Г.Р. Кирпаль

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ КАЗАХСТАНА



Г. Р. КИРПАЛЬ

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ КАЗАХСТАНА

1977

Москва «Недра» 1976

УДК (553.492+550.812)(574)

Кирпаль Г. Р. Месторождения бокситов Казахстана. М., «Недра», 1976, 205 с.

В работе охарактеризованы особенности геологического строения и размещения бокситоносных районов Казахстана: Западно-Тургайского, Центрально-Тургайского, Мугоджарского, Амангельдинского, Целиноградского, Экибастузского и Причимкентского. Выделены и охарактеризованы этапы бокситообразования: позднеордовикский, позднедевонский, раннекаменноугольный, позднетриасовый, средне-позднеюрский, альбский, позднеальбский — раннетуронский, турон-сантонский и палеоцен-эоценовый. Приведена краткая характеристика закономерностей размещения и образования бокситов.

Детально охарактеризовано большинство месторождений бокситов Казахстана, сгруппированных в несколько промышленных типов: карстовый, контактово-карстовый, карстово-котловинный, контактово-карстово-котловинный, котловинный (пластообразный) и латеритный. Для каждого типа описано несколько месторождений.

Рассмотрена методика поисковых и геологоразведочных работ, принципы прогнозной оценки бокситоносных районов и месторождений, кондиции и требования промышленности к качеству бокситов, плотности поисковой и разведочной сети, опробование и методы подсчета запасов. Кратко описаны геофизические методы, применяемые при проведении поисковых и геологоразведочных работ. Значительная часть работы посвящена методике и принципам прогнозной оценки бокситоносных районов.

Табл. 10, ил. 49, список лит. — 48 назв.

К 20803—235
043(01)—76 43—76

© Издательство «Недра», 1976

# ВВЕДЕНИЕ

За последние пятилетки Казахстан стал важной бокситоносной провинцией СССР. Здесь создана новая отрасль цветной металлургии — алюминиевая промышленность. Всемерно возрастающие темпы потребления алюминия в различных отраслях народного хозяйства ставят перед геологами задачу значительного расширения и качественного улучшения минерально-сырьевой базы алюминиевого сырья.

Месторождения бокситов в Казахстане известны с начала 30-х годов, однако только в последние годы благодаря широким поисковым работам были выявлены и разведаны многочисленные месторождения бокситов. Эти месторождения сконцентрированы в семи бокситоносных районах: Западно-Тургайском, Центрально-Тургайском, Мугоджарском, Амангельдинском, Целиноградском, Экибастузском и Причимкентском. Первостепенное значение имеют месторождения Амангельдинского и Западно-Тургайского районов, рентабельные для открытой (карьерной) разработки. В других бокситоносных районах республики расположено большое количество сравнительно мелких месторождений и масса бокситопроявлений.

В предлагаемой работе впервые для всей территории Казахстана критически проанализирован, систематизирован и обобщен большой фактический материал по бокситоносности различных районов, накопленный за многолетний период поисковых и геологоразведочных работ. В результате выявлены весьма важные закономерности размещения и формирования месторождений бокситов, представляющие практический и научный интерес для изучения подобных бокситоносных районов и месторождений, а также при проведении поисковых и геологоразведочных работ и прогнозно-металлогенических исследованиях на бокситы.

Установление промышленных типов бокситовых месторождений имеет большое практическое значение при определении масштабов использования бокситового сырья в ближайшей и далекой перспективе, прогнозной оценке бокситоносности, экономического значения месторождений, методики проведения поисковых и геологоразведочных работ.

В работе охарактеризованы основные черты геологического строения бокситоносных районов, описаны особенности геологического строения различных промышленных типов бокситовых месторождений. Существенная часть работы посвящена закономерностям размещения и условиям образования месторождений бокситов. В основу работы положены материалы, полученные автором в результате проведения многолетних полевых и камеральных работ в наиболее известных бокситоносных районах Казахстана.

Большое значение для изучения месторождений бокситов Казахстана имели работы Г. И. Бушинского, А. Н. Волкова, Ю. К. Горецкого, В. Ф. Долгополова, М. А. Кальменева, Л. И. Киселева, Н. А. Лисицыной, Б. М. Михайлова, Ф. Г. Насовой, Д. Г. Сапожникова, С. Л. Спирина, В. А. Тенякова, Б. А. Тюрина, О. А. Федоренко и многих других.

*Часть I*

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ

Бокситоносность широко развита на территории Казахстана. Наиболее крупные месторождения сосредоточены в Западно-Тургайском и Центрально-Тургайском бокситоносных районах; менее крупные месторождения и большое количество бокситопроявлений расположено в Амангельдинском, Мугоджарском, Целиноградском, Экибастузском и Причимкентском бокситоносных районах (рис. 1). Каждый из районов приурочен к определенной структуре первого или второго порядка. Некоторые районы образуют бокситоносные провинции.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ БОКСИТОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ И РАЙОНОВ

На территории Казахстана сосредоточено большое количество бокситовых месторождений, которые объединяются в бокситоносные провинции, районы и зоны (см. рис. 1, табл. 1). В пределах месторождений выделяют рудные участки, бокситовые залежи, тела и т. д.

Применительно к эндогенной металлогении в работах С. С. Смирнова (1944 г.), Д. И. Щербакова (1945 г.), Ю. А. Билибина (1948 г.) и особенно в работе Е. Т. Шаталова, А. В. Орловой и др. (1964 г.) даны определения металлогенической провинции, рудного района, рудной зоны и т. д. Основные положения этих формулировок в основном могут быть использованы при определении понятий применительно к бокситообразованию.

Металлогеническая провинция (Е. Т. Шаталов и др., 1964 г.) — это часть земной коры, характеризующаяся сложной геологической структурой, возникшая на месте геосинклинальных областей или систем, или образованная в пределах щитов и платформ, имеющая региональное распространение (Центральный Казахстан, Сибирская платфома, Восточное Забайкалье и т. д.). Она охватывает площадь от сотен тысяч до нескольких миллионов квадратных километров.

Бокситоносные провинции также располагаются в пределах складчатых областей, возникших на месте геосинклиналей (Уральская, Средиземноморская и др.) или образовались

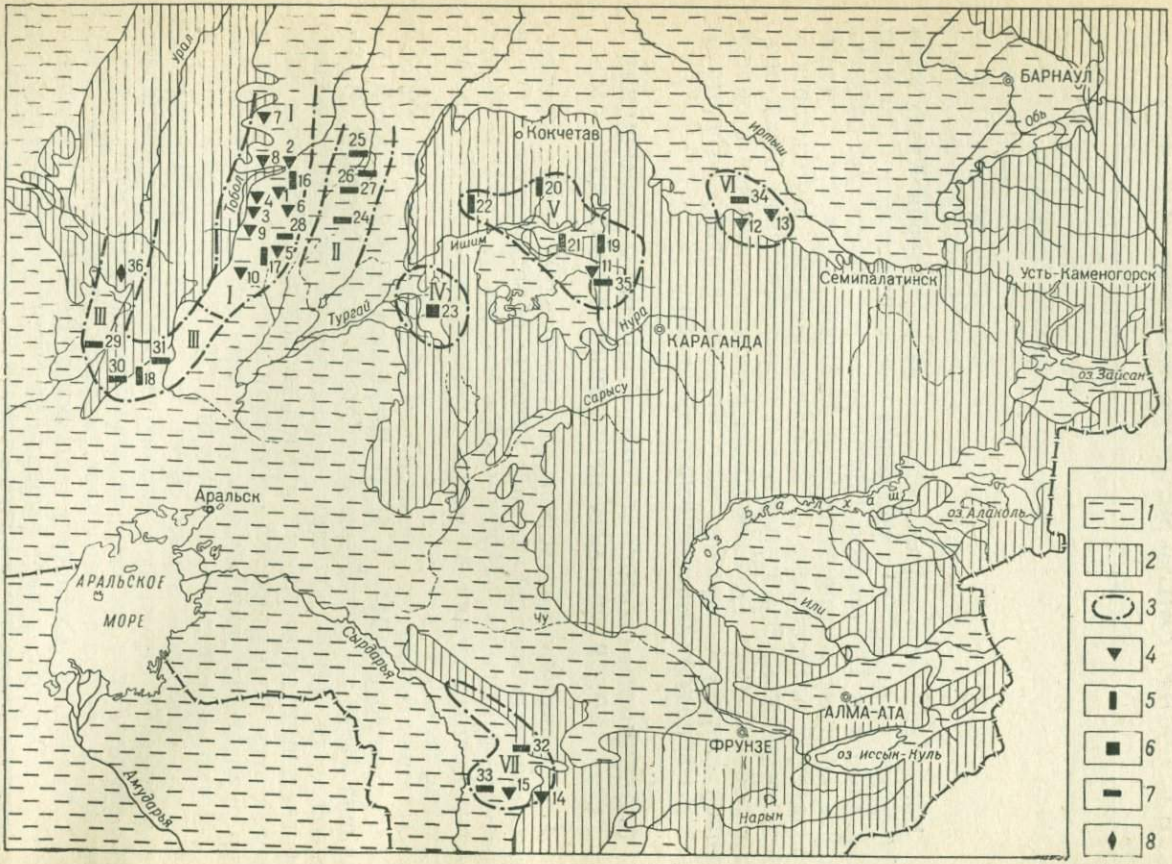

Кокчетав
Барнаул
Обь
Иртыш
Ишим
Тобол
Урал
Тургай
Нура
Сарысу
Караганда
Семипалатинск
Усть-Каменогорск
оз. Зайсан
оз. Алаколь
Или
Чу
Сырдарья
Аральск
Аральское
море
Амударья
Алма-Ата
Фрунзе
оз. Иссык-Куль
Нарын
I
II
III
IV
V
VI
VII
1
2
3
4
5
6
7
8

Рис. 1. Схема расположения бокситоносных районов и месторождений бокситов Казахстана.

*I* — рыхлые мезо-кайнозойские отложения платформенного чехла; 2 — выходы палеозойских и более древних пород складчатого фундамента на дневную поверхность; 3 — бокситоносные районы: I — Западно-Тургайский, II — Центрально-Тургайский, III — Муготжарский, IV — Аманкельдинский, V — Целиноградский, VI — Экибастузский, VII — Причимкентский. Бокситовые месторождения (номера на схеме): *1* — карстового типа (1 — Белинское, 2 — Аятское, 3 — Северо-Ливанское, 4 — Покровское, 5 — Озерное, 6 — Кужукульское, 7 — Славянское, 8 — Варваринское, 9 — Ключковское, 10 — Аккольское, 11 — Майбалыкское и Кайнарлинское, 12 — Майсорское, 13 — Тоскейбулакское, 14 — Первомайское, 15 — Богонале); *5* — контактово-карстового типа (16 — Темирское, 17 — Таунсорское, 18 — Талдык-Ащесайское и Каиндинское, 19 — Софиевское, 20 — Суворовское, 21 — Семеновское, 22 — Макеевское); *6* — контактово-карстово-котловинного типа (23 — Амангельдинская группа месторождений); 7 — котловинного (пласто- или линзообразного) типа (24 — Наурзумское, 25 — Западно-Убаганское, 26 — Приозерное, 27 — Кушмурунское, 28 — Мамыркульское, 29 — Соркульское, 30 — Актогайское, 31 — Кировское, 32 — Караунгурское, 33 — Мансуратинское, 34 — Саргамысское, 35 — Таскольское); *8* — бокситопроявления латеритного типа (36 — Ново-Бурановское)

в пределах возвышенностей на щитах (Воронежская, Приднепровская и др.), окраинных частях древних платформ (Северо-Западная, Тиманская и др.) или молодых платформ (Тургайская и др.). Провинция, как правило, включает несколько бокситоносных районов или месторождений.

По данным Д. Г. Сапожникова (1971), бокситоносные провинции могут характеризоваться различным распределением бокситовых месторождений: 1) одноярусным, когда месторождения приурочены к одному возрастному интервалу; 2) многоярусным, когда рудные залежи приурочены к разным возрастным (стратиграфическим) горизонтам; 3) многоэтажным, когда они связываются с различными структурными этажами.

Бокситорудный район — это часть бокситоносной провинции, характеризующаяся общностью геологических условий формирования месторождений, одинаковым развитием района, однотипными месторождениями, одинаковыми или близкими по возрасту. На территории бокситоносной провинции районы разделяются между собой безрудным пространством и обособляются по географическим и промышленно-экономическим признакам. В пределах районов могут быть выделены отдельные бокситоносные зоны, к которым приурочены группы месторождений. Площадь бокситорудного района обычно охватывает территорию от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч квадратных километров при длине и ширине от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Характерными примерами бокситорудных районов для Казахстана являются: Западно-Тургайский, Амангельдинский, Центрально-Тургайский, Целиноградский, Муготжарский и др.

Бокситоносная зона — это часть бокситорудного района, линейно-вытянутая рудоносная площадь с определенным типом бокситовых месторождений. Зона приурочена к определенным структурам подстилающего (дорудного) фундамента, сложенного карбонатными породами. Бокситоносная зона имеет значительно меньшие размеры, чем

Таблица 1

**Бокситоносные провинции и районы Казахстана**

| Бокситоносная провинция | Бокситоносный район | Бокситоносная зона (группа) месторождечий | Месторождения и рудопроявления бокситов |
|---|---|---|---|
| Тургайская | Западно-Тургайский | Ливановская | Славянское, Варваринское, Баталинское, Ак-Аульское, Покровское, Северо-Ливановское, Южно-Ливановское, Сахаровское и др. |
| | | Краснооктябрьская | Краснооктябрьское, Белинское, Аятское, Темирское, Карабайтальское, Клочковское и др. |
| | | Таунсорская | Таунсорское, Озерное, Кызылкольское, Батманкольское, Северо-Уркачское, Мамыркульское. Кужукульское и др. |
| | Центрально-Тургайский | Убаганская | Западно-Убаганское, Приозерное, Кушмурунское и др. |
| | | Наурзумская | Наурзумское |
| | Мугоджарский район | Восточная | Актогайское, Кировское, Талдык-Ащесайское, Каиндинское, Жанганинское и др. |
| | | Западная | Соркульское, Восточно-Кемпирсайское, Ново-Бурановское, Ново-Тайкеткенское, Промежуточное, Кызылсай, Сугильсай, Егендысай, Матвеевское, Уленты, Аксу, Караколь, Ащисайское, Аулие, Мугоджарское и др. |
| Центрально-Казахстанская | Амангельдинский | Аркалыкская | I—VII участки Аркалыкского и I—II участки Нижне-Ашутского |
| | | Верхне-Ашутская | Северное, Верхне-Ашутское |
| | | Нижне-Ашутская | Геофизический, Западно-Аркалыкский и III—X участки Нижне-Ашутского месторождения |
| | | Уштобинская | Уштобинское |
| | | Актасская | Тюлькусайское, Актасское и др. |
| | Целиноградский | Майбалык-Кайкарлинская | Майбалыкское, Кайнарлинское |
| | | Семеновская | Семеновское и др. |
| | Экибастузский | | Майсорское, Таскенбулакское, Ащикудукское, Лебяжинское, Саргамысское и др. |
| | Причимкентский район | Северная | Караунгурское |
| | | Южная | Мансуратинское, Уртабасское Белтасское, Богонале, Фогелевское, Кызыкуртское, Первомайское |

район, длина ее от нескольких десятков до 100—200 км, ширина от нескольких километров до 15—20 км. Примерами могут служить бокситоносные зоны: Ливановская, Краснооктябрьская и др. (Западно-Тургайский район), Аркалыкская, Верхне-Ашутская и др. (Амангельдинский район) и др. В пределах бокситоносных зон располагаются отдельные месторождения.

Месторождение бокситов включает несколько участков или групп залежей и рудных тел, которые по своим показателям — количеству запасов, размерам и форме залежей, качеству руд, горнотехническим условиям разработки — являются экономически выгодными для разработки в настоящее время или в ближайшем будущем. Бокситопроявления обычно представлены одной или несколькими мелкими залежами, или рудными телами, обычно с низким качеством бокситов или сложены аллитами.

Бокситорудный участок представляет собой часть бокситового месторождения, в пределах которого расположены одна или несколько бокситовых залежей (или рудных тел).

Залежи бокситов — сочетание сближенных между собой рудных тел, объединенных единым контуром бокситовмещающих пород и приуроченных к общей рудовмещающей впадине или крупной карстовой депрессии. Количество залежей на месторождениях изменяется от единиц до нескольких десятков. Выделяются залежи простого, промежуточного и сложного строения.

Залежи простого строения состоят из одного рудного тела кондиционных бокситов, которое по периферии может расщепляться, образуя сложный контур. Такими залежами сложены месторождения котловинного (пластообразного) типа.

Бокситовые залежи сложного строения представлены многократным чередованием рудных тел сложной формы и вмещающих бокситы глинистых пород и аллитов. Такие залежи характерны для карстового, контактово-карстово-котловинного, реже карстово-котловинного типов.

Промежуточный тип залежей имеет сравнительно простое строение и представлен одним сложным или несколькими простыми рудными телами, которые при выклинивании могут расщепляться на несколько прослоев. Такие залежи встречаются главным образом среди месторождений карстово-котловинного, контактово-карстового и контактово-карстово-котловинного типов.

Рудные тела имеют замкнутый непрерывный контур, простую или сложную пласто-, линзо- или гнездообразную форму и различные размеры. Рудные тела простого строения имеют несложную форму линз, пластов и гнезд. Сложные рудные тела имеют амебообразную форму как в разрезе, так и в плане.

По размерам, форме и сложности строения рудные тела бокситов делятся на несколько групп (Венков, 1974). По форме в

плане выделяются рудные тела со следующим отношением длины к средней ширине: лентообразные — более 5, вытянутые — от 5 до 2, изометричные от 2 до 1. По характеру внешнего контура выделяются тела бокситов с ровными, неровными, изрезанными и амебообразными контурами.

По форме в вертикальном разрезе выделяются следующие тела бокситов: пластообразные, линзообразные (асимметричные, плоско-линзообразные, выпукло-линзообразные, вогнуто-линзообразные), конусообразные, гнездообразные и сложные, представленные несколькими рудными телами различной или одинаковой формы, объединенными маломощными проводниками.

Количество рудных тел на месторождениях изменяется в широких пределах — от нескольких единиц до нескольких сотен. Наибольшее количество рудных тел установлено на месторождениях карстово-котловинного и карстового типов (на Краснооктябрьском 527, Белинском 128 и т. д.). Среди них выделяют рудные тела основные и второстепенные. Основные тела имеют наиболее крупные размеры и содержат около 80% промышленных запасов бокситов.

### *Тургайская бокситоносная провинция*

Тургайская бокситоносная провинция расположена в пределах западного борта и центральной части Тургайского прогиба. На ее территории находятся два крупных бокситоносных района — Западно-Тургайский и Центрально-Тургайский, в состав которых входят многочисленные месторождения бокситов различных типов (рис. 2). Среди них выделяются: карстовые, контактово-карстовые, карстово-котловинные и котловинные (пластообразные).

В геологическом строении Тургайской провинции принимают участие два комплекса пород, резко различающиеся по степени дислоцированности и метаморфизма, возрасту, литолого-петрографическому составу, фациальным условиям образования осадков. Комплексы отделены друг от друга региональным перерывом в осадконакоплении и характеризуются разным возрастом: нижний — палеозойский (домеловой) и верхний—мезо-кайнозойский (рис. 3).

Геологическое строение бокситоносных районов и месторождений Тургайской провинции обладает рядом специфических особенностей. Это относится прежде всего к палеозойскому (домеловому) складчатому фундаменту, строению бокситорудных залежей, а также к перекрывающим их горизонтально залегающим отложениям мезо-кайнозоя.

Бокситоносные отложения месторождений бокситов Тургайской провинции залегают непосредственно на палеозойском дислоцированном фундаменте и генетически связаны с ним. С одной стороны, породы палеозойского фундамента, на которых

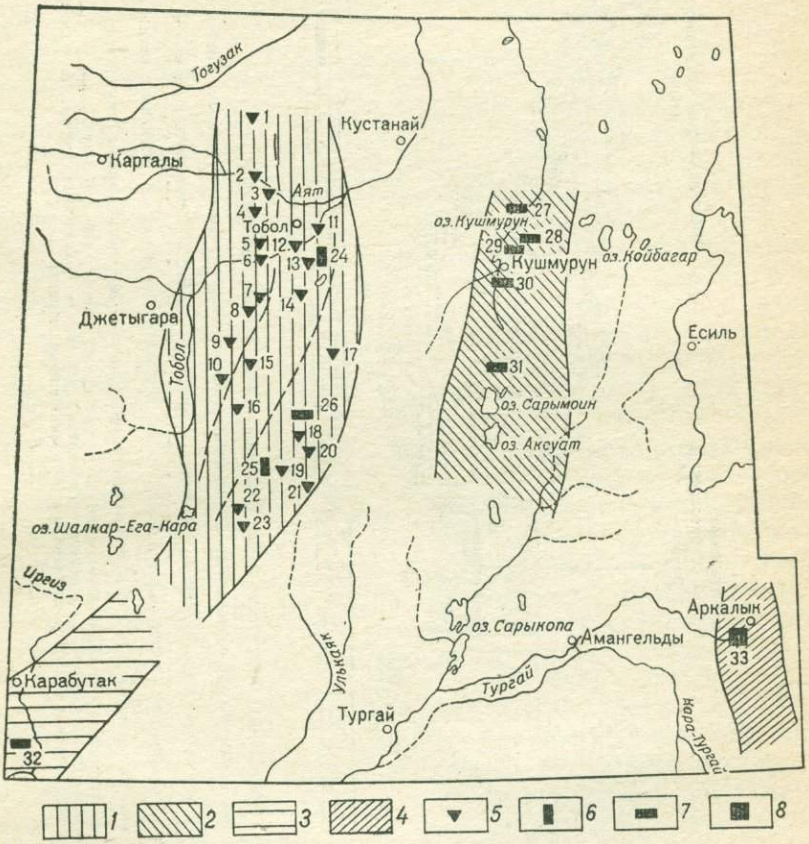



Рис. 2. Схема расположения бокситовых месторождений Тургайской бокситоносной провинции.

Бокситоносные районы: *1* — Западно-Тургайский; *2* — Центрально-Тургайский; *3* — Мугоджарский; *4* — Амангельдинский. Бокситовые месторождения (номера на схеме): *5* — карстового типа (1 — Славянское, 2 — Варваринское, 3 — Кызылжарское, 4 — Баталинское, 5 — Екатериновское, 6 — Ак-Аульское, 7— Покровское, 8 — Северо-Ливановское, 9 — Южно-Ливановское, 10 — Сахаровское, 11 — Аятское, 12 — Ново-Козыревское, 13 — Клубное, 14 — Белинское, 15 — Карабайтальское, 16 — Клочковское, 17 — Кужукульское, 18 — Северо-Уркачское, 19 — Озерное, 20 — Батманкольское, 21 — Кызылкольское, 22 — Бинарзинское, 23 — Аккольское); *6* — контактово-карстового типа (24 — Темирское, 25 — Таунсорское); *7* — котловинного (пласто- или линзообразного) типа (26 — Мамыркульское, 27 — Западно-Убаганское, 28 — Восточно-Убаганское, 29 — Приозерное, 30 — Кушмурунское, 31 — Наурзумское, 32 — Кировское); *8* — контактово-карстово-котловинного типа (33 — Амангельдинская группа месторождений)

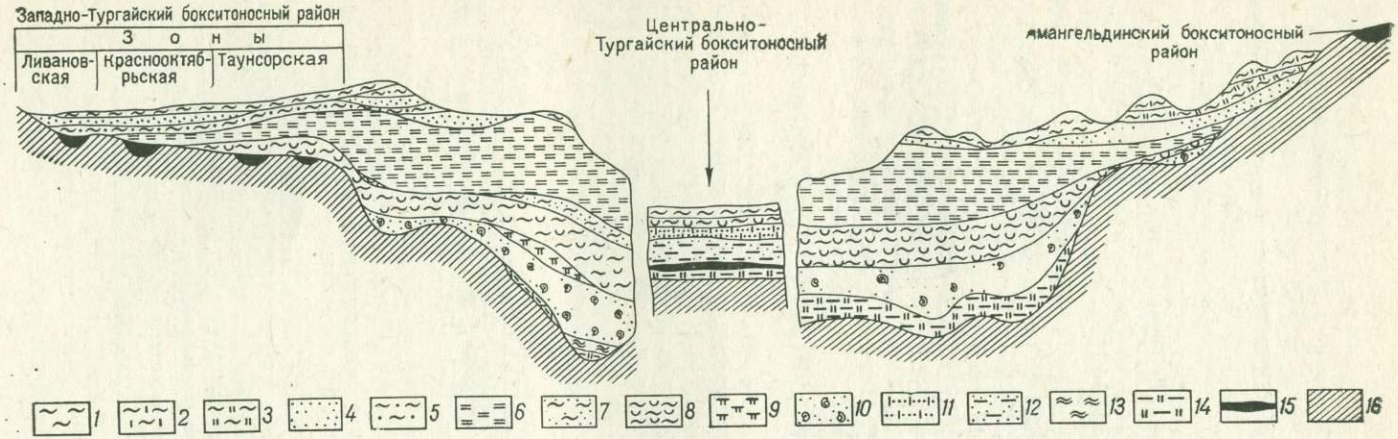



Рис. 3. Геологический разрез по бокситоносным районам Тургайской провинции.

*1* — четвертичные суглинки и супеси; *2* — суглинки каракольской свиты ($N_2$); *3* — пестроцветные и белые глины чаграйской свиты ($Pg_3^3$ *čr*); *4—5* — отложения чиликтинской свиты ($Pg_3^2$ *čl*): *4* — пески разнозернистые, *5* — глины и песчаные глины; *6* — листоватые темно-серые глины чеганской свиты ($Pg_2^3 - Pg_3^1$ *čg*); *7* — глинистые опоковидные пески саксаульской свиты ($Pg_2^3$ *sk*); *8* — опоки и опоковые глины тасарандской свиты ($Pg_2^2$ *ts*); *9—11* — отложения журавлевской свиты ($Cr_2gr$): *9* — преимущественно мергели, *10* — пески кварц-глауконитовые с фауной, *11* — известковистые песчаники; *12* — пески кварцевые и глауконит-кварцевые эгинсайской свиты ($Cr_2eg$); *13* — глины тылдыкской свиты ($Cr_{1-2}td$); *14* — глины пестроцветные мелового возраста; *15* — бокситы каменистые, рыхлые и бокситовые глины; *16* — палеозойские и докембрийские осадочные, метаморфические и изверженные породы

происходило глубокое химическое выветривание, служили источником бокситообразующих компонентов, с другой — породы фундамента служили ложем и вместилищами, на которых происходило накопление бокситоносных осадков.

### Западно-Тургайский бокситоносный район

Западная часть Тургайского прогиба, называемая Западно-Тургайским бокситоносным районом, включает в себя обширную территорию, расположенную между р. Уй на севере и верховьем Иргиза на юге. Район этот вытянут с севера на юг на 400 км.

При проведении поисково-разведочных работ и изучении месторождений Западно-Тургайского бокситоносного района принимали участие А. Ф. Андреев, Р. Ф. Бабальянц, Д. А. Венков, А. Т. Евлампьев, В. В. Зубрицкий, В. И. Калинин, Г. Р. Кирпаль, Н. А. Лисицына, И. Д. Николаев, Ф. Г. Пасова, М. В. Пастухова, З. Ф. Сазакова, С. Л. Спирин, Б. А. Тюрин, Д. Х. Фатхутдинов, А. Ф. Холодов и многие другие.

Палеозойский фундамент района сложен дислоцированными, главным образом осадочными породами, а также вулканогенными, интрузивными и метаморфическими образованиями. Наиболее древними являются нерасчлененные верхнепротерозойские и нижнепалеозойские отложения, представленные гнейсами, кварцитами, порфиритоидами, кварц-серицитовыми песчаниками и алевролитами, хлорит-серицит-кварцевыми, углисто-серицитовыми, хлорит-эпидотовыми и актинолитовыми сланцами.

Среди ордовикских отложений выделяются нерасчлененные осадки нижнего, нижнего и среднего, среднего и верхнего ордовика. Нижнеордовикские отложения сложены кремнистыми, глинисто-кремнистыми, глинисто-слюдистыми, кремнисто-углистыми, графит-серицитовыми и филлитовидными сланцами, кварцитами и порфиритоидами. Нерасчлененные нижне-среднеордовикские отложения представлены кварцевыми, аркозовыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами, кремнисто-глинистыми и серицит-хлоритовыми сланцами. Среди средне-верхнеордовикских отложений преобладают кремнистые сланцы, туфогенные песчаники и конгломераты.

Силурийские отложения сложены тремя толщами: лландовери — низы венлока, венлок — лудлов и лудлов. Нерасчлененные лландовери — нижневенлокские отложения представлены полимиктовыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глинистыми сланцами, порфиритами и их туфами. Среди венлок-лудловских отложений наиболее широко развиты диабазы, спилиты, туфы, песчаники, известняки, глинисто-слюдисто-кварцевые сланцы. В лудловских отложениях наблюдается переслаивание известняков, песчаников и порфиритов среднего состава и их туфов.

Девонские отложения распространены незначительно, представлены нижним и верхним отделами, расчленяющимися на более дробные стратиграфические единицы. Они сложены известняками, аргиллитами, алевролитами, песчаниками, глинистыми сланцами, эффузивными породами и их туфами, мергелями. Нерасчлененные верхнепротерозойские, нижнепалеозойские, ордовикские, силурийские и девонские отложения развиты преимущественно в западной части района.

Среди пород палеозойского фундамента широко развиты нижнекаменноугольные отложения, которые занимают большую часть площади бокситоносного района. С ними генетически связано большинство месторождений бокситов района, приуроченных к площадям развития карбонатных пород или к контакту карбонатных и алюмосиликатных пород средне-верхневизейского и намюрского возраста. Незначительная часть рудных залежей Ливановской бокситоносной зоны залегает на карбонатных породах верхнего девона и нижнего турне.

Нижнекаменноугольные отложения разделяются на ряд стратиграфических единиц. В нижней части залегают нижнетурнейские отложения, представленные известняками, доломитами, аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Нерасчлененные верхнетурнейские и нижневизейские отложения сложены известняками, аргиллитами, алевролитами, глинистыми и углисто-глинистыми сланцами.

Средне-верхневизейские и намюрские отложения в некоторых случаях расчленяются на ряд ярусов и подъярусов: среднее и верхнее визе, верхнее визе — нижний намюр и нерасчлененный намюр. Среди средне-верхневизейских отложений наиболее широко развиты андезитовые порфириты и их туфы, известняки, туффиты, песчаники, аргиллиты и алевролиты. Верхневизейские и нижненамюрские отложения сложены известняками, андезито-базальтовыми и диабазовыми порфиритами, их туфами и туффитами. Намюрские отложения представлены кварцевыми порфиритами и фельзитами. К площади развития средне-верхневизейских отложений приурочены наиболее крупные месторождения бокситов — Краснооктябрьское, Белинское, Аятское.

Верхнепалеозойские нерасчлененные отложения трансгрессивно перекрывают более древние образования и имеют сравнительно небольшое распространение. Они представлены красноцветными полимиктовыми песчаниками, конгломератами и алевролитами, базальтовыми, диабазовыми и андезитовыми порфиритами, туфами и туффитами.

Нижне-среднетриасовые отложения развиты в восточной части района и сложены базальтами, долеритами, андезитами, липаритами, аргиллитами, алевролитами, песчаниками и конгломератами.

Интрузивные породы развиты сравнительно широко и представлены главным образом породами кислого и среднего состава

и целым рядом промежуточных разностей. Интрузии ультраосновных и основных пород имеют подчиненное значение и развиты в основном в западной части бокситоносного района.

В тектоническом отношении Западно-Тургайский бокситоносный район целиком входит в Зауральскую структурно-тектоническую зону, расположенную между Джетыгаринским разломом на западе и Центрально-Тургайским разломом на востоке.

Породы верхнего комплекса перекрывают палеозойский фундамент почти на всей площади района, мощность их колеблется от нескольких до 150 м. Они представлены в нижней части континентальными меловыми бокситоносными отложениями, которые залегают в эрозионно-карстовых и карстовых депрессиях и отдельных карстовых воронках, линейно вытянутых вдоль структур палеозойского фундамента, реже имеют площадное развитие (северная часть района). Выше залегают морские меловые и палеогеновые отложения, еще выше — континентальные палеоген-неогеновые осадки.

В основании мезо-кайнозойских отложений расположена кора выветривания палеозойских пород, широко развитая на контактах алюмосиликатных пород с карбонатными, а также в тектонических зонах. Мощность ее до 130 м, часто кора представлена тремя зонами: гидрослюдистой, гидрослюдисто-каолинитовой и каолинитовой.

Бокситоносные осадки по литологическому составу и возрасту разделяются на два горизонта: нижний (подрудный) и верхних (рудный), которые в свою очередь в некоторых случаях подразделяются на два подгоризонта.

Нижний (подрудный) горизонт бокситоносных отложений представлен в основном пестроцветными глинами, часто с обломочной текстурой. В нижней части этого горизонта иногда выделяется подгоризонт пролювиально-делювиальных глин.

Верхний (рудный) горизонт сложен преимущественно каменистыми рыхлыми, в подчиненном количестве сухаристыми и глинистыми разновидностями бокситов. Мощность горизонта колеблется от нескольких метров до 100 м и более. На некоторых месторождениях района в верхней части рудного горизонта залегает подгоризонт каолинит-лигнитовых глин мощностью иногда до 20—30 м.

В северной части района на бокситоносных отложениях с резким размывом залегают морские меловые отложения (журавлевская свита). В южной части района промышленные горизонты бокситов перекрыты морскими палеогеновыми отложениями (тасаранская и чеганская свиты). Выше по всей площади бокситоносного района на морских верхнемеловых и палеогеновых отложениях расположены континентальные олигоцен-неогеновые песчано-глинистые отложения кутанбулакской, чиликтинской, чаграйской, наурзумской и аральской свит и четвертичные отложения.

Суммарная мощность покровных отложений (мощность вскрышных пород) неодинакова: в западной части района (Ливановская бокситоносная зона) 5—20 м, в центральной части района (Краснооктябрьское месторождение) 40—50 м, а в восточной части района (Кужукульское и Северо-Уркачское месторождения) 60—80 м и более.

В пределах Западно-Тургайского бокситоносного района наблюдается пространственная и генетическая связь бокситов с литолого-петрографическим составом подстилающих пород палеозойского дорудного фундамента. Она выражается в том, что месторождения бокситов приурочены к закарстованным полосам развития известняков или к зонам контакта карбонатных и алюмосиликатных пород.

Месторождения эти образуют бокситоносные зоны, располагающиеся вдоль структур палеозойского складчатого фундамента: Краснооктябрьскую, Ливановскую, Таунсорскую, вытянутые в субмеридиональном направлении и расположенные в наиболее крупных бокситоносных карстах. Между месторождениями вдоль бокситоносных зон иногда находятся мелкие карстовые воронки, заполненные бокситом.

Ливановская бокситоносная зона, расположенная в западной части Западно-Тургайского района, вытянута в меридиональном направлении с севера на юг. Подавляющее большинство месторождений и бокситопроявлений этой зоны приурочено к зоне Ливановского глубинного разлома и относятся к карстовому типу. Расположены они на карбонатных породах силура, среднего и верхнего девона, нижнего карбона. Отдельные месторождения состоят из многочисленных мелких изолированных типично карстовых залежей, залегающих на абсолютных отметках +180 и +240 м.

Краснооктябрьская бокситоносная зона занимает центральную часть района, вытянута вдоль структур палеозойского складчатого фундамента. Месторождения этой зоны приурочены к сравнительно узким полосам карбонатных пород, залегающим среди обширных площадей развития вулканогенно-осадочных пород среднего состава визе-намюрского возраста.

Месторождения имеют промышленное значение и относятся к карстово-котловинному, контактово-карстовому и карстовому типам. Бокситы залегают на абсолютных отметках от +150 до +210 м.

Таунсорская бокситоносная зона расположена в восточной и юго-восточной частях Западно-Тургайского района. Она вытянута в субмеридиональном направлении. К южной части этой зоны приурочены Таунсорское, Озерное, Кызылкольское, Батманкольское, Северо-Уркачское и Мамыркольское, а к северной части — Кужукульское месторождения и некоторые бокситопроявления. Месторождения состоят из мелких за-

лежей карстового, в некоторых случаях контактово-карстового и пластообразного типов, которые расположены на площадях развития карбонатных пород турненижневизейского и визе-намюрского возраста. Бокситоносные осадки залегают на абсолютных отметках от +80 до +190 м.

### Центрально-Тургайский бокситоносный район

Центрально-Тургайский район приурочен к центральной части Тургайского прогиба, вытянут в меридиональном направлении от оз. Кушмурун на севере до оз. Сарымоин на юге. В его пределах расположены две бокситоносные зоны — Убаганская, к которой приурочены Кушмурунское, Приозерное и Западно-Убаганское месторождения бокситов и ряд бокситопроявлений, и Наурзумская, где находится одноименное месторождение.

Поисковые и разведочные работы в районе проводили А. Н. Волков, А. Т. Евлампьев, А. Ф. Петрусевич, Л. В. Фельдман и др.

