопление делювия, сползающего к подножию горы.

Генезис первичных руд горы Высокой вызвал много разногласий. Гельмерсен, Чернышев и Хогбом (Hogböm) считали их ортомагматическими; Бек (Beck), Богданович, а также Заварицкий, Обручев и Свитальский приписывали одной части магматически инъекционное происхождение, а другой части контактово-метасоматическое.

Мурчисон (Murchison) впервые высказал гредположение о контактово-метасоматическом генезисе высокогорских руд. Впоследствии этот же взгляд разделялся Гладким, Де-Лонэ (de Launay), Берга (Bergeat), Левинсон-Лессингом, Яковлевым, Никитиным, Болдыревым и Станкевичем. Изложенные выше итоги исследований и обширных разведок последнего десятилетия дают возможность решить вопрос в пользу

контактово-метасоматического генезиса всех первичных руд горы Высокой.

Добываемые на горе Высокой руды характеризуются высоким содержанием железа: от 55 до 66% для мартитов, 45—60% для полумартитов и 50—60% для магнетитов, при низком содержании фосфора (0,002—0,08%). Серы в мартитах и полумартитах содержится от 0,01 до 0,08%, в магнетитах от 0,01 до 1,0%. Руды с более высоким содержанием серы пока не используются.

#### МАРШРУТ

От вокзала ст. Нижний Тагил экскурсия отправляется через заводскую плотину на Лисью гору; при подъеме на гору (фото 1) в многочисленных обнажениях наблюдаются кератофиры и перлитовые лавы кератофиров.

С вершины горы Лисьей открывается вид как на город и растилающуюся на востоке панораму восточного склона Урала, так и на расположенную на севере гору Высокую, с ее разработками руд.

Следуя далее на запад по улицам города, маршрут экскурсии пересекает верхнесилурийские известняки и затем туфовые сланцы.

Осмотр горы Высокой начинается с восточного ее склона. В разработках Ревдинского участка обнажена серия пластообразных залежей, богатых сульфидами магнитных железняков. Они разделяются друг от друга внедрениями сиенитов, а также массами сопровождающих руду скарновых пород. Здесь же доступна наблюдению целая серия поперечных сбросо-сдвигов северо-восточного простирания.

При поднятии на северо-восточную вершину горы и следовании экскурсии вдоль ее гребня на запад, наблюдаются многочисленные выходы метаморфизованных грубо-обломочных туфов и брекчий.

При пересечении северной оконечности Верхисетской залежи хорошо виден сброс, вдоль которого опущена на 150—200 м вся юго-западная часть горы Высокой.

Подъем на западную вершину горы Высокой („Магнит“) и осмотр разработок у ее подножия дают возможность ознакомиться с метаморфизмом туфовой толщи, замещаемой здесь скарнами и рудой.

На верхних уступах северного борта Главного разреза обнажаются мощные толщи скарнов с обильными крупными кристаллами граната, а также наблюдаются внедрения тонкозернистых сиенитов. Внизу, в западном борту карьера, наблюдаются выходы сиенитов, включенные в них массы магнитных железняков, а также каолинизация сиенитов.

Двигаясь вдоль Главного разреза к югу, экскурсия переходит в зону полумартитовых руд.

В южном борту карьера мартитовых руд хорошо видно налегание красноцветной толщи делювиальных валунчатых руд мартитизированных коренных руд. В восточном и юго-восточном бортах карьера видны огромные толщи каолинизированных туфов („белики“).

В верхних уступах восточного борта карьера обнажаются известняки лежачего бока, ограниченные сбросами с севера и запада. Два выхода известняков лежачего бока наблюдаются в уступах юго-западной части карьера. В одном из них, у рудоподъемника — из многочисленных трещин бьют ключи, доставляющие главную массу рудничных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Болдырев. Геологический очерк окрестностей Тагила. Матер. по изучению Тагильского окр. Тагильский музей краев. и Тагильск. общ. изуч. местн. края, вып. I, 1927.
2. А. К. Болдырев. Редкоземельные апатиты Лебяжинского рудника и г. Высокой на Урале. Геол. ком. Мат. по общ. и прикл. геол., вып. 142, 1930.
3. А. Н. Заварицкий. Геологический очерк месторождений медных руд на Урале, ч. II. Труды Геол. ком. н. с., вып. 173, 1927.
4. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. О месторождении магнитного железняка г. Высокой на Урале. Изв. СПб. Политехн. инст., т. V, 1906.
5. В. И. Станкевич. Месторождения железных руд Высокогорского района. Главн. железорудные месторождения СССР, т. II, 1934.
6. N. Yakowlew. Geologische Skizze des erzführenden Syenitgebietes im Distrikte von Nishne-Tagilsk im Ural. Verhandl. d. Russ. Min. Gesellsch., 2-te Serie, Bd. 47, 1909.

## НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ ДУНИТОВЫЙ МАССИВ

А. Н. ЗАВАРИЦКИЙ и А. Г. БЕТЕХТИН

### ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

Нижнетагильский дунитовый массив (рис. 10) является самым крупным по размерам из десяти подобных массивов. Эти массивы располагаются у западной окраины, внутри широкой зоны изверженных пород, главным образом габбро, тянущейся вдоль Урала на протяжении более 600 км. Зона эта то суживается, то расширяется. Вдоль ее восточной окраины, прерываясь, появляются местами граниты, кварцевые диориты и диориты, иногда габбро переходит в сиенит.

С запада эта зона изверженных глубинных пород ограничена метаморфическими сланцами, и здесь иногда сами глубинные породы подвергаются динамическому метаморфизму, превращаясь в сланцеватые амфиболиты. С востока глубинные породы сменяются зоной вулканических пород, возраст которых относится к силуру и девону. Эти породы и подчиненные им слои известняков смяты в крутые складки.

Зона глубинных пород образует наиболее высокие возвышенности в этой части Урала, которые служат водоразделом рек европейских и азиатских.

Все глубинные породы от дунитов до гранитов образуют по всей вероятности единый изверженный комплекс пород, генетически связанных. Характерная черта этого комплекса — преобладание пород габбрового типа над остальными. Застывание пород происходило не одновременно, иногда граниты проникают в более основные породы в виде жил, иногда наблюдаются довольно сложные отношения, но нет доста-

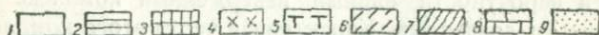
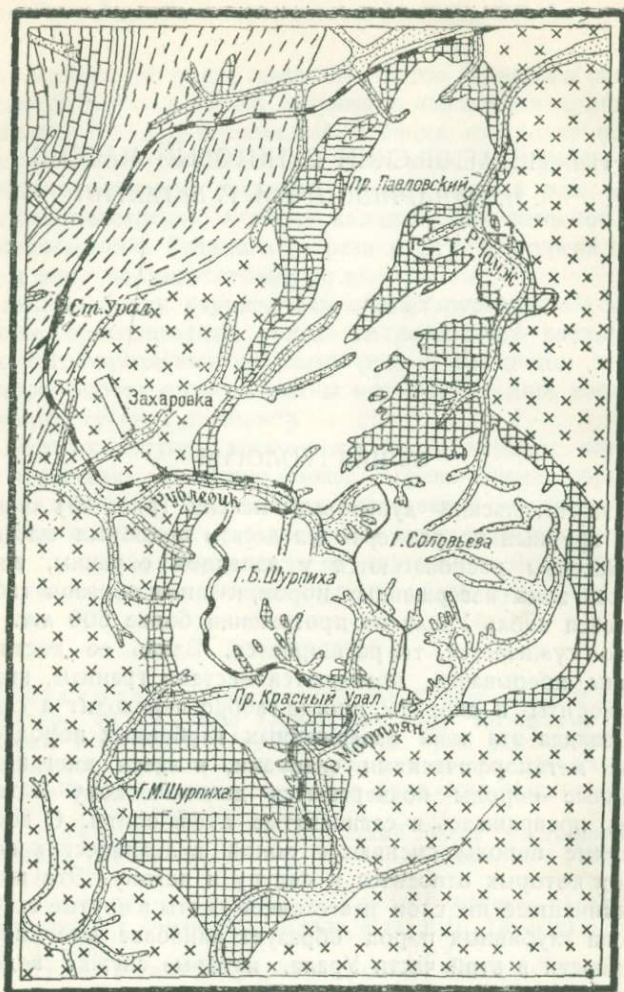


Рис. 10. Платиноносный Нижнетагильский массив.

1 — дунит; 2 — антигоритовый змеяк; 3 — пироксенит; 4 — габбро; 5 — тылаит;  
6 — слюдяные сланцы; 7 — глинистые сланцы; 8 — известняк; 9 — аллювий.

точных оснований видеть в породах всего комплекса две различные и независимые формации.

Дунитовые платиноносные массивы (рис. 11), имеющие более или менее правильные овальные очертания, окружены поясом пироксенитов, то сплошным, то прерывающимся, то достигающим очень большого развития по сравнению с размерами дунитового тела; иногда последнее совсем исчезает. Такой пироксенитовый пояс окружает дунитовый центр, располагаясь между ним и окружающим габбро. Это строение можно объяснить таким образом, как это представлено на разрезах, где видно, что дуниты располагаются в центральных и нижних частях всего комплекса, пироксениты их покрывают, выше следуют габбро и диориты, и граниты находятся в самой верхней части. Такая простая схема иногда осложняется отдельными телами основных пород дунита, перидотитов и пироксенитов, залегающих среди габбро, как бы на разных уровнях.

Были произведены гравиметрические исследования для определения глубины распространения дунита. Они показали, что эта глубина не очень значительна и едва ли превышает 1,5 км.

### ПЕТРОЛОГИЯ

Габбро и габбро-диориты. Среди габбро, заключающего платиноносные дунитовые массивы, встречаются часто оливковые габбро, но имеются также типы, не содержащие оливина. В большей или меньшей степени развита амфиболизация клинопироксена. Типы, в которых, наряду с клинопироксеном, присутствует гиперстен, являются относительно редкими.

Породы довольно разнообразны по величине зерна и деталям структуры. Распространены полосатые структуры.

Габбро-диориты. Под этим именем на Урале объединяют амфиболовое габбро, в котором моноклинный пироксен замещен зеленой или бурой роговой обманкой. Плагноклаз в одних случаях свеж, в других совершенно разложен и замещен главным образом цоизитом. Такой именно тип габбровых пород распространен в непосредственной близости с тагильским платиноносным массивом на горе Мамынихе и на горе Белой к востоку от массива.

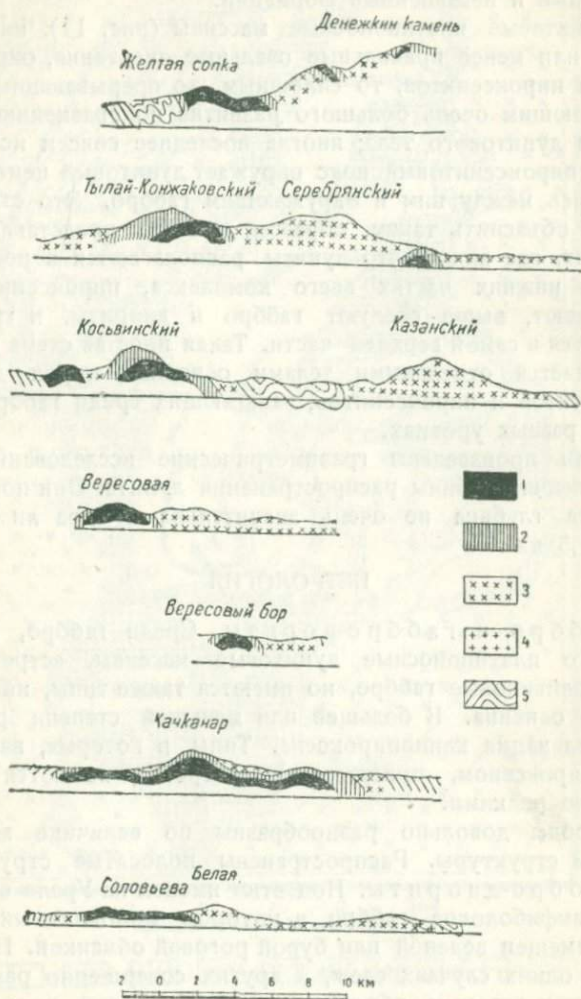


Рис. 11. Геологические профили через дунитовые массивы Урала.

1 — дунит; 2 — пироксенит; 3 — габбро и диорит; 4 — гранодиорит и гранит; 5 — толща осадочных пород.

Диориты и кварцевые диориты тесно связаны с амфиболитизированными габбро. Их более кислые разновидности переходят дальше в плагиоклазовые граниты. Эти породы находятся с восточной стороны габбровой зоны, в отдалении от дунитовых массивов.

Тылаиты представляют собой меланократовую фацию габбро, переходную к пироксенитам. Пироксен в этих породах иногда принимает вид фенокристаллов, а когда они обильны — порода имеет криптовую структуру. Порода тесно связана с пироксенитами. Вблизи тагильского массива тылаиты выступают на р. Чауж, где они отличаются несколько повышенным содержанием биотита и калиевого полевого шпата. Структуру породы можно связывать с ее составом, пересыщенным пироксеном по сравнению с котектическими отношениями пироксена и плагиоклаза.

Пироксениты и перидотиты, окружающие дунитовые массивы, образованы моноклиным пироксеном, к которому в некотором количестве присоединяется оливин (в перидотитах). В некоторых массивах, вблизи контакта с дунитами, наблюдаются полосатые перидотиты из чередующихся полос оливина и пироксена. Иногда присутствие ксеноморфного магнетита придает пироксениту сидеронитовую структуру „косьвита“. Изредка пироксениты сопровождаются горнблендитами.

Дуниты очень редко встречаются в неизменном виде из оливина и хромита. Обыкновенно они подвержены в большей или меньшей степени серпентинизации.

Жильные породы разнообразны, и здесь установлен ряд типов пород. Одни из них, пересекающие габбро и диориты, могут рассматриваться как аплиты и лампрофиры. Особенно интересна серия жильных пород, пересекающих дуниты: жильные пироксениты, иситы, габбро-пегматиты, плагиоклазиты и альбититы. Первые два типа встречаются иногда в виде очень тонких жил. Минералогический состав этих жил отвечает реакционному ряду, и было сделано предположение, что все они обязаны своим происхождением взаимодействию салических остаточных магматических растворов и вещества вмещающего их дунита. Иситовые жилки, например, по составу и структуре не отличаются от реакционных кайм, образованных из роговой обманки, вокруг

обломков ультраосновных пород внутри пегматитов и плагиоцитов. Жильные породы довольно обильны в дунитах, занимающих 4 небольшие площади. Они совсем отсутствуют в тагильском массиве, наиболее значительном по размерам. Можно предполагать, что это связано с более глубокой эрозией дунитового купола, если допустить, что жилы сосредоточивались в его верхних частях.

### СТРОЕНИЕ И СОСТАВ МАССИВА

Тагильский дунитовый массив имеет неправильно-овальные очертания и размеры около 10 км в меридиональном направлении. Он со всех сторон окружен пироксенитовой зоной, сильно расширяющейся в южной оконечности и на горе Шульпихе. На юге от этой оболочки внутрь дунитового массива пироксенитовые полосы проникают наподобие языков и обособленных полос, следуя диагональным северо-восточному и северо-западному направлениям, которые проявляются в дунитовом массиве как система трещин отдельности.

Габбровые породы, окружающие массив с западной стороны, сильно изменены и превращены в зеленые сланцы. С восточной они представлены габбро-диоритами с хорошо развитой полосчатой текстурой. Эта полосчатость огибает очертания массива, как бы обтекая его как некоторое твердое тело.

Дунит частично озмеевикован у поверхности, причем в распределении озмеевикования выражаются те же диагональные направления трещиноватости. Наблюдается несколько следующих в этих направлениях полос змеевика, совершенно утратившего следы первоначальной петельчатой структуры.

Непосредственно к пироксенитам, окаймляющим дунитовое тело, с запада примыкает узкая полоса антигорит-серпентина, перекристаллизованного и утратившего структуру дунита. Характерной примесью в этой породе является брусит.

Результаты бурения на центральной части дунитового массива показали, что на глубине около 450 м серпентинизация дунита исчезает, и глубже эта порода состоит только из оливина и небольшого количества, около 1,5 — 2%, хромита.

Состав дунита с глубины 500 м таков:  $\text{SiO}_2$  — 40,03%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,57%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — 0,50%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — нет,  $\text{FeO}$  —

8,29%, MnO — 0,06%, MgO — 48,8%, CaO — нет, потери при прокаливании — 1,28%.

Структура дунита — панидиоморфно-зернистая, свойственная мономинеральным породам; зерна хромита всегда идиоморфны.

При изучении первичных месторождений платины, заключенных в дуните, в этой породе были встречены миа-ролитовые пустоты, заполненные аморфным серпентином. На стенках этих пустот нарастают кристаллы уваровита, хром-содержащих хлоритов, хромового везувиана и хромдиоксида.

Интересным фактом является выделение газа, наблюдавшееся при бурении скважины в дуните на глубине 600 м. Вода была выброшена из скважины давлением этого газа; выделение его быстро ослабело и через 2 недели прекратилось. Состав этого газа:  $H_2$  — 66,5%,  $N_2$  + редкие газы — 20,7%, метан  $CH_4$  — 9,5%,  $O_2$  — 3,8%, сумма редких газов — 0,22%, He — нет.

Коренные месторождения платины, заключенные в тагильском дунитовом массиве, более многочисленны, чем во всех других дунитовых телах Урала. В тагильском массиве известно до 600 пунктов, где в дуните наблюдалась резкая концентрация платины. Огромное большинство их вместе с тем представляет сегрегации хромита.

#### КОРЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТИНЫ

Платина, осмистый иридий и другие минералы платиновой группы настолько тесно связаны с хромитом, что, говоря о коренных месторождениях платины, по существу приходится говорить о скоплениях хромита.

Следует различать два рода хромитовых находений: 1) хромит в виде акцессорного минерала там, где дунит является вмещающей породой месторождения, 2) сегрегации хромита, являющиеся собственно рудными телами. Однако общее количество хрома, заключенного в этих скоплениях, как показывают подсчеты, значительно уступает количеству хрома, выделившегося как акцессорный минерал дунита. Наряду с этим встречаются и обогащенные вкрапленниками дунитовые участки, а также типичные шпирсы.

По своему химическому составу хромиты из различных рудных тел варьируют довольно широко.

Кроме хромита в месторождениях платины находится целый ряд хромсодержащих силикатов: гранаты (группа уваровита), слюда (фуксит), хромовые хлориты, везувиан и хромдиопсид.

Все эти силикаты тесно связаны между собою и встречаются нередко, как уже сказано, в виде прекрасных кристаллов на стенках трещин или типичных миаролитовых пустот в дуните и хромитовых рудных телах, что указывает на более позднее их образование. В ассоциации с этими минералами встречаются и сульфиды: пентландит, пирротин и сульфферрит меди, близкий к кубаниту.

Что касается первичных минералов платиновой группы, то среди руд коренных месторождений были установлены следующие главные минеральные виды: поликсен (Pt, Fe), иридная платина (Pt, Ir, Fe) и группа осмистого иридия (Ir, Os). Минералы группы платины образовались главным образом после кристаллизации хромита, но до кристаллизации минералов миаролитовых пустот.

Наконец, среди выделений самородной платины при микроскопическом изучении руд в отраженном свете часто удавалось констатировать мелкие пустоты (занятые газами). Химическую природу последних установить не удалось.

В заключительный момент образования месторождений имело место иногда появление серпентиновых оторочек вокруг скоплений хромита. От серпентиновых масс, образовавшихся позднее вмещающего их дунита, эти серпентиновые оторочки отличаются лишь более темным цветом и иным характером выветривания.

Среди сильно серпентинизированных участков дунитового массива удалось изучить явления химического изменения первичных минералов, как хромиты и платина. Как показали химические анализы, закись железа в хромитовых минералах при этом окисляется до окиси железа. В некоторых случаях попутно с этим происходит образование вторичных хлоритов, за счет глинозема хромитов, магнетита и серпентина.