Подавляющее большинство бокситовых месторождений района относятся к пластообразному (линзообразному) типу. Геологическое строение отдельных месторождений Центрально-Тургайского района имеет существенные отличия и свои особенности. Месторождения этого района приурочены к площадям развития алюмосиликатных, а не карбонатных пород как это имеет место в других районах Казахстана. Так, бокситовые залежи Кушмурунского месторождения полностью залегают на юрских песчано-глинистых угленосных отложениях, залежи Приозерного месторождения расположены на базальтах нижнего триаса и частично на угленосных отложениях юры, рудные залежи Наурзумского и Западно-Убаганского месторождений связаны с карбонатно-терригенными породами турне-визейского возраста и базальтами триаса.

Степень опоискованности, разведанности и изученности этих месторождений не одинакова. Наиболее изучены Кушмурунское, Приозерное и Западно-Убаганское месторождения, менее изучено Наурзумское месторождение и ряд перспективных участков. В геологическом строении Центрально-Тургайского бокситоносного района принимают участие породы допалеозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста.

Докембрийские и палеозойские образования совместно с эффузивно-осадочными породами триаса слагают дорудный складчатый фундамент. Они представлены разнообразными осадочными, эффузивно-осадочными, метаморфическими породами и прорваны различными по составу и возрасту интрузивными образованиями.

Отложения верхнепротерозойского возраста незначительно развиты в северной части района. Они сложены серыми метаморфическими сланцами, филлитами, сливными песчаниками и

1297

алевролитами, а также зеленокаменными эффузивными породами смешанного состава, чередующимися с зеленовато-серыми сланцами. Эффузивные породы представлены преимущественно андезитовыми, реже дацитовыми порфиритами.

Среди палеозойских пород выделяют: нерасчлененные нижнепалеозойские, средне-верхнедевонские, верхнедевонско-нижнекаменноугольные, нижнекаменноугольные и верхнепалеозойские отложения.

Нижнепалеозойские породы представлены метаморфическими породами, образовавшимися главным образом за счет терригенных осадков. На востоке района это преимущественно эффузивные и туфогенные породы, среди которых преобладают диабазы, микропорфириты, андезитовые порфириты и их туфы, реже — туфопесчаники, глинистые сланцы, алевролиты, филлиты и кремнистые сланцы. В некоторых местах это песчаники и алевролиты с ничтожным количеством эффузивных пород.

Каменноугольные отложения представлены главным образом нижним отделом, среди них выделяются осадки нижнего турне, верхнего турне и нижнего визе, средне-верхневизейские, намюрские и нижнекарбоновые нерасчлененные.

Нижнетурнейские отложения образованы преимущественно карбонатными и глинисто-карбонатными породами, среди которых преобладают темно-серые и глинистые известняки, содержащие прослои алевролитов, песчаников и аргиллитов. Верхнетурнейские и нижневизейские отложения сложены в основном карбонатными и глинисто-карбонатными породами — известняками, глинистыми известняками, мергелями и доломитами с прослоями алевролитов, песчаников и туффитов.

Отложения средне-верхневизейского возраста представлены тонкозернистыми известняками, мергелями, аргиллитами и алевролитами, песчаниками, туффитами и окремненными глинистыми сланцами, причем преобладают известняки. Часто наблюдается переслаивание известняков, доломитов, аргиллитов, песчаников, туффитов. Верхнепалеозойские отложения состоят из красноцветных, преимущественно полимиктовых песчаников, переслаивающихся с алевролитами и реже аргиллитами; в нижней части разреза иногда встречаются конгломераты.

В тектоническом отношении палеозойский складчатый фундамент этого района расположен в центральной части Центрально-Тургайской структурой зоны, которая характеризуется весьма интенсивным проявлением позднегерцинской и древнекиммерийской складчатости с многочисленными разрывными нарушениями. Последние обусловили многократные проявления в ней магматической деятельности и прежде всего мощное излияние базальтовой магмы по трещинам в нижнем и среднем триасе.

Образования нижнего и среднего триаса являются самыми распространенными в районе (рис. 4). Они покрывают почти всю территорию бокситоносного района и развиты на площади бо-

лее 7000 км². В разрезе отложений триаса наблюдается переслаивание эффузивных, вулканогенно-осадочных и частично осадочных пород. Наиболее распространены среди них как по площади, так и по мощности в вертикальном разрезе эффузивные образования, представленные преимущественно базальтами, а также андезитами и липаритами.

На эффузивных породах широко развиты коры выветривания (в том числе аллитного и, возможно, латеритного состава), которые служили мощным источником бокситового вещества при образовании Наурзумского и других месторождений этого района.

Отложения юрского возраста выполняют угленосные тектонические депрессии в породах нижнего и среднего триаса. Они представлены континентальными песчано-глинистыми угленосными осадками — алевролитами, песчаниками, аргиллитами и пластами бурых углей нижней и средней юры.

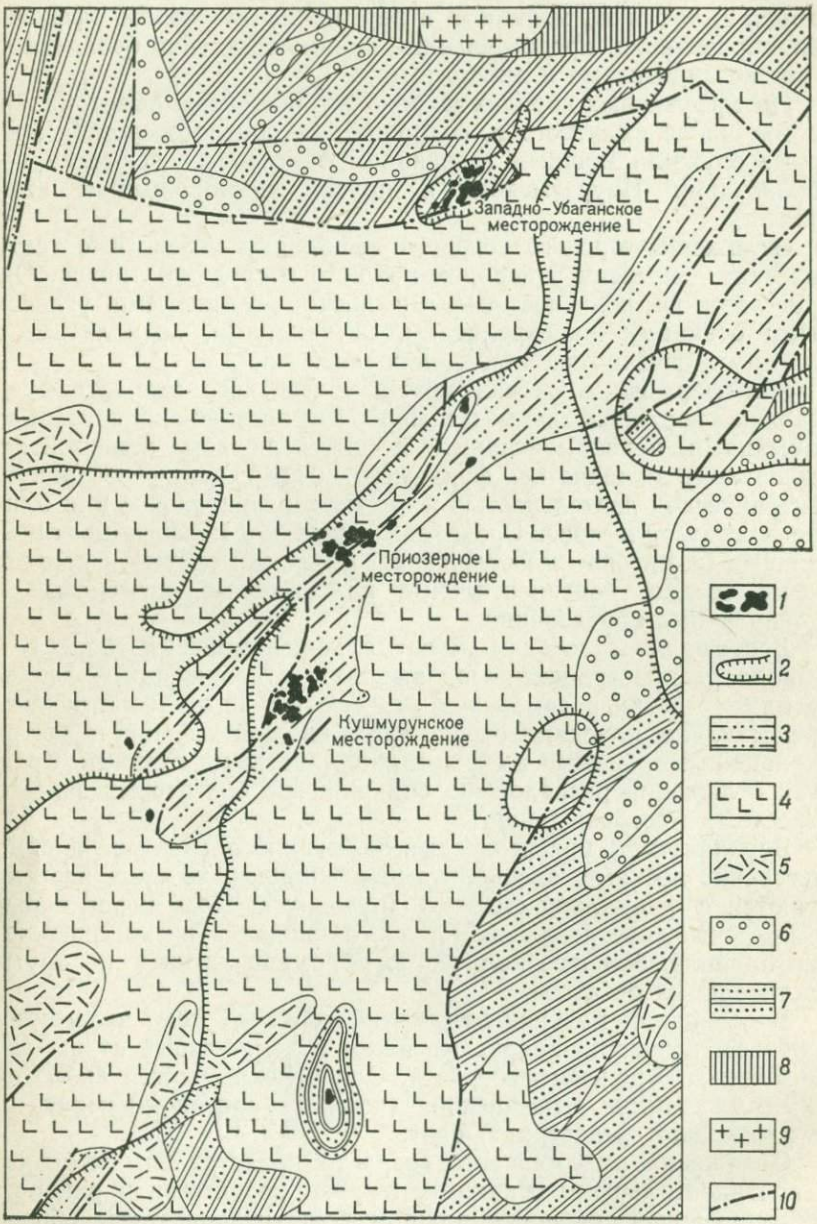
Платформенные осадки мезо-кайнозойского возраста представлены континентальными и морскими песчано-глинистыми отложениями, перекрывающими мощным чехлом палеозойский (доюрский) складчатый фундамент. Они почти не затронуты тектонической деятельностью и имеют горизонтальное или близкое к нему залегание. Среди них выделяют меловые континентальные бокситоносные отложения, морские меловые и палеогеновые осадки, континентальные палеогеновые, неогеновые и четвертичные образования.

Бокситоносные осадки имеют альб-сеноманский возраст и широко распространены. Они выполняют пониженные депрессионные участки в домеловом рельефе и в нижней части часто представлены породами озерно-пролювиальных фаций — пестроокрашенными, белыми и серыми каолинитовыми глинами. Среди этих отложений расположено большинство бокситовых залежей известных месторождений.

Верхняя часть бокситоносных отложений образована преимущественно песками, алевролитами и глинами, которые переслаиваются и фациально сменяют друг друга. Цвет пород серый, темно-серый, светло-серый. Глины, а иногда и пески содержат, как правило, большое количество обломков лигнита и других растительных остатков.

В основании морских отложений верхнего мела залегают в основном глауконит-кварцевые пески и темно-серые глины аятской свиты туронского возраста. Они перекрываются аналогичными осадками эгинсайской (коньяк — сантон — кампан) и журавлевской (маастрихт) свит.

Отложения палеогенового возраста представлены морскими и континентальными осадками, широко развитыми в районе и покрывающими сплошным плащом все вышеописанные образования; отсутствуют они только в древней долине р. Убаган. Среди морских отложений выделяют тасаранскую и чеганскую сви-


Западно-Убаганское месторождение
Приозерное месторождение
Кушмурунское месторождение
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

ты. Континентальные отложения представлены кутанбулакской, чиликтинской и наурзумской свитами.

Среди континентальных песчано-глинистых отложений неогенового возраста выделяют следующие свиты: аральскую (нижний и средний миоцен), жиландинскую (средний и верхний миоцен), жуншиликскую (нижний плиоцен) и кустанайскую (средний плиоцен).

Четвертичные отложения развиты преимущественно в центральной части описываемого района, где они выполняют Убагано-Тургайскую ложбину. Они залегают на размытой поверхности пород палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста. Мощность их 70 м; суммарная мощность покровного чехла изменяется от нескольких до 350 м, а на Западно-Убаганском и Приозерном месторождениях составляет 70 м, Кушмурунском 80 м, Наурзумском 110—150 м.

## *Мугоджарский бокситоносный район*

Мугоджарский район включает несколько месторождений и ряд проявлений бокситов, которые расположены на площади погружения складчатого палеозойского фундамента Мугоджар и Южного Урала под покровным чехлом рыхлых, горизонтально залегающих отложений мезозоя и кайнозоя. Месторождения района приурочены к двум бокситоносным зонам — Западной, расположенной на западном склоне гор Мугоджары, и Восточной, расположенной на их восточном склоне. Восточная часть района является практически южным продолжением Западно-Тургайского бокситоносного района. В Восточной зоне расположены наиболее крупные месторождения: Актогайское, Кировское, Талдык-Ащесайское, Каиндинское и др.; в Западной зоне находятся месторождения Соркульское, Восточно-Кемпирсайское, Ново-Барановское, Промежуточное, Ново-Тайкеткенское и ряд бокситопроявлений (рис. 5).

Наиболее развиты в этом районе карстовый и пластообразный (склоновый) типы месторождений, в последние годы здесь установлено наличие латеритных бокситопроявлений, связанных с корой выветривания габбро.

---

Рис. 4. Схематическая геолого-литологическая карта домелового (палеозойского) фундамента и бокситоносных отложений северной части Центрально-Тургайского района.

*1* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *2* — контуры бокситоносных отложений альб-сеноманского возраста; *3* — алевролиты, песчаники, аргиллиты и пласты бурых углей нижне-среднеюрского возраста; *4* — базальты и долериты (с прослоями аргиллитов и алевролитов) нижне-среднетриасового возраста; *5* — липариты нижне-среднетриасового возраста; *6* — песчаники и конгломераты верхнего палеозоя; *7* — переслаивание известняков с аргиллитами и алевролитами визейского и намюрского возраста; *8* — метаморфические сланцы нижнего палеозоя; *9* — граниты; *10* — тектонические нарушения

Палеозойский фундамент района сложен преимущественно докембрийскими гнейсами и кристаллическими сланцами, которые прорваны интрузиями гранитов. В узких меридиональных углублениях докембрийского основания залегают метаморфические породы нижнего палеозоя, эффузивные породы девона и нижнекаменноугольные отложения.

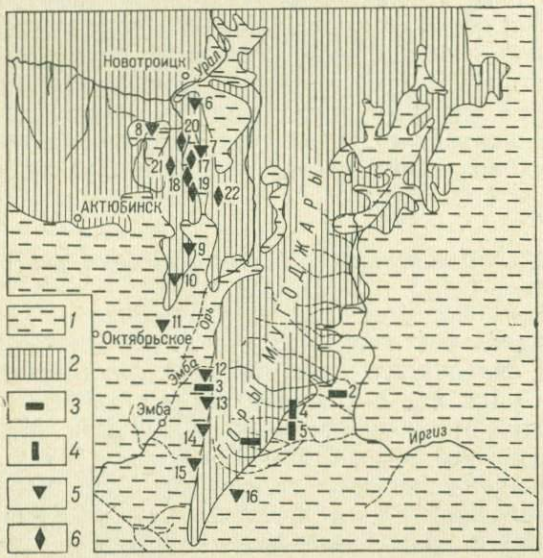



Рис. 5. Схема расположения месторождений и бокситопроявлений Мугоджарского бокситоносного района.

*1* — рыхлые мезо-кайнозойские отложения платформенного чехла, *2* — обнаженный складчатый палеозойский фундамент. Бокситовые месторождения (номера на схеме): *3* — котловинного (пластообразного) типа (1 — Актогайское, 2 — Кировское, 3 — Соркульское); *4* — контактово-карстового типа (4 — Талдык-Ащесайское, 5 — Каиндинское); *5* — бокситопроявления карстового типа (6 — Кызылсайское, 7 — Сугильсайское, 8 — Егендысайское, 9 — Матвеевское, 10 — Улентинское, 11 — Аксуйское, 12 — Каракольское, 13 — Ащисайское, 14 — Аулие, 15 — Мугоджарское, 16 — Жаганинское); *6* — бокситопроявления латеритного типа (17 — Восточно-Кемпирсайское, 18 — Ново-Батамшинское, 19 — Промежуточное, 20 — Ново-Барановское, 21 — Ново-Тайкеткенское, 22 — Кредиковское)

Образования докембрия представлены различными глубоко метаморфизованными и перекристаллизованными породами: амфиболовыми, биотитовыми и плагиоклазовыми гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболовыми микросланцами, переслаивающимися с графитистыми полосчатыми кварцитами.

Нижнепалеозойские образования сложены кристаллическими сланцами, залегающими в грабен-синклиналях. К силуру относится толща основных эффузивов диабазо-спилитового состава, широко развитых в пределах Мугоджарских гор.

В основании разреза нижне-среднедевонских отложений широко развиты альбитофиры, кератофиры и дацитовые порфири-

ты с редкими прослоями туфов. Вверх по разрезу появляется вулканогенно-кластический материал, в результате чего эффузивы постепенно переходят в туфоконгломераты. Верхняя часть девонских отложений полностью сложена туфоагломератами и туфобрекчиями с прослоями туфов и кремнистых сланцев, на которых несогласно залегают известняки карбона.

Отложения турнейского яруса образуют полосы, вытянутые в меридиональном направлении, и представлены глинисто-кремнистыми, серицит-глинистыми, углисто-глинистыми и глинистыми сланцами, а также песчаниками и алевролитами с прослоями туфопесчаников и туфов основных и кислых эффузивов.

Визе-намюрские отложения образуют полосы сильно окремненных известняков до 2 км шириной, вытянутых в меридиональном направлении. К одной из таких полос приурочены Талдык-Ащесайское и Каиндинское месторождения.

Интрузивные образования представлены разнообразными породами от кислого до основного состава. Размеры интрузивных тел обычно не велики, за исключением Кемпирсайского массива ультраосновных пород. В большинстве это пластовые интрузии, залегающие согласно с вмещающими породами, реже — небольшие секущие тела и дайки.

В районе широко развиты образования коры выветривания предположительно верхнетриасового, юрского, нижне- и верхнемелового возраста. Состоят они главным образом из глинистых образований, которые на Кемпирсайском и Кредиковском участках в верхней части постепенно переходят в высокосортные латеритные бокситы с сохранившейся структурой исходных пород.

На коре выветривания или на невыветрелых породах складчатого фундамента залегают континентальные отложения верхнего триаса, юры, нижнего мела и морские образования верхнего мела и палеогена. Отложения верхнетриасового возраста, широко развитые в Орской депрессии, сложены пестрыми пятнистыми глинами, песчаниками и алевролитами, в нижней части которых встречаются линзы сидеритовых алюможелезняков бобовой структуры.

Нижне-среднеюрские угленосные песчано-глинистые отложения развиты в Орской депрессии и в южной части Берчегурской мульды. Континентальные и частично морские отложения неокома установлены также в Берчегурской мульде и к западу от гор Мугоджар. Они представлены пестрыми карбонатными глинами с прослоями алевролитов и известняков. Континентальные отложения альба и сеномана широко распространены на западном и восточном склонах Мугоджар. К ним приурочены линзы и пласты бокситов и бобовых пород каолинит-гиббситового состава.

Меловые бокситоносные осадки приурочены к полосе развития известняков и доломитов нижнекаменноугольного возраста, а также к метаморфическим сланцам нижнего палеозоя. Бокси-

тоносные осадки в районе развиты сравнительно широко. Они залегают на неровной размытой поверхности палеозойского фундамента или на древней коре выветривания, перекрываются морскими осадками мела и палеогена различной мощности (30—120 м). Абсолютные отметки подошвы бокситоносных отложений колеблются от +20 до +40 м на востоке района и от +100 до +120 м в западных его частях. Мощность меловых пород изменяется от 1—2 до 80 м.

В основании нижне-среднеальбских отложений залегают разные зернистые пески с гравием и галькой кварцевых и кремнистых пород, с жеодами бурого железняка и прослоями белых слюдистых глин. Выше расположены глины темно-серые, черные, с углистым детритом и прослоями лигнита. Мощность углистых глин 0—32 м. На углистых глинах лежит горизонт пестрых глин с прослоями тонкозернистого песка и алевритов, мощность его 52 м.

Верхнюю часть разреза составляют бокситоносные отложения, представленные каолиновыми глинами красного цвета с алюможелезистыми бобовинами с прослоями и линзами бокситов. Общая мощность бокситоносного горизонта 57 м. Выше на нижнеальбские отложения с размывом ложатся верхнеальбские, представленные темно-серыми и черными углистыми глинами с прослоями глинистых песков. Мощность верхнеальбских отложений 15—20 м.

На континентальных бокситоносных отложениях располагаются морские осадки турона, маастрихта, верхнего эоцена (саксаульская свита), нерасчлененные верхнеплиоцен-нижнечетвертичные и четвертичные отложения общей мощностью до 200 м.

### *Центрально-Казахстанская бокситоносная провинция*

Центрально-Казахстанская провинция охватывает огромную территорию Казахской складчатой области. В пределах этой провинции широко развиты месторождения платформенного типа и проявления бокситов преимущественно палеоцен-эоценового возраста, которые сконцентрированы в трех бокситоносных районах: Амангельдинском, Целиноградском и Экибастузском. Первый из них имеет промышленное значение, в настоящее время месторождения этого района эксплуатируются. Амангельдинский район можно отнести и к Тургайской провинции, так как он расположен в крайней западной части Центрального Казахстана — на восточном обрамлении Тургайского прогиба.

На территории Центрально-Казахстанской провинции наиболее распространены месторождения карстового типа, а наиболее значительными являются контактово-карстово-котловинные месторождения, развитые в Амангельдинском бокситоносном районе. Месторождения этой обширной по площади про-

винции формировались в условиях переменного континентального режима, существовавшего здесь с нижнего триаса.

В последние годы в Целиноградском бокситоносном районе установлено наличие бокситопроявлений геосинклинального типа (Таскольское), которые относятся к верхнекарадокскому возрасту ордовикской системы. В восточной части этой провинции в пределах Чингизского антиклинория, в Майкаинском районе, Северо-Западном Прибалхашье и других районах установлен ряд участков, перспективных на выявление месторождений геосинклинального типа среди рифогенных известняков верхнего ордовика, нижнего силура и девона.

Таскольское рудопроявление диаспоровых бокситов расположено среди мраморизованных известняков верхнеордовикского возраста («Таскольское рудопроявление...», 1971). Оно приурочено к рифогенным известнякам ордовика и представляет собой микрокарстовые включения диаспоровых бокситов, диаспор-каолинитовых аллитов, примесь диаспорового материала в терригенной составляющей известняков или в прослоях аргиллитов среди последних. Генетически диаспорсодержащие породы являются продуктами размыва и переотложения латеритных покровов или бокситовых месторождений.

Рудопроявления высокоглинистых пород и аллитов среди известняков ордовикского и силурийского возраста в последние годы выявлены в Майкаинском районе на Керегетасском месторождении известняков и в Северо-Западном Прибалхашье на Дюсеньском и Қызылэспенском участках, где содержание диаспора достигает 18%.

Признаки диаспоровой минерализации были установлены также в верхних горизонтах известняков фаменского яруса в Северо-Западном Причингизье (Муржикская мульда) и в юго-восточной части Джаильминской мульды. В северо-западной части Чингизского антиклинория проявление бокситовых пород приурочено к горизонту марганцевых руд Муржикского месторождения. Горизонт этот располагается в нижней части терригенно-карбонатных отложений фаменского яруса. Для марганценосного горизонта этого месторождения, представленного чередованием полосчатых марганцевых руд и мелкокристаллических розовато-серых, реже темно-серых битуминозных известняков, характерна постоянная примесь диаспора в количестве 6,0—8,5% в рудах и 5,0—6,5% в прослоях известняков, устанавливаемая путем пересчета результатов химического анализа на минеральный состав, также рентгеноструктурным методом. Кремневый модуль этих пород составляет 1,3—3,9 при максимальном содержании глинозема 22,9%. Диаспороносные породы образовывались за счет размыва латеритных кор выветривания, реликты которых устанавливаются под рудоносным горизонтом. Диаспоровая минерализация (до 2%) выявлена также О. И. Бентом в фаменских известняках Жаильминской мульды.

Следовательно, процессы бокситообразования в нижнем палеозое на территории Центрально-Казахстанской провинции протекали на значительных площадях. Этому способствовали благоприятный относительно спокойный тектонический режим в областях сноса и прибрежных зонах морской седиментации, наличие мощных толщ карбонатных пород и внутриформационных перерывов в накоплении последних, благоприятный литолого-петрографический состав пород, слагающих области древней суши, и развитие кор выветривания по ним, жаркий влажный климат и др. (Бент, 1970; Ясюнас, 1973).

## Амангельдинский бокситоносный район

Амангельдинский район расположен на восточном обрамлении Тургайского прогиба в пределах западной окраины Казахской складчатой страны, на северо-восточном крыле Улутавского антиклинория. Поисковые и разведочные работы и изучение месторождений Амангельдинского района проводили Н. А. Бегадилов, С. И. Бенесловский, А. Н. Волков, М. А. Кадурина, М. А. Кальменев, Г. Р. Кирпаль, Н. А. Лисицына, Ф. Г. Пасова, М. В. Пастухова, В. Н. Разумова, В. А. Самойлова, Б. А. Тюрин, В. А. Хацкевич, П. С. Чурин и многие другие.

В геологическом строении района и месторождений принимают участие породы докембрия, палеозоя и мезо-кайнозоя. Палеозойский складчатый фундамент сложен дислоцированными метаморфическими, изверженными и осадочными породами докембрия и палеозоя. На неровной поверхности складчатого фундамента горизонтально залегает толща мезо-кайнозойских отложений, представленных континентальными песчано-глинистыми образованиями.

Среди пород фундамента выделяют наиболее древние метаморфические породы докембрия — кристаллические кварцитовые сланцы, гнейсы, кварциты и протерозойские гранитоиды, слагающие ядро Улутавского антиклинория. На них залегают отложения нижнего кембрия, представленные основными эффузивами, их туфами и кремнистыми сланцами. Все эти образования прорваны гранитоидными интрузиями каледонского магматического цикла (Кальменев, 1958).

На размытой поверхности додевонских отложений трансгрессивно залегают песчано-глинистые отложения среднего и низов верхнего девона. Они представлены в нижней части конгломератами, которые фациально сменяются аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, выше залегают красноцветные песчано-глинистые и гидрослюдистые сланцы и аргиллиты, которые относятся к франскому ярусу. На последних согласно расположены фаменские отложения, в нижней части сложенные алевролитами и аргиллитами, перекрывающиеся мощной толщей

карбонатных отложений — доломитами, доломитизированными известняками и известняками.

Фаменские известняки постепенно, без перерыва сменяются нижнекаменноугольными отложениями, представленными глинистыми и доломитизированными известняками нижнего турне; выше трансгрессивно залегают кремнистые известняки и мергели верхнего турне. Отложениями франского, фаменского и турнейского ярусов сложено центральное рудное поле Амангельдинского бокситоносного района. Аргиллиты, алевролиты и глинистые сланцы франского яруса служили источником бокситообразующих компонентов, а известняки фамена и турне создавали отрицательные формы рельефа для накопления бокситоносных осадков.

Визейские отложения представлены в основном аргиллитами и песчаниками, в подчиненном количестве известняками. Заканчивается разрез палеозоя отложениями намюра, состоящими из сероцветных песчаников, алевролитов и частично глинистых известняков.

Мезо-кайнозойские породы представлены в нижней части корой выветривания палеозойских пород различного литологического состава. На коре выветривания залегает аркалыкская бокситоносная свита, сложенная пестроокрашенными и бокситовыми глинами, каменистыми, рыхлыми, сухаристыми и глинистыми бокситами, а также гиббситосодержащими каолиновыми высокосортными огнеупорными глинами. Возраст бокситоносных осадков по данным многочисленных спорово-пыльцевых спектров определяется как палеоцен-нижнеэоценовый.

Бокситоносные отложения перекрыты маломощными крупнозернистыми кварцевыми песками и слабо сцементированными песчаниками чаграйской свиты, пестроокрашенными тонкодисперсными глинами наурзумской свиты, плотными гипсоносными монтмориллонитовыми глинами аральской свиты и красно-бурыми суглинками с известковыми и гипсовыми конкрециями жиландинской свиты. Разрез мезо-кайнозоя заканчивается четвертичными суглинками и супесями. Мощность покровных отложений изменяется от 2—3 до 150 м.

Промышленные залежи бокситов Амангельдинского района относятся в большинстве случаев к контактово-карстово-котловинному типу и лишь небольшая часть залежей — к карстовому типу.

Залежи бокситов обычно приурочены к краевым частям дорудных котловин, образовавшихся на площадях развития карбонатных пород. Рудные залежи располагаются на склонах этих депрессий, на контакте алюмосиликатных пород с карбонатными. Между бокситоносными отложениями и скальными породами палеозойского фундамента обычно залегают глины коры выветривания. Нижние горизонты некоторых залежей месторождения приурочены к линейно-вытянутым вдоль структур

палеозойского дорудного фундамента долинообразным эрозионно-карстовым депрессиям.

В генетическом отношении рудные залежи бокситов представляют собой тонкодисперсные отложения, образовавшиеся в первую стадию в небольших по размерам приконтактовых древних карстовых депрессиях, заполненных озерами и болотами, а во вторую стадию — в обширных карстовых водоемах.

Рудные залежи и бокситоносные участки Амангельдинского района сконцентрированы в пяти бокситоносных зонах или месторождениях, которые приурочены к контакту алюмосиликатных (песчано-глинистых) пород франского яруса и карбонатных пород (известняков и доломитов) фамена. Три бокситоносные зоны — Верхне-Ашутская, Нижне-Ашутская и Актасская — вытянуты в субмеридиональном направлении, Аркалыкская имеет овальную форму, а Уштобинская зона вытянута в широтном направлении. Каждая из зон образует, как правило, самостоятельное месторождение; Верхне-Ашутская зона состоит из двух месторождений — Северного и Верхне-Ашутского.

## Целиноградский бокситоносный район

Целиноградский бокситоносный район расположен в северо-восточной части Тенизской впадины. В его пределах известно более 50 мелких месторождений и рудопроявлений гиббситовых бокситов мел-палеогенового возраста; наиболее крупными из них являются Майбалыкское, Кайнарлинское, Семеновское, Софиевское и Суворовское. Бокситопроявления в большинстве случаев представляют собой скопление глыб, обломков и бобовин каменистых и рыхлых гиббситовых бокситов среди олигоценовых и палеогеновых глин и четвертичных суглинков. Они располагаются на площадях развития древних сланцев и являются продуктами разрушения ранее существовавших здесь первичных рудных тел.

Первое рудопроявление бокситов в районе выявлено Г. И. Водорезовым в 1930 г., в 1955 г. Б. А. Салиным открыто Майбалыкское месторождение. Позднее были открыты Суворовское (1967 г.), Кайнарлинское (1970 г.), Семеновское (1972 г.) месторождения.

Геологические исследования и поиски бокситов в Целиноградском районе проводили Г. И. Водорезов (1930 г.), Г. П. Романов (1936 г.), А. Н. Неелов (1947 г.), В. Н. Красильников и Я. М. Фейгин (1943 г.), Б. А. Салин, Е. В. Дружинин и А. М. Мельников (1951—1955 гг.), Ю. Ж. Бахтеев (1967—1970 гг.), Д. Д. Пономарев (1943 г.).

Район характеризуется двухъярусным геологическим строением Нижний структурный ярус — палеозойский дислоцирован-

ный фундамент — сложен эффузивно-осадочными породами кембрия и ордовика, эффузивные образованиями нижнего и среднего девона, красноцветными терригенными породами верхнего девона (франский ярус), карбонатными породами фаменского и турнейского ярусов и средне-верхнекаменноугольными терригенными образованиями.

Среди палеозойского фундамента наиболее благоприятным субстратом для карстообразования и бокситонакопления являются ордовикский и фамен-турнейский горизонты известняков. Первый из них представлен тонкокристаллическими мраморизованными рифогенными известняками. Среди фамен-турнейского горизонта преобладают слоистые, реже массивные и крупнокристаллические известняки. Во время бокситообразования на площадях развития карбонатных пород происходило образование карстовых депрессий и отдельных карстовых воронок, в которых накапливались бокситоносные осадки и формировались бокситовые залежи.

Дислоцированный палеозойский фундамент на большей части района перекрыт горизонтально залегающими рыхлыми мезокайнозойскими отложениями общей мощностью 20—50 м, а в глубоких карстовых воронках — до 250 м. Они представлены в нижней части бокситоносными отложениями, приуроченными к карстовым депрессиям и воронкам, которые перекрыты рыхлыми песчано-глинистыми отложениями чаграйской свиты (верхний олигоцен), аральской (нижний — средний миоцен) и павлодарской (верхний миоцен — нижний плиоцен) свит и четвертичными образованиями. Перекрывающие бокситы отложения выполняют отдельные эрозионные депрессии в рельефе палеозойского фундамента или образуют покровы на отдельных территориях.

В основании платформенного чехла под покровом мезо-кайнозойских отложений или на площадях выхода палеозойских пород на дневную поверхность широко развиты коры выветривания, представленные глинисто-дресвяными образованиями иногда с сохранившейся структурой материнских пород. Наибольшая мощность коры выветривания установлена на контакте глинистых сланцев с карбонатными породами.

Бокситоносные отложения и залежи бокситов преимущественно карстового типа выполняют отдельные изолированные карстовые воронки (Софиевское месторождение) или удлиненные эрозионно-карстовые депрессии (Майбалыкское месторождение), которые располагаются на площадях развития карбонатных пород силура и верхнего девона.

Среди бокситоносных отложений выделяют подрудную, рудную и надрудную толщи. Первая из них сложена пестроокрашенными, серыми и темно-серыми песчанистыми каолинит-гидрослюдистыми глинами, иногда с обломками лигнита. Рудная толща представлена пестроцветными глинами преимущественно

каолинитового состава, аллитами, глинистыми, рыхлыми и каменистыми бокситами гиббситового типа, иногда с обломками углефицированной древесины. Надрудная толща образована пестроцветными каолинитовыми глинами с прослоями аллитов в нижней части. На основании спорово-пыльцевых комплексов, выделенных из бокситоносных отложений Майбалыкского, Софиевского и Кайнарлинского месторождений Т. В. Погодаевой и З. К. Понамаренко, они отнесены к верхнемеловому — палеогеновому возрасту.

Месторождения Целиноградского района обычно состоят из одной или нескольких залежей бокситов. Наиболее крупным в районе является Майбалыкское месторождение, состоящее из семи залежей бокситов, расположенных на глубине 10—50 м и характеризующихся средним качеством.

В последние годы в непосредственной близости от Майбалыкского месторождения выявлено Таскольское рудопроявление бокситов геосинклинального типа. Оно представляет собой пласт бокситово-известняковой брекчии мощностью 0,7—1,5 м, который прослежен на протяжении более 3 км и на глубину 300 м.

### Экибастузский бокситоносный район

Экибастузский район расположен в зоне сочленения Казахской складчатой страны и Западно-Сибирской эпипалеозойской платформы, что обусловливает его двухъярусное геологическое строение. Нижний ярус сложен дислоцированными породами верхнего рифея и палеозоя, верхний — полого залегающими на них отложениями мезозоя и кайнозоя. В юго-западной части района палеозойский фундамент выходит на дневную поверхность или залегает вблизи нее, а в северо-восточной он погружается на глубину 300—400 м. Зона погружения палеозойского фундамента имеет ступенчатое строение и располагается в краевой части юго-западного борта Прииртышской депрессии.

Палеозойский дислоцированный фундамент сложен вулканогенно-осадочными породами верхнего рифея, кембрия, ордовика, нижнего и среднего девона; терригенно-карбонатными породами верхнего девона и нижнего карбона; преимущественно терригенными угленосными осадками среднего — верхнего карбона и перми; эффузивными породами нижнего триаса.

Породы фундамента прорваны интрузивными образованиями ордовикского, каменноугольного и пермо-триасового возраста. Среди пород дислоцированного палеозойского фундамента установлено наличие линз и прослоев рифогенных, скрыто- и крупнокристаллических известняков среднего и верхнего ордовика, фаменского, турнейского, визейского и намюрского ярусов. Они образуют полосы шириной до 2 км и длиной до 25 км и играют большую роль при формировании дорудного карстового рельефа, в пределах которого происходила локализация бокситонос-

ных отложений и бокситовых залежей. Особенно благоприятны для карстообразования чистые разности известняков среднего и верхнего ордовика.

Бокситоносные осадки приурочены к многочисленным мелким карстовым воронкам, которых насчитывается в районе более 100. Кроме того, в северо-восточной части района в отложениях платформенного чехла выявлено бокситопроявление пластообразного типа, залегающее среди отложений верхнего мела.

Покровные образования мезозоя и кайнозоя не повсеместно перекрывают палеозойский дислоцированный фундамент, в северо-восточной части района их мощность изменяется от нескольких до 150—200 м. В основании мезо-кайнозойских отложений располагается кора выветривания палеозойских пород, которая имеет широкое развитие.

На коре выветривания и породах фундамента залегают песчано-глинистые континентальные и морские мезо-кайнозойские отложения киялинской (готерив — баррем), леньковской (альб — сеноман), майсорской (сеноман), кузнецовской (турон), ипатовской (коньяк — сантон), славгородской (кампан), ганькинской (маастрихт — дат), жалаулинской (дат — палеоцен), талицкой (палеоцен), люминворской (эоцен), чеганской (эоцен—олигоцен), алтымской, новомихайловской, журавлевской, абрасимовской и чаграйской свит (олигоцен).

Экибастузский район характеризуется широким распространением мелких карстовых воронок, приуроченных к площадям развития карбонатных пород кембрийского, ордовикского и фамен-турнейского возраста. Полосы развития карбонатных пород палеозойского дорудного фундамента и бокситоносные отложения перекрыты толщей палеогеновых осадков.

Карстовые воронки имеют небольшие размеры, изометричную в плане форму и часто выполнены глинистыми отложениями, не содержащими рудных залежей кондиционных бокситов. Только одиннадцать карстовых воронок из ста выполнены кондиционными бокситами. Размеры эрозионно-карстовых депрессий изменяются по длине от 160 до 300 м, по ширине — от 65 до 200 м. Мощность продуктивного горизонта 10—150 м. Содержание глинозема в бокситах 31—46%, кремнезема 4—10%, кремневый модуль 4—11.

К настоящему времени в Экибастузском районе известно три мелких карстовых месторождения бокситов — Майсорское, Таскенбулакское и Ащикудукское. Кроме того, в пределах района выявлены бокситопроявления пластообразного типа, которые залегают среди пестроцветных глин леньковской свиты (Б. Е. Антипко, 1957 г.; Долгополов, 1973). Это Лебяжинское, Саргамысское и другие бокситопроявления, представляющие собой маломощные линзы (до 6 м) пестроокрашенных бокситовых глин с бобовой структурой и содержанием свободного глинозема до 20%.

В пределах Экибастуз-Баянаульского гипербазитового пояса на Адильбекском, Жаманбукомбайском и других участках установлено наличие бокситопроявлений латеритного типа, связанных с охристо-нонтронитовыми корами выветривания, развитых по серпентинитам (Д. Д. Пономарев). Содержание гиббсита в охрах, по данным пересчета химических анализов на минеральный состав, составляет 5—25%.

Карстовые, пластообразные и латеритные месторождения и рудопроявления бокситов Экибастузского района в связи с небольшими размерами и незначительными запасами промышленного значения не имеют.

### *Причимкентский бокситоносный район*

Причикментский район приурочен к впадине, которая ограничена на востоке отрогами трех сходящихся хребтов Тянь-Шаня (Каратау, Таласского Алатау и Урамского) и открыта на запад, к долине р. Сырдарьи. В пределах района расположены ряд мелких месторождений и бокситопроявлений: Караунгурское, Мансуратинское, Уртабасское, Фогелевское, Богонале, Первомайское, Майкситское и др. Однако промышленных месторождений в этом районе пока не выявлено. Поиски и изучение бокситов в Причимкентском районе проводили А. Н. Криворотенко, О. А. Федоренко, Е. А. Никитин и др.

В тектоническом отношении Причимкентский район относится к области подвижных участков платформы. Палеозойский складчатый фундамент сложен отложениями фаменского, турнейского, визейского и намюрского ярусов среднего карбона и эффузивно-осадочными образованиями перми. В ряде случаев осадочные породы фундамента прорваны небольшими интрузиями гранитов и граносиенитов.

Отложения фамена представлены серыми и темно-серыми, часто битуминозными скрытокристаллическими массивными известняками. Вблизи контакта с интрузивными телами известняки светло-серые, мраморовидные, участками крупнокристаллические. Образования турнейского яруса широко развиты в районе преимущественно в виде известняков.

Визейские отложения распространены довольно широко и встречены почти на всех бокситоносных участках. Это известняки розовато-серые и темно-серые, массивные, иногда плитчатые и тонкослоистые, с редкими прослоями известковистых песчаников. Песчаники серые и розовато-серые, грубо-среднезернистые, полимиктовые, карбонатные. Отложения намюра сложены песчаниками, алевролитами, туфами, лавами, а также конгломератами; встречаются туфоконгломераты и косослоистые песчаники.

Среднекаменноугольные отложения представлены в нижней части красновато-темно-серыми и лиловыми массивными извест-

няками, которые вверх по разрезу сменяются серовато-темно-красными крупнозернистыми туфопесчаниками и массивными темно-красными известняками. Верхняя часть разреза сложена гравелитами, грубо- и мелкозернистыми песчаниками.

Отложения нижней перми сложены лавами и туфами андезитового состава. Реже встречаются горизонты более основных (базальтовых) порфиритов. В основании толщи фиксируются конгломераты с галькой подстилающих пород.

Породы палеозойского фундамента собраны в изоклинальные складки первого и более высоких порядков с углами падения от 40 до 80°. Простирание структур в основном северо-восточное с переходом к северо-западному и реже к широтному.

Верхний структурный этаж — платформенный чехол широко развит в районе и сложен образованиями коры выветривания и слабо дислоцированными осадками мезо-кайнозоя. Среди них выделяются отложения средней — верхней юры (мансуратинская свита), нижнего и верхнего мела, палеогена, неогена и четвертичные образования.

Кора выветривания развита на многих породах палеозойского фундамента, состав ее зависит от материнских пород. Часто она имеет маршаллитовый состав и встречена под юрскими угленосными осадками Ленгерского буроугольного месторождения.

Бокситоносные отложения мансуратинской свиты (средняя — верхняя юра) располагаются в основании платформенного чехла и залегают на различных горизонтах палеозойского складчатого фундамента или на их коре выветривания. Они представлены в нижней части бокситоподобными породами, а также бокситами, аллитами и сиалитами. В верхней части отложений залегают аргиллиты, алевролиты, грубо- и среднезернистые песчаники (рис. 6).

Меловые отложения сложены континентальными и смешанными континентально-морскими преимущественно песчано-глинистыми отложениями аптского, альбского, сеноманского, туронского, сенонского и датского ярусов. Выше залегают палеоценовые, эоценовые, олигоценовые, миоценовые и неогеновые отложения и четвертичные образования. Общая мощность покровного чехла изменяется от нескольких метров до 1000 м.

Все известные в Причимкентском районе бокситопроявления связаны с отложениями мансуратинской свиты.

## ЭТАПЫ БОКСИТООБРАЗОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БОКСИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эффективность поисковых и геологоразведочных работ на бокситы в большой степени зависит от правильного определения возраста и стратиграфического положения бокситоносных горизонтов, т. е. установления для региона определенного этапа бокситонакопления. Образование бокситов на протяжении геологи-

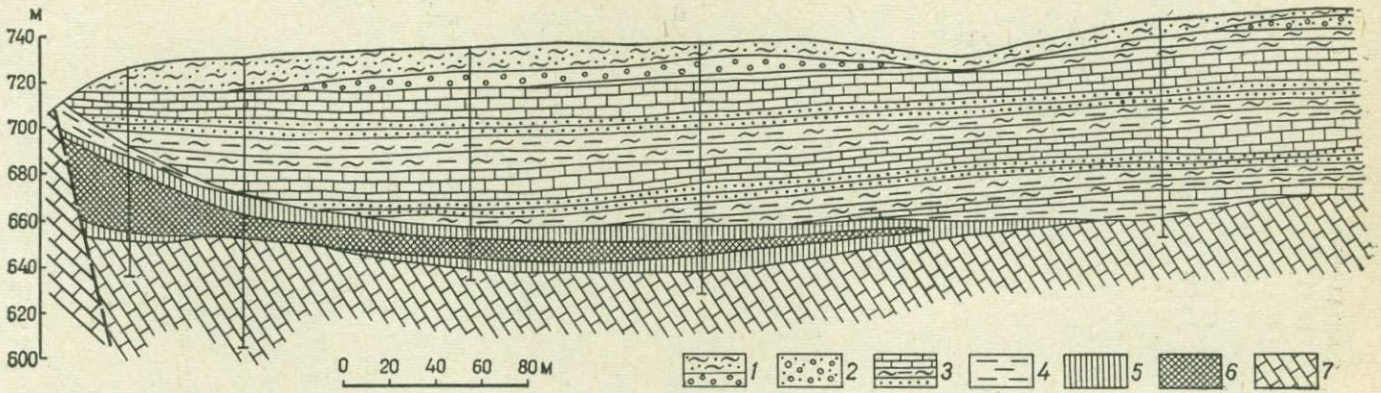



Рис. 6. Геологический разрез по Караунгурскому месторождению. По К. Н. Криворотенко.

*1* — суглинки лёссовидные с галькой в основании слоя (четвертичные отложения); *2* — конгломераты (верхний готерив); *3* — известняки, мергелистые глины, известковистые песчаники (верхняя юра — валанжин); *4—6* — отложения мансуратинской свиты: *4* — глины аргиллитоподобные, часто тонкослоистые, *5* — аллиты каменистые, железистые, обломочно-бобовой текстуры, *6* — бокситы каменистые, железистые, обломочно-бобовой текстуры; *7* — известняки серые, темно-серые, массивные (турнейский ярус)

ческой истории земной коры происходило пульсационно и прогрессивно от более древних к более молодым отложениям (Кирпаль, Теняков, 1974). Это объясняется увеличением на поверхности земли площадей с благоприятными для бокситообразования палеогеографическими и палеоклиматическими условиями.

Различные типы бокситовых месторождений также образовывались неравномерно: в одни эпохи накапливались преимущественно геосинклинальные бокситы в прибрежно-морских условиях, в другие эпохи — главным образом латеритные и осадочные месторождения в пределах платформенных областей. Эпохи с благоприятными для образования и сохранения бокситов климатическими, палеогеографическими и палеотектоническими обстановками неоднократно повторялись в истории планеты.

Рудные этапы бокситонакопления представляют собой более или менее длительные промежутки времени, в течение которых на определенной территории на значительных площадях возникали благоприятные сочетания палеогеографических, геохимических, геоморфологических и других факторов бокситообразования, приводящих к формированию промышленных месторождений бокситов. Многолетние изучения месторождений и рудопроявлений бокситов показывают, что на территории Казахстана установлено несколько этапов (стратиграфических уровней) бокситообразования: позднеордовикский, позднедевонский, раннекаменноугольный, позднетриасовый, средне-позднеюрский, альбский, позднеальбский — раннетуронский, турон-сантонский и палеоцен-эоценовый (табл. 2). Этапы в большинстве случаев являются частью региональных или глобальных эпох бокситообразования.

Указанные этапы в Казахстане проявились в различных районах и имели неодинаковую продолжительность и интенсивность бокситообразования (Кирпаль, $1964_2$).

### Позднеордовикский этап

В восточной части Тенизской мульды Центрально-Казахстанской бокситоносной провинции на Таскольском участке в 1970 г. среди мраморизованных известняков верхнего ордовика выявлен пласт бокситовой брекчии, который прослежен на протяжении более 3 км и на глубину до 300 м. В одной из проб, отобранной из бокситовой брекчии, содержалось (в %): 46,3 $Al_2O_3$, 4,6 $SiO_2$, 10,5 $Fe_2O_3$, 1,0 $TiO_2$ и 1,7 CaO. Основная масса бокситовой брекчии состоит из диаспора, каолинита и известняка. Бокситы на этом стратиграфическом уровне для территории СССР (а возможно и мира) установлены впервые.

Кроме этого, в Центральном Казахстане на многих участках установлено наличие рифогенных известняков верхнеордовикского и нижнесилурийского возраста. Это свидетельствует о значи-

Таблица 2

**Размещение месторождений бокситов по этапам бокситообразования**

| Этапы бокситообразования | Бокситоносный район | Месторождения и рудопроявления бокситов |
|---|---|---|
| Палеоцен-эоценовый | Амангельдинский | Аркалыкское, Северное, Верхне-Ашутское, Нижне-Ашутское и Уштобинское месторождения |
| | Целиноградский | Майбалыкское, Софиевское, Кайнарлинское месторождения и многочисленные бокситопроявления |
| | Экибастузский | Майсорское, Таскенбулакское, Ащикудукское бокситопроявления |
| Турон-сантонский | Западно-Тургайский | Краснооктябрьское, Белинское, Аятское, Темирское, Северо- и Южно-Ливановские, Покровское и другие месторождения |
| Позднеальбский—раннетуронский | Центрально-Тургайский | Наурзумское, Кушмурунское, Приозерное и Западно-Убаганское месторождения |
| | Экибастузский | Саргамысское, Лебяжинское и другие бокситопроявления |
| Альбский | Мугоджарский | Актогайское, Соркульское, Кировское, Талдык-Ащесайское и Каиндинское месторождения; Ново-Бурановское, Восточно-Кемпирсайское и другие бокситопроявления |
| Средне-позднеюрский | Причимкентский | Караунгурское, Мансуратинское, Уртабасское, Фогелевское, Первомайское и другие бокситопроявления |
| Позднетриасовый | Мугоджарский | Кредиковское, Ишкинское, Купинское и другие бокситопроявления |
| Раннекаменноугольный | — | Экибастузский, Карагандинский угленосные бассейны |
| Позднедевонский | — | Кызылдарское, Муржикское и другие бокситопроявления |
| Позднеордовикский | Целиноградский | Таскольское и другие бокситопроявления |

тельной перспективе этого региона для выявления месторождений бокситов геосинклинального типа среди отложений ордовика и силура палеозойского складчатого фундамента.

### Позднедевонский этап

Позднедевонский этап бокситообразования на территории СССР интенсивно проявился в пределах западного склона Ура-

ла и на Среднем Тимане. В этих районах к настоящему времени разведаны крупные месторождения бокситовых руд.

Бокситопроявление Кызылдарское верхнедевонского возраста в Казахстане впервые установлено в 1947 г. Н. А. Северюгиным на востоке Баянаульского района. Здесь в верхней части карбонатно-кремнистой толщи живет-франского возраста известно пять пластов гидрогётитовых руд, а в нижней части ее установлено наличие свободного глинозема (до 5—8%).

Диаспоровая минерализация известна также в известняках фаменского яруса в северо-западной части Чингизского антиклинория в пределах Муржикского месторождения марганцевых руд и в юго-восточной части Джаильминской мульды. На Муржикском месторождении наблюдается чередование полосчатых марганцевых руд и мелкокристаллических битуминозных известняков с содержанием диаспора 5—8%.

### Раннекаменноугольный этап

В раннекаменноугольный этап на территории нашей страны происходило наиболее интенсивное бокситообразование. Оно охватило краевые и центральную части древней Русской платформы, где бокситоносные формации в виде полос до нескольких десятков километров длины окаймляют материковые возвышенности. Эта эпоха характеризуется образованием крупных осадочных и латеритных месторождений.

В Казахстане этот этап проявился в южной части Бетпак-Далы, где на кислых эффузивах девона установлены латеритные коры выветривания, перекрывающиеся угленосной толщей нижнего визе. Признаки бокситоносности установлены также в угленосных отложениях нижнего карбона Центрального Казахстана (Бент, Скорина, 1973).

В Экибастузском и Карагандинском угленосных бассейнах, а также в пределах Тениз-Коржункульского месторождения, в Богенбайской и Акжарской мульдах установлены продукты химического выветривания типа флинтклей, образование которого происходило во время визейского угленакопления. Продукты химического выветривания в виде плотных глинистых образований накапливались в краевых частях впадин в заболоченных равнинах и торфяниках, о чем свидетельствует высокое содержание глинозема в углях и вмещающих их породах.

В связи с этим в пределах угленосных бассейнов Центрального Казахстана могут быть встречены горизонты бокситовых пород, а возможно и бокситовые месторождения пластообразного и долинного типов на продолжении горизонтов каолинитовых глин типа флинтклей, каолинизированных песчаников и пестроцветных аргиллитов гидрослюдисто-каолинитового состава в сторону областей размыва (Бент, Скорина, 1973).

### Позднетриасовый этап

Латеритные коры выветривания и продукты их переотложения верхнетриасового возраста в последние годы установлены на Кредиковском участке, расположенном в западном борту Орской депрессии Мугоджарского бокситоносного района. Кроме того, осадочные, а возможно и латеритные, сильно железистые бокситы верхнетриасового возраста выявлены к северу от Орской депрессии в пределах Таналык-Баймакской структуры на Ишкининском, Кунинском и других бокситоносных участках на территории Оренбургской области (Гуткин, Березницкая, 1970).

В пределах Кредиковского участка (Киселев, 1973) образование латеритной коры выветривания происходило по эффузивным породам основного состава (диабазам) силура и нижнего девона. Верхняя возрастная граница коры выветривания устанавливается по песчано-глинистым отложениям мендыбайской свиты верхнего триаса, которые перекрывают образования латеритной коры выветривания.

### Средне-позднеюрский этап

Во время средне-позднеюрского этапа бокситообразование происходило в Причимкентском бокситоносном районе на территории Караунгурского, Мансуратинского, Уртабасского, Фогелевского, Белтаусского, Первомайского, Манкентского и других участков. На преобладающем большинстве этих участков происходило образование бокситопроявлений преимущественно карстового типа и только на Караунгурском и Мансуратинском участках формировались месторождения и бокситопроявления пластообразного типа.

### Альбский этап

Во время альбского этапа бокситообразование происходило в Мугоджарском районе в пределах Актогайского, Соркульского, Кировского, Талдык-Ащесайского, Каиндинского и других осадочных месторождений и многочисленных бокситопроявлений. Бокситоносные отложения альбского этапа широко развиты на восточном и особенно на западном склоне гор Мугоджар. Они представлены пестроокрашенными глинами гиббсит-каолинитового состава мощностью от 1 до 110 м. Толщи глин содержат залежи и рудные тела кондиционных бокситов.

Во время бокситообразования Мугоджарский район представлял собой низменность с многочисленными озерами, болотами и лагунами, вокруг которых поднимались небольшие возвышенности. Климат в то время был теплым и влажным, формировались месторождения карстового и пластообразного типов.

### Позднеальбский — раннетуронский этап

Во время этого этапа формировались Наурзумское, Кушмурунское, Западно-Убаганское и Приозерное месторождения бокситов, расположенные в центральной части Тургайской бокситоносной провинции. Эти месторождения находятся на участках площадного накопления континентальных бокситоносных осадков и приурочены к площадям палеозойского дорудного фундамента, сложенным алюмосиликатными породами. Рудные залежи указанных месторождений относятся, как правило, к пластообразному (линзообразному) типу и располагаются на сравнительно большой глубине.

В начале этого этапа в альбское время в приосевой части Тургайского прогиба возникла прерывистая полоса накопления континентальных бокситоносных осадков. Полоса эта представляла собой равнину, покрытую озерами и болотами, относительно узкую в центральной части прогиба и расширяющуюся к югу и северу.

На более возвышенных участках в центральной части и на западном борту Тургайского прогиба в областях развития каменноугольных карбонатных пород, а также в зонах контакта с алюмосиликатными породами и в тектонических зонах в это время образовывались карстовые и эрозионно-карстовые формы рельефа. В дальнейшем в результате переотложения продуктов коры выветривания в депрессиях накапливались пролювиально-делювиальные отложения, пестроцветные глины, формировались маломощные прослои и линзы кондиционных бокситов.

В сеномане палеогеографическая обстановка несколько изменилась в связи с наступлением с юга морской трансгрессии. В центральной части прогиба рельеф стал более выровненным, широкое развитие получили аллювиальные равнины. Климат попрежнему был жаркий и влажный. Основными источниками сноса являлись прибортовые возвышенные части Тургайского прогиба, а также отдельные гряды базальтового массива, расположенные в центральной части Тургая (Кирпаль, Хацкевич, 1971).

В позднеальбский — раннетуронский этап в Центрально-Тургайском бокситоносном районе происходило площадное накопление осадков, что привело к образованию котловинного (пластообразного) типа бокситовых месторождений, которые формировались в сравнительно крупных водоемах с пологими берегами. В обширных озерах и болотах кроме бокситов накапливались песчано-глинистые отложения, а также углистые глины с прослоями лигнитов. Площадное накопление осадков и образование пластообразного бокситоносного горизонта в альб-сеноманское время были вызваны медленным опусканием этой территории, обусловившим начало верхнемеловой трансгрессии.

Центральная и южная части Западно-Тургайского боксито-

носного района и восточный борт прогиба (Амангельдинский бокситоносный район) в это время были приподняты, происходило интенсивное образование карстового и суффозионно-карстового рельефа. Возникшие при этом провалы, карстовые воронки и обширные котловины в последующем были заполнены продуктами коры выветривания.

В сеноманское время в центральной и южной частях Западно-Тургайского бокситоносного района в этих депрессиях происходило образование подрудного горизонта, сложенного преимущественно каолинитовыми и каолинит-гидрослюдистыми пестроцветными глинами.

В последующем в туроне (западный борт прогиба) и палеоцен-эоцене (Амангельдинский бокситоносный район) в этих карстовых воронках и эрозионно-карстовых депрессиях формировались различные типы месторождений бокситов.

### Турон-сантонский этап

Во время турон-сантонского этапа образовалось большинство месторождений бокситов центральной и южной частей Западно-Тургайского бокситоносного района: Краснооктябрьское, Белинское, Аятское, Покровское, Северо-Ливановское, Таунсорское и многие другие. Преобладающее большинство бокситовых месторождений этого этапа относятся к карстовому типу, имеются также месторождения карстово-котловинного (Краснооктябрьское), контактово-карстового (Темирское) и линзообразного (Мамыркульское) типов. В этот этап образовалось около 70% запасов бокситов Тургайской провинции (Кирпаль, 1964$_1$).

В турон-сантонскую эпоху во время формирования бокситовых залежей Краснооктябрьского, Белинского и других наиболее крупных месторождений бокситов западного борта Тургайского прогиба происходило медленное опускание суши. С юга со стороны Приаралья и с севера со стороны Западно-Сибирской низменности на территорию Тургайского прогиба начала наступать верхнемеловая трансгрессия. В это время на прибрежной равнине туронского моря в областях карстового рельефа в пресноводных озерных и болотных водоемах происходило образование крупных бокситовых залежей. Источником бокситообразующих компонентов в это время служила кора выветривания, развитая на эффузивных породах средне-верхневизейского и намюрского возраста. Климат в турон-сантонскую эпоху был жарким, влажным, близким к тропическому, а рельеф в областях бокситообразования выровненным.

### Палеоцен-эоценовый этап

В Центрально-Казахстанской провинции бокситоносные осадки палеоцен-эоценового этапа тесно связаны с отложениями верхнего мела, залегающими в нижних, наиболее глубоких час-

тях карстовых воронок. Они обычно располагаются в тех же карстовых воронках, что и бокситоносные осадки верхнемелового возраста.

На территории КазССР мел-палеогеновая эпоха особенно интенсивно проявилась в западной части Центрального Казахстана, в пределах восточного обрамления Тургайского прогиба, где происходило формирование промышленных месторождений бокситов Амангельдинского бокситоносного района, а также в Целиноградском и Экибастузском районах, где сформировались месторождения преимущественно карстового типа.

Месторождения палеоцен-эоценового этапа являются самыми молодыми не только для Казахстана, но и для всей нашей страны. Возраст этих месторождений определяется как палеоцен — нижний эоцен. Они залегают на абсолютных отметках +210—+330 м. В этот этап происходило образование месторождений Амангельдинского бокситоносного района — Аркалыкского, Северного, Верхне-Ашутского, Нижне-Ашутского и Уштобинского. Бокситы этих месторождений являются наиболее качественными рудами.

Формирование месторождений бокситов в палеоцен-эоценовый этап происходило преимущественно в мелких озерных и болотных водоемах, располагающихся в изолированных карстовых воронках и карстовых депрессиях на площадях развития карбонатных пород. И только на завершающих стадиях формирование месторождений Амангельдинского района происходило в обширных континентальных водоемах с пологими склонами ложа дорудного фундамента. Образование водных бассейнов, в которых происходило накопление бокситоносных осадков этого этапа, связано с началом обширной палеогеновой трансгрессии. Климат в это время был жарким и еще более влажным по сравнению с климатом предыдущего этапа.

### *Перемещение областей бокситообразования во времени и в пространстве*

На территории Казахстана происходило перемещение областей бокситообразования как во времени, так и в пространстве; в этих областях происходило формирование различных типов бокситовых месторождений. Это было вызвано изменением климата, палеогеографической обстановки и особенностями геологического строения отдельных регионов. В позднеордовикское время в Целиноградском районе образовывались геосинклинальные месторождения пластообразного типа. В позднедевонский этап в восточной части Центрального Казахстана также могло происходить образование геосинклинальных и субплатформенных месторождений. Раннекаменноугольный этап характеризуется формированием проявлений бокситов пластообразного типа, связанных с образованием угленосных осадков на территории

Казахской складчатой страны в пределах Экибастузского, Карагандинского и других угленосных бассейнов. Эти месторождения приурочены к отложениям палеозойского складчатого фундамента.

В позднетриасовое время в пределах Кредиковского участка на западном склоне Мугоджар образовались бокситопроявления латеритного типа. В средне-позднеюрское время бокситообразование переместилось в Причимкентский бокситоносный район, где формировались месторождения бокситов преимущественно карстового и в меньшей степени пластообразного (котловинного) типов.

В альбский этап бокситообразование снова переместилось на запад и охватило всю территорию Мугоджарского бокситоносного района, где сформировались месторождения карстового и пластообразного (склонового, по Л. И. Киселеву) типов. В альбское и сеноманское время область бокситообразования сместилась к северо-востоку, в центральную часть Тургайской провинции, где формировались бокситовые месторождения преимущественно пластообразного (наурзумского) типа.

Туронский, коньякский и сантонский века ознаменовались широким развитием главным образом карстовых месторождений в пределах Западно-Тургайского бокситоносного района. Кроме того, здесь развиты месторождения карстово-котловинного типа, а также отдельные залежи контактово-карстового и пластообразного типов.

Далее в палеоцен-эоценовый этап бокситообразование сместилось на восток в пределы Центрально-Казахстанской провинции, где происходило образование месторождений контактово-карстово-котловинного типа в пределах Амангельдинского района, а также многочисленных месторождений и бокситопроявлений на территории Целиноградского и Экибастузского районов.

В позднем эоцене и олигоцене климат в пределах Казахстана резко изменился в сторону похолодания, накопление бокситоносных осадков и латеритных кор выветривания навсегда прекратилось. На территории КазССР не найдено ни одного даже небольшого бокситопроявления олигоценового или более молодого возраста.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ

Изучение закономерностей размещения и образования месторождений бокситов имеет большое практическое значение, так как на основании выявленных закономерностей проводятся поиски бокситов и составление прогнозных и металлогенических карт. Закономерности размещения бокситов являются важнейшими поисково-прогнозными критериями при поисках бокситов. Месторождения бокситов Казахстана являются месторождения-

ми закрытого типа, так как они перекрыты в большинстве случаев сравнительно мощным чехлом мезо-кайнозойских отложений.

На основании детального изучения месторождений бокситов Казахстана, анализа материалов поисков и разведки, а также исходя из особенностей геологического строения бокситоносных районов и отдельных месторождений установлен ряд закономерностей их размещения. Закономерностям размещения месторождений бокситов в нашей стране посвящены работы А. Д. Архангельского, Г. И. Бушинского, А. Н. Волкова, Ю. К. Горецкого, Л. И. Киселева, Н. А. Лисициной, Ф. Г. Пасовой, Д. Г. Сапожникова, С. Л. Спирина, Н. М. Страхова, Б. А. Тюрина и др.

Применительно к геологическим условиям и месторождениям Казахстана известные в настоящее время закономерности нуждаются в дополнении и конкретизации с учетом новых фактических материалов, полученных в последние годы. Основные закономерности в размещении и образовании месторождений бокситов Казахской ССР проявляются в стратиграфическом и гипсометрическом положении бокситоносных горизонтов, генетической и пространственной связи бокситового оруденения с литологическим составом подстилающих пород, литолого-палеогеографическими особенностями формирования бокситоносных осадков и т. д.

При характеристике различных закономерностей размещения бокситовых месторождений главное внимание уделено бокситоносным отложениям мелового и раннепалеогенового возраста, содержащим промышленные месторождения бокситов. По данным стратиграфического изучения бокситоносных разрезов и на основании палинологических исследований в пределах бокситоносных районов Казахстана выделяются несколько стратиграфических горизонтов, а следовательно, и несколько рудных этапов бокситонакопления.

Образование всех известных месторождений бокситов в меловое и раннепалеогеновое время на территории бокситоносных районов в Казахстане происходило в весьма близких палеогеографических, тектонических и геохимических условиях, однако значительную роль в их формировании играли и локальные факторы: геологическое строение и дорудный рельеф палеозойского фундамента, состав выветривающихся исходных пород, размер и морфология бассейнов бокситонакопителей, их гидродинамический режим и т. д., которые обусловили индивидуальные особенности отдельных месторождений и бокситоносных зон.

Во время этапов бокситонакопления на площадях бокситоносных районов существовала благоприятная палеогеографическая обстановка. Суша имела выровненную поверхность пенеплена с карстовым рельефом в районах развития карбонатных пород. Многочисленные карсты и эрозионно-карстовые депрессии были заполнены озерами и болотами, вокруг которых произрас-

тала пышная влаго- и теплолюбивая растительность. Вследствие выровненности поверхности приток крупного терригенного материала в водоемы был незначительным.

При бокситонакоплении климат был жаркий и влажный. Кроме многочисленных спорово-пыльцевых спектров, выделенных из бокситоносных отложений и бокситов, об этом свидетельствуют нахождение в бокситоносной свите каолинитовых огнеупорных глин, которые ассоциируют с бокситами, лигнитоносными и углистыми глинами, и отсутствие аркозовых песчаников и гидрослюдистых минералов.

### *Возраст, стратиграфическое и гипсометрическое положение бокситоносных горизонтов*

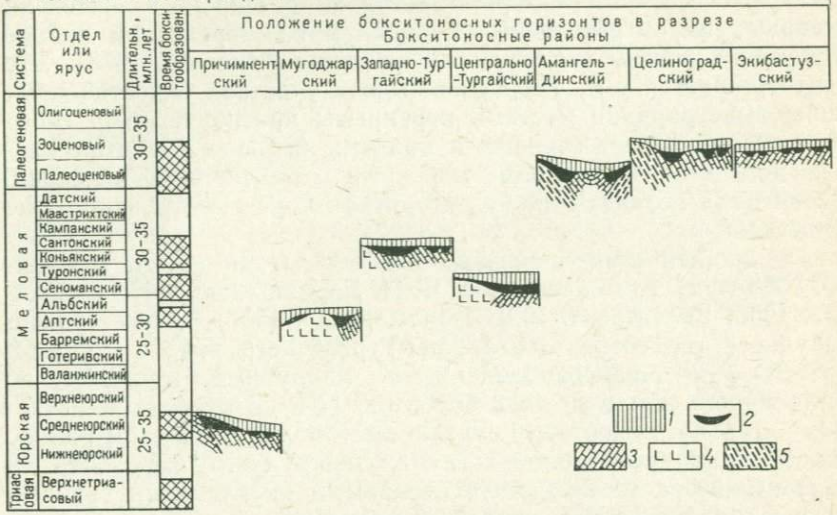
Эффективность поисково-разведочных работ на бокситы в большей степени зависит от правильного определения возраста и стратиграфического положения бокситоносных горизонтов. До настоящего времени основным доказательством при определении возраста бокситов являются спорово-пыльцевые спектры, выделяемые из углисто-глинистых прослоев, встречаемых в бокситоносных толщах, в редких случаях из рудных пачек. Очень редко в некоторых рудных телах или около них удалось обнаружить в керне скважин остатки удовлетворительно сохранившихся растений (отпечатки листьев, древесина).

В первые годы изучения бокситовых месторождений Казахстана, связанных с мезо-кайнозойскими отложениями, существовало мнение об одновозрастности бокситов. Эта точка зрения обосновывалась тем, что месторождения бокситов образуются при таких специфических палеогеографических условиях, которые в геологической истории региона повторяются очень редко. Однако в последние годы на основании большого фактического материала, полученного в результате разведочных работ на месторождениях бокситов, эта точка зрения опровергнута и возраст бокситоносных горизонтов определяется в довольно широком возрастном диапазоне: от средней — верхней юры (Причимкентский район) и альба (Мугоджарский район) до среднего эоцена (Амангельдинский и Целиноградский районы). Следовательно, стратиграфическое положение промышленных горизонтов мезо-кайнозойских бокситов различных месторождений и районов неодинаково (табл. 3).

Возраст мраморизованных известняков верхнего ордовика Таскольского бокситопроявления определен М. К. Апполоновым и Р. Г. Теняковой по фауне трилобитов, брахиопод, гастропод, мшанок, кораллов и наутиллоидей, собранной в темно-серых мелкокристаллических известняках. В результате поисковых работ установлено, что каолинит-диаспоровые включения Таскольского бокситопроявления занимают строго стратифицированное положение и приурочены к верхней части горизонта

Таблица 3

Стратиграфическое положение месторождений бокситов мезозойского и кайнозойского возраста




*1* — покровные отложения; *2* — бокситоносные отложения; *3* — карбонатные породы; *4* — андезиты, базальты; *5* — сланцевые породы

слабо закарстованных трещиноватых розовых известняков, который перекрывается толщей (15—20 м) терригенных пород.

Возраст и стратиграфическое положение бокситопроявлений в живет-франских отложениях (Қызылдар) и известняках фаменского яруса в северо-западной части Чингизского антиклинория доказаны и не вызывают сомнения. Стратиграфическое положение и возраст угленосных отложений нижнего карбона Қарагандинского, Экибастузского и других районов Центрального Қазахстана также точно установлены.

Образование латеритной коры выветривания и продуктов ее переотложения на Кредиковском участке Мугоджарского района происходило в верхнетриасовое время, что определено по песчано-глинистым отложениям миндыбайской свиты верхнего триаса, перекрывающим латеритные коры выветривания на этом участке.

Относительно возраста бокситообразований в Причикментском районе существует два мнения. Одни исследователи считают их валанжинскими, другие относят к средне-верхнеюрским. Вероятно, более правильна вторая точка зрения.

Возраст осадочного бокситового горизонта Мугоджарского района, по данным исследований И. К. Овечкина, Б. М. Михайлова, Е. П. Бойцовой (1958 г.), Л. И. Киселева (1963 г.), З. К. Пономаренко (1966), определяется как среднеальбский. Бокситы залегают на серых глинах с растительными остатками

аптского возраста и перекрываются темно-серыми каолиновыми глинами верхнего альба (Кривцов, 1968).

Возраст латеритной коры выветривания, широко развитой на основных и ультраосновных породах в Кемпирсайском районе Мугоджар, устанавливается как альбский (Киселев, 1973). Это подтверждается тем, что на некоторых участках бокситоносные коры выветривания местами перекрыты красноцветными гиббсит-каолинитовыми глинами с линзами бобовых бокситов альба, позднего альба или морскими отложениями кампана. Вероятно, к позднему альбу латеритная кора выветривания уже существовала.

По данным многочисленных исследователей (В. А. Полухина, 1955 г.; Н. А. Болховитина. В. П. Барбашинова, 1956 г.; Волков, 1958; Евлентьева, 1961; Пономаренко, 1966), возраст бокситорудного горизонта Центрально-Тургайского района определяется как альб-сеноманский, а надрудный горизонт, не содержащий кондиционных бокситов, обычно относят к сеноман — турону. Бокситовые залежи месторождений в этом районе залегают на пестроцветных глинах межрудного горизонта и перекрываются темно-серыми песчаными и углистыми глинами надрудного горизонта туронского возраста.

Месторождения осадочных бокситов Экибастузского района, приуроченные к отдельным изолированным карстовым воронкам, по данным спорово-пыльцевых комплексов, изученных Т. В. Погодаевой, относятся к сеноманскому, а возможно, к сеноман-туронскому возрасту. Возраст бокситопроявлений линзообразного типа (Саргамысское и др.), по данным В. Ф. Долгополова (1973), определяется как альб-сеноманский. Саргамысское проявление расположено в зоне ближнего выклинивания пестроцветных каолинитовых глин леньковской свиты и представлено линзообразной залежью аллитов.

Впервые возраст бокситов Западно-Тургайского района определил в 1931 г. П. Л. Безруков, обнаруживший в долине р. Аят несколько крупных глыб каменистых бокситов, отнесенных им к нижнемеловому возрасту. Возраст выявленных в дальнейшем в Западно-Тургайском бокситоносном районе многочисленных месторождений бокситов оказался не одинаковым. Месторождения, расположенные в восточной части района и приуроченные к северо-восточной части Таунсорской бокситоносной зоны (Кужукульское, Мамыркульское и Северо-Уркачское) являются более древними и относятся, по-видимому, к альб-сеноманскому возрасту. На это указывают спорово-пыльцевые комплексы, выделенные из бокситоносных отложений этих месторождений (Н. М. Белякова, М. И. Сахарова, З. С. Паскарь, В. А. Самарина, 1962—1963 гг.).

Месторождения и рудопроявления бокситов, расположенные в северной части Западно-Тургайского района (Аятское, Ак-Аульское, Баталинское, Варваринское, Кызылжарское и др.),

также возможно являются более древними, чем Краснооктябрьское и Белинское, находящиеся в центре района. Об этом свидетельствует залегание промышленных горизонтов бокситов месторождений, расположенных в северной части района под морскими верхнемеловыми отложениями (аятская и журавлевская свиты).

Возраст месторождений бокситов Козыревской группы Е. П. Бойцовой (1956 г.) определен как верхнеальбский. Н. С. Евлентьева (1961) из бокситоносных отложений Темирского месторождения выделила спорово-пыльцевые комплексы, характерные для верхнеальбских отложений. Бокситоносные отложения Таунсорского месторождения по данным спорово-пыльцевых спектров, выделенных из горизонтов каолиновых глин с обилием лигнита и прослоями рыхлого боксита (Евлентьева, 1961), относятся к туронскому возрасту.

Возраст бокситоносных горизонтов рудных залежей Краснооктябрьского месторождения определялся Е. Д. Заклинской, М. Г. Ковалевской (1960 г.), Н. С. Евлентьевой (1967 г.) на основании спорово-пыльцевых спектров, выделенных из образцов пород, отобранных в многочисленных скважинах по всему разрезу бокситоносной толщи месторождения. Возраст подрудного горизонта, сложенного пестроцветными глинами, был определен как альб-сеноманский. Возраст промышленного горизонта бокситов Краснооктябрьского месторождения по данным многочисленных определений богатых спорово-пыльцевых спектров определен Н. С. Евлентьевой (1967 г.) как вторая половина турона — низы сенона (вплоть до сантона). Таким образом, в Западно-Тургайском бокситоносном районе по мере движения на запад и на юг происходит омоложение возраста бокситов.

Впервые возраст бокситорудных осадков Амангельдинского бокситоносного района был определен в 1936 г. Е. М. Великовской, которая по аналогии с восточноуральскими и мугоджарскими месторождениями бокситов (юрскими, по А. Д. Архангельскому) считала их тоже юрскими.

На основании изучения спорово-пыльцевых спектров Е. Д. Мураховская (1949 г.), В. П. Барабашинова (1950 г.) и Е. Н. Бойцова (1957 г.) отнесли бокситоносные осадки Амангельдинского района к верхнему мелу. В последующие годы на основании большого количества спорово-пыльцевых комплексов, выделенных из подрудного, рудного и надрудного горизонтов З. К. Пономаренко (1966), А. Н. Волковым (1958), Е. Д. Заклинской (1955), А. А. Ларищевым (1956), Н. С. Евлентьевой (1961) и другими исследователями, возраст бокситоносной свиты Амангельдинского района определяется как палеоцен — низы эоцена.

Анализ данных по изучению спорово-пыльцевых комплексов рудного горизонта Майбалыкского, Софиевского и других место-

рождений Целиноградского района свидетельствует о том, что формирование бокситов в этом районе происходило в палеоценовое и нижнеэоценовое время (Пономаренко, 1966). Бокситоносные отложения в этом районе залегают в карстовых воронках на скальном фундаменте и на некоторых участках перекрываются песчанистыми и углистыми глинами с отпечатками листьев.