Самородная платина с невысоким содержанием иридия также легко подвергается химическому метаморфизму. При этом происходит значительное обогащение платины медью (до 8—13%), никелем и отчасти железом с образованием реакционных кайм с внешней стороны зерен.

Источником меди повидимому являются медьсодержащие сульфиды, которые, разлагаясь при серпентинизации, иногда являются источником образования самородной меди вдоль прожилков серпентина. Источником никеля является оливин.

Более богатые иридием разновидности самородной платины значительно труднее подвергаются подобным изменениям. Совершенно устойчивыми при этом являются осмистый иридий и платинистый иридий.

Окончание процесса серпентинизации сопровождается отложением артинита, арагонита, кальциево-магнезиальных карбонатов и наконец брусита.

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ

Формы рудных тел довольно разнообразны. Здесь мы можем встретить все морфологические типы, начиная от аккумуляции зерен хромита, как более ранних по возрасту выделений, и кончая жилообразными и неправильной формы ветвящимися телами, более поздними, чем вмещающие дуниты. Чаще всего распространены сегрегации хромита неправильной или линзообразной формы. Реже встречаются жилообразные и трубообразные формы рудных тел. Нередко можно наблюдать, что рудные тела состоят из совокупности мелких тел, причем форма этих тел может не соответствовать общей форме рудного тела. Так например, в месторождении „Госшахта“ оруденение имеет трубообразную форму, а мелкие тела, как составные части рудного тела, представлены редкими плоскими линзами, вытянутыми по направлению падения конкордантно со всем телом. Размеры рудных тел также варьируют в широких пределах, начиная от мелких совершенно изолированных гнездышек (до 1—2 см в поперечнике) и кончая крупными телами, вытянутыми с глубиной до 20—30 м.

Месторождение „Госшахта“ протягивалось на глубину свыше 150 м при поперечном сечении 6—7 м. Типичная форма выработок на мелких месторождениях и схема расположения составных частей одного из рудных тел изображены на рис. 12.

Среди дунитового массива рудные тела располагаются как в одиночку, так и группами, причем в последних случаях для всех тел группы нередко мы наблюдаем общие

морфологические признаки. Наряду с этим, можно встретить немало случаев, когда два буквально рядом расположенных тела резко отличаются друг от друга как по форме и структурным особенностям руд, так и по минералогическому

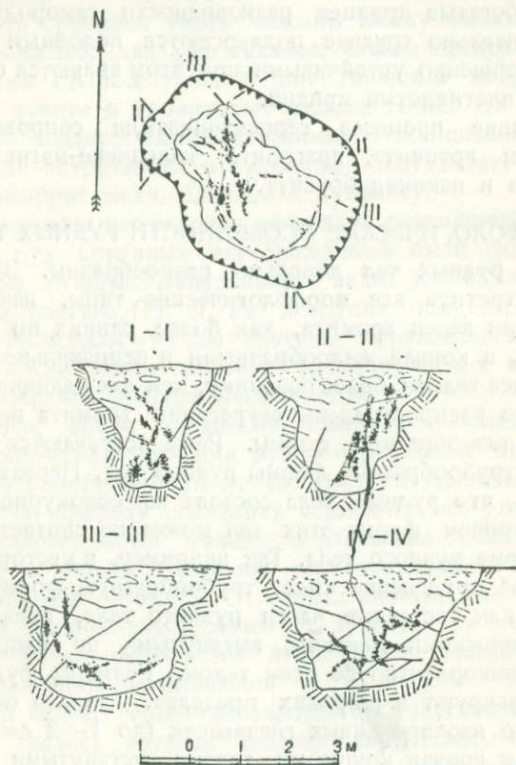


Рис. 12. Платиноносное гнездо хромита.

составу, содержанию платиновых металлов и химическому составу самого хромита.

Какой-либо общей правильности в расположении рудных тел среди массива не наблюдается ни с глубиной, ни в горизонтальных направлениях. Можно лишь сказать, что наибольшая часть рудных месторождений приурочена к наиболее широкой части дунитового массива.

## ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основным вопросом генезиса является тесный парагенезис платины и хромита. Наиболее вероятным кажется предположение, что он обязан своим происхождением тому, что оба эти минерала выделялись при каких-то химических реакциях между соединениями, в состав которых входили платина, хром и другие элементы, в том числе, может быть, и летучие составные части дунитовой магмы, на что указывают например миаролитовые пустоты и др. Эти реакции имели место, повидимому, во время кристаллизации дунита и, может быть, продолжались, уже когда некоторые части его затвердели, причем хромит и платина выделялись в трещинах этих частей в виде ясных прожилков.

## МАРШРУТ

Маршрут пересекает массив ультраосновных пород с северо-запада на юго-восток в его самой широкой части.

Прежде всего интересным объектом для наблюдения является обнажение палеозойских сланцев, окаймляющих массив с запада. Дальнейшим предметом наблюдения является ряд обнажений на правом берегу р. Рублевика, где в выемках узкоколейной дороги обнажается последовательный ряд выходов, образованных полосатым габбро, пироксенитом, антигоритовым змеевиком и, наконец, дунитом.

Затем осматриваются отвалы месторождения „Госшахта“ и некоторые старые старательские разработки на коренную платину. По соседству с поселком „Красный Урал“ можно видеть обнажения пироксенита, окаймляющего массив с юга.

На обратном пути через Павловский прииск осматриваются обнажения тылаита.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Бетехтин. Платина и другие минералы платиновой группы. М.—Л. Изд. Ак. наук, 1935.
2. Н. К. Высоцкий. Месторождения платины Исковского и Нижне-Тагильского районов на Урале. Труды Геол. ком. н. с., вып. 62, 1913.
3. А. Н. Заварицкий. Коренные месторождения платины на Урале. Мат. по общ. и прикл. геологии, вып. 108, 1928.
4. L. Duparc et Marguerite. N. Tikonowitch. Le platine et les gîtes platinifères de l'Oural et du monde. Genève, 1920.

## БАЖЕНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

П. М. ТАТАРИНОВ

Баженовское месторождение расположено на восточном склоне Уральских гор, в 85 км к северо-востоку от города Свердловска, у ст. Асбест ж. д. им. Л. М. Кагановича, в лесистом и болотистом районе, орошаемом притоками р. Пышмы.

Баженовская интрузия перидотитовых пород, содержащая месторождения хризотил-асбеста, представляет собою, судя по данным многочисленных разведочных буровых скважин, линзообразное тело, круто падающее на запад. Она протягивается в меридиональном направлении от р. Грязнушки на юге до р. Малый Рефт на севере, на расстоянии около 28 км. Ширина интрузии в наиболее богатой асбестом центральной части района равна 0,8—1 км, в южной и северной частях она достигает 2,5 км. Интрузия сложена в центральной и южной частях перидотитами типа гарцбургитов. С запада к гарцбургитам примыкает массив габбро, и вблизи западной окраины массива гарцбургитов имеют развитие на довольно обширных площадях пироксениты. В северной же части интрузии гарцбургиты сменяются пироксенитами колеблющегося минералогического состава — от вебстеритов до диаллагитов и бронзититов, которые в свою очередь переходят в габбро.

С запада к габбро баженовской интрузии примыкают диориты, кварцевые диориты, гранодиориты и гранит-порфиры, слагающие обширное, так называемое „восточное интрузивное тело“ изумрудного района. Повидимому перидотиты, пироксениты и габбро баженовской интрузии, а также,

возможно, и эти более кислые породы представляют собой единый plutонический комплекс.

К западу от этого магматического комплекса располагается толща метаморфических сланцев и изверженных пород изумрудного района; к северу — полоса мраморизованных немых известняков, условно относимых к нижнему девону. С востока и с юга баженовская интрузия ограничена мощным гранитным батолитом более молодого возраста. Гранитная интрузия посылает апофизы в толщу ультраосновных пород и изменяет их в контакте в тальковые, тальково-карбонатные и кварцево-карбонатные породы. Судя по данным буровых скважин, гранитный массив подстилает, повидимому, ультраосновные породы снизу на глубине около 1—1,5 км.

Тело габбро-перидотитовой формации во многих местах пересечено жильными породами, обнаруживая в этом отношении сходство с массивами основных пород других районов Урала. Эта жильная формация, генетически связанная с основной магмой, представлена жилами плагиоаплитов, роговообманковых пегматитов, микро-габбро, мелко- и крупнозернистых (иногда грубозернистых) пироксенитов.

Кроме этих жильных образований, имеющих преобладающее северо-западное простирание, небольшую мощность (от нескольких сантиметров до 1 м) и прослеживаемых по простиранию на небольшое расстояние, встречаются еще среди габбро и пироксенитов более мощные, в несколько метров, дайки меридионального простирания, сложенные диабазами и диабазовыми порфиритами. Кроме того, перидотиты содержат довольно густую сеть жило- и линзообразных тел метаморфических известково-силикатных пород: гранато-пироксеновых, гранато-везувиановых и гранато-хлоритовых. Большая часть этих пород образовалась путем метаморфизма из жильных плагиоаплитов и микро-габбро.

Баженовский гранитный массив, сложенный в центральных частях серым роговообманковым гранитом, а в краевой фации — гранит-аплитом, сопровождается свитой жильных пород, инъецировавших в наиболее мощные меридиональные зоны разломов, проходящие в интрузии основных пород. Свита жильных пород гранитной магмы представлена аплитами, плагиоклазитами, диорит-аплитами и кварцевыми пор-

фирами; дайки их имеют местами весьма значительную мощность и прослеживаются по простиранию на несколько километров. В контакте с ними серпентины смяты и рассланцованы, иногда оталькованы и карбонатизированы, вплоть до превращения в тальковые, тальково-хлоритовые и кварцево-карбонатные породы.

Баженовский гранитный массив характеризуется полным отсутствием пегматитовых образований и обильным развитием внутри него золотоносных кварцевых жил.

В результате динамических воздействий внутри тела ультраосновных пород возникли полосы смятых и рассланцованных змеевиков с преобладающим северо-западным простиранием, а также многочисленные небольшие сдвиги и сбросы; последние фиксируются поверхностями скольжения и трещинами, заполненными своеобразной змеевиковой брекчийей.