Во всех бокситоносных районах Казахстана бокситоносные осадки мелового и палеогенового возраста залегают непосредственно на породах домелового (палеозойского) складчатого фундамента или на их коре выветривания и перекрываются континентальными и морскими осадками различного возраста. В Центрально-Тургайском районе бокситоносные отложения перекрыты континентальными осадками сеноманского возраста, представленными кварцевыми песками с прослоями лигнитоносных и каолинитовых глин (Наурзумское, Кушмурунское и другие месторождения), на которых залегают морские кварц-глауконитовые пески с фауной (журавлевская свита).

В центральной и южной частях Западно-Тургайского района непосредственно на бокситоносных осадках залегают морские листоватые глины чеганской свиты. В Амангельдинском, Целиноградском и Экибастузском районах Центрально-Казахстанской провинции бокситы расположены под континентальными осадками верхнего олигоцена (чаграйская и наурзумская свиты), миоцена и четвертичными образованиями.

Таким образом, бокситоносные отложения различных районов и месторождений Казахстана имеют неодинаковый возраст и разное стратиграфическое положение. В связи с тем, что бокситоносные осадки залегают непосредственно на породах домелового (палеозойского) фундамента, можно предполагать, что бокситообразование началось одновременно на территории Тургайской и Центрально-Казахстанской бокситоносных провинций. Окончание процесса бокситонакопления в различных районах этих провинций происходило, по-видимому, в разное время. В центральной части Тургайской провинции бокситообразование закончилось в сеномене, в Западно-Тургайском районе в туронсантонское время, а в пределах Центрально-Казахстанской провинции, где более длительное время сохранялся континентальный режим, вероятно, в нижнем эоцене.

Следовательно, промышленные месторождения бокситов в различных частях Тургайской и Центрально-Казахстанской провинций формировались в разное время, что объясняется главным образом перемещением границ верхнемеловой и палеогеновой морских трансгрессий. В настоящее время на основании многочисленных палинологических исследований в пределах этих провинций с определенной достоверностью можно выделить три обособленных стратиграфических промышленных горизонта, которые имеют различное стратиграфическое положение в раз-

резе мезо-кайнозойских осадков. Наиболее древними из них являются бокситоносные осадки Центрально-Тургайского бокситоносного района, которые относятся к альб-сеноманскому возрасту. Наиболее молодые бокситоносные отложения, развитые в Амангельдинском и Целиноградском районах, относятся к палеоцен-эоценовому возрасту.

Разновозрастность бокситорудных горизонтов Тургайской и Центрально-Казахстанской провинций подтверждается тем, что они залегают на различных абсолютных отметках. Бокситоносный горизонт Центрально-Тургайского района приурочен к абсолютным отметкам от —80 до +60 м. В пределах Западно-Тургайского района бокситоносный горизонт турон-сантонского возраста залегает на абсолютных отметках от +100 до +240 м. Аркалыкская бокситоносная свита относится к палеоцен-эоценовому возрасту и расположена на абсолютных отметках от +260 до +330 м.

Приуроченность стратиграфических горизонтов к различным абсолютным отметкам в современном рельефе палеозойского фундамента является гипсометрической закономерностью, так как на более высоких абсолютных отметках залегают более молодые бокситы, а на более низких отметках — более древние.

Таким образом, на основании определений возраста и стратиграфического положения бокситоносных горизонтов, а также изучения палеогеографических условий бокситообразования в пределах Казахстана выделяются несколько этапов бокситообразования: позднеордовикский, позднедевонский, раннекаменноугольный, позднетриасовый, средне-позднеюрский, альбский, позднеальбский — раннетуронский, турон-сантонский и палеоцен-эоценовый.

## *Палеогеографические особенности формирования месторождений бокситов*

Одним из основных определяющих факторов при оценке перспектив того или иного бокситоносного района является наличие на территории последнего во время бокситонакопления благоприятной палеогеографической обстановки и прежде всего влажного и жаркого тропического климата. Такой климат благоприятен для интенсивного субаэрального глубокого химического выветривания алюмосиликатных горных пород. Климатические и палеогеографические условия времени бокситонакопления на территории Тургайской провинции, судя по всем палеоботаническим данным, были очень благоприятны для образования месторождений бокситов.

В Западно-Тургайском, Целиноградском, Экибастузском и центральной части Мугоджарского районов накопление бокситов и бокситоносных осадков происходило в озерных и озерно-болот-

ных водоемах, которые располагались в небольших карстовых и крупных эрозионно-карстовых депрессиях на площади развития суффозионно-карстового рельефа, пенепленизированных приморских равнин. Об этом свидетельствует преимущественно пелитовый характер бокситовмещающих пород, содержащих прослои черных углистых глин.

В Центрально-Тургайском и восточной части Мугоджарского, а возможно и в северной части Причимкентского района водоемы, в которых происходило бокситонакопление, заполняли в основном обширные мелкие эрозионные котловины и частично карстовые депрессии. В Амангельдинском районе бокситы в начальной стадии формировались в линейно-вытянутых вдоль структур палеозойского фундамента корытообразных карстовых депрессиях, а в завершающие стадии бокситообразования — в обширных котловинообразных депрессиях.

Образование бокситов в Казахстане происходило, по-видимому, во время, предшествовавшее морским трансгрессиям. По мере расширения верхнемеловых и палеогеновых трансгрессий в бокситообразование вовлекались все новые и новые площади Тургайской, Мугоджарской и Центрально-Тургайской бокситоносных провинций, находящиеся в то время на более высоких абсолютных отметках. В результате перекрытия этих территорий морем бокситообразование на них навсегда прекратилось. Так, в Причимкентском районе бокситообразование прекратилось в верхней юре, в центральной и северной частях Тургайской провинции — в начале верхнемеловой трансгрессии, в центральной и южной частях Западно-Тургайского района — в сантонское время, а в Амангельдинском и Целиноградском районах — в начале палеогеновой трансгрессии.

Таким образом, на территории Казахстана в процессе развития меловой и палеогеновой трансгрессий происходило смещение районов бокситонакопления во времени и пространстве. Рельеф во время бокситообразования был холмисто-увалистый на алюмосиликатных породах и карстовый на площади развития карбонатных пород. В пределах западного и восточного склона Тургайской провинции в дорудном рельефе отмечаются погружения от бортов к приосевой части прогиба, а также к северу и югу от его центральной части. Современные абсолютные отметки рельефа изменяются от +250 м на крайнем западе до —300 на севере и юге района. Рельеф осложнялся локальными эрозионно-карстовыми и карстовыми депрессиями и отдельными карстовыми воронками. Амплитуды депрессионных понижений и отдельных возвышенностей обычно составляли 20—60 м.

Дорудный рельеф Амангельдинского района характеризуется слабой расчлененностью, что объясняется чередованием крупных пологих поднятий и понижений. Поднятия обычно соответствовали антиклинальным структурам, сложенным песчано-глинистыми породами и крупными интрузиями гранитоидов. Депрес-

сии, как правило, располагались в синклинальных структурах палеозойского фундамента, сложенных преимущественно карбонатными породами. Абсолютные отметки современного погребенного рельефа фундамента колеблются от +200 до +350 м. Относительные превышения в рельефе изменяются от единиц до нескольких десятков метров. Особенно резкие колебания встречаются в карстовых зонах.

Указанные депрессии домелового фундамента во время максимального бокситонакопления были заполнены мелководными континентальными бассейнами, в прибрежных частях которых, сложенных алюмосиликатными породами, образовывались верхние горизонты бокситовых месторождений. К Аркалыкской депрессии приурочено одноименное месторождение бокситов, к Акжаро-Ашутской депрессии — Нижне-Ашутское и Актасское месторождения, к западной части Верхне-Ашутской депрессии — Верхне-Ашутское, а к северной части — Уштобинское месторождения, к юго-восточной части Аркалык-Тастинской депрессии приурочено Северное месторождение бокситов, в западной части депрессии расположено Байкожинское месторождение огнеупорных глин. Поднятия в эпоху бокситонакопления служили сушей. На склонах большинства депрессий вдоль зоны контактов красноцветных песчано-глинистых пород франа и известняков фамена в первую стадию бокситообразования происходило формирование линейно-вытянутых и изометричных карстовых воронок и заполнение их бокситоносными осадками. В стадию максимального бокситонакопления водоемы-бокситонакопители покрывали почти всю площадь депрессий в домеловом фундаменте.

Мугоджарский район, как и территория Тургайской провинции, во время бокситообразования представлял собой низменную равнину с мелкосопочным и увалистым рельефом и многочисленными озерами и болотами, на которой располагались невысокие (80—120 м) поднятия. На этих возвышенных участках происходило образование коры выветривания, служившей источником бокситообразующего материала.

В Экибастузском районе бокситы формировались на приморской равнине с холмисто-увалистым и карстовым рельефом. Накопление бокситов происходило в мелких изолированных водоемах, заполняющих карстовые воронки.

На территориях Тургайской и Центрально-Казахстанской бокситоносных провинций в первую стадию бокситообразования накопление бокситоносных осадков происходило в условиях достаточно расчлененного рельефа, поэтому в нижней части бокситоносных толщ наблюдаются несортированные грубообломочные породы, пестрые по литологическому составу. К моменту отложения бокситов рельеф выравнялся и представлял собой равнину с большим количеством озер и болот, заполняющих эрозионно-карстовые депрессии и карстовые воронки.

Таким образом, для образования бокситов. Наиболее благоприятен холмисто-увалистый и карстовый рельеф. Поэтому при поисках месторождений бокситов в закрытых районах прежде всего необходимо изучение геофизическими методами рельефа кровли дорудного фундамента с целью выявления эрозионно-карстовых депрессионных зон и отдельных карстовых воронок, благоприятных для накопления бокситоносных осадков.

Тектонический режим во время бокситонакопления был слабой интенсивности, преобладали нисходящие движения, в результате которых происходило медленное опускание суши и наступление меловой и палеогеновой трансгрессий. Такой тектонический режим обусловил развитие холмистого и карстового рельефа и способствовал образованию мощных кор выветривания и незначительному их размыву. Но на общем фоне нисходящих движений происходило также и поднятие некоторых блоковых участков, моменты затухания сменялись сравнительно интенсивными карстообразовательными процессами. В результате локальных тектонических колебательных движений иногда наблюдается частое переслаивание бокситов, бокситовых, пестроцветных и лигнитовых глин (Ливановские месторождения).

Общие нисходящие пострудные тектонические движения способствовали захоронению бокситовых месторождений после их образования от последующих размывов. Меловые и палеогеновые месторождения бокситов Казахстана располагались в пределах субтропического пояса, который прослеживался от Южной Европы через Украину, Южный Урал и Мугоджары, проходил через Казахстан и прослеживался далеко на восток в Западную и Восточную Сибирь.

Бокситонакопление характерно для тех областей, в которых в определенные геологические периоды господствовал жаркий и влажный климат. Области бокситообразования имеют, по-видимому, такой же региональный характер, как и климатические пояса. Помимо климатических и других региональных условий образование бокситов зависит также от локальных геологических факторов, которые могут быть благоприятными на отдельных участках.

Анализируя историю геологического развития и палеогеографические условия бокситообразования в Казахстане, можно предположить, что наиболее интенсивное бокситообразование происходило на заболоченных участках суши — на прибрежных равнинах древних морских бассейнов. В начале трансгрессий в связи с приближением моря на прибрежных равнинах происходило подпруживание эрозионно-карстовых долин, отдельных карстовых воронок и широких долин, в которых происходило накопление бокситоносных отложений. Приближение береговой зоны моря к площадям развития коры выветривания привело к возникновению в этих районах богатого растительного покрова, происходили почво- и корообразовательные процессы.

В результате трансгрессии моря и приближения прибрежной зоны с многочисленными озерами и болотами к источникам бокситового вещества расстояние между источниками глинозема — корой выветривания и водоемами — областью накопления бокситов сократилось до минимума. Это послужило благоприятным фактором для образования месторождений бокситов и способствовало мобилизации бокситообразующих компонентов и их переносу в древние водоемы-бокситонакопители.

Таким образом, бокситоносные горизонты платформенных месторождений бокситов приурочены к континентальным перерывам в осадконакоплении и преимущественно к началу морских трансгресий на участки суши, сложенные палеозойскими породами. Чем обширнее была суша и чем более длительный период она существовала (при прочих благоприятных условиях — климатических, геоморфологических, литологических и других), тем дольше существовали благоприятные условия для образования месторождений бокситов.

### *Связь бокситового оруденения с литологическим составом подстилающих пород*

Важной закономерностью является также пространственная приуроченность месторождений бокситов к площадям развития карбонатных пород дорудного фундамента или к зонам контакта карбонатных и алюмосиликатных пород. Возраст карбонатных пород фундамента разнообразный — от верхнего протерозоя до верхнего карбона включительно. Карбонатным породам — известнякам и доломитам, слагающим палеозойский дорудный фундамент, применительно к месторождениям бокситов Казахстана, приписывают двоякую роль в отношении участия их в формировании бокситовых месторождений. Они имели геоморфологическое и возможно геохимическое значение (Кирпаль, $1964_1$).

Прежде всего карбонатные породы имели геоморфологическое значение. В результате более интенсивного выветривания и карстообразования на площадях развития карбонатных пород происходило образование эрозионно-карстовых и суффозионно-карстовых депрессий, карстовых польев или отдельных изолированных карстовых воронок. В результате на площадях карбонатных пород гипсометрический уровень понижался относительно окружающих территорий, сложенных алюмосиликатными породами (Бушинский, 1964). Этому способствовало также наличие на этих площадях тектонических ослабленных зон и нарушений, которые оказывали существенное влияние на физическое состояние пород, подготавливая их для более интенсивного карстообразования и выветривания. В последующем в этих депрессиях возникали континентальные водоемы, в которых происходило накопление бокситов (Волков, 1957, 1958).

Таким образом, месторождения бокситов приурочены к закарстованным полосам развития известняков или к зонам контакта карбонатных и алюмосиликатных пород. Образуются бокситоносные зоны, располагающиеся вдоль структур палеозойского складчатого фундамента. В Амангельдинском районе имеются пять бокситоносных зон: Аркалыкская, Нижне-Ашутская, Верхне-Ашутская, Уштобинская и Актасская. Первая из них кольцеобразной формы, остальные четыре линейно-вытянуты в субмеридиональном или субширотном (Уштобинская) направлениях.

В Западно-Тургайском районе Краснооктябрьская, Ливановская и Таунсорская бокситоносные зоны также располагаются субмеридионально. Наиболее крупные месторождения карстового типа в Мугоджарском районе приурочены к субмеридионально расположенному тектоническому блоку, в пределах которого карстовые депрессии, заполненные бокситами, линейно вытянуты вдоль контакта известняков карбона с андезитовыми порфиритами девона.

В пределах Целиноградского и Экибастузского районов бокситовые месторождения также приурочены к линейно-вытянутым бокситоносным зонам, расположенным в поле простирания линз и пластов карбонтных пород палеозойского фундамента. Месторождения бокситов в этих зонах обычно расположены в наиболее крупных бокситоносных карстах. Между месторождениями вдоль бокситоносных зон иногда находятся мелкие безрудные карстовые воронки или заполненные бокситом. Месторождения бокситов пластообразного типа приурочены к широким и пологим древним депрессиям и залегают в основном на площадях развития алюмосиликатных пород палеозойского дорудного фундамента.

Таким образом, поиски месторождений бокситов карстового, контактово-карстового и карстово-котловинного типов необходимо проводить на площадях развития карбонатных пород, так как эрозионно-карстовые депрессии и карстовые воронки на известняках и доломитах служили вместилищами бокситовых залежей.

Наиболее благоприятной геологическая обстановка была в том случае, когда в палеозойском дорудном фундаменте залегают полосы (шириной 3—8 км) карбонатных пород, расположенных на обширных площадях, сложенных глинисто-гидрослюдистыми сланцами, эффузивными породами среднего и основного состава или другими благоприятными для бокситообразования алюмосиликатными породами. Близость коры выветривания алюмосиликатных пород (область сноса) и карстовых депрессий на известняках (область накопления) благоприятна для бокситообразования. При дальней транспортировке бокситовое вещество разубоживалось инородным терригенным материалом и образование бокситов могло не происходить.

Месторождения пластообразного типа образовывались на площадях развития алюмосиликатных пород, в пределах накопления континентальных осадков.

Бокситоносные осадки обычно приурочены к площадям развития карбонатных пород, поэтому над бокситоносными залежами карстового, контактово-карстового и карстово-котловинного типов при неглубоком залегании фундамента (до 50 м) в современном рельефе часто наблюдаются понижения, имеющие характер бидаиков, озер и болот. Этим понижениям на поверхности соответствуют бокситоносные карсты на глубине. Образование надбокситовых понижений в современном рельефе объясняется главным образом процессами карстообразования, которые происходят до настоящего времени. В результате этих процессов произошло опускание и просадка рудных залежей и надрудных песчано-глинистых мезо-кайнозойских отложений. В некоторых случаях при неглубоком залегании фундамента контур понижения в современном рельефе точно совпадает с контуром бокситовой залежи в палеозойском фундаменте.

Впадины в современном рельефе располагаются, как правило, в виде цепочки вдоль простирания полос известняков и особенно вдоль контакта алюмосиликатных пород с карбонатными. Борта впадин в современном рельефе не одинаковы: со стороны висячего бока известняков они обычно крутые, со стороны алюмосиликатных пород — пологие. При использовании этой закономерности, положенной в основу геоморфологического метода поисков бокситовых месторождений, было выявлено большинство месторождений Западно-Тургайского и Целиноградского бокситоносных районов.

Месторождения бокситов Казахстана генетически и пространственно связаны с алюмосиликатными породами определенного состава. Для различных бокситоносных районов источником рудообразующего вещества служила кора выветривания алюмосиликатных пород разного состава и возраста. В Центрально-Тургайском бокситоносном районе это были базальты и долериты нижнего и среднего триаса. Для Западно-Тургайского бокситоносного района источником компонентов бокситов служили андезитовые порфириты и их туфы визе-намюрского возраста. В Амангельдинском бокситоносном районе источником глинозема служили коры выветривания песчано-глинистых гидрослюдистых сланцев франского яруса.

В Мугоджарском бокситоносном районе таковыми породами являются бескварцевые породы основного и среднего состава — диабазы, габбро, габбро-амфиболиты, порфириты, туфы, туфопесчаники. Источником бокситообразующих компонентов в Экибастузском районе служили коры выветривания, развитые на диабазовых порфиритах, базальтах, вулканогенно-осадочных породах нижнего палеозоя и т. д. В Причимкентском районе бокситообразующая кора выветривания развивалась, по-видимо-

му, по пестроцветным песчаникам, алевролитам и аргиллитам франского яруса, т. е. по породам, малоблагоприятным для образования латеритной коры выветривания. Этим, возможно, объясняется очень низкое качество бокситов этого района.

### *Локализация бокситов в бокситоносных осадках*

При изучении геологического строения и литологического состава пород, слагающих бокситоносные отложения различных месторождений Казахстана, выявлены некоторые закономерности в распределении бокситового оруденения относительно бокситовмещающих пород. Установлено, что горизонты кондиционных бокситов приурочены к континентальным озерно-болотным, преимущественно глинистым отложениям. Среди этих отложений часто встречаются горизонты каолиновых глин, содержащих свободный глинозем, а также тонкодисперсные пестроцветные, углистые и лигнитсодержащие глины. Песчаные, карбонатные, гипсоносные, соленосные и грубообломочные терригенные отложения среди бокситоносных осадков не встречаются.

По отношению к источникам сноса бокситоносные осадки иногда располагаются в определенной зоне, т. е. на некоторых месторождениях среди бокситоносных осадков устанавливается несколько фациальных зон: ближнего выклинивания, качественных руд и дальнего выклинивания. Зона ближнего выклинивания (Горецкий, 1960) представлена пестроцветными и железистыми каолиновыми глинами, песчаниками; зона качественных руд — высокосортными бокситами; зона дальнего выклинивания — бокситами и угленосными отложениями или лигнитовыми глинами. Аналогичные зоны (кроме первой) наблюдаются на Амангельдинских и Краснооктябрьском месторождениях. Однако на этих месторождениях зона ближнего выклинивания, как правило, отсутствует; зона качественных руд представлена каменистыми, рыхлыми и сухаристыми бокситами, а зона дальнего выклинивания сложена каолинитовыми огнеупорными и лигнитовыми глинами, иногда с прослоями бокситов. В карстовых и пластообразных месторождениях бокситов закономерностей в распределении указанных зон не наблюдается.

В бокситоносных отложениях карстовых и контактово-карстовых месторождений наблюдается закономерность в чередовании в вертикальном разрезе отдельных литологических разновидностей бокситов и бокситовмещающих пород. В основании бокситоносных отложений часто залегают пролювиально-делювиальные глины иногда с обломочной структурой, выше лежат пестроцветные глины, на которых расположены кондиционные каменистые и рыхлые бокситы. Заканчивается разрез бокситоносных отложений обычно каолинитовыми и лигнитовыми глинами. Однако в общих чертах бокситоносные осадки всегда имеют двухчленное деление, независимо от возраста. В нижней час-

ти обычно залегает горизонт пестроцветных глин, а в верхней — каменистые и рыхлые бокситы.

Образование нижнего пролювиально-делювиального горизонта происходило в начальную стадию процесса бокситонакопления при сравнительно расчлененном рельефе. Это привело к значительному выравниванию дорудного рельефа, в пределах которого затем отлагались пестроцветные каолинитовые и бокситовые глины. Эти глины обычно занимают значительно большую площадь, чем нижний обломочный горизонт. Выше залегают бокситы, имеющие меньшую площадь по сравнению с нижележащими пестроцветными глинами. Бокситы, особенно глинистые, а также каменистые и рыхлые, часто фациально переходят в каолинитовые и лигнитоносные глины. Наличие последних свидетельствует о том, что образование их, а возможно и бокситов, происходило в заболоченных водоемах.

## *Сохранность бокситовых месторождений*

Условия сохранности месторождений бокситов при последующих размывах, а также влияние процессов выветривания на качество бокситов имеют не меньшее значение при оценке перспектив бокситоносности, чем условия их образования (Кирпаль, 1966). Эрозионные процессы уничтожали месторождения бокситов, а процессы выветривания и вторичных изменений превращали часть высокосортных бокситов в пустые породы, непригодные для промышленного использования, поэтому при определении перспектив бокситоносности районов необходимо изучать закономерности сохранения бокситовых месторождений. Этим объясняется, по-видимому, гораздо большая перспективность территории Тургайского прогиба для выявления крупных месторождений бокситов, чем районов Центрального и Южного Казахстана и Мугоджар.

Сохранность бокситовых месторождений от эрозионных размывов в значительной степени зависит от характера и направления пострудных эпейрогенических движений. Бокситы образовывались на древних приморских равнинах, поэтому месторождения бокситов могли сохраниться только в зонах и на площадях погружений, в результате перекрытия их морскими (Центрально-Тургайский, Мугоджарский, Западно-Тургайский, Причимкентский и другие районы) или континентальными (Амангельдинский район) песчано-глинистыми отложениями, предохраняющими их от размыва и воздействия процессов выветривания.

Немаловажную роль для сохранности месторождений бокситов имеет рельеф палеозойского фундамента. Так, в Западно-Тургайском и Амангельдинском районах он был весьма благоприятным для сохранения бокситов. В этих районах в дорудном

рельефе наблюдаются меридионально вытянутые вдоль структур фундамента депресионные впадины, чередующиеся в широтном направлении с аналогично ориентированными возвышенностями. Необходимо учесть при этом, что на западном и восточном бортах Тургайской провинции при погружении рельефа к ее центру элементы рельефа располагались поперек склона и этим предохраняли осадки от действия эрозии. Эрозионному размыву подверглись только те участки, которые испытывали восходящие поднятия. Лучше всего бокситы сохранялись в глубоких карстовых и эрозионно-карстовых депрессиях.

В центральной части Тургайской провинции и северной части Причимкентского бокситоносного района вслед за бокситонакоплением без заметных следов эрозионного размыва бокситы были перекрыты континентальными и морскими отложениями позднеюрской и верхнемеловой трансгрессий, что предохранило их от действия эрозии.

На западном борту Тургайской провинции месторождения бокситов подверглись незначительному размыву, хотя между бокситонакоплением и отложением вышележащих морских осадков существовал сравнительно длительный континентальный перерыв от турона до среднего и верхнего эоцена. В эоцене бокситоносные отложения были перекрыты осадками тасаранского и чеганского морей. Наиболее агрессивно размывало бокситоносные осадки тасаранское море, воздействию которого подверглись месторождения восточной и северной частей Западно-Тургайского района и особенно Кужукульской и Темирской групп.

Меньшей или незначительной агрессивностью обладала трансгрессия чеганского моря. Действию абразии чеганского моря были подвергнуты бокситовые месторождения, расположенные в западной (Ливановская группа) и центральной (Краснооктябрьская группа) частях Западно-Тургайского района. Здесь в основании чеганских глин иногда наблюдаются обломки и глыбы каменистого боксита, почти не затронутого выветриванием.

В пределах Амангельдинского бокситоносного района между временем образования бокситов и перекрывающих их глин перерыв был сравнительно небольшой — от среднего эоцена до верхнего олигоцена (наурзумская свита), поэтому бокситы подверглись относительно незначительному размыву. К тому же район этот был изолирован от воздействия палеогеновой трансгрессии Улутавским поднятием, что также способствовало сохранности бокситоносных осадков. Наиболее интенсивному пострудному размыву подверглись бокситовые залежи месторождения Целиноградского и Экибастузского районов Центрального Казахстана и центральной части Мугоджарского района.

Каменистые бокситы, часто слагающие верхние части бокситоносных осадков, весьма устойчивы к действию эрозии. На

некоторых месторождениях они образуют пологие возвышенные участки под перекрывающей их толщей осадков мезо-кайнозоя.

На некоторых месторождениях бокситы не содержат следов глубоких вторичных изменений, но иногда под воздействием вторичных процессов и выветривания бокситы сильно изменены. Особенно широко развиты процессы сидеритизации и каолинитизации.

Процессы сидеритизации развиты главным образом на месторождениях Западно-Тургайского и Центрально-Тургайского районов, где бокситы перекрываются морскими песчано-глинистыми отложениями, нижние части которых обогащены органическим веществом. Сидеритизация наступала в результате смены окислительной среды на восстановительную, что привело к восстановлению окисного железа верхней части бокситовых горизонтов до сидерита. Иногда в результате сильной сидеритизации высокосортные бокситы превращаются в некондиционные или забалансовые. Особенно широко процессы сидеритизации развиты на Краснооктябрьском и Кушмурунском месторождениях. Интенсивная сидеритизация могла происходить также во время континентальных перерывов, когда над бокситами располагались заболоченные озерные водоемы, в которых в восстановительной среде происходило отложение лигнитовых и углистых глин. Эти озерно-болотные водоемы находились на прибрежной равнине морских бассейнов, существовавших в то время.

В Амангельдинском и особенно в Целиноградском районах из вторичных процессов сравнительно широко развиты процессы каолинитизации. Сидеритизация бокситов в этих районах, по-видимому, не происходила. Это объясняется тем, что бокситоносные осадки здесь перекрыты тонкодисперсными пестроцветными глинами, в которых органическое вещество отсутствует. Особенно сильной каолинизации подверглись залежи бокситов, выходящие на дневную поверхность или перекрытые четвертичными суглинками.

На бокситовых залежах, расположенных более глубоко, под плотными глинами наурзумской свиты, каолинизация встречается редко или совсем не наблюдается. Так, например, на Аркалыкском месторождении несколькими уступами вскрыты крупные залежи бокситов, на которых почти нет следов вторичных изменений бокситовых руд в виде каолинизации.

На стенках карьеров видно, что каменистые, рыхлые, сухаристые и глинистые бокситы, а также огнеупорные глины залегают в виде отдельных выдержанных линз и горизонтов. Особенно четкие границы видны между рыхлыми (каменистыми) и сухаристыми бокситами и огнеупорными глинами, следов же каолинизации каменистых и рыхлых бокситов, которые были ярко выражены на залежах, выходящих или залегающих под четвертичными суглинками, здесь нет. Очевидно, бокситовые залежи, распространенные под плотными пестроцветными гли-

нами наурзумской свиты, в Амангельдинском районе не подверглись интенсивной каолинизации. Эти глины предохранили бокситорудные отложения от выветривания и сидеритизации.

В Целиноградском районе на некоторых участках интенсивной каолинизации были подвергнуты бокситы, залегающие под глинистыми образованиями верхнего неогена. Иногда бокситовые залежи превращены в отдельные глыбы каменистых и рыхлых бокситов, залегающих среди каолинитовых глин.

*Часть II*

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ

## ГРУППИРОВКА БОКСИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Понятие «промышленный тип месторождений» впервые введено В. М. Крейтером в 1940 г. Согласно его определению, промышленным типом какого-либо металла можно назвать такое природное геолого-минералогическое проявление, которое при эксплуатации в сумме (для всего мира или отдельно взятой страны) дает добычу, выражающуюся целыми процентами. К промышленным типам необходимо, по-видимому, также отнести и новые типы месторождений, которые в ближайшее время будут осваиваться промышленностью и их добыча может составлять не менее одного процента от добычи по стране.

При промышленной группировке рудных месторождений (Крейтер, 1940, 1968) прежде всего учитываются следующие факторы: принадлежность месторождения к определенной рудной формации; геологические факторы (вмещающие породы и условия залегания); форма и размеры рудных тел. Форма залежей является одним из ведущих факторов при определении промышленного типа месторождений. Наряду с условиями залегания форма и размеры залежей оказывают решающее влияние на выбор методики проведения поисковых и геологоразведочных работ и системы разработки месторождения. Кроме того, установление промышленного типа месторождений бокситов имеет большое практическое значение при оценке их перспектив и экономического значения.

Бокситовые месторождения мира В. М. Крейтером в 1968 г. были разделены на три промышленных типа.

1. Крупные горизонтальные пластовые (или группы линз) месторождения тригидратных руд среди пестроцветных пород коры выветривания каолинитового состава (месторождения о. Ямайки, Ганы, Индии).

2. Выдержанные пласты (или совокупность карманообразных тел, принадлежащих горизонту) дислоцированных моногидратных руд, часто с оолитами, залегающие на неровной поверхности рифогенных известняков, перекрытых слоистыми известняками (Красная Шапочка в СССР и большинство месторождений Европы — Франции, Греции, Венгрии и др.).

3. Линзо- и пластообразные дислоцированные тела моногидратных и тригидратных бокситов, залегающие совместно с сероцветными отложениями преимущественно на эффузивах (месторождения Китая, США).

Однако эта классификация не учитывает последних достижений геологоразведочных работ и того многообразия различных типов месторождений бокситов, которые выявлены в последние годы на Русской платформе и территории Казахстана.

В нашей стране кроме промышленной разработаны генетические и морфогенетические класификации бокситовых месторождений. Первой классификацией, которая учитывала генетические особенности образования бокситов, их тектоническую приуроченность, является класификация А. Д. Архангельского (1937). Он все месторождения бокситов разделил на две группы, образовавшиеся в континентальных (озерные или озерно-болотные) и прибрежно-морских (или морских) условиях.

М. Ф. Викулова (1946) по условиям и месту образования разделила бокситовые месторождения на пять основных типов: 1) латериты водораздельных плато; 2) лагунный или прибрежно-морской; 3) озерный; 4) долинный, образовавшийся в верховьях депрессий овражного типа, 5) месторождения, образовавшиеся в углублениях древнего карста.

Ю. К. Горецкий, Н. С. Лаврович и А. Л. Любимов (1949) разделили месторождения бокситов на две группы: платформенную и геосинклинальную. Среди первой выделяют четыре типа: долинный, котловинный, карстово-котловинный и месторождения лавовых покровов. Вторая группа делится на два типа: 1) с резко пересеченным рельефом почвы; 2) со слабо пересеченным рельефом почвы.

Ю. К. Горецкий, разработавший детальную классификацию бокситовых месторождений, все месторождения разделил на три большие группы по их связи с различными тектоническими областями и приуроченности к различным структурным зонам. Среди них он выделил 16 основных типов по характеру дорудного рельефа и 13 типов по условиям залегания. В этой обширной классификации не отражена большая группа месторождений латеритных бокситов, содержащих больше половины запасов бокситовых месторождений мира и характеризующихся высоким качеством бокситовых руд. Среди месторождений бокситов Казахстана Ю. К. Горецкий выделил два типа месторождений: 1) структурно-эрозионные месторождения антеклиз (Центральный Казахстан); 2) структурно-эрозионные месторождения окраинных частей синеклиз (Тургайский прогиб).

Г. И. Бушинский (1971) предложил новую классификацию бокситовых месторождений, в которой по условиям образования выделил четыре группы: латеритные, комплексные, осадочные кластогенные, осадочные хемогенные. В каждой группе выделены определенные типы месторождений. Согласно этой классифи-

кации бокситовые месторождения Казахстана входят в группу осадочных кластогенных (латеритно-осадочных) месторождений, в подгруппу карстовых месторождений на известняках и в ближнекарстовый (приконтактовый среди глин) тип.

В разработанной Д. Г. Сапожниковым в 1972 г. сугубо генетической классификации бокситовых месторождений выделено три группы, три подгруппы, шесть классов и 14 типов. Месторождения бокситов Казахстана в соответствии с этой классификацией входят в четыре типа: 1) латеритно-осадочный (Актогайское месторождение); 2) полигенный, седиментационно-карстовый (месторождения Амангельдинской группы); 3) карстовых депрессий, образованных в результате одной просадки (Козыревское, Аятское и Елтайское месторождения); 4) глубоких карстовых депрессий, образованных в результате нескольких просадок (Краснооктябрьское и Белинское месторождения).

В соответствии с инструкцией ГКЗ СССР (1962 г.) по природным факторам — размерам и морфологии рудных тел, сложности геологического строения, условиям залегания, выдержанности химического и литологического состава и др.,— определяющим расположение и плотность разведочной сети, месторождения бокситов Казахстана относятся к трем типам: второму, третьему и четвертому [1].

Ко второму типу относятся карстово-котловинные и контактово-карстово-котловинные месторождения (Амангельдинская и Краснооктябрьская группы), характеризующиеся повышенным качеством бокситов, значительными запасами и большой мощностью залежей. Бокситы обычно залегают в крупных эрозионно-карстовых депрессиях и сопровождаются огнеупорными глинами.

К третьему типу принадлежат более мелкие карстовые месторождения Западно-Тургайского района и пластообразные залежи Убаганского района. Они имеют более сложную морфологию, не выдержанный химический и литологический состав руд. Пластообразные месторождения имеют сравнительно небольшую мощность бокситового горизонта.

К четвертому типу относятся карстовые (гнездообразные) и мелкие пластообразные месторождения бокситов, имеющие небольшие размеры, различное качество и сложную морфологию. Такие залежи встречаются во всех бокситоносных районах Казахстана и особенно широко распространены в Целиноградском и Экибастузском бокситоносных районах.

Бокситовые месторождения по требуемому соотношению запасов различных категорий для составления проектов и выделения капитальных вложений на строительство новых и реконст-

[1] К первому типу относятся крупные геосинклинальные (Северо-Уральский район) и платформенные (Северо-Онежский район) месторождения, которые на территории Казахстана пока не выявлены.

рукцию действующих горнодобывающих предприятий по инструкции ГКЗ СССР (1962 г.) подразделяются на три группы: (участки) простого, сложного и очень сложного строения.

В соответствии с классификацией ГКЗ СССР («Инструкция по применению...», 1962) наиболее крупные месторождения бокситов Казахстана (Краснооктябрьское, Амангельдинская группа) относятся ко второй группе, менее крупные (Белинское, Аятское) — к третьей группе и остальные мелкие не входят в эти группы. В последние годы в связи с развитием широких геологоразведочных работ на платформенные бокситы мезо-кайнозойского возраста предложены классификации этих месторождений для отдельных регионов для Казахстана Б. А. Тюриным (1971), Тургайской провинции Г. Р. Кирпалем ($1964_1$), Мугоджарского района Л. И. Киселевым (1966 г.), Сибирской платформы Е. И. Пельтеком (1967), А. И. Кривцовым (1968) и др.

В Казахстане среди единого генетического типа платформенных бокситов Б. А. Тюрин (1958) выделил ряд морфогенетических типов месторождений бокситов, существенно отличающихся поисковыми признаками, структурным контролем, сортовым составом руд.

Среди первично-осадочных хемогенных бокситов им выделены следующие морфогенетические типы: надконтактовый, или линейный, карстовый (карбонатный и бескарбонатный), плащевидный, ложбинный и валунно-останцевой (вторичный, механически переотложенный).

Месторождения бокситов Тургайской бокситоносной провинции Г. Р. Кирпаль ($1964_1$) по размерам, форме и строению рудных залежей, характеру дорудного рельефа разделил на три основных типа: карстовый, карстово-котловинный и пластообразный.

Л. И. Киселев (1966 г.) среди бокситовых месторождений Казахстана выделяет две группы: устойчивые участки платформ и связанные с подвижными участками платформы. Каждая группа подразделяется на два типа: латеритный (псевдоморфный) и латеритно-осадочный (обломочно-бобовый). Последний тип делится на два подтипа: бокситы, расположенные на коре выветривания силикатных пород (склоновые, котловинные и присклоновые). и бокситы, залегающие в карстовых депрессиях на карбонатных породах (карстово-надконтактовые, карстово-польевые и карстово-котловинные).