Перидотиты и пироксениты баженовской интрузии подверглись серпентинизации, и внутри ультраосновной интрузии возникли полосы серпентинита, к которым и приурочены главным образом месторождения асбеста. Из последних в настоящее время практическое значение имеют только те, которые сосредоточены в перидотитовой части интрузии; асбестовые залежи среди пироксенитов северной части интрузии доставляют полуломкое асбестовое волокно и практического значения в настоящее время не имеют.

Полосы серпентина возникли вдоль наиболее мощных зон разломов в интрузии перидотитов, им свойственно преимущественно меридиональное простирание, и мощность их колеблется в довольно широких пределах.

Эти полосы серпентинитов пронизаны жилками асбеста, образующими либо прекрасно выраженную ленточную текстуру, либо сеть беспорядочно расположенных, взаимно пересекающихся и быстро выклинивающихся жилок. Асбестоносные серпентиниты окаймляют эллипсообразные участки малосерпентинизированных перидотитов, которые вблизи асбестоносных серпентинитов, в свою очередь, содержат серию узких полос массивного серпентинита, с жилками асбеста внутри них. Внутренние же части таких эллипсообразных тел перидотитов являются практически неасбестоносными.

Таким образом, в плане баженовская интрузия (см. рис. 13) представляет собой более или менее густую сеть асбестоносных полос, сложенных серпентинитами и частью перидотитами и пронизанных жилками асбеста; в петлях сети заключены более или менее крупные эллипсообразные участки неозмеевиконанных перидотитов, не содержащие жил асбеста в промышленных количествах. В разрезе, как это установлено колонковым бурением (см. рис. 14), асбестоносные полосы круто падают, окаймляя указанные неозмеевиконанные и неасбестоносные тела перидотитов не только с боков, но и снизу. Они очевидно следуют тем зонам разломов, вдоль которых эти залежи сформировались. Лежащим боком большинства асбестоносных залежей, по крайней мере в зоне, близкой к поверхности (50—100 м от поверхности), являются неизмененные перидотиты; выше, по направлению к висячему боку, следует зона перидотитов с сетью узких полос массивного серпентина, содержащих внутри жилы асбеста и как бы обволакивающих эллипсообразные ядра перидотита. Затем следует зона серпентинита с сетью жил асбеста и, наконец, зона серпентинита с асбе-

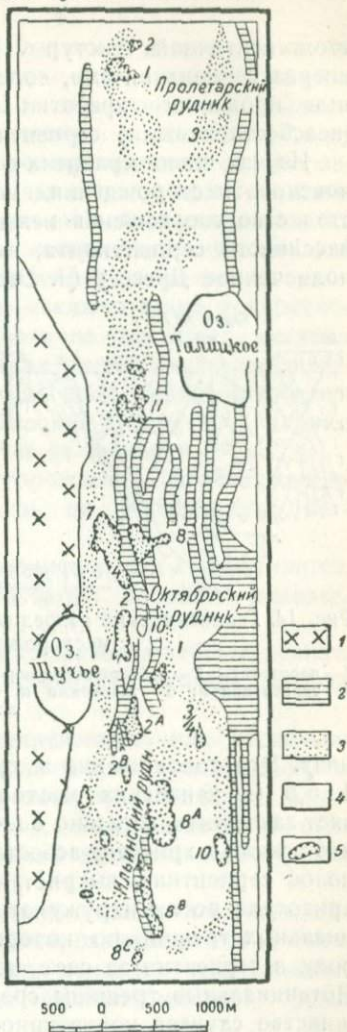


Рис. 13. Геологическая карта центральной части Баженовского асбестового района.

1 — габбро; 2 — граниты и диорит-аплиты; 3 — асбестоносные серпентиниты и перидотиты; 4 — перидотиты; серпентиниты и тальковые породы; 5 — карьеры.

стом ленточной текстуры. Висячий бок залежей сложен сперва серпентинитами, содержащими тончайшие волосовидные прожилки хризотил-асбеста, затем антигоритовыми (неасбестоносными) серпентинитами.

Изучая жилы хризотил-асбеста среди перидотитов Баженовского месторождения, можно отчетливо наблюдать постоянство соотношения между шириной их и шириной полос массивного серпентинита, включающих эти жилы, впервые подмеченное Дрессер (J. Dresser) в канадских месторожде-

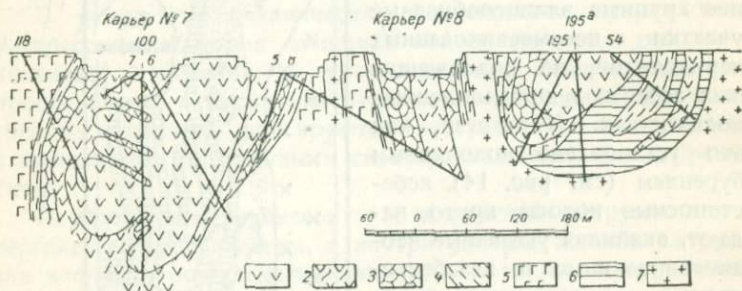


Рис. 14. Геологический разрез через карьеры №7 и 8 Баженовского месторождения асбеста.

1 — перидотиты; 2 — асбестоносные перидотиты; 3, 4 — асбестоносные серпентиниты; 5 — серпентиниты; 6 — тальковые и тальково-карбонатные породы; 7 — диорит-плиты.

ниях. Это соотношение в среднем из 147 измерений равно 1:5,5 (в канадских месторождениях — 1:5,6); оно позволяет заключить, согласно с мнением Грэхема (R. P. D. Graham), что жилы хризотил-асбеста представляют собой части полос серпентина, выкристаллизовавшиеся *in situ*; кристаллы хризотила росли наружу от заранее существовавших потенциальных трещин, по которым вода начинала изменять породу в серпентин за счет постепенного разъедания стенок. Потенциальные трещины среди перидотитов являлись в большинстве случаев контракционными, отчасти тектоническими; в участках, интенсивно или нацело серпентинизированных, возникали, кроме того, более поздние трещины вследствие увеличения объема породы при серпентинизации. Асбест ленточной текстуры возникал, повидимому, вдоль трещин разлистования, свойственных перидотитам.

Рассматривая асбестоносные залежи в целом, нельзя не заметить, что как у лежачего, так и у висячего бока им свойственна прихотливая форма метасоматических образований, так как процесс серпентинизации и связанное с ним асбестообразование проникли в толщу перидотитов на различные расстояния. Мало того, даже среди самых мощных залежей асбестоносных серпентинитов обнаруживаются на той или иной глубине участки несерпентинизированных и неасбестоносных перидотитов различных размеров.

Хризотил-асбест представлен исключительно поперечно-волокнистыми жилами; длина волокна достигает местами 60—80 мм; цвет асбеста в кусках преимущественно золотисто-желтый или бледнозеленый, реже серебристо-белый и изумрудно-зеленый; качество волокна прекрасное, широко зарекомендовавшее себя в СССР и за границей.

Минералы Баженовского месторождения, перечисленные в примерной последовательности их образования, следующие:

а) Минералы, слагающие материнские для серпентинитов и асбеста породы: оливин, энстатит, бронзит, диаллаг, хромшпинелиды и магнетит.

б) Минералы, возникшие раньше хризотил-асбеста: гранат, везувин, диопсид, актинолит, тремолит, отчасти хлорит и антигорит.

с) Минералы, возникшие одновременно или несколько позднее хризотил-асбеста: хлорит, антигорит, офит, карбонаты (арагонит, кальцит, магнезит, доломит, гидромагнезит, бругнелит, артинит), кварц, халцедон, опал, магнетит (иногда магнетит образует псевдоморфозы по хризотил-асбесту), пирит и халькопирит.

д) Минералы, возникшие позднее хризотил-асбеста: некоторые из перечисленных карбонатов, разновидности кремнекислоты, тальк (стеатит), брусит, немалит, гидроталькит, пироаурит, пикролит, нонтронит, грамелит, мелинит, бурый железняк и морская пенка.

Парагенезис минералов, развитие промышленной асбестоносности на глубину более 300 м от поверхности, установленное некоторыми буровыми скважинами и не являющееся предельным, резко различный характер изменения серпентинитов и неозмеєвикованных перидотитов под влия-

нием процессов выветривания — не оставляют сомнений в магматическом источнике серпентинизирующих гидротермальных растворов. Довольно значительное развитие карбонатов, в особенности магнезита, образующего нередко густую сеть прожилков в серпентинитах, не говоря уже о микроскопических жилках и зернах карбонатов среди массы серпентина, дает основание предполагать, что серпентинизация происходила под влиянием кремнекислых и углекислых вод. Начало серпентинизации и частично, вероятно, и асбестообразования относится к периоду автотоморфизма ультраосновной интрузии под влиянием гидротерм, выделенных ею же. Однако, в основном, процесс асбестообразования был связан, по видимому, с эманациями более молодой гранитной магмы.

В пользу этого свидетельствует наличие в месторождении жил асбеста среди перидотитов, секущих друг друга и отчетливо разновременных по своему происхождению, а также изредка встречающиеся тонкие (2—5 мм) прожилки хризотил-асбеста, выполняющие трещинки в теле дайк диорит-аплитов, являющихся дериватами гранитной интрузии.

Эксплоатация Баженовского месторождения начата в 1889 г. До настоящего времени месторождение дало более 800 тыс. *т* асбеста, из них около 600 тыс. *т* за время советской власти. В месторождении известно 30 промышленных асбестоносных залежей, для которых действительные и вероятные запасы, разведанные и подсчитанные до глубины 150 м от поверхности, составляют 10,5 млн. *т* и возможные до глубины 250—300 м — 7,5 млн. *т* асбестового волокна длиннее 0,7 мм. Запасы короткого волокна (0,7—0,2 мм) превышают 15 млн. *т*. Содержание асбестового волокна длиннее 0,7 мм в горной массе залежей в среднем составляет около 4%, а с коротким волокном — 7—8%. Ежегодная добыча достигла 100 тыс. *т*, из которых на долю короткого волокна приходится не более 15%. Месторождение несомненно является одним из крупнейших на земном шаре.

#### МАРШРУТ

С геологическим строением месторождения лучше всего ознакомиться при пересечении центральной части его с востока на запад, от сортировочной фабрики „Гигант“ № 2

до здания правления треста Ураласбест. Сортировочная фабрика „Гигант“ расположена на зоне контакта гранитного массива с ультраосновными породами, лишенной обнажений.

Двигаясь на восток от фабрики, мы попадаем в небольшой карьер № 8-восточный, в западных забоях которого можно наблюдать серпентиниты с густой сетью жил асбеста. Эти забой доставляли руду с содержанием 15—20% асбеста. Направляясь от этого карьера дальше к западу, мы попадаем в карьер № 8-западный. В верхних восточных уступах этого карьера можно наблюдать дайку диорит-аплита, представляющего собой гибридную породу брекчиевиднотакситовой текстуры. По соседству с дайкой серпентиниты смяты и расщеплены.

При спуске в карьер можно наблюдать своеобразный характер выветривания перидотитов, подчеркивающий свойственную этим породам эллипсоидальную отдельность. На дне карьера в нижних его забоях можно видеть асбестоносные перидотиты, содержащие густую сеть узких полос массивного серпентина с длиноволокнистыми жилами асбеста внутри них. Этот карьер является одним из наиболее богатых кусковым и текстильным асбестом. В западных бортах карьера можно видеть густую сеть более коротковолокнистых жил асбеста среди почти нацело серпентинизированных перидотитов и серпентинитов. Несколько жил гранатопироксеновых пород белого, серого, желтого и бледнозеленоватого цвета пересекают перидотиты и серпентиниты.

Поднявшись на западный борт карьера и пройдя через шахтный двор, мы попадаем на восточный двор карьера № 7/4. Залежь этого наиболее обширного и интенсивно эксплуатирующегося карьера разделена эллипсообразным телом неасбестоносного перидотита на две части — восточную и западную. С борта карьера прекрасно видна форма этого перидотитового тела, не вынуженного горными работами. В верхних забоях восточной стены карьера № 7/4 можно видеть снова дайку диорит-аплита с брекчиевиднотакситовой текстурой, а несколько ниже в яркозеленых серпентинитах — асбест с прекрасно выраженной ленточной текстурой. Спускаясь вниз на дно восточной части карьера, мы наблюдаем сперва сеть жил асбеста в сильно серпентинизированных

перидотитах, затем узкие полосы серпентинита с жилками асбеста внутри них среди перидотитов.

Поднявшись вверх на верхушку неасбестоносного перидотитового участка, можно видеть довольно многочисленные жилы и линзы гранато-пироксеновых и гранато-везувиановых пород, резко выделяющиеся благодаря своему белому цвету на фоне серовато-черных перидотитов. Спустившись на дно западной части карьера, мы наблюдаем сперва зону длиноволокнистых жил асбеста среди перидотитов, затем зону серпентинитов с сетью более коротковолокнистых жил, наконец в западном борту карьера — серпентиниты с асбестом ленточной текстуры. Верхние забой этого борта вскрыли уже неасбестоносные антигоритовые серпентины — висячий бок залежи.

Поднявшись на борт карьера № 7/4 и двигаясь на запад, по направлению к зданию правления треста Ураласбест, в расстоянии примерно 100—150 м от карьера, в садах коттеджей можно наблюдать обнажения уралитизированного и сосюритизированного габбро, окаймляющего с запада баженовские ультраосновные породы. Здания правления треста Ураласбест и геологического музея расположены на массиве габбро.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П. М. Татаринов. Материалы к познанию месторождений хризотил-асбеста Баженовского района на Урале. Труды Геол. ком. н. с., вып. 185 1928.

## ОКРЕСТНОСТИ ГОРОДА СВЕРДЛОВСКА

Е. А. КУЗНЕЦОВ

Окрестности города Свердловска представляют собой очень слабо холмистую местность. Город стоит на равнине долины р. Исети. Большой пруд, образованный плотиной, тянется далеко вверх по реке. Только окраины города поднимаются на пологие холмы, из которых на востоке возвышается холм Обсерваторский, сложенный змеевиками.

Свердловск является центром Свердловской области. До революции это был уездный город Екатеринбург, с 60 000 жителей. Начиная с 1924 г. Свердловск стал расти, и в настоящее время это большой город с населением более чем в 600 000 жителей. В то же время он стал значительным промышленным центром, в особенности в отношении машиностроения.

Окрестности города Свердловска сложены различными осадочными и изверженными горными породами (рис. 15). Первые представлены кварцитовыми сланцами. При огромных работах по благоустройству города, проведенных начиная с 1924 г., были вскрыты многочисленными выработками древние отложения, скрытые в долине Исети и теперь снова застроенные и закрытые искусственными сооружениями. Среди серии горных пород осадочного происхождения при этом были обнаружены глинистые сланцы, развитые в южной части города.

Большая часть территории города и его окрестностей сложена зеленокаменными породами — порфиритами и их туфами. Несмотря на многочисленные детальные исследования, производившиеся здесь, до сих пор не было найдено

окаменелостей в осадочных породах, и возраст их неизвестен. Вероятно, он является нижнедевонским. Известняки,

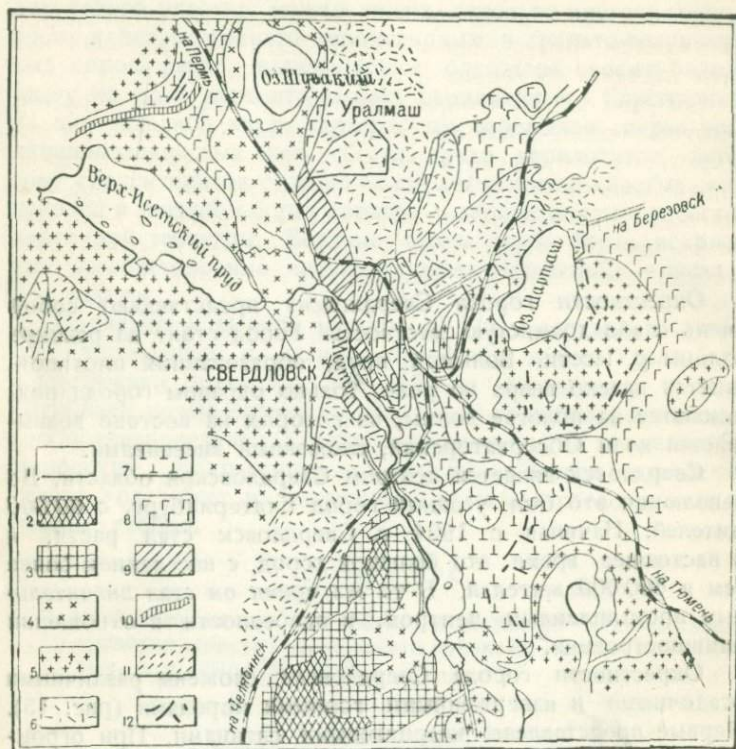


Рис. 15. Геологическая карта окрестностей гор. Свердловска.

1 — аллювий; 2 — дуниты; 3 — пироксениты; 4 — габбро-диориты и габбро; 5 — граниты; 6 — пироксеновые порфириды, диабазы, диабазовые порфириды, глинистые сланцы, туфы; 7 — амфиболит; 8 — змеевяки; 9 — хлоритовые эпидото-хлоритовые цоизитовые сланцы; 10 — мрамор; 11 — кварцит; 12 — жилы аплита и гранит-порфира.

встречающиеся в районе, превращены всюду в кристаллические мраморы.

В описанные выше породы вторглись разнообразные интрузивные горные породы. Первыми по времени образо-

вались, как и на всем Урале, основные и ультраосновные горные породы, из которых на описываемой территории развиты серпентинизированные перидотиты. Змеевиковые холмы проходят через территорию города. Их можно видеть на площади против здания оперы. Такие же змеевики развиты на запад от города и на север от него.

Большой массив габбро находится в западной части территории города. Канавами и глубокими разрезами он был вскрыт при устройстве водопровода и прослежен до района Горного института и Геологического треста. Теперь этот район полностью застроен и скрыт от наблюдения. Буровыми скважинами на территории Горного института обнаружено габбро, превращенный в эпидото-хлоритовые и уралитовые сланцы.

Еще более значительный массив габбро и его дифференциалов до пироксенитов и дунитов находится на юго-восток от города, в районе Уктуса, по имени которого он и получил название Уктусского массива. Он интересен как типичный представитель габбро-перидотитовой формации Урала.

Наиболее молодыми интрузивными породами района Свердловска являются граниты. Они образуют три массива. Один из них занимает территорию, занятую Верхисетским прудом и выступают на его берегах. Другой известен под именем Шарташского массива и находится на северо-восток от города. Третий образует впадину озера Карасьего. Эти массивы в общем сходны друг с другом и являются по видимому частями одной гранитной массы, вероятно соединяясь под кровлей из зеленых сланцев и осадочных пород.

Гранитный массив Верхисетского пруда отделен только узким прерывистым перешейком осадочной и эффузивной толщи от огромного Верхисетского массива, расположенного западнее.

Гранитные массивы состоят из нормального биотитового, реже роговообманкового или двуслюдяного гранита, большей частью среднезернистой структуры. Среди них наблюдаются аплитовые и реже пегматитовые дайки, а местами также лампрофиры. Следует отметить также наличие местами включений диоритового состава, являющихся отторженцами кровли более ранних интрузивных горных пород, метаморфизованных гранитом.

Породы района Свердловска подверглись сильному метаморфизму. Зеленые сланцы очень сходного состава произошли как за счет порфиритов, так и за счет габбровых пород, причем в их образовании главную роль играли динамометаморфизм и гидротермальные процессы. Гранитные массивы окружены местами каймой амфиболитовых сланцев, являющихся продуктами контактового влияния магмы на зеленокаменные породы. Гидротермальные процессы повлекли за собой образование таких пород, как листвениты, которые можно наблюдать на юго-восточной окраине города. Через центральные части последнего проходит полоса кварцево-серицитовых сланцев — результат гидротермального метаморфизма горных пород зеленокаменной серии при участии стресса.

Район Свердловска содержит ряд полезных ископаемых. Главнейшими из них являются золото и строительные материалы. Золото известно было в россыпях во многих местах в окрестностях города и местами добывается и теперь. Наиболее известными в отношении коренного золота являются окрестности Березовского завода.

Строительные материалы представлены гранитами, добываемыми в ряде больших карьеров, мраморами на западе района и др. (дуниты также служат объектом добычи). На Уктусском массиве имеются залежи лимонита и никелевых руд, а также известны признаки кобальта.