При выделении промышленных типов бокситовых месторождений Казахстана автором прежде всего учитывались следующие факторы: принадлежность месторождения к определенной бокситоносной формации (латеритной, терригенной или карбонатной), форма, размеры и строение бокситовых залежей и рудных тел, характер дорудного рельефа, условия залегания и особенности геологического строения бокситовых месторождений (Кирпаль, 1973). Эти факторы являются основными классифи-

кационными признаками при отнесении месторождения к тому или иному типу. Выделение определенных типов и групп бокситовых месторождений должно основываться на одном, в редких случаях на двух-трех классификационных признаках. Однако в связи с многообразием геологических особенностей месторождений бокситов Казахстана пришлось руководствоваться несколькими признаками, определяющими промышленно-экономическую ценность бокситовых месторождений.

Преобладающее большинство бокситовых месторождений Казахстана относится к терригенной бокситоносной формации и только некоторые бокситопроявления Мугоджарского (Восточ-

Таблица 4

**Промышленные типы месторождений бокситов Казахстана**

| Тип месторождения | Бокситоносный район | Месторождения и рудопроявления бокситов |
|---|---|---|
| Карстовый | Западно-Тургайский | Белинское, Аятское, Северо-Ливановское, Покровское, Озерное, Кужукульское, Карабайтальское и другие месторождения |
| | Целиноградский | Майбалыкское, Кайнарлинское и другие более мелкие месторождения |
| | Экибастузский | Майсорское, Таскейбулакское, Ащикудукское и другие бокситопроявления |
| | Причимкентский | Фогелевское, Уртабасское, Первомайское и другие бокситопроявления |
| Контактово-карстовый | Западно-Тургайский | Темирское и Таунсорское месторождения |
| | Мугоджарский | Талдык-Ащесайское и Каиндинское месторождения |
| | Целиноградский | Софиевское, Суворовское, Семеновское месторождения |
| Контактово-карстово-котловинный | Амангельдинский | Аркалыкское, Северное, Верхне-Ашутское, Нижне-Ашутское, Уштобинское месторождения |
| Карстово-котловинный | Западно-Тургайский | Краснооктябрьское месторождение |
| Котловинный (пласто- или линзообразный) | Центрально-Тургайский | Наурзумское, Западно-Убаганское, Приозерное, Кушмурунское месторождения |
| | Западно-Тургайский | Мамыркульское, II участок Аятского месторождения |
| | Мугоджарский | Соркульское, Актогайское, Кировское месторождения |
| | Причимкентский | Караунгурское, Мансуратинское и другие бокситопроявления |
| | Целиноградский | Таскольское бокситопроявление |

но-Кемпирсайское и др.), а возможно, Целиноградского и Экибастузского районов относятся к формации латеритных покровов. В пределах Казахстана имеются бокситопроявления и карбонатной бокситоносной формации — Таскальское и др.

В настоящее время с учетом последних данных геологоразведочных работ среди изученных месторождений бокситов терригенной формации на территории Казахстана выделяется пять промышленных типов (табл. 4): карстовый, контактово-карстовый, контактово-карстово-котловинный, карстово-котловинный и котловинный (пласто- или линзообразный).

От дорудного рельефа зависит форма, размеры и условия залегания бокситов, а в некоторых случаях их качество и комплексность — наличие абразивных бокситов, огнеупорных глин и т. д. В зависимости от промышленного типа месторождения выбирается та или иная методика поисковых и разведочных ра-

Таблица 5

Стратиграфическое положение различных типов месторождений бокситов Казахстана

| Система | Отдел или ярус | Длительность, млн. лет | Время бокситообразования | Тип месторождения: Карстовый | Контактово-карстовый | Контактово-карстово-котловинный | Карстово-котловинный | Котловинный (пласто- или линзообразный) | Бокситопроявления латеритного типа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Палеогеновая | Олигоценовый | 30–35 | | | | | | | |
| | Эоценовый | | | | | | | | |
| | Палеоценовый | | | | | | | | |
| Меловая | Датский | 30–35 | | | | | | | |
| | Маастрихтский | | | | | | | | |
| | Кампанский | | | | | | | | |
| | Сантонский | | | | | | | | |
| | Коньякский | | | | | | | | |
| | Туронский | | | | | | | | |
| | Сеноманский | | | | | | | | |
| | Альбский | 25–30 | | | | | | | |
| | Аптский | | | | | | | | |
| | Барремский | | | | | | | | |
| | Готеривский | | | | | | | | |
| | Валанжинский | | | | | | | | |
| Юрская | Верхнеюрский | 25–35 | | | | | | | |
| | Среднеюрский | | | | | | | | |
| | Нижнеюрский | | | | | | | | |
| Триасовая | Верхнетриасовый | | | | | | | | |
| | Среднетриасовый | | | | | | | | |

бот, густота и конфигурация разведочной и поисковой сети, расположение профилей и т. д.

Наиболее распространенный тип — карстовые месторождения, которые формировались на карбонатных породах палеозойского фундамента. Менее распространены, но имеют наибольшее промышленное значение карстово-котловинный и контактово-карстово-котловинный типы месторождений, образовывающиеся на известняковом ложе или вблизи контакта карбонатных и алюмосиликатных пород. Наименее распространенные пластообразные месторождения располагаются преимущественно на алюмосиликатных породах или на мощной глинистой коре выветривания карбонатно-терригенных пород. Различные типы месторождений бокситов имеют не одинаковое стратиграфическое положение (табл. 5).

По условиям образования бокситовые месторождения Казахстана относятся к группе осадочных (переотложенных), а по тектонической приуроченности — к платформенным. На каждом месторождении расположено несколько (иногда до 20 и более) бокситовмещающих депрессий, разнообразных по форме и величине. В каждой депрессии имеется, как правило, одна, а иногда и больше рудных залежей, состоящих из нескольких рудных тел.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРСТОВОГО ТИПА

Месторождения бокситов этого типа залегают в карстовых воронках среди карбонатных пород. Размеры древних водоемов, в которых происходило образование бокситов, определялись, по-видимому, площадью одной или нескольких сближенных карстовых воронок. Между воронками бокситы отсутствуют. В плане контуры бокситоносной свиты и контуры рудных тел обычно совпадают. Месторождения этого типа характеризуются большим количеством (до 50 м и более) мелких залежей бокситов, их большой суммарной мощностью (до 150 м), незначительной площадью, как правило, небольшими запасами и сравнительно плохим качеством руд. Конфигурация залежей в плане может быть изометричной или вытянутой вдоль структур фундамента. В разрезе рудные залежи имеют сложное строение; наблюдается частое переслаивание глинистых пород и кондиционных бокситов. Химический и литологический составы бокситов при этом не выдержаны как по площади, так и по разрезу. Бокситы в верхней части разреза иногда содержат много сидерита, поэтому абразивные сорта, а также огнеупорные глины в карстовых месторождениях, как правило, отсутствуют.

В современном рельефе месторождения карстового типа обычно проявляются в виде понижений, просадок и бидаиков, заполненных болотами и озерами. К этому типу относятся Белинское, Аятское, Южно-Ливановское, Северо-Ливановское,

Покровское, Славянское, Кужукульское и многие другие (Западно-Тургайский бокситоносный район), Майбалыкское, Кайнарлинское и др. (Целиноградский район), Майсорское и др. (Экибастузский район), Уртабасское, Первомайское и др. (Причимкентский район). Наиболее крупные из них — Белинское и Аятское месторождения — в настоящее время эксплуатируются.

### Белинское месторождение

Белинское месторождение расположено в северной части Западно-Тургайского бокситоносного района Тургайской провинции. Дислоцированный фундамент месторождения сложен вулканогенно-осадочными образованиями средне-верхневизейского возраста, среди которых выделяются три толщи: нижняя — преимущественно пирокластических пород, средняя — карбонатных пород, верхняя — вулканогенных пород. Нижняя и средняя толщи развиты широко. Породы фундамента смяты в складки с пологими крыльями и имеют субмеридиональное простирание.

Нижняя и верхняя толщи имеют сходный состав и представлены преимущественно крупно- и мелкообломочными туфами андезитовых порфиритов, андезитовыми порфиритами, туфоалевролитами, туфопесчаниками, туфоконгломератами, аргиллитами и алевролитами средне-верхневизейского возраста (рис. 7).

Карбонатная толща сложена преимущественно известняками, которые располагаются в виде отдельных блоков, ограниченных тектоническими нарушениями. Известняки имеют тонкозернистую органогенно-обломочную и псевдоолитовую структуру с примесью туфового материала. Вдоль западного и восточного контактов иногда наблюдаются постепенные переходы вулканогенной толщи в карбонатную в виде переслаивания известняков с туфами.

Залежи бокситов расположены в центральной части месторождения, сложенной известняками. Последние разбиты на отдельные разновеликие блоки субмеридиональными, широтными и субширотными тектоническими нарушениями и сдвинуты и взброшены относительно друг друга. Полосы известняков в южной части месторождения чередуются с полосами эффузивно-осадочных пород и осложнены тектоническими нарушениями. Породы складчатого палеозойского фундамента прорваны многочисленными интрузиями гранодиоритов, диоритов, диоритовых порфиритов, а также дайками альбитофиров и диабазовых порфиритов нижнекаменноугольного возраста.

В структурном отношении Белинское месторождение приурочено к восточному крылу Ворошиловской синклинали, осложненному субширотными разрывными нарушениями. Последние сыграли существенное влияние на формирование карстового рельефа и бокситовмещающих депрессий.

На породах палеозойского фундамента повсеместно развита кора выветривания, представленная каолинитовыми и гидрослюдисто-монтмориллонитовыми глинами. Максимальная мощность

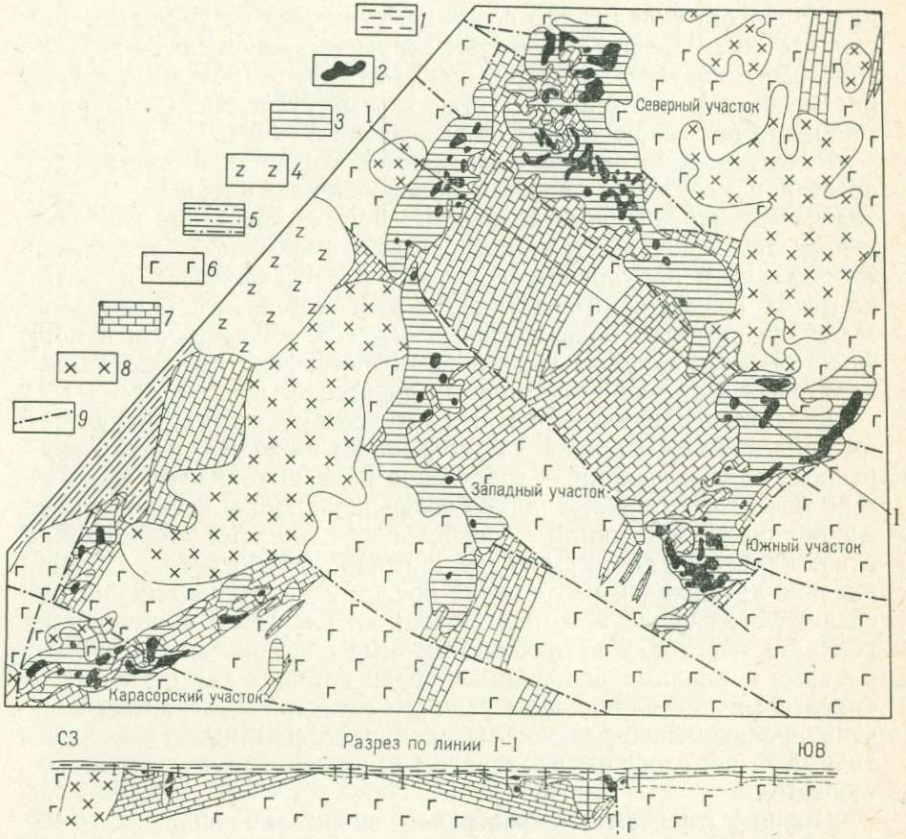



Рис. 7. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Белинского месторождения.

*1* — покровные песчано-глинистые отложения палеогенового и четвертичного возраста (на разрезе); *2* — каменистые, рыхлые и глинистые бокситы; *3* — бокситоносные отложения — бокситовые пестроцветные и пролювиально-делювиальные глины сеноман-туронского возраста; *4* — базальты, базальтовые порфириты триаса (?); *5* — красноцветные полимиктовые конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты среднего и верхнего карбона; *6* — андезитовые, андезито-базальтовые порфириты, туфы, туфиты, туфобрекчии, туфопесчаники (среднего и верхнего визе); *7* — известняки среднего и верхнего визе; *8* — диориты, гранодиориты, диоритовые порфириты нижнего карбона; *9* — предполагаемые тектонические нарушения

коры выветривания (до 60 м) приурочена к зонам тектонических нарушений и зонам контактов различных по литологическому и петрографическому составу пород. Депрессионные впадины, за-

полненные бокситоносными осадками, образовались в карбонатных породах, в зоне стратиграфического и тектонического контакта последних с пирокластическими породами основного состава.

На бокситоносных осадках, а там где их нет на породах палеозойского складчатого фундамента или на их коре выветривания лежат морские листоватые глины чеганской свиты верхнеэоценового возраста, а также континентальные песчаные и глинистые осадки олигоцена и четвертичные суглинки. Суммарная мощность покрывающих бокситы осадков 6—55 м.

Бокситоносные осадки выполняют эрозионно-карстовые депрессии и карстовые воронки, приуроченные к площадям, развития известняков. Наиболее крупные по размерам и глубокие депрессии расположены в юго-восточной и северной частях месторождения и приурочены к зонам стратиграфических и тектонических контактов известняков с вулканогенными породами. Площади развития бокситоносных осадков, их мощности и морфология тесно связаны с размерами и морфологией дорудных карстовых и эрозионно-карстовых депрессий.

Бокситоносная толща по литологическому составу и условиям залегания делится на два горизонта: нижний — пестроокрашенных глин и верхний — собственно рудный горизонт. Нижний горизонт сложен пролювиально-делювиальными и пестроцветными обломочными глинами с небольшими линзами бокситовых глин, аллитов, алюмогематитов и глинистых бокситов. Пролювиально-делювиальный горизонт представлен глинистой брекчией пятнистой окраски, которая вверх по разрезу и в сторону от контакта переходит в тонкообломочные пестроцветные глины с редкими и мелкими бобовинами, среди которых залегают линзы бокситовых и каолинитовых глин и бокситов. Минеральный состав пролювиально-делювиальных и пестроцветных глин идентичный — они сложены каолинитом, монтмориллонитом и гидрослюдами.

Нижний горизонт распространен значительно шире, чем образования верхнего горизонта; отложения нижнего горизонта занимают около 75% площади бокситоносных продуктивных отложений. Рудный горизонт имеет значительно меньшую площадь (около 20—25% продуктивной бокситоносной толщи). Он образован глинистыми, рыхлыми и каменистыми бокситами, аллитами и бокситовыми глинами. Основную часть горизонта занимают бокситы, они обычно выполняют центральные части впадин, но иногда смещены в сторону известняков. В этом горизонте в резко подчиненном количестве отмечены каолинитовые, пестроцветные и лигнитовые глины. Общая мощность бокситоносных отложений 170 м.

Возраст бокситоносных осадков, по данным иследований Н. С. Евлентьевой, М. А. Сахаровой и др. спорово-пыльцевых комплексов, выделенных из лигнитовых глин, определяется как

сеноман-туронский, но преобладающая часть бокситовых руд образовалась, по-видимому, в туронское время.

На месторождении расположено более 20 рудовмещающих впадин, разнообразных по форме и величине. Размеры их в плане изменяются от небольших карстовых воронок диаметром 50—60 м до сравнительно крупных эрозионно-карстовых депрессий длиной до 1500 м. В каждой изолированной впадине находится одна залежь, состоящая из двух-трех основных рудных тел и нескольких вспомогательных.

Морфология бокситовых залежей и рудных тел определяется размерами и формами дорудных депрессий и карстовых воронок. Рудные тела обычно имеют линзо- и гнездообразные формы. Линзообразные тела часто имеют неправильную амебообразную форму с резкими выступами и причудливыми изгибами внешнего контура. Гнездообразные рудные тела характеризуются небольшой площадью в плане и значительной мощностью в разрезе и, как правило, приурочены к отдельным изолированным карстовым воронкам. Выклинивание рудных тел имеет различный характер: маломощные линзообразные тела обычно выклиниваются постепенно, для рудных тел большой мощности характерно резкое выклинивание с почти вертикальными контактами бокситов и вмещающих глинистых пород.

Бокситовые залежи месторождения сгруппированы в четыре обособленных участка: Южный, Северный, Западный и Карасорский, которые расположены вдоль контакта тектонического блока известняков с вулканогенными породами. Всего на месторождении насчитывается 230 рудных тел, из них 48 рудных тел расположены на Южном участке, 52 — на Северном, 19 — на Западном и 9 — на Карасорском.

Бокситы представлены каменистыми (30,2%), рыхлыми (30,4%) и глинистыми (36,5%) литологическими разновидностями, которые в вертикальном разрезе перемежаются с пестроокрашенными глинами и аллитами. К бортам депрессий кондиционные бокситы фациально замещаются бокситовыми и пестроцветными глинами. Каменистые бокситы (рис. 8 и 9) слагают верхние части бокситоносных осадков, а глинистые расположены в нижней, наиболее глубокой части рудовмещающих депрессий.

По минеральному составу бокситы относятся к трехгидратному (гиббситовому типу). По данным исследований ВАМИ основными рудообразующими минералами являются гиббсит (50—70%), каолинит (2—20%), гематит и гидрогематит (10—23%). В небольших количествах присутствуют корунд (1—5%), кварц (до 3%), кальцит (до 1,5%), сидерит (до 10%) и рутил (1,7—2,9%).

По химическому составу бокситы Белинского месторождения лучшие в районе. В залежах бокситов содержится (в %): $Al_2O_3$

40,4—46,8, $SiO_2$ 5,68—9,64 $Fe_2O_3$ 12,83—23,86, $TiO_2$ 1,84—2,34, CaO 0,30—1,64, кремневый модуль 4,2—7,1. Руды в основном гидрохимические, могут перерабатываться Байеровским способом или методом Байер-спекание, небольшая часть руд относится к металлургическому сорту.

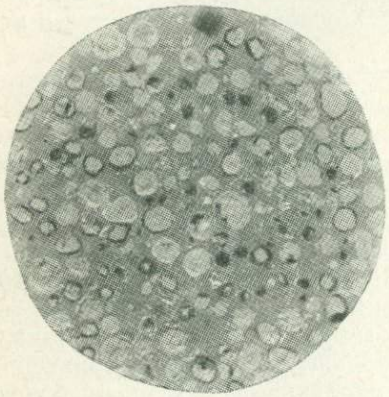


Рис. 8. Боксит каменистый, бобовой текстуры. Карасорский участок Белинского месторождения. Скв. 3931, глубина 67,5 м. Штуф

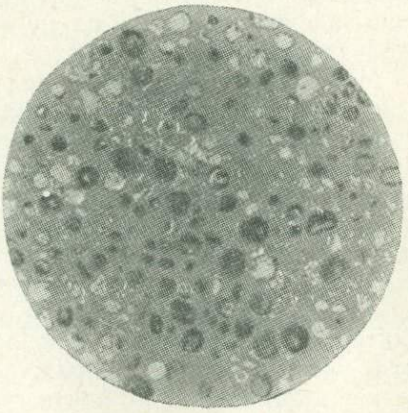


Рис. 9. Боксит каменистый, бобовой текстуры. Северный участок Белинского месторождения, залежь 17. Скв. 4694, глубина 176 м. Штуф

## Аятское месторождение

Месторождение расположено в северной части Западно-Тургайского района. Палеозойский дорудный фундамент месторождения сложен известняками средне-верхневизейского возраста, которые образуют полосу, расположенную среди эффузивных пород того же возраста. Последние представлены андезитовыми, андезито-базальтовыми и базальтовыми порфиритами и их туфами, туффитами, известковистыми туфами, переслаиванием туффитов, туфов и известняков. Органогенно-обломочные, окремненные, доломитизированные и чистые известняки, к которым приурочены меловые бокситоносные отложения, образуют полосу, вытянутую в меридиональном направлении. Палеозойский фундамент прорван интрузиями диоритов, кварцевых диоритов и диорит-порфиритов (рис. 10).

В структурном отношении Аятское месторождение приурочено к Карасуской антиклинали, осевая часть которой сложена карбонатными породами средне-верхневизейского возраста, а крылья — порфиритами, туфами и туффитами того же возраста.

Палеозойский фундамент осложнен разрывными нарушениями широтного и косоширотного простирания. Эти нарушения способствовали развитию карстовых депрессий на карбонатных породах и образованию мощных линейных кор выветривания на площадях развития вулканогенных пород.

Бокситоносные отложения выполняют эрозионно-карстовые депрессии, расположенные на площадях развития карбонатных пород средне-верхневизейского возраста. По литологическому составу продуктивная бокситоносная толща состоит из двух горизонтов. Нижний горизонт представлен преимущественно пестроцветными глинами, часто с обломочной структурой и в

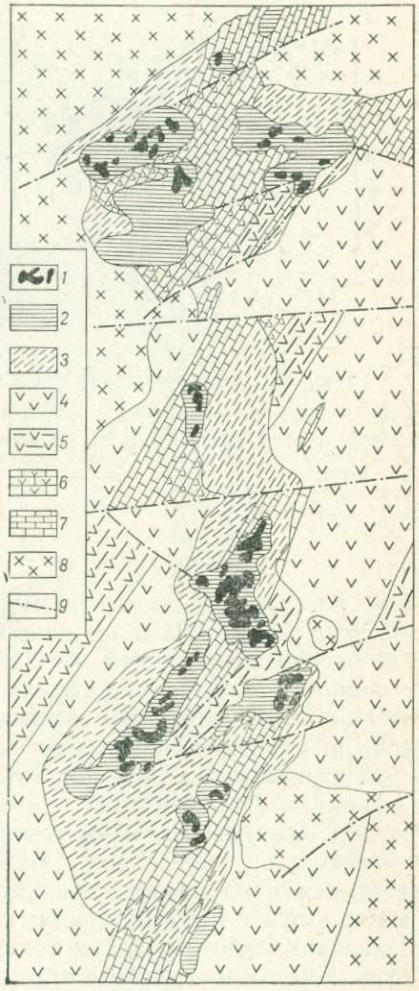



Рис. 10. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Аятского месторождения.

*1* — каменистые, рыхлые и глинистые бокситы; *2* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста — аллиты и бокситовые, гиббсит-каолинитовые, каолинитовые, пестроцветные, лигнитовые глины; *3* — кора выветривания пород палеозойского фундамента известняков, андезито-базальтовых порфиритов и их туфов, туфитов, туфов, а также изверженных пород; *4—7* — породы средне-верхневизейского возраста: *4* — андезитовые, андезито-базальтовые и базальтовые порфириты и их туфы, *5* — туффиты, известковистые туфы, *6* — переслаивание туффитов, туффов и известняков, *7* — органогенно-обломочные, окремненные и доломитизированные известняки; *8* — диориты, диоритовые порфириты каменноугольного возраста; *9* — тектонические нарушения

меньшей степени бокситовыми и лигнитовыми глинами, редко бокситами и аллитами. Верхний горизонт сложен каменистыми, рыхлыми и глинистыми бокситами, иногда ферриаллитами, а также бокситовыми, каолинитовыми и гиббсит-каолинитовыми глинами. Общая мощность продуктивной толщи зависит от глубины карстовых депрессий и достигает 100 м, а верхнего гори-

зонта 55 м. Возраст бокситоносных отложений по данным спорово-пыльцевых комплексов сеноман-туронский.

На бокситоносных отложениях, а там где их нет, на породах палеозойского фундамента или на их коре выветривания с рез-

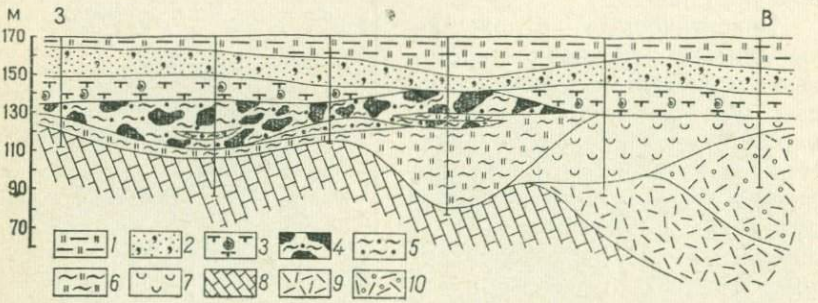



Рис. 11. Геологический разрез Аятского месторождения бокситов.

*1—2* — породы тасаранской свиты среднего эоцена ($Pg_2^2 ts$): *1* — глина опоковидная, зеленовато-серого цвета, *2* — песок глауконит-кварцевый; *3* — глина песчаная журавлевской свиты ($Cr_2 gr$); *4—6* — породы сеноман-туронского возраста ($Cr_{1-2}$): *4* — бокситы каменистые и рыхлые, *5* — бокситовая глина, *6* — глина пестроцветная; *7* — глинистые образования коры выветривания; *8—9* — породы средне-верхневизейского возраста ($C_1v_{2-3}$): *8* — известняки, *9* — туфы; *10* — туфоконгломераты

ким несогласием залегают морские отложения маастрихтского времени, представленные кварц-глауконитовыми, известковистыми песками мощностью 4—24 м. Последние вверх по разрезу сменяются толщей опок, опоковидных глин и глауконит-кварцевых песков тасаранской свиты среднего эоцена (14—25 м), которые перекрываются песками среднего олигоцена и четвертичными суглинками. Общая мощноть покровных отложений 24—45 м, в среднем 34 м (рис. 11).

На Аятском месторождении расположено около 10 рудных участков, приуроченных к разобщенным эрозионно-карстовым депрессиям на площади развития известняков. Каждый участок содержит от 1 до 10 крупных и мелких рудных тел бокситов. В вертикальном разрезе бокситовые залежи представлены в основном одним рудным телом линзо- или гнездообразной формы и только в наиболее глубоких частях дорудных карстовых депрессий иногда наблюдается двухъярусное строение залежи. Рудные тела разделяются аллитами и бокситовыми глинами, имеющими пеструю окраску и редко бобовую структуру.

Бокситовые залежи сложены тремя литологическими разновидностями, среди которых выделяют: каменистые (49,1%), рыхлые (15,5%), глинистые (33,2%), а также аллиты (2,2%) (рис. 12).

По минеральному составу бокситы Аятского месторождения относятся к гиббситовому типу. В бокситах иногда содержатся моногидраты глинозема в форме бёмита и диаспора. Основными

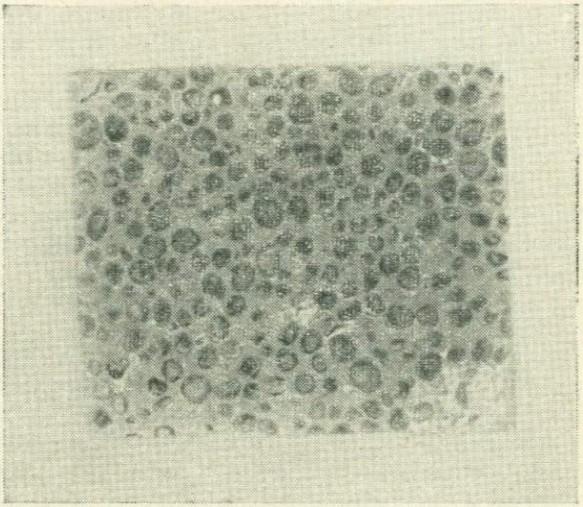


Рис. 12. Боксит каменистый, мелкобобовой текстуры. Аятское месторождение. Содержание $Al_2O_3$ 49,34%, $SiO_2$ 5,02%

рудообразующими минералами бокситов являются гиббсит, каолинит, гётит, гематит, минералы титана, сидерит.

Средний химический состав бокситов в целом по месторождению следующий (в %): $Al_2O_3$ 45,37; $SiO_2$ 8,4; $Fe_2O_3$ 18,52; $TiO_2$ 2,24; $CO_2$ 1,43; CaO 0,29; п. п. п. — 24,30; кремневый модуль 5,3. Среднее содержание основных компонентов бокситов по блокам колеблется (в %): $SiO_2$ 6,9—18,5; $Al_2O_3$ 38,8—51,4; $Fe_2O_3$ 5,3—24,1; $TiO_2$ 1,54—2,3; CaO 0,1—0,6; $CO_2$ 0,1—0,3; S 0,01—0,68; п. п. п.— 19,6—27,5; $V_2O_5$ 0,05—0,27 (в среднем 0,059) и Ga 0,0012—0,013 (в среднем 0,0027). Согласно статистическому подсчету сорта бокситов распределяются следующим образом: глиноземные бокситы 73,5%, абразивные 22%, бокситы для черной металлургии 5%. Месторождение разрабатывается карьерным способом.

### Северо-Ливановское месторождение

Северо-Ливановское месторождение бокситов входит в состав Ливановской группы, которая приурочена к Ливановской бокситоносной зоне. Все месторождения этой группы относятся к кар-

стовому типу. Кроме Северо-Ливановского в состав Ливановской группы входят Покровское, Сахаровское, Ак-Аульское, Екатериновское и Южно-Ливановское месторождения. Наиболее крупные из них Северо-Ливановское и Покровское. Большинство месторождений этой группы состоит из большого количества (до 50) отдельных изолированных друг от друга карстовых залежей (рис. 13).

В геологическом строении района месторождения принимают участие породы среднего и верхнего девона, нижнего карбона и верхнего палеозоя, которые слагают палеозойский складчатый фундамент, а также породы рыхлого мезо-кайнозойского комплекса. Породы девонского возраста представлены полимиктовыми песчаниками, туфами, хлоритовыми и мергелистыми сланцами с прослоями мраморизованных известняков. Они залегают трансгрессивно на силурийских породах и образуют полосу, вытянутую в субмеридиональном направлении.

Нижнекарбоновые отложения, залегающие согласно на средне-верхнедевонских породах, представлены двумя свитами: турне-нижневизейского и средне-верхневизейского возраста. Турне-нижневизейские отложения сложены преимущественно осадочными образованиями: алевролитами, аргиллитами песчаниками и известняками. Породы среднего и верхнего визе представлены в основном вулканогенным комплексом пород: андезитовыми порфиритами и их туфами, а также осадочными породами — известняками и алевролитами. На этих породах залегают верхнепалеозойские красноцветные грубообломочные породы, развитые в восточной части района и представленные грубообломочными песчаниками и мелкогалечными конгломератами.

В основании мезо-кайнозойских отложений расположена древняя кора выветривания, развитая главным образом на вулканогенных породах и сохранившаяся в наиболее пониженных частях рельефа палеозойского фундамента. Мощность коры выветривания на вулканогенных породах до 40—50 м, а на известняках — всего 5—7 м. Максимальные мощности коры выветривания установлены на контактах вулканогенных пород с известняками.

Бокситоносные меловые отложения находятся в большинстве случаев в карстовых воронках на площадях развития известняков. В основании бокситоносной свиты обычно лежат пестроцветные глины с рыхлыми железистыми бобовинами, которые выше по разрезу сменяются бокситовыми глинами, глинистыми, рыхлыми и каменистыми бокситами. Литологические разновидности бокситов часто переслаиваются между собой или с бокситоподобными глинами. В некоторых случаях верхи бокситоносной толщи сложены пестроцветными и лигнитоносными глинами. На отдельных залежах в основании бокситоносной толщи залегает горизонт пролювиально-делювиальных пестроокрашенных глин.

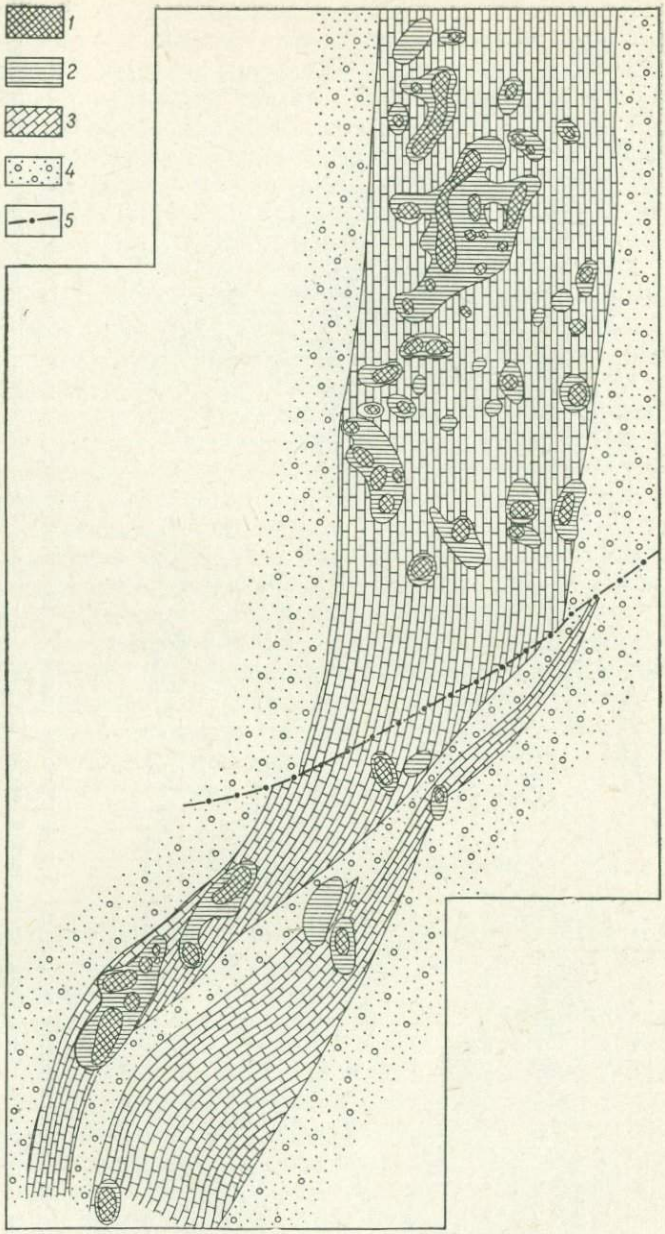



Рис. 13. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Северо-Ливановского месторождения.

*1* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *2* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста — глины каолинитовые, пестроцветные, редко лигнитовые; *3* — известняки, доломитизированные известняки средне-верхнедевонского возраста; *4* — туфопесчаники средне-верхнедевонского возраста; *5* — тектонические нарушния

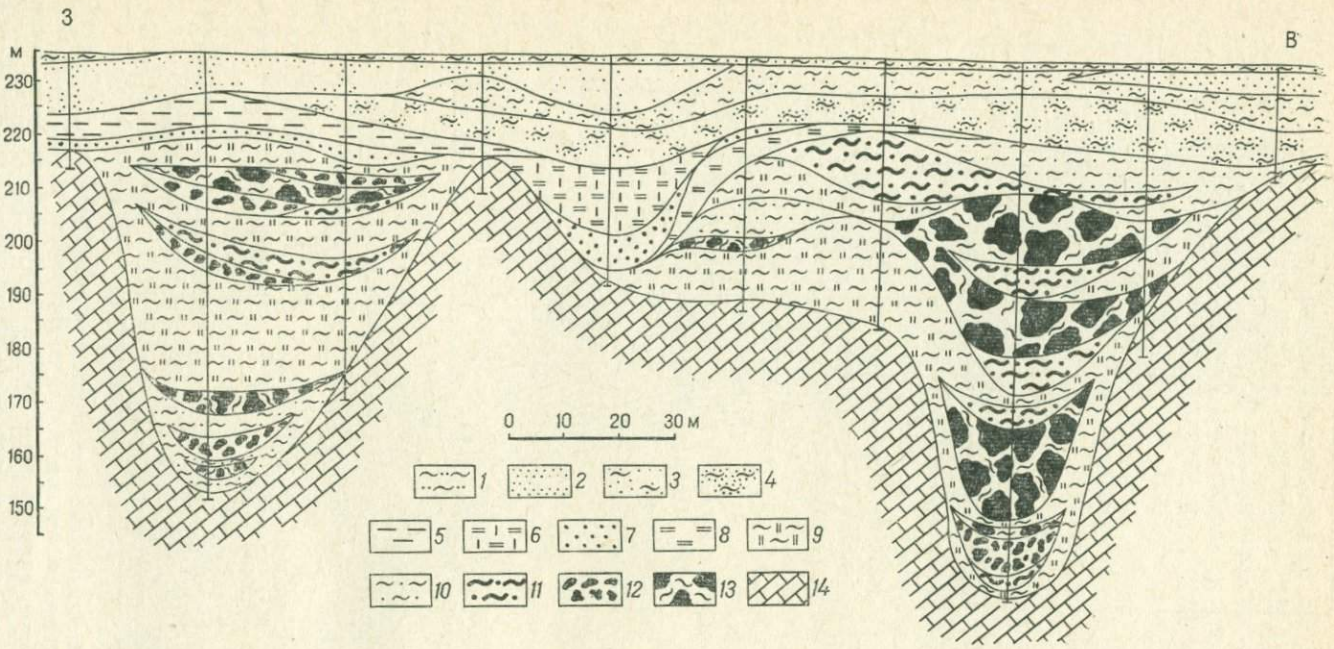



Рис. 14. Геологический разрез по 3 и 4 рудным телам Северо-Ливановского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки; *2—3* — породы чиликтинской свиты ($Pg\frac{2}{3}$ *čl*): *2* — пески, *3* — пески глинистые; *4—7* — породы кутанбулакской свиты ($Pg\frac{2}{3}$ *kt*): *4* — пески глинистые, *5* — глины песчаные, *6* — глины темно-серые, слоистые, песчаные, *7* — пески разнозернистые; *8* — глины зеленовато-серые, листоватые, чеганской свиты (нижний олигоцен — верхний эоцен); *9—13* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста: *9* — глины пестроцветные, *10* — глины бокситовые, *11* — бокситы глинистые, *12* — бокситы рыхлые, *13* — бокситы каменистые; *14* — известняки средне-верхнедевонского возраста

Меловые бокситоносные отложения с размывом перекрываются сплошным чехлом песчано-глинистых рыхлых отложений палеогена и неогена, представленных чеганской, чиликтинской, чаграйской, аральской свитами и четвертичными отложениями. Общая мощность покровных отложений 8—40 м.