На горе Хрустальной, к западу от Свердловска, находится большой шток жильного кварца с содержанием 97—99%  $\text{SiO}_2$ , служащего объектом разработок. Строительные материалы являются особенно ценными в связи с огромным социалистическим строительством, проведенным и проводимым в Свердловске и в области. Гранит, добываемый в районе Свердловска, находит широкое применение вне пределов области.

При въезде в город с запада можно встретить отдельные выходы габбро, массив которого слагает западную часть территории города. На площади против здания театра в городе мы можем видеть обнаженными гребни сланцеватых змеевиков, а на юго-востоке видно их продолжение — гора Обсерваторская.

Дальше путь лежит через город на север, в район Шарташского гранитного массива. Здесь на высоту леса под-

нимается гранитная скала, известная под названием Каменных палаток. С них открывается прекрасный вид. К востоку находится обширный торфяник.

Экскурсия посетит далее юго-восточные окраины города. Здесь представляет интерес большой Сибирский карьер для добычи гранита. Среди него резко выделяется дайка лампрофира, шириною около 1 м, проходящая прямолинейно на расстоянии более 100 м. Внимательно изучая карьер, можно иногда, смотря по состоянию работ, найти тонкие прожилки пегматита с амезонитом.

Отсюда экскурсия направляется живописной дорогой в Уктусский массив для ознакомления с габбро-перидотитовой формацией Урала. Сосюритовые габбро, пироксениты и дуниты являются легко доступными для обзора. Особенно легко видеть и изучать дуниты, вскрытые искусственными выработками.

Мы дали краткий обзор геологии района Свердловска на основании детальных работ, проведенных за последние годы М. Н. Букиной по заданию Уральского геолого-разведочного треста. Геологическая карта масштаба 1 : 200 000, прилагаемая здесь, отражает в миниатюре результаты этих работ и сделана М. Н. Букиной.

## БЕРЕЗОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТА

А. А. СМИРНОВ

Знаменитое Березовское месторождение золота, открытое в 1745 г., является классическим как по оригинальности геологического строения, так и огромному разнообразию встречающихся в нем минералов. Месторождение находится в 14 км с северо-востоку от города Свердловска. Площадь, занимаемая месторождением, составляет около 64 км<sup>2</sup>.

Центральная часть месторождения занята селением Березовского завода, расположенного по обеим сторонам небольшой речки Березовки, впадающей в р. Пышму, которая ограничивает месторождение с севера.

Месторождение расположено в весьма слабо холмистой местности, имеющей вид типичной равнины. Здесь нет значительных возвышенностей и встречаются лишь небольшие возвышенности, носящие названия гор — Преображенская гора, Успенская и т. п. Современные речные потоки текут в пологих, слабо очерченных долинах и образуют значительные излучины при неглубоких руслах.

Площадь месторождения бедна естественными обнажениями. Последние можно встретить только в наиболее высоких местах. Значительная часть площади покрыта более или менее мощными делювиальными отложениями, местами представляющими собой делювиальные россыпи.

Породы, слагающие район, представляют сравнительное разнообразие.

Господствующее распространение имеют глубинные изверженные породы как кислые, так и основные. Встречаются также эффузивные породы основного состава, среди кото-

рых наблюдаются осадочные палеозойские породы, которые являются древнейшими образованиями в районе ( $D_3 - C_1$ ).

Основные глубинные породы образуют большой габбро-змеевиковый массив, в то время как эффузивные породы представлены мощным покровом зеленокаменных пород — именно уралитизированными диабазами (эпидиабазы) и их туфами, местами превращенными действием динамометаморфизма в эпидото-роговообманковые и эпидото-карбонато-хлоритовые сланцы.

Толща осадочных пород представлена различными сланцами типа филлитов — слюдяно-глинистыми, кварцево-серицитовыми, кремнистыми и др.

Вся толща этих пород рассечена частой сетью многочисленных дайк гранит-порфиров, кварцевых порфиров и сиенит-порфиров, являющих я апофизами большого шарташского гранитного батолита, лежащего на юго-западе от месторождения. Эти граниты, с которыми и связана главным образом золотоносность месторождения, являются по возрасту самыми молодыми. Интрузия их связана с наиболее интенсивной фазой уральской дислокации, относимой к каменноугольному возрасту.

Более древние перидотиты подверглись в сильной степени озмеевикованию и местами оталькованию, особенно на участках, наиболее густо пронизанных дайками гранит-порфиров. Здесь от змеевиков остались только одни небольшие островки, окруженные большими площадями оталькованных змеевиков и тальково-карбонатных пород.

Все породы в сильной степени изменены как процессом общего и регионального метаморфизма, так и процессом выветривания на площади месторождения. Нет ни одной породы, которая не потерпела бы в большей или меньшей степени изменения, как например серпентинизации, доизитизации, эпидотизации, хлоритизации, лиственитизации и березитизации. Два последних явления весьма характерны для Березовска.

В зоне выветривания и выщелачивания разрушение пород выражено чрезвычайно сильно. Дайки гранит-порфиров в верхних горизонтах обращены в мягкую светлого цвета рыхлую массу, состоящую из каолинизированного полевого шпата, слюды и зерен кварца, и называемую по местному

„белик“. В то же самое время основные боковые породы, обогащенные карбонатами, превращены в пористые, сильно разложенные породы, окрашенные в охристо-бурый цвет вследствие присутствия в них больших количеств рыхлого лимонита, являющегося результатом разложения железосодержащих карбонатов. Такие породы по местному называют „красиками“. Последние при выщелачивании карбонатов превращаются в коричневую кремнистую породу — так называемый „сухарь“.

В рельефе замечается известная связь с распределением пород, слагающих местность. Змеевики обычно занимают наиболее высокие места района, образуя ряд отдельных холмиков. Подобно им, дайки (березитовые полосы) гранит-порфиров и кварцевых порфиров местами выделяются в виде отдельных узких длинных гряд меридионального направления, большей частью едва различимых. Эти дайки больше сохранились от разрушающего действия денудационных процессов по сравнению с окружающими их метаморфическими сланцами, занимающими наиболее низкие места, покрытые мощным слоем элювия от 1 до 8 м.

Суммарная протяженность дайк березитизированных гранит-порфиров и кварцевых порфиров составляет около 190 км.

Дайки распределены весьма неравномерно. Господствующее их простирание — меридиональное, но встречаются дайки с диагональным и даже, в редких случаях, широтным простиранием (рис. 16).

Нередко они образуют серии, состоящие из нескольких параллельно расположенных дайк, соединяющихся короткими поперечными дайками с широтным простиранием.

Падение дайк в большинстве крутое, 78—85°, частью на запад, частью на восток, а именно дайки, находящиеся к востоку от р. Березовки, падают на запад, а находящиеся к западу от нее — на восток. Реже встречаются дайки с углом падения от 25 до 45°.

В северо-западной части месторождения наблюдаются тектонические перемещения отдельных участков некоторых дайк.

Месторождение представлено огромным количеством (несколько десятков тысяч) тонких кварцевых золото-содер-

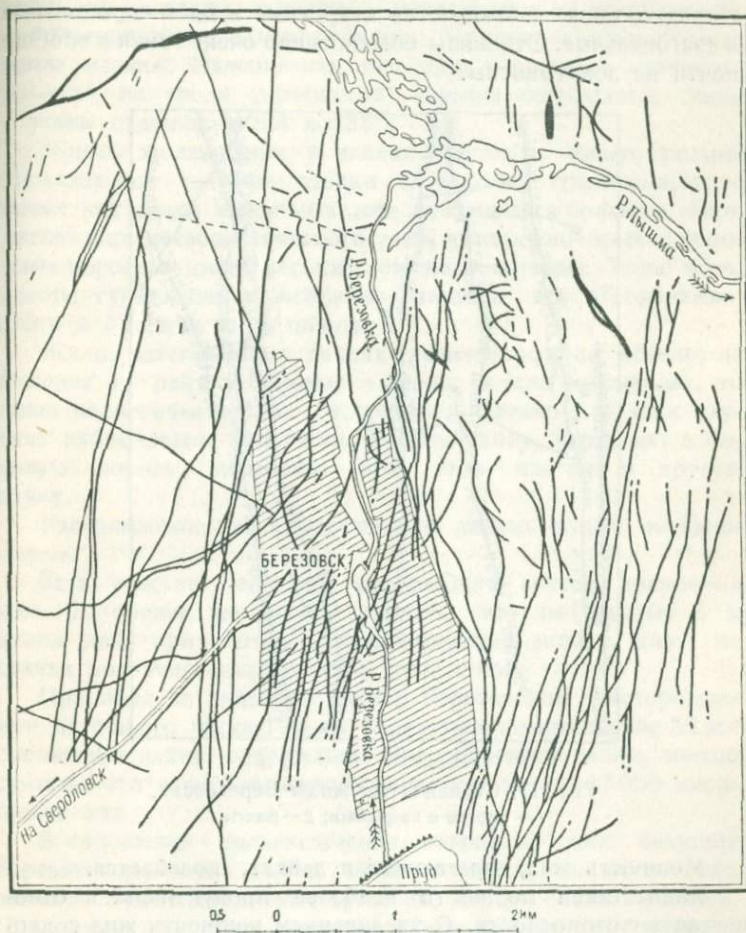


Рис. 16. Схема расположения даек Березовского месторождения.

1 — дайки березита и березитизированного гранит-порфира; 2 — сбросы.

жащих жил, секущих в широтном направлении меридиональные дайки гранит-порфира и кварцевого порфира. Нередко также наблюдаются кварцевые жилы — продольные и диагональные. Эти жилы обыкновенно очень тонки и вообще почти не золотоносны.

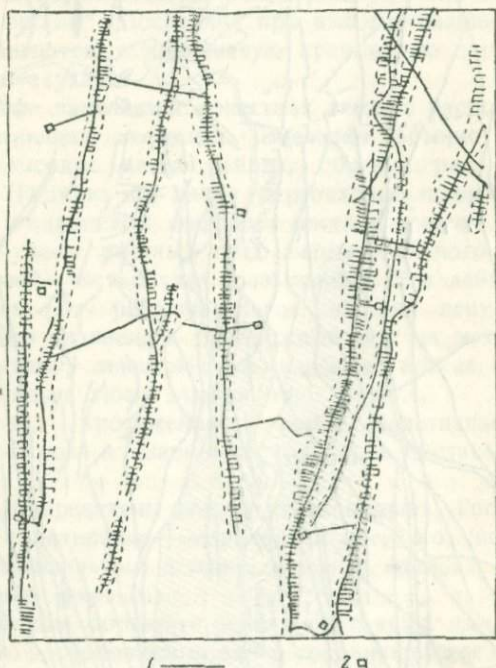


Рис. 17. Ступенчатые жилы Березовска.

1 — штреки и кваршлагги; 2 — шахты.

Мощность жил, залегающих в дайках, колеблется.

Жилы такой мощности наиболее продуктивны в отношении золотоносности. С увеличением мощности жил содержание золота падает.

Расположение жил представляет прекрасный пример лестничных или ступенчатых жил (рис. 17).

Кроме указанных жил, залегающих в дайках березита, здесь встречается много так называемых „красичных“ жил,

залегających в метаморфических сланцах, лиственитах или тальково-карбонатных породах. Эти жилы, подобно жилам дайк, имеют также широтное простирание и представляют собой типичные заполнения трещин. „Красичные“ жилы обычно более мощны. Падение как тех, так и других — крутое —  $65-85^\circ$ , но среди „красичных“ изредка встречаются жилы с углом падения от  $25$  до  $38^\circ$ .

Жилы, заключенные в дайках березита, имеют ровные параллельные плоские стенки с резкими границами, в то время как среди красичных жил наблюдается большое количество жил метасоматического типа, контакт которых с боковыми породами имеет весьма сложное очертание. Такие жилы богаты турмалином и особенно типичны для Преображенского и Успенского рудников.

Жилы, залегающие в дайках гранит-порфиров, обычно не выходят из дайк в боковые породы, а если и выходят, то лишь на незначительное расстояние. Только в редких случаях наблюдается, что жилы, пройдя дайку, переходят в боковую породу, пересекая при этом иногда и другую дайку.

Расположение кварцевых жил в дайках весьма неравномерно.

Есть участки дайк, не содержащие совсем кварцевых жил. В общем же можно считать, что на каждые 3 м длины дайк приходится одна содержащая золото жила, не считая многочисленных тонких прожилков.

Принимая во внимание, что в Березовском месторождении из общего числа 190 км березитизированных дайк 52 км составляют дайки, содержащие промышленные жилы, можно считать, что в месторождении имеется около 17 000 кварцевых жил.

В отношении происхождения кварцевых жил, секущих березитизированные дайки, можно сказать, что не все они заполняют контракционные трещины, как это считали раньше. Повидимому, вместе с наличием таких трещин контракционного типа в Березовске имеются и типичные тектонические трещины, приуроченные к главному направлению уральской дислокации  $330^\circ$  NW и  $80^\circ$  NE.

Во всяком случае происхождение „красичных“ жил тектоническое.

По минералогическому составу кварцевые жилы Березовска можно разделить на 8 типов: 1) жилы чисто кварцевые (без сульфидов), 2) кварцевые с сульфидами, 3) карбонато-кварцевые сульфидосодержащие, 4) турмалино-кварцевые, 5) эпидото-кварцевые, 6) турмалино-пирофиллито-кварцевые, 7) талько-карбонато-кварцевые и 8) кварцевые с гематитом. В отношении золотоносности заслуживают внимания три первых типа.

Минералогический состав жил следующий. Из рудных минералов, в порядке их распространения, присутствуют пирит, блеклая медная руда, халькопирит, галенит, айкинит и гематит. Жильные минералы представлены кварцем, турмалином, различными карбонатами, преимущественно доломитом, анкеритом, брейнеритом, затем пирофиллитом, тальком и эпидотом.

Из рудных минералов наиболее древним является пирит, всегда ясно идиоморфный по отношению к другим сульфидам. Он обычно расположен в периферических частях жил. За ним следует айкинит, преимущественно тоже кристаллический, затем блеклая руда и халькопирит. Последние могут быть одновременными и по образованию, хотя некоторые наблюдения говорят о более раннем образовании блеклой руды. Последним в этом ряду является галенит. Из жильных минералов самыми древними являются турмалин и пирофиллит, затем следуют карбонат и кварц. Все указанные минералы являются первичными, так же как и гематит, но соотношение его к сульфидам неясно, так как вместе с ними он не был встречен.

Золото встречается как свободное, так и связанное с сульфидами, преимущественно пиритом, блеклыми рудами, айкинитом и в меньшей степени с халькопиритом и галенитом.

В свободном виде золото встречается в кварце в зернах различной формы, чешуйках, примазках, реже в проволочных формах и еще реже в кристаллическом виде. Очень интересным является характерное прорастание галенита золотом в виде червеобразных включений, обычно следующих вдоль плоскостей спайности галенита. Мелкие включения золота наблюдаются также в блеклых рудах.

В Преображенском руднике, по данным горн. инж. Чайковского (1830 г.), встречались кристаллы золота, предста-

вляющие комбинации (110) и (111), а также в виде (100). Также наблюдались в нем и более редкие формы (113), (114) и т. д. В железной шляпе этого рудника верхние части жил были чрезвычайно богаты золотом в виде самородков.

В зоне окисления золото находится в свободном виде в больших количествах в псевдоморфозах бурого железняка и гетита по пириту или, обособляясь, в виде крупных зерен, или в мельчайших пылевидных включениях, едва различимых без микроскопа. Интересные образования золота получаются при разложении айкинита, переходящего в висмутовую охру. В этих случаях золото образует также проволоочные формы, располагающиеся по длине кристалла айкинита. Золото в сульфиде повидимому находится или в механически связанном виде или же в виде химического золота в форме твердого раствора.

Кроме золота, в жилах наблюдается иногда и серебро, но сравнительно редко, обычно в мелких, свойственных ему дендритообразных формах, как продукт разложения блеклых руд.

В отличие от других месторождений золота, Березовское месторождение является замечательным по богатству минералов, встречающихся в нем, причем многие из минералов были открыты впервые в этом месторождении. Особенно богата разнообразными минералами зона окисления, в которой встречаются следующие вторичные минералы: 1) азурит, 2) англезит, 3) бедантит, 4) березовит, 5) биндгеймит, 6) ванадинит, 7) висмутовая охра, 8) вокеленит, 9) вульфенит, 10) иоссаит, 11) каледонит, 12) ковеллин, 13), крокоит, 14) куприт, 15) лаксманит, 16) ледгиллит, 17) лимонит, 18) линарит, 19) малахит, 20) пироморфит, 21) сера, 22) скородит, 23) фармакосидерит, 24) феницит, 25) халькозин, 26) хризоколла, 27) церуссит, 28) ярозит и др.

Распределение золота в жилах вообще неравномерно, особенно это относится к золоту, встречающемуся в свободном виде в кварцевых жилах. Здесь оно обычно располагается столбами или отдельными гнездами, причем содержание его даже на одной глубине часто резко меняется по простиранию жил. Точно так же и сульфиды, эти главные источники золота, распределены неравномерно по простиранию жил, особенно красичных.

Встречаются участки, где в жилах находится богатая штуфная сульфидная руда, и затем следуют участки, сплошь состоящие из кварца или очень бедные вкрапленностью сульфидов.

В Березовске чрезвычайно сильно и ясно выражены характерные изменения боковых пород, сопутствующих кварцевым жилам. В основных породах это изменение выразилось в замещении железисто-магнезиальных силикатов углекислыми солями Са и Mg, с выделением свободного кремнезема, в результате чего образовались листвениты и лиственитизированные породы, за счет таких пород как змеевики, габбро, диабазы и др.

В кислых породах это изменение выразилось в образовании березитизированных гранит-порфиров и кварцевых порфиров, и, как конечная стадия этого изменения, образовались породы, состоящие из кварца, слюды и пирита, которые Г. Розе, посетивший Березовск в 1837 г., назвал березитами.

Кварцевые жилы, залегающие в дайках, обычно имеют твердые березитовые оторочки (так называемые „кожухи“), особенно богатые пиритом. За ними следует обычно полоса обыкновенных березитов, которые местами являются рыхлыми; они также богаты пиритом. Дальше от жилы находятся березитизированные породы, содержащие в небольшом количестве пирит или совсем не содержащие его. Благодаря такой импрегнации пирита в боковые породы, последние также золотоносны.

В Березовском месторождении мы имеем много фактов, подтверждающих наличие существования тектонических явлений, имевших место уже после образования жил. Во-первых, во многих местах наблюдается весьма сильная сланцеватость березитов, в которых под микроскопа ясно видны следы деформации минералов, их слагающих: раздробленность кварца, волнистое его погасание, многочисленные сдвиги и изогнутие двойников полевого шпата. Как в самых дайках березитизированных гранит-порфиров, так и в кварцевых жилах, в них залегающих, наблюдаются тектонические смещения.

Вторичные супергенные изменения в Березовских рудниках достигают значительной глубины, что повидимому объясняется наличием большого количества трещин. Эти изменения

привели к образованию как зоны окисленных руд, так и к появлению в нижних частях этой зоны вторичных сульфидов, главным образом ковеллина. Зона выщелачивания и зона окисления в Березовске выражены резко. Уровень грунтовых вод в Березовске находится на глубине 10—18 м, а зона окисления спускается значительно ниже — до 70—80 м, где и встречаются еще типичные охристые руды, богатые золотом.

Приток воды в рудниках чрезвычайно велик. При 4 действующих шахтах до войны откачивалось до 2 000 000 ведер воды в сутки. Это может быть объяснено как наличием уже упомянутых трещин, так и значительным числом березитизированных даек, которые вместе с десятками тысяч пересекающих их кварцевых жил служат естественными каналами, по которым происходит приток грунтовых вод в выработки.

Что касается генезиса, то Березовское месторождение представляет собой тип „древних кварцевых золотоносных жил медисто-колчеданистой формации“, сопровождаемый явлениями березитизации и лиственитизации. Гидротермальным процессам горячих восходящих магматических вод предшествовали также процессы пнеуматолиза, давшие такие минералы, как турмалин, причем отложение золота, повидимому, происходило в фазы, следовавшие уже после образования турмалина. Присутствие в жилах Березовска характерных минералов средней зоны и отсутствие таких высокотемпературных минералов из рудных, как пирротин и магнетит, а из жильных — пироксенов и амфиболов, столь характерных для глубоких зон, заставляют отнести Березовское месторождение к типу мезотермальных месторождений.