Месторождение сложено многочисленными сближенными залежами бокситов, которые приурочены к карстовым впадинам в известняках палеозойского фундамента. Карстовые и эрозионно-карстовые депрессии заполнены верхнемеловыми бокситоносными отложениями, состоящими из бокситовых глин, каменистых, рыхлых и глинистых бокситов, переслаивающихся между собой (рис. 14). Иногда среди бокситоносных отложений отмечаются горизонты огнеупорных и лигнитовых глин. Мощность бокситоносной толщи 80—120 м.

Бокситы по физическим свойствам, а также по химическому и минеральному составу аналогичны бокситам других месторождений Западно-Тургайского бокситоносного района. Каменистые бокситы на месторождении составляют 44,52%, рыхлые — 28,20%, глинистые — 27,28%.

Химический состав бокситов довольно разнообразный, среднее содержание компонентов по залежам колеблется в значительных пределах: содержание $SiO_2$ изменяется от 3,41 до 15,96% (в среднем 9,95%), содержание $Al_2O_3$ колеблется от 36,98 до 52,0% (в среднем 41,96%). Бокситы месторождения содержат значительное количество гидроокислов железа, содержание которых изменяется от 8,01 до 25,67% (в среднем 17,55%).

Рудные залежи месторождения сложены в основном гидрохимическими и частично спекательными сортами.

### Покровское месторождение

Покровское месторождение находится в 4—5 км к северу от Северо-Ливановского и также приурочено к Ливановской бокситоносной зоне.

Палеозойский дорудный фундамент месторождения сложен известняками, андезитовыми порфиритами и их туфами средне-верхневизейского возраста. Известняки образуют полосу, вытянутую с северо-востока на юго-запад на 6 км при ширине 600—900 м. К ней приурочены все известные на месторождении бокситовые залежи и рудные тела. Андезитовые и андезито-базальтовые порфириты и их туфы слагают западную и восточную части месторождения. Породы фундамента и бокситоносные отложения перекрыты континентальными песчано-глинистыми отложениями палеогена мощностью 10—20 м.

Бокситоносные отложения приурочены главным образом к сравнительно небольшим карстовым воронкам в известняках палеозойского фундамента. За пределами карстовых воронок

бокситоносные отложения, как правило, отсутствуют, не встречены они также и за пределами известняков.

В основании меловых континентальных бокситоносных отложений обычно залегают пестроцветные глины с железистыми бобовинами, выше по разрезу сменяющиеся бокситовыми глинами, глинистыми, рыхлыми и каменистыми бокситами. Бокситы обычно приурочены к верхней части стратиграфического разреза меловых отложений. Пролювиально-делювиальные глины, лежащие в основании бокситоносных отложений, на этом месторождении обычно отсутствуют. Мощность меловых отложений от нескольких метров до 90,5 м.

На Покровском месторождении выявлено 40 различных по величине рудных залежей карстового типа, из которых четыре являются относительно крупными. Рудные залежи месторождения представляют собой отдельные, изолированные друг от друга мелкие тела сложной, как правило, изометричной формы, небольшие по площади (рис. 15). Мощность их часто превышает диаметр карстовой воронки. Площадь этих мелких рудных тел изменяется от 1000 до 5000 м$^2$, мощность от 0,5 до 89,60 м (в среднем 33 м).

По условиям залегания, морфологии рудных тел, изменчивости литологического и химического состава и размерам рудных тел Покровское месторождение является типично карстовым. По данным химических анализов проб бокситы месторождения характеризуются следующим средним составом основных компонентов (в %): $SiO_2$ 10,66, $Al_2O_3$ 42,1, $Fe_2O_3$ 13,81, FeO 6,97; $TiO_2$ 1,84, п. п. п. 23,62. Содержание вредных примесей равно: окиси кальция 0,86%, серы 0,14%. Необходимо отметить, что в бокситах месторождения отмечается повышенное содержание сидерита.

Учитывая, что все закисное железо содержится в сидерите, а кремнезем почти полностью связан с каолинитом, минеральный состав бокситов по данным пересчета химического состава, очевидно, следующий (в %): гиббсит 43,49, каолинит 23,0, сидерит 11,0, кальцит 1,5, минералы гидроокислов железа 16,0, остальные минералы 2,0—5,0.

По данным статистического подсчета каменистые и рыхлые бокситы составляют 74%, а на долю глинистых бокситов приходится 26%. По качеству бокситы Покровского месторождения соответствуют спекательному и мартеновскому сортам. Руды Покровского месторождения залегают сравнительно неглубоко— от 7 до 44 м. Мощность их в среднем по рудным телам 15—33 м, линейный коэффициент вскрыши 1,0—2,0. Таким образом, руды месторождения могут разрабатываться открытым карьерным способом.

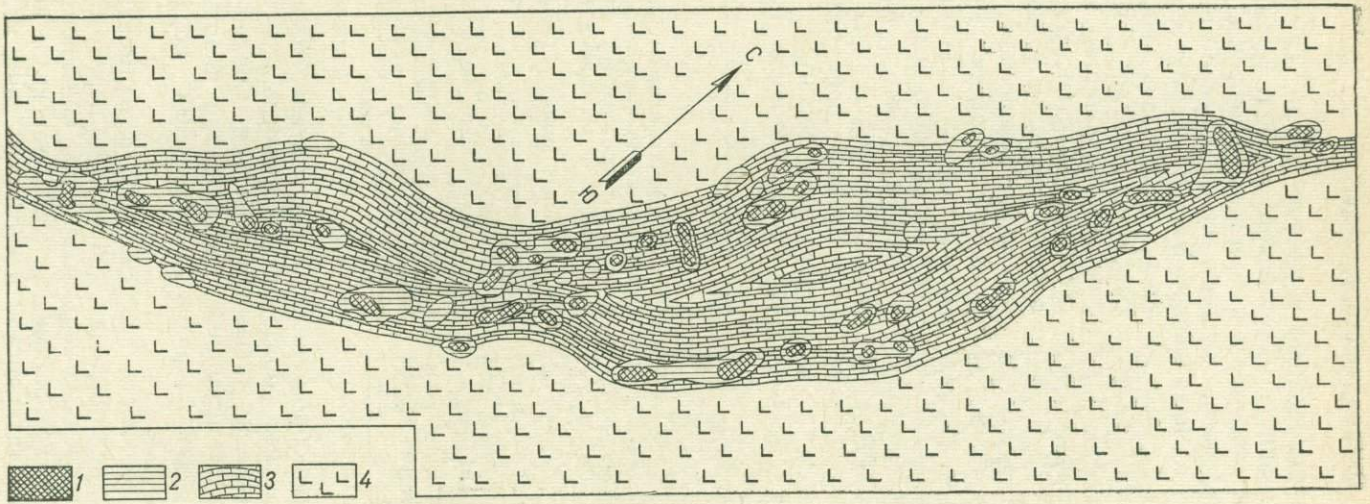



Рис. 15. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Покровского месторождения.

*1* — каменистые, рыхлые и глинистые бокситы; *2* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста — пестроцветные глины каолинитового состава; *3—4* — породы средне-верхневизейского возраста: *3* — известняки, *4* — андезитовые порфириты и их туфы

## Озерное месторождение

Месторождение расположено в южной части Таунсорской бокситоносной зоны Западно-Тургайского района. Кроме Озерного на территории этой зоны находятся Таунсорское, Шкуркульское, Мамыркульское, Кужукульское, Северо-Уркачское, Восточно-Уркачское, Қызылкольское, Батманкольское месторождения и большое количество бокситопроявлений. Преобладающее большинство этих месторождений относится к карстовому типу и только собственно Таунсорское месторождение является контактово-карстовым, а Мамыркульское — линзообразным.

Палеозойский фундмент месторождения сложен дислоцированными породами средне-верхневизейского возраста, среди которых наиболее

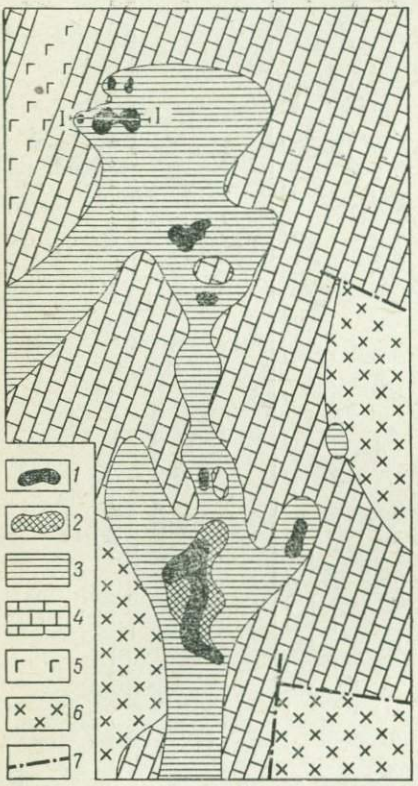



Рис. 16. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Озерного месторождения.

*1* — каменистые, рыхлые и глинистые бокситы; *2* — сильно железистые бокситы и аллиты (ферриаллиты); *3* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста — пестроцветные глины с обломочной структурой в нижней части, лигнитоносные глины; *4—6* — породы средне-верхневизейского возраста: *4* — органогенно-обломочные и доломитизированные известняки, *5* — порфириты и их туфы, *6* — диориты и диоритовые порфириты; *7* — тектонические нарушения

развиты органогенно-обломочные и доломитизированные известняки. Вулканогенные образования представлены андезитовыми порфиритами и их туфами, туффитами. Средне-верхневизейские вулканогенно-осадочные образования прорваны серией мелких интрузий диоритов и диоритовых порфиритов (рис. 16).

На размытой поверхности палеозойского фундамента залегают мезо-кайнозойские отложения, повсеместно перекрывающие фундамент и представленные верхнемеловыми континентальными бокситоносными отложениями, а также морскими песчано-глинистыми осадками тасаранской и чеганской свит, континен-

тальными отложениями кутанбулакской и чиликтинской свит и четвертичными образованиями. Общая мощность покровных отложений 40—60 м.

В нижней части мезо-кайнозойских отложений залегает кора выветривания палеозойских пород. Она широко развита в районе месторождения, мощность ее непостоянна и колеблется от нескольких сантиметров до 30—40 м, на контактах карбонатных и алюмосиликатных пород в некоторых случаях до 80 м.

Бокситоносные отложения на месторождении развиты сравнительно широко, площадь их развития ограничивается вмещающими их эрозионно-карстовыми депрессиями в карбонатных породах палеозойского дорудного фундамента. Площадь распространения бокситов и их мощность целиком зависят от размеров и форм вмещающих их депрессий, залегающих преимущественно на карбонатных породах (рис. 17). Среди бокситоносных отложений выделяются несколько обособленных горизонтов. Внизу залегает горизонт пролювиально-делювиальных обломочных глин, преимущественно красного и розовато-красного цвета мощностью до 50 м и приурочен к глубоким щелевидным карстовым воронкам. Выше залегает горизонт пестроокрашенных каолинит-гидрослюдистых глин с небольшой примесью тонкого терригенного материала. Иногда в этом горизонте отмечается наличие неравномерно распределенных, рыхлых бокситовых бобовин с нечеткими очертаниями; мощность горизонта колеблется от 5 до 20 м.

На горизонте пестроцветных глин расположен собственно рудный, или бокситовый, горизонт, представленный чередованием каменистых рыхлых и глинистых бокситов и аллитов с прослоями бокситовых глин, содержащих свободный глинозем, или пестроокрашенных каолинитовых глин. Мощность горизонта 3—90 м. Разрез бокситоносной свиты заканчивается горизонтом каолинит-лигнитовых глин мощностью до 30 м, сохранившихся в наиболее глубоких карстовых депрессиях. Представлен этот горизонт хорошо отсортированными глинами каолинового состава с прослоями и линзами серых, темно-серых и черных лигнитовых глин.

В этом горизонте в пачке каолиновых глин с обилием лигнита и прослоями рыхлого боксита содержатся спорово-пыльцевые комплексы, по определениям Н. С. Евлентьевой, З. С. Паскарь и других характерные для сеноман-туронского времени. Поскольку каолиновые глины постепенно переходят в бокситы, то последние являются, по-видимому, также туронскими. Спорово-пыльцевой комплекс, выделенный из этого горизонта, аналогичен комплексам, выделенным из промышленного горизонта Краснооктябрьского месторождения.

Для бокситов Озерного месторождения характерно наличие сильно железистых разностей, переходящих в ферриаллиты, образовавшихся за счет привноса в период образования бокситов

обломков мартита и магнетита из Сорского железорудного месторождения. Бокситами с повышенным содержанием железа (до 48%) и ферриаллитами сложена центральная и южная части третьего рудного участка месторождения.

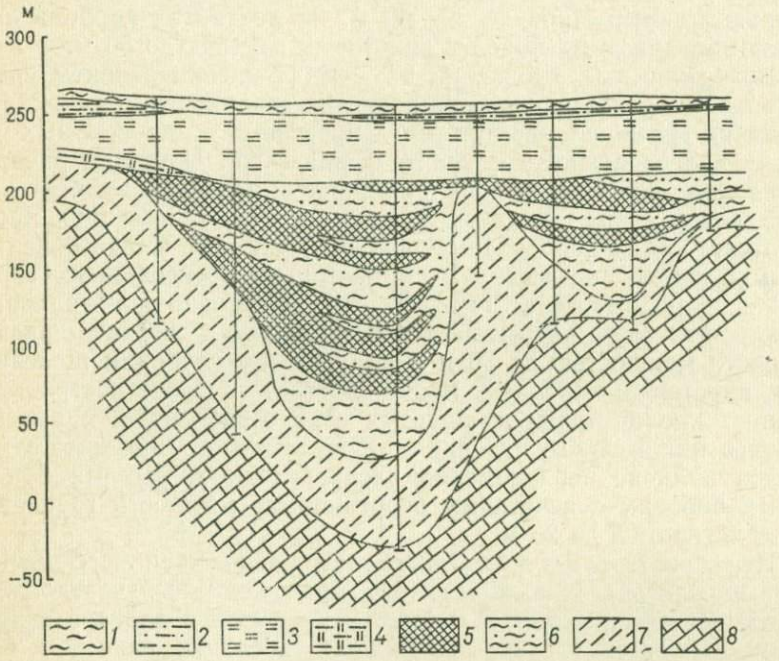



Рис. 17. Геологический разрез по линии I—I Озерного месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки и супеси; *2* — глины песчанистые чиликтинской свиты (верхний олигоцен); *3* — глины серовато-зеленые тонколистоватые чеганской свиты (верхний эоцен — нижний олигоцен); *4* — опоки и опоковидные глины тасаранской свиты (нижний эоцен); *5* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *6* — глины пестроцветные, каолинитовые, сеноман-туронского возраста; *7* — глины каолинит-гидрослюдистые (кора выветривания); *8* — органогенно-обломочные и доломитизированные известняки

Количество железа на площади месторождения возрастает с севера на юг: на севере полуторной окиси железа содержится 18—20%, а на юге 45—60%, где кондиционные бокситы переслаиваются с алюмогематитами, между которыми наблюдаются постепенные переходы. Такие бокситы не обнаружены среди других месторождений района. Обломки мартита и магнетита часто встречаются не только среди бокситовых руд, но и среди других бокситоносных осадков. Это сыграло отрицательную роль при образовании бокситов, так как последние оказались некондиционными.

На площади Озерного месторождения меловые отложения подверглись размыву, и верхний горизонт бокситоносных отложений иногда не сохранился. В основании перекрывающих бокситоносные осадки чеганских глин встречаются гальки и обломки бокситов, что также свидетельствует о размыве бокситорудных горизонтов. На месторождении бокситоносные осадки повсеместно перекрыты морскими зеленовато-серыми глинами чеганской свиты, выходящими на дневную поверхность, и континентальными песчано-глинистыми отложениями среднего олигоцена, перекрытыми четвертичными суглинками.

Озерное месторождение состоит из пяти рудных участков, из них три наиболее крупные вытянуты в виде цепочки в субмеридиональном направлении на 5 км. Всего на всех участках месторождения выявлено 99 бокситовых залежей, в том числе на рудном участке Северном — 8, Западном — 30, Центральном — 27, Восточном — 25 и Алакольском — 9. Промышленные запасы бокситов сосредоточены на трех участках в 16 залежах. В последние годы выявлен шестой Южный участок, сложенный в основном алюмогётитовыми рудами с незначительными по мощности прослоями кондиционных бокситов.

Бокситовые залежи Озерного месторождения являются типично карстовыми, имеют небольшие размеры и небольшие запасы, изометричную, реже вытянутую в субмеридиональном направлении форму при мощности бокситовых руд от 1 до 115,8 м. Большинство залежей обычно состоят из одного-двух рудных тел, реже их количество достигает 8, в разрезе рудные тела, как правило, располагаются одно под другим. Глубина залегания бокситов 35—70 м.

По минеральному составу бокситы являются гиббситовыми. Кроме гиббсита в рудах присутствуют каолинит, гётит, много мартита. Бокситы представлены каменистыми, рыхлыми и глинистыми литологическими разновидностями.

Среднее содержание основных компонентов[1] по отдельным залежам изменяется в значительных пределах (в %): $Al_2O_3$ 40,1—44,1 (42,2); $SiO_2$ 5,5—12,0 (10,3); $Fe_2O_3$ 15,3—28,6 (21,8); $CO_2$ 0,5—2,8 (1,27); кремневый модуль 3,2—7,6 (4,1). Разработка месторождения может осуществляться карьерным способом.

### Кужукульское месторождение

Кужукульское месторождение расположено в северной части Таунсорской бокситоносной зоны Западно-Тургайского района. Палеозойский фундамент месторождения сложен карбонатны-

[1] Здесь и далее в скобках дано среднее содержание и кремневый модуль.

ми и эффузивными породами средне-верхневизейского возраста, а также отложениями турне и нижнего визе. Карбонатные породы образуют полосу субмеридионального простирания шириной до 1,1 км. К западу и востоку от этой полосы развиты эффузивные породы, представленные преимущественно пироксен-плагиоклазовыми и андезитовыми порфиритами, а также породами пирокластического состава (рис. 18). Восточная часть месторождения сложена отложениями верхнего турне и нижнего визе — аргиллитами, сланцами, алевролитами, песчаниками и туфопесчаниками с линзами и пластами известняков. Интрузивные породы развиты в северной части месторождения и представлены в основном диоритами и диорит-порфиритами.

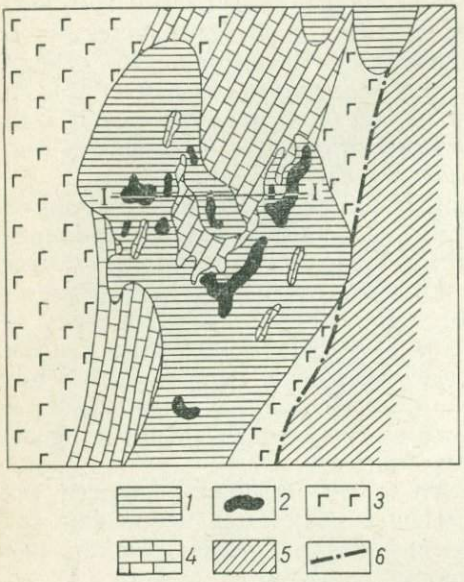



Рис. 18. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Кужукульского месторождения.

*1* — бокситоносные отложения — пестроцветные глины каолинитового состава с обломочной структурой в нижней части; *2* — бокситы; *3—4* — породы средне-верхневизейского возраста; *3* — порфириты и их туфы, *4* — известняки и доломитизированные известняки, доломиты; *5* — аргиллиты, сланцы, алевролиты, глинисто-карбонатные породы и туфопесчаники верхнетурнейского-нижневизейского возраста; *6* — тектонические нарушения

Наиболее крупным разрывным нарушением на месторождении является Апановский глубинный разлом, который сопровождается серией близлежащих как параллельных основному направлению, так и косоширотных нарушений. В северной части месторождения находится Кужукульский разлом, который имеет широтное или близкое к нему направление.

Породы палеозойского фундамента повсеместно перекрыты образованиями коры выветривания, мощность которой изменяется от единиц до 40—50 м, иногда до 100 м. Наиболее мощные коры выветривания образуются на контакте эффузивных пород с карбонатными, также в тектонических зонах.

Нижние горизонты бокситоносных отложений на месторождении развиты широко, особенно в северной части. Они с резким размывом залегают на карбонатных породах палеозойского фундамента и приурочены к наиболее глубоким частям карсто-

вых воронок. Представлены они пролювиально-делювиальными и пестроокрашенными глинами с хорошо выраженной обломочной структурой. Глины иногда содержат обломки палеозойских пород и темно-бурые расплывчатые бобовины, количество которых увеличивается снизу вверх. В некоторых случаях эти глины имеют кремневый модуль выше 0,85 и относятся к аллитам. Разрез этих отложений обычно завершается тонкодисперсными темно-серыми глинами каолинит-монтмориллонитового состава, в которых присутствует значительное количество сферолитов сидерита.

Пролювиально-делювиальные и пестроцветные глины по химическому составу тождественны с глинистыми образованиями коры выветривания, что свидетельствует о сносе и переотложении кор выветривания в начальную стадию бокситообразования без заметной химической переработки и дифференциации материала остаточных кор выветривания.

Выше пролювиально-делювиальных и пестроцветных глин без заметного перерыва залегает бокситовый горизонт, распространенный значительно меньше, чем нижележащие осадки, и залегающий внутри контура последних. Представлен он различными литологическими разновидностями бокситов с прослоями пестроокрашенных глин (рис. 19) и сохранился главным образом в наиболее глубоких депрессиях палеозойского фундамента и там, где бокситовый горизонт представлен каменистыми бокситами, которые трудно поддаются разрушению.

Пестроцветные бокситовые, лигнит-бокситовые и лигнитоносные глины распространены не широко. В лигнитоносных глинах часто наблюдаются обломки древесины и остатки растительного детрита; в пестроцветных глинах — неравномерно распространенные бобовины рыхлого боксита. Бокситоносные глины обычно имеют следующий состав (в %): $SiO_2$ 29,62; $Al_2O_3$ 35,9; $Fe_2O_3$ 15,86; $TiO_2$ 1,87; CaO 0,32. Возраст бокситовых осадков по данным спорово-пыльцевого анализа определяется как альб-сеноманский.

На Кужукульском месторождении из межрудных лигнитовых глин и глинистого боксита с растительными остатками Н. М. Беляковой выделен спорово-пыльцевой комплекс верхнеальбского и сеноманского возраста, а из лигнит-каолинитовых глин М. И. Сахаровой выделен спорово-пыльцевой комплекс сеноманского возраста. Меловые бокситоносные отложения перекрыты мощной толщей морских и континентальных палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений, суммарная мощность которых 80—100 м, реже 120—140 м.

Кужукульское месторождение представлено девятью залежами бокситов, четыре из них крупные. Залежи приурочены к меридионально вытянутым депрессиям в палеозойском фундаменте, сложенном известняками средне-верхневизейского возраста. Форма и размеры залежей контролируются строением

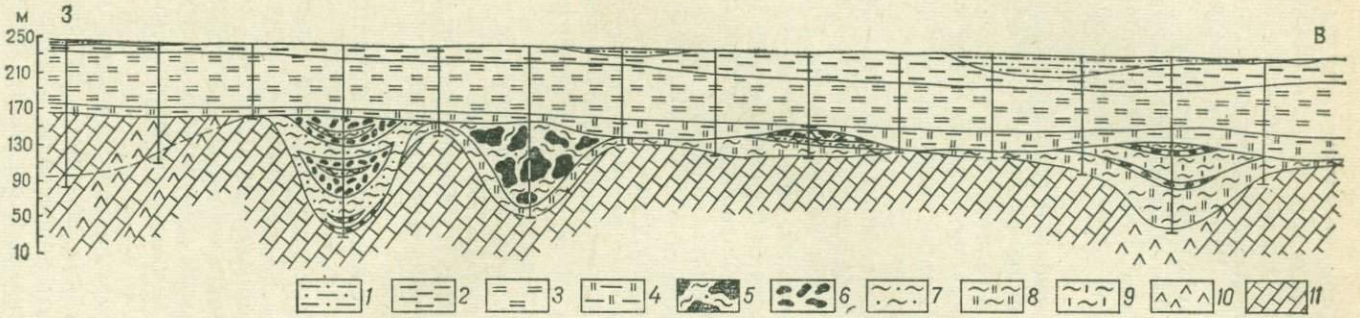



Рис. 19. Геологический разрез по линии I—I Кужукульского месторождения.

*1* — глины светло-серые, алевритистые, слюдистые, чиликтинской свиты ($Pg_3^2$ *čl*); *2* — глины серые, тонкослоистые, алевритистые, кутанбулакской свиты ($Pg_2^3$ *kt*); *3* — глины серовато-зеленые, листоватые, чеганской свиты ($Pg_2^3 - Pg_3^1$ *čg*); *4* — глины опоковидные, серовато-зеленые, тасаранской свиты ($Pg_2^2$ *ts*); *5—9* — бокситоносные отложения ($Cr_{1-2}$): *5* — бокситы каменистые, *6* — бокситы рыхлые, *7* — глины бокситовые, *8* — глины пестроцветные, *9* — глины пестроокрашенные с бобовинами; *10—11* — породы средне-верхневизейского возраста; *10* — эффузивные породы среднего состава; *11* — известняки

дорудного рельефа палеозойского фундамента. Бокситорудные залежи в центральной части сложены преимущественно каменистыми разновидностями, которые к периферии постепенно сменяются рыхлыми и глинистыми разновидностями. Мощность бокситовых залежей изменяется от единиц до 100—150 м.

Бокситы на месторождении представлены в большинстве случаев каменистыми разновидностями бобовой структуры и буровато-красной окраски, обычно они слагают центральную часть залежей. В некоторых случаях (особенно верхние горизонты) каменистые бокситы подвергнуты вторичным изменениям. Рыхлые и глинистые бокситы обычно образуют фланговые части залежей, а иногда и всю залежь и с каменистыми связаны постепенными переходами. Бокситовые и лигнит-бокситовые породы отличаются меньшей степенью насыщенности бобовин и неравномерным распределением их в общей массе породы.

Основными рудообразующими минералами являются гиббсит, гидрогематит, гидрогётит, каолинит и монтмориллонит. Два последних минерала в большем количестве встречаются в глинистых и рыхлых бокситах. Из второстепенных минералов обычно присутствуют кальцит, сидерит, пирит, марказит. Характерной особенностью бокситовых руд Кужукульского месторождения является присутствие в них большого количества монтмориллонита.

По химическому составу бокситы Кужукульского месторождения характеризуются стабильным содержанием основных рудообразующих компонентов и незначительным содержанием окиси кальция (максимальное содержание 0,36%).

Среднее содержание основных рудообразующих компонентов в бокситах по отдельным залежам изменяется в пределах (%): $Al_2O_3$ 40,54—45,26, $SiO_2$ 5,09—13,69, $Fe_2O_3$ 19,77—26,99, $TiO_2$ 1,40—2,80, $CO_2$ 0,33—2,03, кремневый модуль 3,0—8,3.

### Майбалыкское и Кайнарлинское месторождения

Майбалыкское и Кайнарлинское месторождения бокситов расположены в западной части Целиноградского бокситоносного района вблизи оз. Майбалык. Для геологического строения этих месторождений, как и для месторождений Тургайской провинции, характерно двухъярусное строение, в нижней части находится палеозойский складчатый фундамент, в верхней — песчано-глинистые отложения мезо-кайнозойского покровного чехла.

Палеозойский дорудный фундамент этих месторождений сложен вулканогенно-осадочными породами верхнего ордовика, которые образуют Таскольскую брахиантиклиналь. Ядро и присводовая часть этой структуры образованы эффузивными поро-

дами среднего состава, мраморизованными известняками и алевролитами также верхнеордовикского возраста (рис. 20).

Покровные отложения почти сплошь перекрывают палеозойский складчатый фундамент и представлены в нижней части

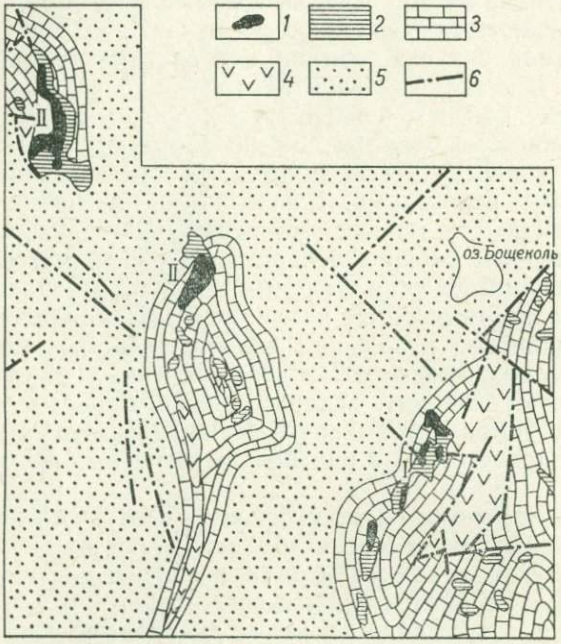



Рис. 20. Схематическая геологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений района Майбалыкского (I) и Кайнарлинского (II) месторождений. По *В. П. Выдрину и Ш. Ж. Бахтееву:*

*1* — бокситы; *2* — глины пестроцветные, каолинитовые, бокситоносные; *3—5* — породы верхнего ордовика: *3* — известняки мраморизованные, *4* — эффузивные породы среднего и основного состава, *5* — песчаники, аргиллиты, сланцы; *6* — тектонические нарушения

глинистыми образованиями коры выветривания каолинитового и каолинит-монтмориллонитового состава мощностью до 80 м, пестроцветными бокситоносными отложениями палеоценового возраста и континентальными песчано-глинистыми отложениями палеогенового, неогенового и четвертичного возраста.

**Майбалыкское месторождение.** Бокситовые залежи Майбалыкского месторождения расположены на западном крыле Таскольской брахиантиклинали и приурочены к карстовой депрессии, вытянутой в меридиональном направлении вдоль контакта известняков с эффузивными породами. Депрессия выполнена бокситоносными отложениями, представленными пестроцветны-

ми бокситоподобными глинами, каменистыми, рыхлыми и глинистыми бокситами, аллитами с прослоями пестроокрашенных и углистых глин каолинитового состава (рис. 21). Литологический состав бокситов и вмещающих пород резко изменяется как в разрезе, так и в плане. Общая мощность бокситоносных отложений 100—150 м.

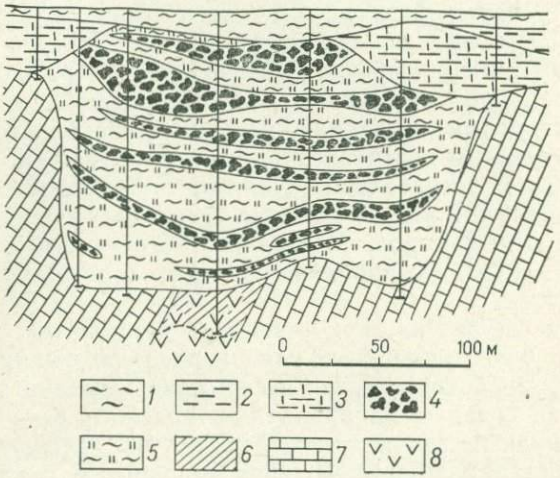



Рис. 21. Геологический разрез по залежи I Майбалыкского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки; *2* — глины буровато-зеленые, верхнего неогена; *3* — глины зеленовато-серые, гипсоносные, аральской свиты (нижний — средний неоген); *4* — бокситы; *5* — глины пестроцветные; *6* — кора выветривания эффузивных пород; *7—8* — породы верхнего ордовика: *7* — известняки, *8* — эффузивные породы среднего состава

На месторождении разведаны три бокситовые залежи, которые приурочены к трем глубоким карстовым воронкам, расположенным в пределах одной вытянутой в меридиональном направлении карстовой депрессии. Рудные тела бокситов залегают внутри залежей, имеют сложную причудливую форму линз длиной от 70—100 до 300—500 м. Глубина залегания кровли бокситов от 3 до 25 м, в среднем 12 м.

Содержание основных рудообразующих компонентов в бокситах Майбалыкского месторождения изменяется в широких пределах (в %): $Al_2O_3$ 37,0—53,4 (42,2); $SiO_2$ 3,8—20,4 (15,2); $Fe_2O_3$ 3,2—29,8 (18,0); FeO 0,2—1,1; $TiO_2$ 0,96—2,80; CaO 0,07—1,48; MgO 0,09—0,35; $P_2O_5$ 0,07—0,60; S до 0,7; кремневый модуль 2,1—16,8 (2,73).

Литологический состав бокситов по отдельным залежам также изменяется в значительных пределах (в %): каменистые 4—16 (10,6); рыхлые 20—33 (25,5); глинистые 58—67 (63,9). Хи-

мический и литологический состав бокситов внутри рудных тел изменяется в вертикальном и горизонтальном направлениях без видимой закономерности, в связи с этим внутри рудных тел практически невозможно выделить пачки различного сортового и литологического состава. По минеральному составу бокситы Майбалыкского месторождения относятся к гиббситовому типу.

**Кайнарлинское месторождение.** На месторождении известны две бокситовые залежи, которые приурочены к карстовым депрессиям в известняках ордовикского возраста вблизи их контакта с эффузивно-осадочными породами среднего и основного состава. Рудовмещающие карстовые депрессии хорошо выражены в современном рельефе.

Бокситоносные отложения, выполняющие карстовые депрессии, представлены пестроцветными каолинитовыми, гиббсит-каолинитовыми и лигнитовыми глинами с прослоями песчанистых (маршаллитовых) пород, а также различными литологическими разновидностями пород. Мощность бокситоносных отложений обычно 10—40 м, а в наиболее глубоких карстовых воронках до 150 м.

Залежи состоят из двух — четырех рудных тел, разделенных прослоями бокситоподобных глин и располагающихся обычно в верхней части бокситоносных отложений, глубина залегания их 4—84 м (в среднем по различным залежам 8—40,5 м). Морфология рудных тел и залежей бокситов сложная и обычно обусловлена резко изменяющейся мощностью и глубиной карстовых воронок. Поверхность почвы залежей обычно повторяет сложный рельеф карстовой воронки в карбонатных породах палеозойского фундамента. Среди литологических разновидностей наиболее развиты на месторождении глинистые бокситы, в меньшей степени — каменистые и рыхлые бокситы. По минеральному составу бокситы гиббситовые.

Содержание основных рудообразующих компонентов по залежам составляет (в %): $Al_2O_3$ от 37,0 до 48,8 (42,5); $SiO_2$ от 4,3 до 21,6 (13,3—16,0); $Fe_2O_3$ 18,7—19,8; $TiO_2$ 2,08; CaO 0,16—0,36; кремневый модуль 2,6—3,2.

Месторождения пригодны для открытой разработки.

### Майсорское, Таскейбулакское и Ащикудукское месторождения

Эти месторождения располагаются в пределах Экибастузского бокситоносного района Центрально-Казахстанской провинции. Они относятся к карстовому типу, но некоторые залежи возможно необходимо отнести к контактово-карстовому типу. Месторождения в настоящее время не имеют промышленного значения, так как представлены мелкими залежами с небольшими размерами.

**Майсорское месторождение** расположено к юго-востоку от г. Экибастуз. Палеозойский фундамент его сложен образова-

ниями нижнего и среднего ордовика (рис. 22). В нижней части ордовикских образований залегают андезитовые и базальтовые порфириты и их туфы, в средней — дацитовые, андезитовые и андезито-порфиритовые породы и их туфы, песчаники, алевролиты и известняки, в верхней части — порфириты базальтового состава, их туфы, алевролиты, песчаники и конгломераты.

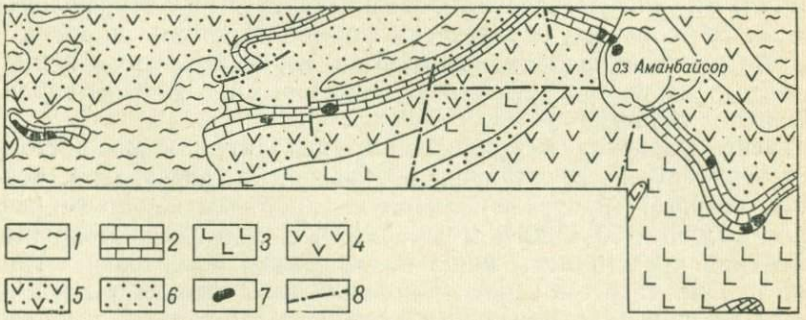



Рис. 22. Схематическая геологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений района Майсорского месторождения. По *В. Ф. Долгополову.*

*1* — четвертичные и палеогеновые песчано-глинистые отложения; *2—6* — породы ордовика: *2* — известняки мраморизованные, *3* — эффузивные породы основного состава, *4* — эффузивные породы среднего состава, *5* — чередование песчаников, аргиллитов и алевролитов с прослоями порфиритов среднего состава, *6* — алевролиты и песчаники; *7* — залежи бокситов; *8* — тектонические нарушения

Образования нижнего ордовика слагают ядро крупной антиклинальной структуры, а породы среднего ордовика — ее крылья.