#### МАРШРУТ

Экскурсия начинается с осмотра Шарташских гранитных каменоломен. Последние расположены как раз на месте Шарташского гранитного массива, с которым генетически связаны золотоносные месторождения.

После осмотра Шарташских каменоломен экскурсия направляется в Березовск, где посещает местный приисковый музей, знакомясь в нем с породами и минералами, слагающими месторождения. Затем следует осмотр подземных выработок

в шахте имени Кирова, после чего экскурсия осматривает богатые отвалы рудника имени Ленина. Экскурсия также посетит старые открытые разработки, именно 1-й и 2-й Коновские разрезы, находящиеся вблизи р. Пышмы.

В этих разрезах наглядно видно расположение маломощных кварцевых золотосодержащих жил лестничного типа, залегающих среди березитов.

После осмотра указанных разрезов экскурсия возвращается в Свердловск.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Окладных. О золотых рудниках, принадлежащих к управлению Березовского завода. Горн. журн., ч. IV, 1862.
2. A. Arzruni. Untersuchung einiger granitischer Gesteine des Urals. Zeitschr. D. Geol. Gesellsch., Bd. 37, 1885.
3. K. Helmhacker. Der Goldbergbau der Umgebung von Berezovsk am östlichen Abhange des Urals. Berg- und Hüttenm. Zeit., №№ 6, 7, 10, 18, 19, 22, 1892.
4. A. Karpinsky. Versant oriental de l'Oural, d'Ourjom à Ekatherinebourg. Guide d. excursions du VII Congr. Géol. Intern. St.-Pétersbourg, V, 1897.
5. F. Pošepný. Die Golddistricte von Berezov und Mias am Ural. Arch. Prakt. Geol., Bd. II, 1895.

## МАРШРУТ СВЕРДЛОВСК — УФАЛЕЙ — КЫШТЫМ

Е. А. КУЗНЕЦОВ

Экскурсия, выезжая из Свердловска, проезжает через территорию Полевского и Уфалейского районов. Эти районы отличаются широким размахом промышленной жизни, развернувшейся со времени Октябрьской революции. У Полевского завода выросли огромный химический комбинат, по соседству с которым действует небольшой медный завод, питаемый колчеданами Зюзельского месторождения, а также большой железоделательный завод. У Уфалея вырос большой никелевый завод, первый в СССР, питаемый рудой из Тюленевского месторождения.

Рельеф местности довольно разнообразен. Железнодорожный путь проходит по равнинным пространствам, а вдали по сторонам нередко видны значительные возвышенности. По пониженным пространствам проходят речные долины. Главной водной артерией является р. Чусовая, получающаяся из слияния двух ее вершин — Полднейвой и Западной Чусовой. Первая из них берет начало на высоте 400 м из Чусовских озер на севере Каслинской дачи, в 15 км к востоку от Уфалея. Западная Чусовая берет начало на габбровом массиве, образующем горы на западе района. На востоке находится Сысертский гранитный массив.

Линия железной дороги вступает в район по равнинной полосе, сложенной кварцитовыми, слюдяными и зелеными сланцами, являющимися продолжением сланцев окрестностей Свердловска. На восток от полотна видны возвышенности Уктусского массива основных горных пород, в котором развиты габбро, пироксениты и дуниты, и где на последних

расположены месторождения бурых железняков и силикатных никелевых руд. Кварцитовые и слюдяные сланцы продолжают до района Мраморского и деревни Косого Брода, где с востока они ограничены змеевиковыми массивами. Их горы видны восточнее железной дороги, а за ними еще восточнее следует гранитное поле сысертского интрузива. На контакте с ним змеевики превращены в хлоритовые и тальковые сланцы, а местами в актинолитовые и гранат-диопсидовые породы. В змеевиках и кварцитах наблюдаются аплитовые и пегматитовые дайки, а вдали от гранитов — гранит-порфиоровые дайки. Около последних в змеевиках наблюдаются те же явления метаморфизма, что и около массива.

На западе видны холмы, также сложенные серпентинитами, залегающими среди кварцитов. Окрестности Мраморского интересны наличием разработок мраморов, залегающих среди кварцитов. Среди мраморов в Косом Броде имеется минеральная жила из плотного агрегата корунда и пирита с небольшой примесью хлоритоида и диаспора. Все окрестные пространства были известны золотоносностью их речек. В контактах змеевиков и гранитов находятся разработки талькового камня, а с известняком связаны железные рудники, где разрабатываются лимониты.

Вскоре после пересечения дорогой р. Чусовой путь вступает в зону зеленокаменных пород, представленных порфиритами и диабазами, подвергшимися сильному изменению и превращенными в зеленые сланцы. Линия железной дороги идет вдоль долины р. Чусовой. На востоке всюду от разезда Сысерть до ст. Полдновой и несколько южнее видны высоты, сложенные гранитами, а далеко на западе — высоты габбрового массива. Здесь, в бассейне Западной Чусовой на речке Омутной имеется самый южный на Урале платиноносный дунитовый массив.

Вскоре после ст. Полдновой поезд оставляет долину р. Чусовой и, перевалив небольшой водораздел, входит в долину р. Каркадина. Здесь путь лежит между змеевиковыми массивами. Западный из них является продолжением платиноносных массивов Баранчи и Тагила. Южнее железнодорожный путь идет до ст. Уфалей вдоль западного подножья гор, слагающих Уфалейский змеевиковый массив. К последнему приурочено и Тюленевское месторождение

никелевых руд. Аналогичное месторождение находится и на восточном краю этого массива. На большой поверхности массива расположен ряд месторождений хромита. К западу и югу от города Уфалей находятся докембрийские породы свиты метаморфических сланцев Центрального Урала, представленные кварцитами и слюдяными сланцами.

От Верхнего Уфалей путь резко поворачивает к востоку, пересекает вдоль речки Генералки змеевиковый массив и выходит на его восточную сторону в долину р. Маук, протекающую по зеленокаменным породам. Отсюда поезд идет к югу в меридиональном направлении. Непосредственно к западу возвышаются змеевиковые холмы, за которыми следуют кварциты и слюдяные сланцы Центрального Урала. К востоку за долиною р. Маук видны скалистые вершины Аракульского гранитного массива. Покрытая живописными сосновыми лесами местность не везде дает возможность видеть дали, но местами на востоке виден высокий хребет Вишневых гор, сложенных миаскитами и являющихся продолжением знаменитых Ильменских гор Южного Урала. Самой северной их вершиною является гора Мохнатая, севернее которой антиклиналь, ядро которой сложено миаскитами, погружается.

Змеевиковые массивы проходят все время западнее железной дороги. Подвигаясь к югу, мы на востоке то и дело видим вдаль хребет Вишневых гор. Через два часа после отъезда из Верхнего Уфалей, поезд подъезжает к разъезду Кузнечиха. Геологическая обстановка сохраняется. К западу находятся змеевиковые высоты, к востоку за узкою зеленокаменную полосою находится гранитный массив, продолжающийся от Аракуля, а восточнее возвышаются миаскитовые Потанины горы и Борзовочная гора, сложенная миаскитами и гранито-гнейсами. Около Кузнечихи, в 0,5 км от разъезда, расположено месторождение колчеданов, богатое медью и цинком, имевшее в верхних горизонтах баритовую шляпу. В 7 км восточнее, у подножья горы Борзовочной, находится знаменитое, ныне выработанное месторождение кыштымита — Борзовки. Дайки кыштымита связаны рядом переходов с аплитовыми дайками. И те и другие залегают в серпентинизированных оливин-бронзитовых породах и окружены актинолитовыми, хлоритовыми и вермикулитовыми оболочками. Месторождения аналогичны подобным жилам Трансвааля.

От Кузнечихи линия железной дороги поворачивает к востоку, и через 15 минут поезд подъезжает к Кыштыму. На западе возвышаются змеевиковые вершины гор Сугомак и Егоза, оставшиеся в стороне. Местность представляет собой слабо холмистую поверхность восточного склона, являющуюся переходной к Западно-Сибирской низменности. Она покрыта сосновым лесом и усеяна бесчисленным количеством больших и мелких озер, изобилующих рыбой. Равнинные области восточнее Кыштыма являются хлебородными. Кыштым уже давно славился богатством. В его районе имеются большие залежи колчеданов Соیمانовской долины. Восточнее, около озера Иртяш, находятся большие месторождения наждака, сопровождаемого хлоритоидом. В пегматитах Центрального Урала известны залежи мусковита, а в Вишневых горах, возвышающихся вдаль на севере, — залежи вермикулита. В районе имеются залежи бурого железняка. Всюду по речкам района добывали россыпное золото, добыча которого при реконструкции нашей промышленности снова возобновилась.

Роль Кыштыма как промышленного центра значительно возросла. За последнее время электролитный завод для электролиза меди, завод наждака, графитовый и ряд других расположились на территории Кыштыма. В 30 км к северо-востоку, у озера Иртяши, находится огромный Каслинский завод чугунного художественного и промышленного литья с цехом эмалированной посуды.

Город Кыштым стоит на гранито-гнейсах, представляющих собой результат инъекции гранитной магмы в осадочные породы, представленные кварцитами и кремнистыми сланцами с прослоями амфиболитов. Реакции инъецированной гранитной магмы с змеевиками и амфиболитами ведут к образованию плагиоклазитов, иногда содержащих корунд. Область гранито-гнейсов лежит восточнее змеевиковых холмов. Зеленокаменная полоса порфиринов, по которой шел путь от Уфалея до Кузнечихи, сузилась, превратилась в зону амфиболитов и у восточного подножья горы Сугомак выклинивается. Нефелиновые сиениты также сжаты к северу от Кыштыма и появляются снова только на юго-западном берегу озера Сугомак.

11-12

БИБЛИОТЕКА  
Географического Ин-та  
Академии Наук СССР

11-13

551 (c17)  
551.24  
551.73  
552.4  
552.31  
553.41 (run)  
553.6 (o. acc.)  
553.41 (gen.)

5818