Известняки среднего ордовика образуют полосы в крыльях антиклинальной структуры шириной 100—300 м и длиной 2—4 км. Известняки плотные, однородные, тонкозернистые.

На площади Майсорского месторождения выявлено около 100 мелких карстовых воронок, из них 11 выполнены кондиционными бокситами. Остальные карстовые воронки заполнены пестроцветными глинисто-щебнистыми образованиями или глинами с обломочной структурой, которые являются переотложенными продуктами кор выветривания эффузивных пород ордовика. Карстовые воронки, выполненные бокситоносными осадками с рудными телами бокситов, приурочены к зоне контакта известняков и вулканогенных пород среднего и основного состава, которая вытянута в субширотном направлении на 13 км.

Бокситоносные отложения выполняют воронкообразные карстовые депрессии глубиной 20—230 м и представлены пестроокрашенными глинами, в нижней части которых в отдельных карстовых воронках располагаются темно-серые и серые лигнитовые

песчанистые глины мощностью до 8 м. Рудные тела бокситов обычно приурочены к верхней части бокситоносной толщи. Бокситы перекрыты четвертичными суглинками мощностью до 10 м (реже 35 м).

Рудные тела бокситов имеют линзо- и гнездообразную форму, мощность их изменяется от 1 до 72,5 м. На их долю приходится около 5—15% (редко до 50%) объема бокситовмещающих отложений. Бокситы представлены каменистыми, рыхлыми и глинистыми литологическими разновидностями. Морфология рудных тел сложная, обусловлена формой карстовых воронок и взаимными фациальными переходами между бокситами и вмещающими их пестроцветными каолинитовыми и гиббсит-каолинитовыми глинами.

**Таскенбулакское месторождение** находится к юго-востоку от г. Экибастуз. В его пределах выявлено две залежи бокситов, которые приурочены к двум карстовым воронкам размером 50×65 и 80×120 м и глубиной 24—40 м. Бокситоносные отложения представлены кирпично-красными бокситовыми глинами каолинитового и гиббсит-каолинитового состава с линзами глинистых и редкими гнездами каменистых бокситов. Средняя мощность кондиционных бокситов 9—16 м. Карстовые воронки располагаются на известняках верхнеордовикского возраста. Содержание основных компонентов в бокситах изменяется в пределах (в %): $Al_2O_3$ 30,7—44,8; $SiO_2$ 1,1—16,5; $Fe_2O_3$ 11,4—27,31; $TiO_2$ 1,2—1,6. Запасы бокситов двух залежей оцениваются в 500 тыс. т.

**Ащикудакское месторождение** находится к югу от Таскейбулакского. На месторождении выявлена одна залежь бокситов размером 70×130 м, которая располагается в карстовой воронке на контакте известняков верхнего ордовика и эффузивных пород андезито-базальтового состава; мощность бокситов 22 м. Содержание компонентов в бокситах изменяется (в %): $Al_2O_3$ 35,6—44,5; $SiO_2$ 4,9—16,5; $Fe_2O_3$ 7,3—19,9. Запасы около 500 тыс. т.

### Бокситопроявления карстового типа

Кроме описанных карстовых месторождений в Казахстане имеется большое количество бокситопроявлений карстового типа, которые расположены как на территории известных бокситоносных районов, так и за их пределами. В Причимкентском районе известны Фогелевское, Уртабасское и другие бокситопроявления.

На Уртабасском проявлении бокситов выявлена небольшая карстовая воронка, приуроченная к ядру одноименной брахиантиклинали, которая сложена известняками фамена. Бокситы, выполняющие карстовую воронку, залегают с поверхности до глубины 10 м, являются железистыми и по минеральному соста-

ву бёмитовыми. В них содержится (в %): $Al_2O_3$ 41—46; $SiO_2$ 12—16; $Fe_2O_3$ 20—21; $TiO_2$ 2,6—3,0; п. п. п. 10,5%.

В северной части Кокчетавской глыбы известно Драгомировское, а в западной части Макеевское бокситопроявления. На севере Улатавского антиклинория в верховьях р. Каинды расположено несколько мелких бокситопроявлений, а в юго-западной части — Актасское проявление бокситов. Имеются мелкие бокситопроявления в северной и юго-западной частях Тургайской бокситоносной провинции.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОНТАКТОВО-КАРСТОВОГО ТИПА

Бокситовые месторождения контактово-карстового типа залегают в карстовых, суффозионно- и эрозионно-карстовых узких ложбинообразных депрессиях, линейно-вытянутых вдоль зоны стратиграфического и тектонического контакта алюмосиликатных и карбонатных пород или на узких полосах известняков среди пород палеозойского фундамента. Со стороны алюмосиликатных пород депрессии имеют пологий борт, а со стороны карбонатных пород борта депрессий обычно крутые. Залежи бокситов состоят из нескольких рудных тел, имеющих форму сложных вытянутых линз при значительном превышении длины над шириной и резком колебании мощности в поперечном разрезе и по продольной оси.

Площадь распространения рудных тел и их мощность циликом зависят от размеров и форм вмещающих их депрессий. Среди бокситоносных осадков иногда выделяются четыре обособленных горизонта. В нижней части залегает горизонт пролювиально-делювиальных и щебенчато-глинистых образований, выше — горизонт пестроокрашенных каолинит-гидрослюдистых глин; на последних расположен собственно рудный горизонт, который представлен чередованием различных литологических разновидностей бокситов с прослоями аллитов и бокситовых глин. Разрез бокситоносных отложений обычно заканчивается горизонтом каолинит-лигнитовых глин, которые сохранились в наиболее глубоких карстовых депрессиях. К этому типу относятся Темирское и Таунсорское месторождения Западно-Тургайского района, Талдык-Ащесайское и Каиндинское Мугоджарского района и Софиевское, Суворовское и Семеновское Целиноградского района.

### Темирское месторождение

Темирское месторождение расположено в северной части Краснооктябрьской (Центральной) бокситоносной зоны Западно-Тургайского района. Палеозойский фундамент месторождения сложен известняками, порфиритами и их туфами и туфопесчаниками средне-верхневизейского возраста (рис. 23, 24). Среди пород палеозойского фундамента известняки залегают в виде

полосы субмеридионального простирания шириной до 1,5 км и длиной до 4 км. Породы фундамента смяты в складки и прорваны мелкими интрузиями диоритов верхнепалеозойского возраста.

Бокситовые залежи выполняют карстовые депрессии, линейно-вытянутые вдоль контакта известняков с туфопесчаниками и туфами и приуроченные к восточному контакту полосы известняков с вулканогенными породами валерьяновской свиты. Мезо-кайнозойские отложения в нижней части представлены континентальными бокситоносными отложениями верхнего мела. На размытой поверхности бокситоносной свиты залегают тасаранская, чеганская, чиликтинская свиты и четвертичные отложения. Суммарная мощность покровных отложений 60—80 м.

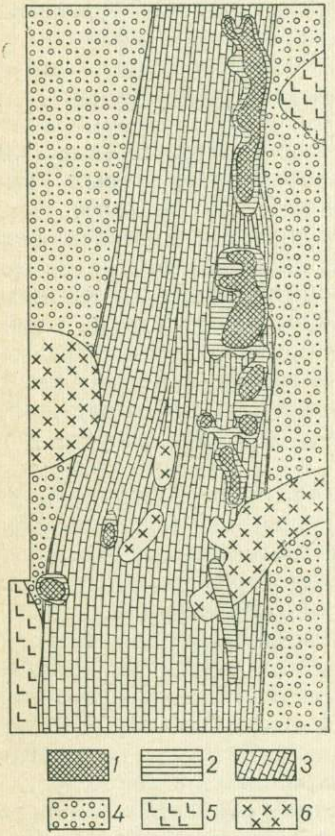



Рис. 23. Схематическая геологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Темирского месторождения.

*1* — залежи бокситов; *2* — бокситоносные отложения — пестроцветные глины; *3—5* — породы нижнесредневизейского возраста: *3* — известняки и доломитизированные известняки, *4* — туфы, туфопесчаники и туфоконгломераты, *5* — порфириты среднего состава; *6* — диориты, диоритовые порфириты

Темирское месторождение состоит из десяти бокситовых залежей. Наиболее крупные из них, в которых содержится преобладающая часть запасов бокситов, приурочены к восточному контакту полосы карбонатных пород. В вертикальном разрезе рудные тела имеют сравнительно сложное строение и состоят из двух-трех пачек кондиционных бокситов, разделенных прослоями бокситовых и пестроцветных глин. На флангах залежей в поперечном и продольном разрезах они расщепляются на отдельные менее мощные прослои. Мощность кондиционных бокситов по скважинам колеблется от 1 до 65 м. Размеры рудных залежей не превышают в длину 1000 м.

Бокситы представлены главным образом каменистыми (43,62%) и рыхлыми (33,55%) литологическими разновидностя-

ми и в меньшей степени глинистой разновидностью (22,83%). Основными рудообразующими минералами бокситов являются гиббсит, гётит, гематит, магнетит, гидрогематит и каолинит, реже встречаются кварц, корунд; акцессорными являются циркон, ильменит и пирит.

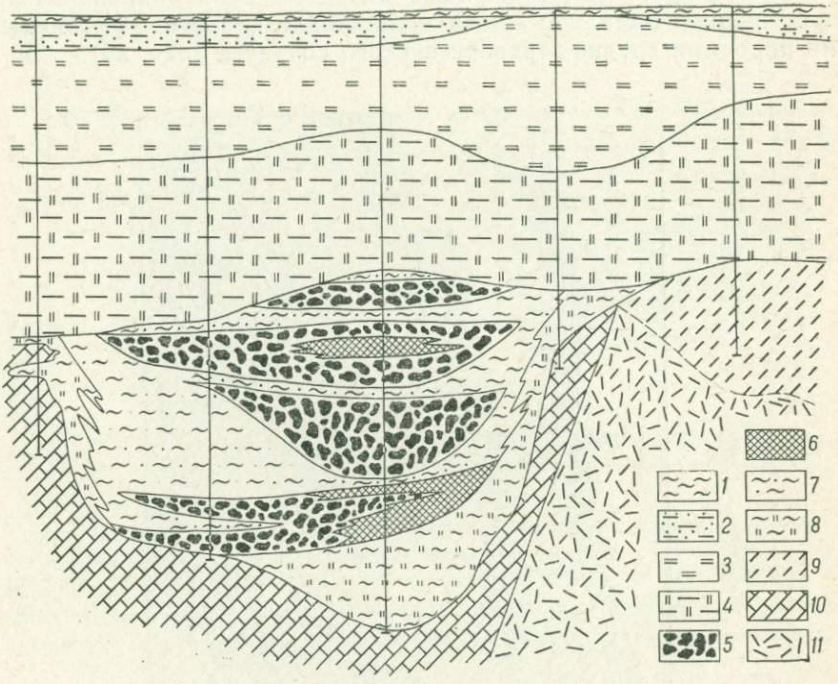



Рис. 24. Геологический разрез по II залежи Темирского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки и супеси; *2* — пески глинистые, кутанбулакской свиты ($Pg^3_2$ *kt*); *3* — глины серовато-зеленые, тонколистоватые, чеганской свиты ($Pg^3_2$ — $Pg^1_3$ *čg*); *4* — опоки и опоковидные глины, тасаранской свиты ($Pg^2_2$ *ts*); *5—9* — бокситоносные отложения: *5* — бокситы каменистые и рыхлые, *6* — бокситы глинистые, *7* — бокситовые глины, *8* — глины пестроцветные, *9* — глины коры выветривания; *10* — известняки средне-верхневизейского возраста ($C_1v_{2-3}$); *11* — туфы того же возраста

Химический состав руд Темирского месторождения довольно разнообразен и характеризуется значительным колебанием компонентов. Средний химический состав руд по отдельным блокам и рудным телам также изменяется в значительных пределах. Среднее содержание компонентов бокситов в рудных залежах следующее (в %): $Al_2O_3$ 39,8—45,7; $SiO_2$ 5,9—11,4; $Fe_2O_3$ 20,2—27,1; $CO_2$ 0,43—0,94; кремневый модуль 3,5—6,9.

## Таунсорское месторождение

Таунсорское месторождение расположено в южной части одноименной бокситоносной зоны Западно-Тургайского района. Оно приурочено к западному крылу Таунсорской антиклинали, сложенной турне-визейскими карбонатными и терригенными породами, собранными в крупные складки субмеридионального простирания. Западное крыло антиклинали сложено эффузивными породами средне-верхневизейского возраста (рис. 25).

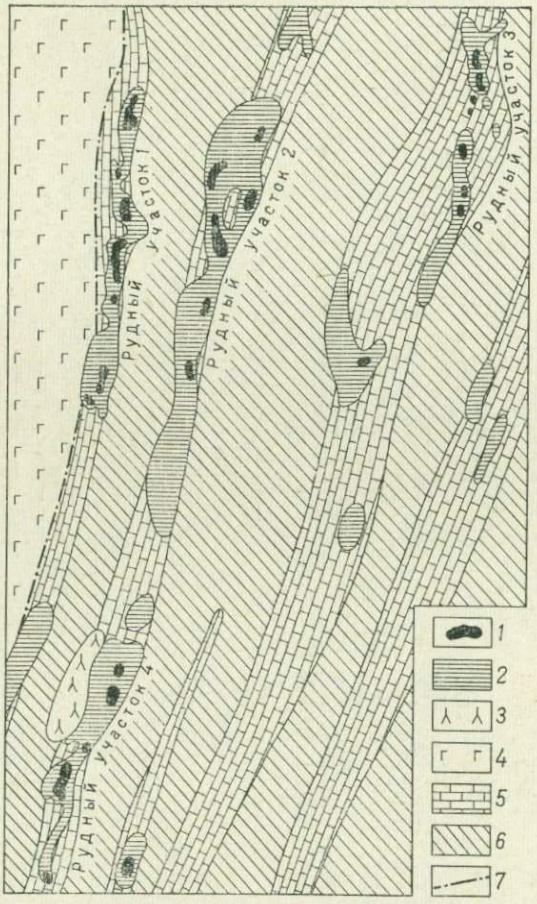



Рис. 25. Схематическая геологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Таунсорского месторождения. По *Д. А. Венкову.*

*1* — залежи бокситов; *2* — бокситоносные отложения — преимущественно пестроцветные глины; *3* — базальты нижнего и среднего триаса (?); *4* — порфириты и их туфы средне-верхневизейского возраста; *5—6* — породы нижнетурнейского возраста: *5* — известняки, доломитизированные известняки, доломиты, *6* — аргиллиты, алевролиты, песчаники; *7* — тектонические нарушения

Месторождение образовано 26 мелкими залежами, располагающимися в линейно-вытянутых узких карстовых воронках и эрозионно-карстовых депрессиях. Последние приурочены к трем узким полосам известняков нижнетурнейского возраста. Залежи бокситов месторождения представляют собой группы рудных тел, вытянутых вдоль структур палеозойского фундамента. Руд-

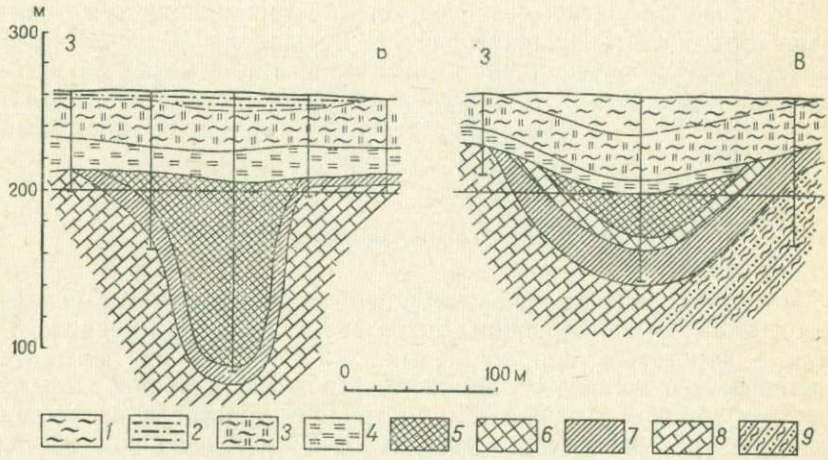



Рис. 26. Геологические разрезы Таунсорского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки и супеси; *2* — глины песчанистые, чиликтинской свиты ($Pg_3^2 čl$); *3* — глины пестроцветные, песчанистые, кутанбулакской свиты ($Pg_2^3 kt$); *4* — глины серовато-зеленые, листоватые, чеганской свиты ($Pg_2^3 - Pg_3^1 čg$); *5* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *6* — аллиты; *7* — глины пестроцветные, каолинитовые; *8* — известняки; *9* — песчано-глинистые сланцы

ные тела линейно-вытянутой формы характеризуются сложной морфологией и невыдержанностью мощностей. Мощности бокситa изменяются на очень небольшом расстоянии от единиц метров до 20—25 м, в отдельных случаях до 115 м. Наиболее мелкие рудные тела представляют собой гнезда небольшой площади, но значительной мощности, превышающей иногда диаметр карстовой воронки (рис. 26).

Бокситы месторождения представлены каменистыми, рыхлыми, сухаристыми и глинистыми разновидностями преимущественно красновато-бурого цвета. Они постепенно переходят друг в друга, бокситы во многих случаях переслаиваются с бокситовыми глинами. Каменистые бокситы обычно представляют собой плотную породу, состоящую на 40—55% из круглых бобовин, которые всегда темнее цемента. Каменистыми бокситами, как правило, сложена центральная осевая часть бокситовых залежей. На Таунсорском месторождении каменистые бокситы составляют около 50%.

Литологический и химический состав бокситов очень изменчив как по площади, так и в вертикальном разрезе. Кроме бокситов на Таунсорском месторождении широко развиты аллиты. Основными рудообразующими минералами являются гиббсит, гётит, гематит, гидрогётит, гидрогематит, каолинит и сидерит. Для руд месторождения характерно присутствие значительного количества корунда.

По качеству бокситы Таунсорского месторождения хуже бокситов других месторождений района. Все залежи и рудные тела образованы преимущественно спекательными и металлургическими марками. В бокситах в среднем содержится (в %): $Al_2O_3$ 41,92; $SiO_2$ 11,41; $Fe_2O_3$ 20,95; $TiO_2$ 1,76; $CO_2$ 3,76; кремневый модуль 3,7.

### Талдык-Ащесайское месторождение

Месторождение расположено в центральной части Мугоджарского бокситоносного района. Бокситовые залежи его располагаются в карстовых депрессионных углублениях на контакте известняков и доломитов нижнего и среднего карбона с эффузивными породами девона. Самая крупная карстовая депрессия вытянута вдоль восточного контакта полосы известняков в субмеридиональном направлении примерно на 5 км. Полоса карбонатных пород слагает осевую часть Балкымбайской грабен-синклинали.

Палеозойский фундамент района месторождения сложен эффузивными породами девона, известняками и доломитами нижнего и среднего карбона. На породах палеозойского фундамента развита кора выветривания, представленная пестроокрашенными глинами каолинит-гидрослюдистого состава.

Бокситоносные отложения сложены пестроцветными тонкодисперсными глинами с подчиненными им прослоями и линзами бокситов (рис. 27). Во многих случаях строение продуктивной толщи весьма не постоянно как в разрезе, так и в плане. Однако в общих чертах в разрезе бокситоносных отложений выделяются четыре горизонта. В нижней части залегают белые и пестроцветные каолинит-гидрослюдистые глины с щебенкой кварца и кремнистых сланцев. Выше лежат серые и черные углистые глины гиббсит- каолинитового состава. На них располагается рудный горизонт, сложенный кирпично-красными и пестроцветными гиббсит-каолинитовыми глинами с линзо- и гнездообразными залежами бобовых красновато-коричневых бокситов. В верхней части разреза на рудном горизонте располагаются серые углистые каолинитовые глины. Общая мощность бокситоносных отложений 100 м.

Бокситоносные отложения выходят на поверхность или перекрыты морскими листоватыми глинами эоцена, континентальны-

ми песчано-глинистыми отложениями олигоцена и четвертичными суглинками, общая мощность покровных отложений до 50 м.

Месторождение сложено четырьмя залежами бокситов, причем три из них находятся в одной карстовой впадине и разделены между собой пестроцветными глинами. Четвертая залежь расположена в отдельной карстовой воронке. Карстовые депрес-

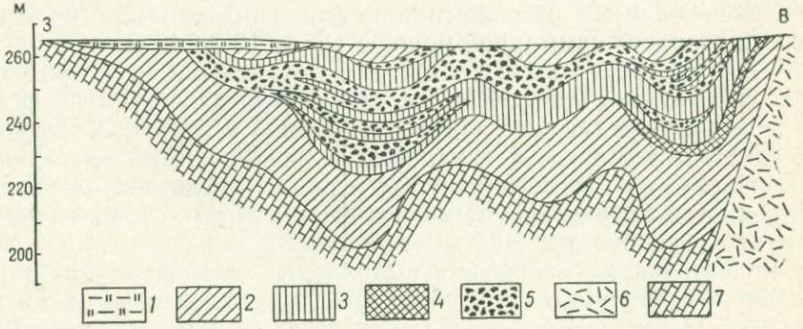



Рис. 27. Геологический разрез Талдык-Ащесайского месторождения. По *Л. И. Киселеву.*

*1* — морские глины тасаранской свиты; *2—5* — бокситоносные отложения: *2* — пестроокрашенные каолиновые глины, *3* — бокситовые глины и аллиты, *4* — бокситы глинистые, *5* — бокситы рыхлые; *6* — глинистые образования коры выветривания эффузивов; *7* — известняки нижнекаменноугольного возраста

сии с бокситовыми залежами вытянуты цепочкой в субмеридиональном направлении вдоль контакта известняков карбона с андезитовыми порфиритами девона. Рудные тела, приуроченные к верхней части бокситоносных отложений, залегают на глубине от 2 до 50 м, а иногда выходят на дневную поверхность. Наиболее крупная залежь имеет протяженность около 800 м. Суммарная максимальная их мощность 43 м. Рудные тела обычно наклонены от бортов к центру воронки. Глубина карстовых воронок обычно 50—60 м, но иногда и 120 м. Иногда в карстовых депрессиях наблюдаются внутренние выступы известняков, достигающие уровня кровли бокситовых залежей или даже дневной поверхности. Возраст бокситоносных отложений определяется как нижне-среднеальбский.

Бокситы представлены в основном глинистой разновидностью (72%), в меньшем количестве каменистыми и рыхлыми (15%), а также бокситовыми и каолинитовыми глинами (13%). Основными рудообразующими минералами бокситов и бокситовых глин являются гиббсит и каолинит. Среднее содержание компонентов в бокситах по отдельным залежам изменяется в пределах (в %): $Al_2O_3$ 43—50; $SiO_2$ 6,5—18,7; $Fe_2O_3$ 4,5—18,3; $TiO_2$ 1,9—3,0; CaO 0,08—0,23; $S_2O_3$ 0,01—0,14; $P_2O_5$ 0,08—0,2. По минеральному составу бокситы относятся к гиббситовому и гиббсит-каолинитовому типам.

### Каиндинское месторождение

Месторождение расположено в долине р. Каинды и приурочено к тому же контакту известняков карбона и эффузивных пород девона. Однако породы палеозойского складчатого фундамента и бокситоносные отложения на этом месторождении не выходят на дневную поверхность, а перекрыты морскими и континентальными песчано-глинистыми отложениями палеогенового возраста суммарной мощностью от 10 до 40 м.

Условия залегания бокситоносных отложений и бокситовых залежей имеют много общего с Талдык-Ащесайским месторождением и определяются размерами, формой и глубиной эрозионно-карстовых депрессий и карстовых воронок. Кора выветривания развита на алюмосиликатных породах, представлена каолинитовыми и гидрослюдистыми глинами часто с обломочной структурой и достигает 35 м мощности.

Бокситоносные отложения выполняют эрозионно-карстовую долину, вытянутую в меридиональном направлении на 12 км по контакту известняков нижнего — среднего карбона с порфиритами девона. В нижней части продуктивной толщи залегают пестроокрашенные песчаные глины и пески, которые вверх по разрезу сменяются розовыми каолинит-гидрослюдистыми и углистыми глинами. На них залегает рудный горизонт, сложенный пестроцветными и кирпично-красными глинами каолинитового и гиббсит-каолинитового состава с линзо- и гнездообразными залежами бокситов. В некоторых местах бокситоносный горизонт перекрывается пестроцветными глинами с прослоями песков или песчаников. Последние, а в некоторых случаях и собственно рудный горизонт трансгрессивно перекрываются песками и глинами верхнего альба и саксуальской свиты.

В отличие разреза Талдык-Ащесайского месторождения бокситоносные отложения Каиндинского месторождения содержат более мощные углистые глины, линзы лигнитов и характеризуются запесоченностью всей бокситоносной толщи. В южном направлении они замещаются белыми каолинитовыми глинами, а последние — песками.

Каиндинское месторождение сложено шестью разобщенными разновеликими бокситовыми залежами, располагающимися в верхней части бокситоносных отложений. Эти залежи образуют бокситоносную зону, вытянутую субмеридионально более чем на 10 км. Мощность бокситов изменяется от 3,5 до 12,2 м, в среднем по залежам 3,4—5,4 м. Средняя глубина залегания рудных тел 19—42 м. В среднем в кондиционных рудах содержится (в %): 40,3 $Al_2O_3$; 14,7 $SiO_2$, а кремневый модуль 2,8. По минеральному составу руды гиббситовые; преобладают низкокачественные бобовые глинистые бокситы с широким развитием железистых запесоченных аллитов. Возраст бокситов этого месторождения нижне-среднеальбский.

В последние годы к югу от Каиндинского месторождения выявлено Южно-Каиндинское, где установлено несколько бокситовых залежей, приуроченных к закарстованным линзам известняков среди пород палеозойского фундамента.

### Софиевское месторождение

Софиевское месторождение расположено в северо-восточной части Целиноградского бокситоносного района, к северо-востоку от Целиноградa. На месторождении выявлено три участка: Северный, Восточный и Южный, наиболее крупный из них Южный участок.

Палеозойский дорудный фундамент месторождения сложен вулканогенно-осадочными образованиями ордовикского возраста, среди которых залегают горизонты мраморизованных известняков. Закарстованные известняки располагаются на крыльях Софиевской антиклинали и прослеживаются в виде полос шириной до 600 м. Известняки массивные, плотные, прорваны отдельными дайками диоритов и порфиритов. В верхней части они сильно закарстованы и трещиноваты. Известняки подстилаются эффузивными породами и перекрываются песчано-сланцевой толщей ордовика.

В пределах месторождения установлено 30 очень мелких карстовых воронок, расположенных в виде зоны, вытянутой в меридиональном направлении на 10—12 км, воронки приурочены к отдельным участкам: на Северном участке 10, на Восточном 20 и на Южном 8. Они выполнены пестроцветными бокситоносными глинами с прослоями глинистых бокситов. Карстовые воронки заполнены мелкими бокситовыми залежами с запасами кондиционных бокситов от 10 до 150 тыс. т. Практического значения эти бокситовые залежи не имеют, за исключением одной карстовой воронки Южного участка, в которой расположена возможно промышленная залежь бокситов.

Эта залежь и определяет масштабы Софиевского месторождения. Она располагается на контакте известняков с порфиритами (рис. 28) и проявляется в современном рельефе в виде нескольких округлых понижений с крутыми бортами. Форма и размеры бокситовой залежи определяются размерами и формой карстовой воронки. Залежь удлиненной формы длиной 300 м. Выполняющие ее бокситоносные отложения представлены пестроцветными каолинитовыми и гиббсит-каолинитовыми, а также лигнитовыми глинами, среди которых располагаются рудные тела бокситов, сложенные главным образом глинистыми (57,4%), а также рыхлыми (26,1%) и каменистыми (16,5%) литологическими разновидностями. Мощность рудных тел 0,5—17,0 м, а глубина залегания 3—185 м. В строении рудных тел наблюдаются следующие закономерности: мощность рудных тел резко увеличивается к центру рудовмещающей воронки; каменистые и

наиболее качественные бокситы приурочены к центральным, наиболее мощным частям рудных тел.

Содержание основных рудообразующих и второстепенных компонентов изменяется в широких пределах (в %): $Al_2O_3$ 37,0—52,0 (39,7); $SiO_2$ 2,6—19,5 (10,9); $Fe_2O_3$ 5,0—29,0 (25,1); $TiO_2$ 0,75—2,30; CaO 0,03—1,75; $CO_2$ 0,01—0,44; MgO 0,10—0,45;

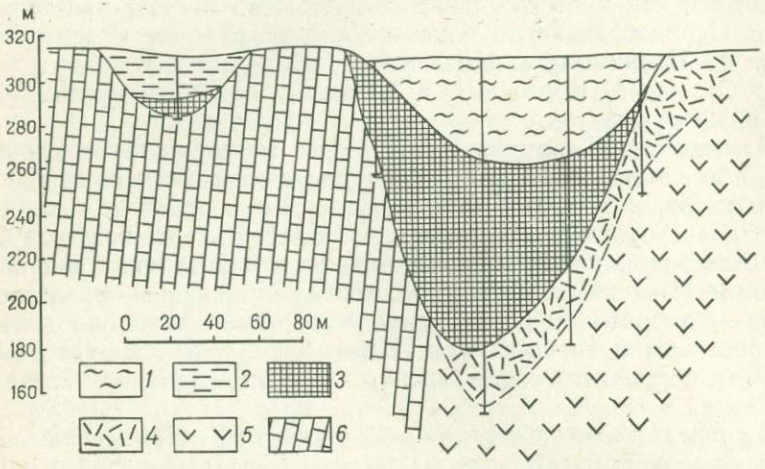



Рис. 28. Геологический разрез Софиевского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки и глины; *2* — глины плотные, вязкие, верхнего миоцена — нижнего плиоцена; *3* — бокситы и бокситовые глины; *4* — глинистые образования коры выветривания эффузивных пород; *5* — эффузивные породы верхнего ордовика; *6* — известняки верхнего ордовика

$P_2O_5$ 0,09—0,23; S 0,02—0,14; кремневый модуль 2,1—14,2 (3,65). По минеральному составу бокситы относятся к гиббситовому типу, содержат 59,9—64,5% гиббсита и 5,4—12,9% каолинита.

### Суворовское месторождение

Суворовское месторождение расположено в северной части Целиноградского района, в области Южного обрамления Кокчетавской глыбы, к северо-западу от Целиноград.

Палеозойский фундамент месторождения сложен дислоцированными и метаморфизованными образованиями нижнего и среднего ордовика. Они образуют крупную синклинальную складку, ядро которой сложено эффузивно-осадочными породами среднего ордовика, а крылья — песчано-сланцевыми образованиями нижнего и среднего ордовика. Среди эффузивных пород дорудного фундамента располагаются полосы мраморизованных известняков шириной до 500 м и длиной до 2,5 км, которые в меловое и раннепалеогеновое время подверглись воздействию

карстовых и интенсивных корообразовательных процессов, особенно стратиграфические и тектонические контакты карбонатных и алюмосиликатных сланцевых пород.

Бокситоносные отложения выполняют три небольшие карстовые депрессии и представлены пестроцветными каолинитовыми и гиббсит-каолинитовыми глинами с рудными полями бокситов. На породах фундамента и на бокситоносных осадках залегают континентальные песчано-глинистые отложения верхнего олигоцена (чаграйская свита) и миоцена (аральская и павлодарская свиты) и четвертичные суглинки. Общая мощность покровных образований 5—30 м.

Суворовское месторождение сложено тремя карстовыми залежами, располагающимися на контакте известняков с эффузивными и сланцевыми породами ордовика. Рудные тела располагаются среди пестроцветных каолинитовых и гиббсит-каолинитовых глин и имеют линзообразную форму, вытянутую вдоль длинной оси депрессий и структур палеозойского фундамента. Масштабы рудных тел определяются размерами вмещающих их карстовых воронок. Преобладающая часть рудных тел находится на корах выветривания эффузивных пород и лишь в центральных частях в зоне выклинивания бокситов они залегают на известняках.

Наиболее крупная карстовая воронка имеет размеры 350×$\times$500 м и глубину 250 м, к ней и приурочена наиболее крупная залежь с глубиной залегания от 40 до 180 м. Мощность бокситов изменяется от 1 до 138 м. Рудные тела сложены в основном каменистыми (около 90%), а также глинистыми и рыхлыми бокситами.

Средний химический состав бокситов месторождения следующий (в %): $Al_2O_3$ 39,7; $SiO_2$ 8,26; $Fe_2O_3$ 30,6; CaO 0,19; $TiO_2$ 1,46; кремневый модуль 4,8.

### Семеновское месторождение

Семеновское месторождение расположено в северо-западной части Целиноградского бокситоносного района, к северо-западу от Целинограда. Месторождение приурочено к контакту известняков и порфиритов сарыбидаикской свиты среднего ордовика. Оно представлено одной залежью бокситов, вытянутой в субмеридиональном направлении на 700 м. Бокситовая залежь сложена в основном глинистыми бокситами со средним содержанием компонентов (в %): $Al_2O_3$ 43,5; $SiO_2$ 18,7; CaO 0,16; кремневый модуль 2,3. Каменистые бокситы лучшего качества, они содержат (в %): $Al_2O_3$ 45,7—49,0; $SiO_2$ 6,5—4,5; CaO 0,17—0,36, кремневый модуль их 6,5—10,9. На месторождении эти бокситы имеют резко подчиненное значение.

Бокситовые залежи и породы палеозойского фундамента

перекрыты плотными и вязкими пестроцветными и зелеными глинами олигоцена, миоцена и четвертичными суглинками. Общая мощность покровных отложений 7—25 м.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОНТАКТОВО-КАРСТОВОГО-КОТЛОВИННОГО ТИПА

Эти месторождения представляют собой сочетание признаков карстово-котловинных и контактово-карстовых месторождений. Формирование месторождений бокситов этого типа в начальные этапы происходило в узких линейно-вытянутых депрессиях, расположенных вдоль зоны контакта карбонатных и алюмосиликатных пород. В завершающий этап преобладающая масса бокситов формировалась в краевых частях обширных дорудных котловин, образовавшихся на площадях развития карбонатных пород. В результате нижняя часть рудных залежей располагается в карстовых воронках и депрессиях, верхняя находится на склонах обширных котловин.

Породы бокситоносной толщи в большинстве случаев находятся на периферических частях пологих склонов обширных эрозионно- и суффозионно-карстовых депрессий. Они литологически одинаковы на всей площади месторождений или всего бокситоносного района и представлены различными литологическими разновидностями бокситов, аллитов, гиббсит-каолинитовых и пестроцветных глин. Среди бокситов выделяются каменистые, рыхлые, сухаристые и глинистые разновидности, которые связаны между собой постепенными переходами.

Для этого типа месторождений характерно широкое развитие сухаристых бокситов, которые в некоторых случаях образуют отдельные линзы и пласты, а также присутствие мощных пластов углистых глин, лигнитов и углистых бокситов. Последние представляют собой легкие сажистые или лигнитоподобные породы, зола которых состоит из гиббсита с примесью каолинита. Очевидно, часть залежей этого типа месторождений формировалась в заболоченных условиях.

Эти месторождения характеризуются повышенным качеством бокситов и наличием среди бокситов высокосортных каолинитовых огнеупорных глин. Месторождения рентабельны для промышленной отработки; примером месторождений этого типа является Амангельдинская группа.

#### *Амангельдинская группа бокситовых месторождений*

Эта группа месторождений расположена в пределах одноименного района, в западной части Центрально-Казахстанской бокситоносной провинции, в верховьях р. Ащитастытургай. В состав группы входят пять обособленных месторождений бокситов, которые образуют центральное рудное поле. Это Аркалык-

ское, Северное, Верхне-Ашутское, Нижне-Ашутское и Уштобинское месторождения.

Район и месторождения имеют двухъярусное строение. Нижний ярус — палеозойский складчатый фундамент — сложен дислоцированными метаморфическими, осадочными и изверженными породами докембрия и палеозоя. Верхний ярус — горизонтально залегающая континентальная песчано-глинистая толща мезо-кайнозойских отложений — располагается на неровной поверхности размытого фундамента. Наиболее древние верхнепротерозойские и нижнекембрийские образования слагают западную и южную части района месторождения и представлены кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцитами, основными эффузивами и их туфами, кремнистыми сланцами. Эти породы прорваны каледонскими гранитоидными интрузиями (рис. 29).

Центральная часть района месторождений сложена песчано-глинистыми и карбонатными породами среднего и верхнего девона и нижнего карбона. В нижней части девонские отложения представлены конгломератами, аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, выше залегают красноцветные песчано-глинистые и гидрослюдистые сланцы и аргиллиты франского яруса. Последние постепенно, без перерывов, сменяются известняками, а затем доломитизированными и глинистыми известняками фамена и нижнего турне. Выше трансгрессивно залегают кремнистые известняки и мергели верхнего турне, которые постепенно сменяются переслаиванием аргиллитов, алевролитов, известняков и песчаников визейского яруса. Заканчивается разрез палеозоя отложениями намюра, представленными сероцветными песчаниками, алевролитами и глинистыми известняками.

На породах фундамента развита древняя кора выветривания мощностью от нескольких до 50—60 м. На коре расположена аркалыкская бокситоносная свита палеоцен-эоценового возраста, представленная в нижней части песчано-глинистыми отложениями, на которых лежат каменистые, рыхлые, сухаристые и глинистые бокситы. Бокситы фациально сменяются гиббситсодержащими каолинитовыми глинами.

На бокситоносной свите залегает толща палеогеновых пород, среди которых выделяется маломощная чаграйская свита, представленная крупнозернистыми кварцевыми песками и слабо сцементированными песчаниками. Выше лежит наурзумская свита, сложенная пестроокрашенными тонкодисперсными глинами. На них располагается аральская свита, представленная плотными гипсоносными монтмориллонитовыми глинами. На последней находится жиландинская свита красно-бурых суглинков с известковыми и гипсовыми конкрециями. Разрез мезо-кайнозоя заканчивается четвертичными суглинками и супесями.

Рудные залежи и бокситоносные участки Амангельдинского района сконцентрированы в пяти бокситоносных зонах, приуроченных к зонам контакта алюмосиликатных (песчано-глинис-

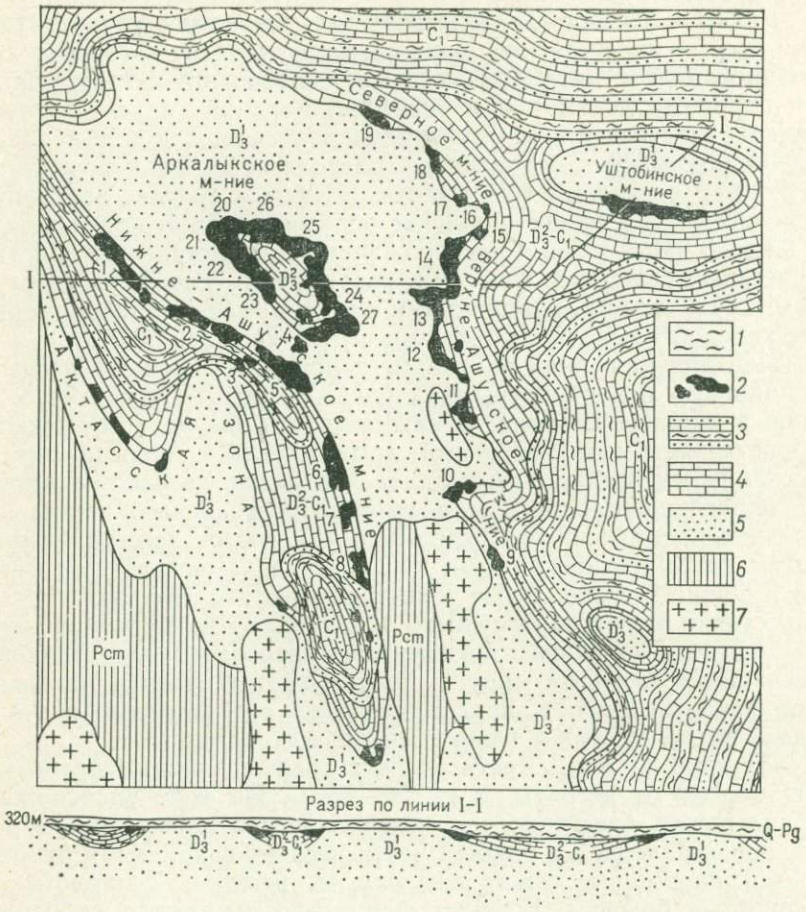



Рис. 29. Схематическая геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Амангельдинской группы бокситовых месторождений.

*1* — песчано-глинистые отложения олигоцена, неогена и четвертичные (на разрезе); *2* — залежи бокситов и вмещающие их отложения; *3* — известняки, аргиллиты, алевролиты и песчаники нижнекаменноугольного возраста; *4* — известняки, доломитизированные известняки верхнего девона и нижнего карбона; *5* — гидрослюдистые песчано-глинистые сланцы, алевролиты и песчаники франского яруса; *6* — кварциты, кварц-слюдистые и слюдисто-кварцевые, графитовые сланцы, гнейсы, гнейсо-граниты докембрия; *7* — граниты.

Рудные участки (номера на схеме): 1 — Западно-Аркалыкский, 2 — Геофизический, 3 — XI Ашутский, 4 — I Ашутский, 5 — V Ашутский, 6 — VI Ашутский, 7 — IX Ашутский, 8 — X Ашутский, 9 — XIV Ашутский, 10 — XIII Ашутский, 11 — XII Ашутский, 12 — III Ашутский, 13 — VIII Ашутский, 14 — VII Ашутский, 15 — IV Ашутский, 16 — Юго-Восточный, 17 — Южный, 18 — Центральный, 19 — Северо-Западный, 20 — II Аркалыкский, 21 — I Аркалыкский, 22 — VI Аркалыкский, 23 — V Аркалыкский, 24 — VII Аркалыкский, 25 — IV Аркалыкский, 26 — III Аркалыкский, 27 — II Ашутский

тых) пород франского яруса и карбонатных пород (известняков и доломитов) фамена. Три бокситоносные зоны — Актасская, Нижне-Ашутская и Верхне-Ашутская — вытянуты в субмеридиональном направлении, одна из них — Аркалыкская — имеет овальную форму, а Уштобинская зона вытянута в широтном направлении. Каждая из зон образует, как правило, самостоятельное месторождение, а Верхне-Ашутская зона состоит из двух месторождений — Северного и Верхне-Ашутского (см. рис. 29).

Большинство бокситовых залежей месторождений Амангельдинской группы относятся к контактово-карстово-котловинному типу, но некоторые мелкие залежи являются типично карстовыми. Залежи обычно состоят из нескольких рудных тел, которые залегают горизонтально или слабо наклонены и имеют очень неровную почву и кровлю.

Залежи бокситов обычно приурочены к краевым частям дорудных котловин, образовавшихся на площадях развития карбонатных пород. В связи с этим они залегают на склонах этих депрессий, приуроченных к контакту алюмосиликатных пород с карбонатными (рис. 30). Нижние горизонты некоторых залежей месторождения расположены в линейно-вытянутых вдоль структур палеозойского фундамента и глубоких долинообразных карстовых и эрозионно-карстовых депрессиях.

Рельеф домелового фундамента во время бокситонакопления был сравнительно простым. Здесь выделяются Улутавское, Тастинское, Аркалык-Ашутское и Уштобинское поднятия и Акжаро-Ашутская, Аркалыкская, Верхне-Ашутская и Аркалык-Тастинская депрессии. Поднятия отвечают антиклинальным структурам, депрессии — синклинальным, сложенным карбонатными и терригенно-карбонатными породами. Относительные превышения в рельефе изменяются от единиц до нескольких десятков метров.

Во время бокситообразования на площадях депрессий существовали, по-видимому, континентальные водные бассейны, по берегам которых, сложенных алюмосиликатными породами, происходило интенсивное химическое выветривание пород фундамента.

В эпоху бокситонакопления вдоль зоны контакта красноцветных песчано-глинистых пород франского и карбонатных пород фаменского возраста в первую стадию бокситообразования происходило формирование линейно-вытянутых и карстовых воронок и депрессий и заполнение их бокситоносными осадками. В стадию максимального бокситонакопления образование бокситов в большинстве случаев переместилось на склоны депрессий, сложенные алюмосиликатными породами.

Бокситы и генетически связанные с ними огнеупорные глины залегают на глубине от 0 до 150 м. Они располагаются в виде непрерывной цепочки обособленных рудных залежей, разделенных участками некондиционных бокситов. Бокситовые залежи представляют собой различного размера горизонтальные или

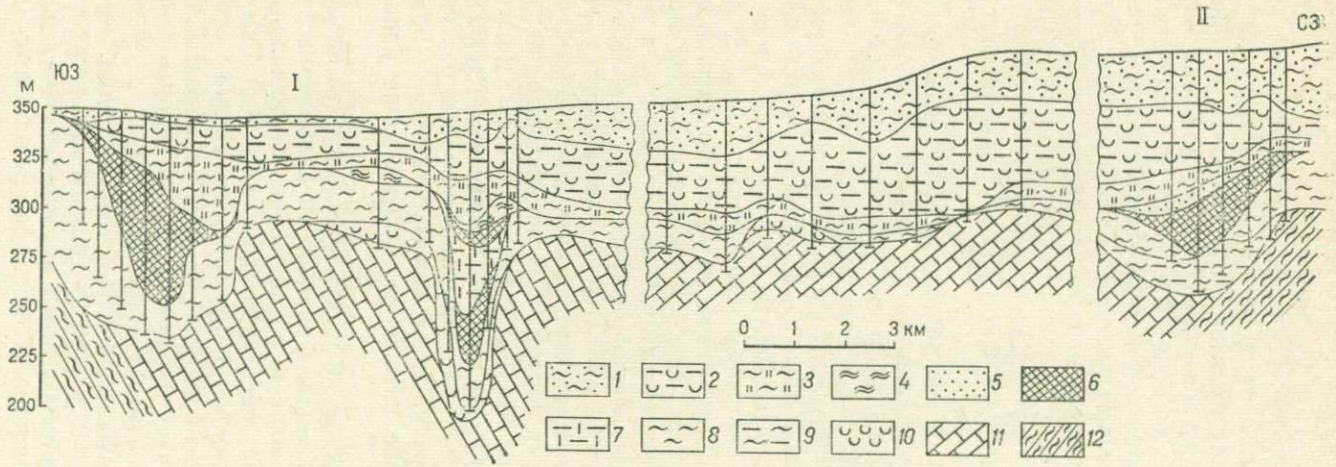



Рис. 30. Геологический разрез по Верхне-Ашутскому (I) и Уштобинскому (II) месторождениям.

*1* — четвертичные суглинки; *2* — глины зеленовато-серые, плотные, аральской свиты ($N_2^1$ *ar*); *3* — глины пестроцветные, наурзумской свиты ($Pg_3^3$ *nr*); *4* — глины белые и пятнистоокрашенные, наурзумской свиты ($Pg_3^3$ *nr*); *5* — пески глинистые, чаграйской свиты; *6* — бокситы каменистые, рыхлые, глинистые и бокситовые глины (рудный горизонт); *7* — глины желтые, полосчатые (межрудные); *8* — глины бурые и желтые (подрудный горизонт); *9* — глины темно-серые и черные; *10* — глины коры выветривания; *11* — известняки верхнего девона и нижнего карбона; *12* — песчано-глинистые сланцы и алевролиты франского яруса ($D_3^1$ *fr*)

пологонаклонные линзы неправильного извилистого очертания в плане. Мощность залежей изменяется от 1 до 60 м.

Литологический состав бокситов и вмещающих пород для всех месторождений района сравнительно однообразен. Бокситы обычно представлены каменистыми, рыхлыми, сухаристыми и глинистыми литологическими разновидностями (Лисицына, Пастухова, 1963), огнеупорные глины — гиббситсодержащими каолинитовыми разностями. Пестроцветные вмещающие бокситы глины имеют также каолинитовый состав. Между различными литологическими разновидностями бокситов, огнеупорных глин и вмещающих пород наблюдаются постепенные переходы. Степень участия литологических разновидностей в различных месторождениях и залежах района неодинакова. Основные бокситообразующие минералы бокситов — гиббсит, гематит и каолинит (Пасова, 1959). Содержание их изменяется в зависимости от литологической разновидности и сортности руд. Из второстепенных минералов установлены корунд, галлуазит, кварц, гётит, рутил, гипс, кальцит и др.

Химический состав бокситов Амангельдинской группы очень пестрый и не выдержан как по залежам, так и по рудным телам. Бокситы содержат (в %): $Al_2O_3$ от 28 до 60; $SiO_2$ от 1,8 до 20; $Fe_2O_3$ от 0,5 до 30.

В зависимости от потребления (производство глинозема, черная металлургия, абразивная промышленность) среди бокситовых руд выделяют следующие сорта или типы: гидрохимические (байеровские), спекательные, металлургические и абразивные. Бокситовые месторождения Амангельдинского района комплексные, так как бокситовые осадки содержат огромные запасы высокосортных огнеупорных глин, а бокситовые руды — ценные элементы-примеси (Теняков, 1965).

### Аркалыкское месторождение

Аркалыкское месторождение расположено в центре Амангельдинского бокситоносного района. Оно приурочено к Аркалыкской бокситоносной зоне, которая имеет форму овала. Зона практически непрерывна, за исключением юго-западной части. В пределах зоны разведано 37 бокситовых залежей, расположенных на девяти рудных участках: I—VII Аркалыкском, I—II Ашутском. На каждом участке установлено от 1 до 6 залежей бокситов.

Палеозойский дорудный фундамент месторождения сложен песчано-глинистыми отложениями франа и известняками фамена и нижнего турне. Последние слагают центральную часть месторождения (Аркалыкской брахисинклинали), а периферическая часть образована гидрослюдистыми сланцами, аргиллитами и алевролитами франского возраста.

Известняки сыграли большую роль при формировании до-

рудного рельефа, так как при выветривании и карстообразовании на площади их развития понижался гипсометрический уровень относительно окружающих территорий, сложенных алюмосиликатными породами. В результате формировались обширные депрессионные понижения на площади развития карбонатных пород и узкие линейно-вытянутые ложбинообразные

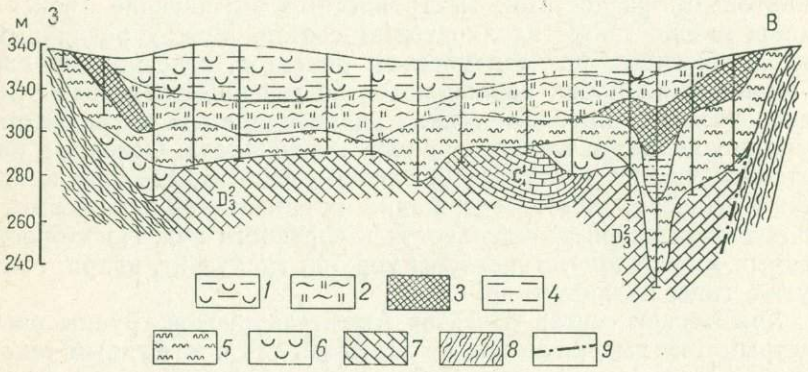



Рис. 31. Геологический разрез Аркалыкского месторождения.

*1* — глины зеленовато-серые, плотные, аральской свиты ($N_1^1 ar$); *2* — глины плотные, пестроцветные, наурзумской свиты ($Pg_3^3 nr$); *3* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *4* — углисто-глиноземистые породы; *5* — глины бурые и желтые (подрудный горизонт); *6* — глинистые образования коры выветривания; *7* — известняки фамена и турне; *8* — песчано-глинистые сланцы франского яруса ($D_3^1 fr$); *9* — тектонические нарушения

эрозионно-карстовые депрессии на контакте алюмосиликатных и карстовых пород, в которых накапливались бокситоносные отложения. Последние на бóльшей части месторождения делятся на три горизонта: подрудный, рудный (бокситовый) и надрудный.

Нижняя часть бокситоносных осадков в зоне контакта выполняет корытообразные депрессии, а верхняя часть залегает пластообразно в краевых частях обширной Аркалыкской палеодепрессии (рис. 31). Бокситоносные отложения сложены пестроокрашенными глинами с пласто- и гнездообразными залежами бокситов. В северной части месторождения имеется один (реже два) горизонт бокситов, а в юго-восточной части их насчитывается до восьми. В северной и западной частях месторождения бокситы выходят на дневную поверхность. На других участках они перекрыты пестроцветными глинами наурзумской свиты, плотными серовато-зелеными глинами аральской свиты и четвертичными суглинками.

Бокситы залегают на глубине от 0 до 150 м при максимальной мощности 45 м.

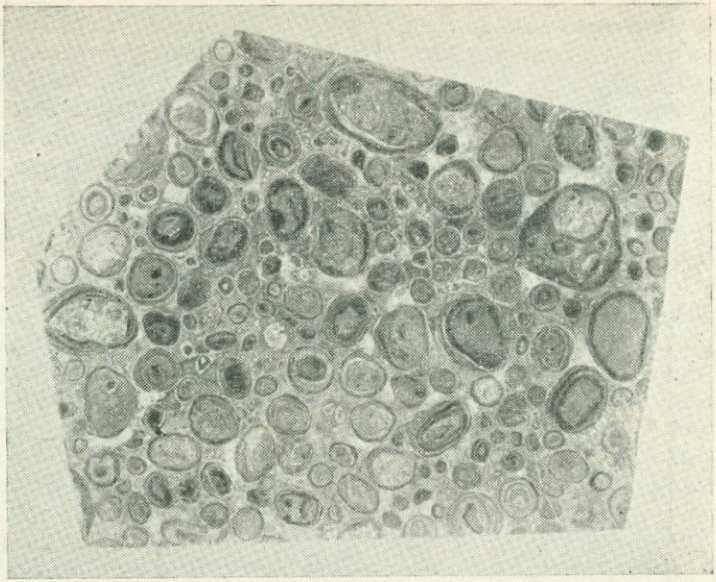


Рис. 32. Боксит каменистый, крупнобобовой текстуры. VII Аркалыкский участок

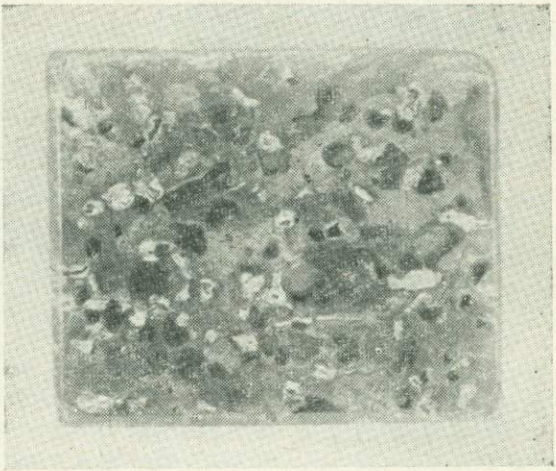


Рис. 33. Боксит каменистый, трубчатой текстуры. Аркалыкское месторождение. Содержание $Al_2O_3$ 41,16%, $SiO_2$ 7,44%

По минеральному составу бокситы относятся к гиббситовому типу. Среднее содержание основных компонентов составляет (в %): $Al_2O_3$ 47,1; $SiO_2$ 11,5; $Fe_2O_3$ 12,6; кремневый модуль 4,1. Среди литологических разновидностей (рис. 32, 33) на месторождении выделяют каменистые (47%), рыхлые (29%), сухаристые (19%) и глинистые (12%) бокситы. В настоящее время месторождение разрабатывается карьерным способом.

### Северное месторождение

Северное месторождение расположено в северо-восточной части района, на северо-западном продолжении Верхне-Ашутской бокситоносной зоны и представлено четырьмя обособленными участками, или залежами. Наиболее крупными являются

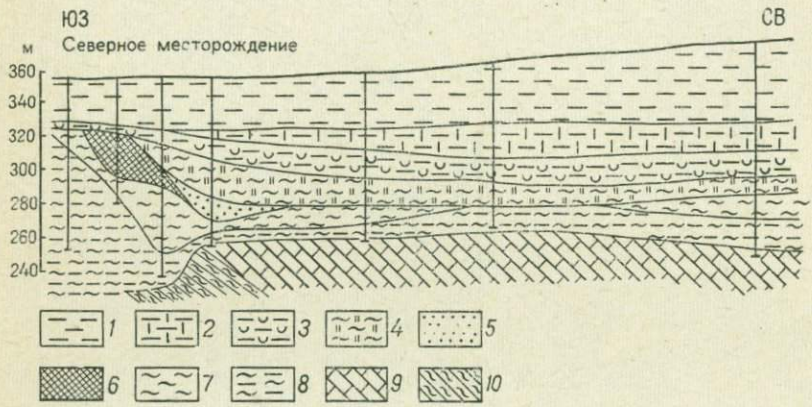



Рис. 34. Геологический разрез Северного месторождения.

*1* — четвертичные суглинки и плотные глины (*Q*); *2* — глины плотные, бурые, жиландинской свиты ($N_1^2$ *gl*); *3* — глины зеленовато-серые, плотные, аральской свиты ($N_1^1$ *ar*); *4* — глины плотные, пестроцветные, наурзумской свиты ($Pg_3^3$ *nr*); *5* — пески разнозернистые, чаграйской свиты; *6* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *7* — глины желтые (подрудный горизонт, $Pg_{1-2}$); *8* — глины темно-серые и черные; *9* — известняки фамена ($D_3^2$ *fm*); *10* — песчано-глинистые сланцы франского яруса ($D_3^1$ *fr*)

Северо-Западный и Центральный участки, к мелким относятся Южный и Юго-Восточный.

Бокситоносные отложения располагаются над зоной контакта красноцветных песчано-глинистых сланцев и черных пиритизированных аргиллитов фаменского и известняков фаменского и нижнетурнейского возраста, которые слагают северо-восточное крыло Аркалык-Тастинской синклинальной структуры палеозойского складчатого фундамента. На этом месторождении в ре-

зультате размыва отсутствует надрудный горизонт и бокситоносная толща делится на два горизонта: рудный и подрудный. Кроме того, на месторождении отсутствуют глинистые отложения наурзумской свиты, в результате чего плотные глины аральской и павлодарской свит мощным чехлом (до 70 м) перекрывают бокситоносные осадки.

Бокситовые залежи имеют сложное внутреннее строение, неправильную линзообразную, реже карманообразную форму с расщеплением в краевых частях, залежи вытянуты вдоль стратиграфического контакта франских и фаменских пород. Мощность бокситов непостоянна, изменяется от 1 до 28 м, причем максимальные мощности приурочены к локальным карстовым углублениям. Бокситовые залежи слегка наклонены к северо-востоку, в сторону карбонатных пород (рис. 34). Каменистые наиболее качественные бокситы слагают верхнюю и центральную части залежей. Бокситы залегают на глубине 30—85 м.

Бокситы Северного месторождения наиболее качественные в районе, они содержат (в %): $Al_2O_3$ 46,5; $SiO_2$ 9,6; $Fe_2O_3$ 14,6; кремневый модуль 4,9. Литологический состав бокситов на месторождении довольно пестрый — в строении залежей принимают участие каменистые (31%), рыхлые (24%), сухаристые (17%) и глинистые (27%) бокситы. По минеральному составу они являются гиббситовыми.

## Верхне-Ашутское месторождение

Верхне-Ашутское месторождение располагается в восточной части района в 10 км к востоку от Аркалыкского и занимает южную часть одноименной бокситоносной зоны.

Бокситоносные отложения вытянуты в субмеридиональном направлении. Они располагаются на восточном крыле Аркалык-Ашутской антиклинали, над зоной контакта красноцветных песчано-сланцевых пород франского и известняков фаменского возраста.

Среди бокситоносной толщи выделяются три горизонта: подрудный, рудный (бокситовый) и надрудный. Первый сложен желтыми и пестроокрашенными глинами с железистыми бобовинами в верхней части. Бокситовый горизонт образован пестроцветными глинами с рудными телами бокситов линзообразной, редко гнездообразной формы. В строении бокситовых залежей на некоторых участках насчитывается до трех расположенных друг над другом рудных тел, разделенных пестроцветными глинами и аллитами. Надрудный горизонт состоит из пестроцветных и желтых глин с обилием крупных и мелких железистых бобовин.

На бокситоносных осадках и породах палеозойского фундамента среди покровных отложений в нижней части залегают пески, песчаные и пестроцветные глины наурзумской свиты верх-

него олигоцена, плотные серовато-зеленые глины аральской свиты миоцена, плотные глины павлодарской свиты и мощные четвертичные суглинки.

Месторождение состоит из 14 залежей бокситов, приуроченных к семи отдельным рудным участкам, расположенным с севера на юг в таком порядке: IV, VII, VIII, III, XII, XIII и XIV Ашутские участки. Бокситовые залежи располагаются в мелких и крупных эрозионно-карстовых и карстовых депрессиях, линейно-вытянутых вдоль структур палеозойского складчатого фундамента. Верхняя часть бокситовой залежи залегает линзообразно над зоной контакта и слегка наклонена в сторону карбонатных пород. Северная часть этого месторождения относится к контактово-карстово-котловинному типу, а в южной части его расположены типично карстовые залежи бокситов.

Бокситы залегают на глубине от 5 до 153 м, максимальная суммарная мощность их 48 м. В строении рудных залежей принимают участие каменистые (10,2%), рыхлые (22,2%), сухаристые (32,6%) и глинистые (26,2%) разновидности и небольшое значение имеют аллиты (8,0%). По качеству бокситы Верхне-Ашутского месторождения являются наиболее низкосортными в районе; они содержат (в %): $Al_2O_3$ 46,4; $SiO_2$ 11,6, $Fe_2O_3$ 14,5; кремневый модуль 3,2. По минеральному составу бокситы являются гиббситовыми и каолинит-гиббситовыми. В ближайшее время месторождение будет отрабатываться открытым способом.

### Нижне-Ашутское месторождение

Нижне-Ашутское месторождение расположено в 3 км к юго-западу от Аркалыкского и приурочено к одноименной бокситоносной зоне, вытянутой субмеридионально.

Бокситоносные отложения установлены в виде прерывистой цепочки над зоной контакта красноцветных песчано-глинистых и гидрослюдистых сланцев франского и известняков фаменского и турнейского возраста. Они располагаются в изометричных в плане глубоких карстовых воронках или эрозионно-карстовых корытообразных линейно-вытянутых узких и глубоких депрессиях, приуроченных к северо-восточному крылу Акжаро-Ашутской синклинали палеозойского складчатого фундамента. Бокситовмещающими являются пестроцветные и светлоокрашенные каолиновые и каолинит-гиббситовые глины, среди которых выделяют подрудный, рудный и надрудный горизонты, имеющие такое же строение, как и на других месторождениях района. В центральной части месторождения располагаются крупные бокситовые залежи контактово-карстово-котловинного типа, а в северной и южной частях месторождения — типичные карстовые залежи.

Месторождение состоит из шести промышленных участков и трех мелких непромышленных. Наиболее крупный V Ашутский участок содержит около 80% запасов бокситов месторождения.

Кроме того, на месторождении расположены (с севера на юг): Западно-Аркалыкский, Геофизический, V, VI, IX и X Ашутские участки.

Бокситовые залежи и рудные тела этого месторождения отличаются от других месторождений сложной морфологией, невыдержанностью химического и литологического состава бокситов. Бокситы залегают на глубине от 0 до 90 м при средней суммарной мощности 25 м. Литологический состав бокситов месторождения довольно пестрый: каменистые (34,4%), рыхлые (25,4%), сухаристые (17,4%) и глинистые (17,6%). По минеральному составу бокситы относятся к гиббситовому и каолинит-гиббситовому типам. В них содержится 46,8% $Al_2O_3$, 10,6% $SiO_2$, 13,3% $Fe_2O_3$, кремневый модуль 4,40. В настоящее время V Ашутский участок месторождения отрабатывается карьерным способом.

К этому же типу относится и Уштобинское месторождение, расположенное в восточной части района, однако оно сложено в основном огнеупорными глинами и только частично бокситами.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРСТОВО-КОТЛОВИННОГО ТИПА

Месторождения бокситов этого типа залегают в крупных котловинах карстового, эрозионно-карстового и суффозионно-карстового происхождения, которые располагаются, как правило, на площадях развития карбонатных или в зоне контакта карбонатных и алюмосиликатных пород, выполненных бокситами и бокситовмещающими песчано-глинистыми осадками. Реже они приурочены к сравнительно мелким карстовым воронкам. Рудные залежи обычно имеют большие мощности кондиционных бокситов, значительные площади рудных тел, повышенное качество руд, крупные тела огнеупорных глин. Строение разреза бокситоносных отложений полностью зависит от морфологии и генезиса бокситовмещающих впадин. К котловинам обычно приурочены очень крупные и большой мощности залежи кондиционных бокситов. Как и в других типах бокситовых месторождений, размеры и мощность рудных тел прямо зависят от размеров и глубины дорудных крупных котловин и мелких карстовых воронок.

Бокситы этого типа представлены преимущественно каменистой и рыхлой, а также глинистой литологическими разновидностями. Месторождения обычно комплексные, так как бокситоносная свита содержит значительные запасы высокосортных огнеупорных глин. Характерным примером месторождений этого типа может служить Краснооктябрьское.

### Краснооктябрьское месторождение

Краснооктябрьское месторождение расположено в центральной части Западно-Тургайского района и приурочено к одноименной бокситоносной зоне. Месторождение сложено дислоци-

рованными породами палеозойского фундамента и горизонтально залегающими на них отложениями мезо-кайнозоя. Породы фундамента и бокситоносные осадки не имеют выхода на дневную поверхность и перекрыты песчано-глинистыми отложениями кайнозойского возраста мощностью от 27 до 60 м (в среднем 40 м).

Палеозойский фундамент в северо-восточной части образован аргиллитами, алевролитами, песчаниками, известняками, углистыми и глинистыми сланцами и туффитами верхнего и нижнего визе (рис. 35). Большая часть палеозойского фундамента сложена в основном отложениями среднего — верхнего визе и намюра, которые представлены толщей карбонатных пород и вулканогенными породами, андезитовыми порфиритами среднего состава и их туфами, туфобрекчиями и туфопесчаниками. Отложения палеозоя прорваны небольшими по размеру интрузиями диоритов и плагиогранит-порфиров. Отметки кровли палеозойского фундамента на месторождении изменяются от +140 до +200 м.

Поверхность фундамента осложнена разрывными нарушениями субширотного направления, а также карстовыми и эрозионно-карстовыми депрессиями и карстовыми воронками, заполненными бокситоносными осадками и бокситами. Мезо-кайнозойские отложения в нижней части представлены образованиями коры выветривания, бокситоносными осадками, которые перекрыты морскими листоватыми глинами чеганской свиты, а также континентальными песчано-глинистыми осадками кутанбулакской, чиликтинской, чаграйской, наурзумской и аральской свит и четвертичными суглинками.

Бокситоносные осадки залегают в эрозионно-карстовых, суффозионно-карстовых замкнутых долинах, карстовых котловинах и карстовых воронках, расположенных на площади развития карбонатных пород, вытянутых в северо-восточном направлении. На месторождении выделено 24 рудных залежи, или участка, разделенных между собой выступами карбонатных пород или пестроцветными глинами подрудной толщи.

По литологическим особенностям и возрасту бокситоносные осадки месторождения разделяются на два горизонта: нижний — подрудный и верхний — рудный.

Подрудный горизонт представлен пестроцветными (красновато-коричневыми, бурыми, желтыми, иногда серыми) глинами часто с обломочной структурой. Глины имеют гидрослюдисто-каолинитовый состав. В верхней части горизонта иногда залегают небольшие линзы кондиционных руд. Возраст подрудного горизонта сеноманский.

Рудный горизонт на пестроцветных глинах подрудного горизонта залегает с размывом и сложен преимущественно каменистыми, рыхлыми, сухаристыми и глинистыми разновидностями бокситов. Мощность его колеблется от нескольких до 120 м.

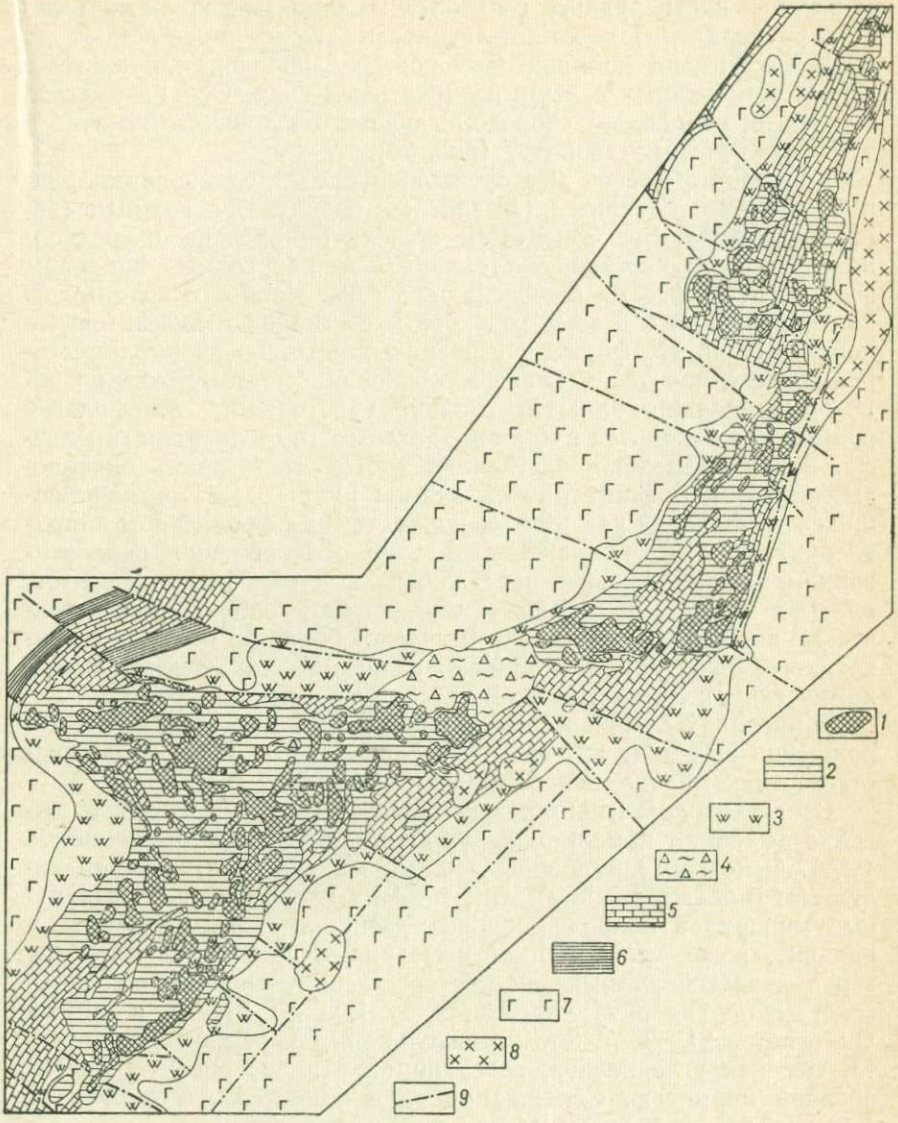



Рис. 35. Геолого-литологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Краснооктябрьского месторождения бокситов. По *Д. А. Венкову и Г. Р. Кирпалю.*

*1* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые; *2* — бокситоносные отложения: бокситовые, каолинитовые и пестроцветные глины; *3—4* — глинистые продукты коры выветривания: *3* — эффузивно-пирокластических пород, *4* — интрузивных пород; *5—8* — породы средне-верхневизейского возраста: *5* — известняки, *6* — переслаивание известняков с аргиллитами и алевролитами, *7* — порфириты и их туфы, *8* — диориты, диоритовые порфириты, плагиограниты; *9* — тектонические нарушения

В верхней части рудного горизонта на наиболее крупных залежах расположены каолинит-лигнитовые глины мощностью до 20 м. Они имеют каолинитовый состав с прослоями и линзами серых, темно-серых и черных лигнитовых глин. Осадки рудного горизонта, по данным спорово-пыльцевого анализа, относятся к турон-сантонскому возрасту (рис. 36).

Краснооктябрьское месторождение представлено двумя рудными полями: Северным (15 залежей бокситов) и Южным (девять залежей). Все бокситовые залежи приурочены к эрозионно-карстовым, карстово-котловинным и карстовым впадинам фундамента с весьма сложным рельефом. Наиболее крупные из них образовались в зоне контакта известняков с андезитовыми порфиритами. По форме и строению дорудного рельефа месторождение относится к карстово-котловинному типу, однако некоторые залежи являются типично карстовыми. Морфология рудных тел находится в прямой зависимости от дорудного рельефа. Рудные залежи представляют собой совокупность линейно-вытянутых или изометричной формы рудных тел, расщепляющихся на флангах как в поперечном, так и в продольном направлениях. Они имеют сложное строение, обусловленное переслаиванием и фациальными переходами кондиционных бокситов, аллитов и глин. Выделенные по данным опробования и химических анализов рудные тела и залежи бокситов обладают прихотливыми контурами в плане и разрезе, а также изменчивым химическим и литологическим составом бокситовых руд.

В пределах сложных по строению рудных залежей на месторождении выделено 527 самостоятельных рудных тел. Большинство из них мелкие, непромышленные.

Среди литологических разновидностей (рис. 37) на месторождении выделяют каменистые (35%), рыхлые (57%) и глинистые (8%). Основными рудообразующими минералами бокситов являются: гиббсит, гидрогематит, гематит и каолинит. Из вторичных минералов наиболее широко распространены сидерит и кальцит, реже хлорит (шамозит), пирит, марказит. Бокситы верхних частей рудных тел месторождения сидеритизированы, содержание сидерита колеблется от 1,05 до 10—12, а иногда достигает и 21—25%. Это значительно снижает качество боксита, так как углекислота, содержащаяся в сидерите, является вредной примесью. Содержание ее в бокситах изменяется от 1,48 до 3,8%, в среднем 2,65%.

Химический состав бокситов характеризуется значительными колебаниями компонентов: в среднем по различным рудным телам содержится от 41,78 до 49,86% $Al_2O_3$, от 5,23 до 14,00% $SiO_2$ и от 7,21 до 24,22% $Fe_2O_3$.

Среди бокситов выделяют следующие сорта, или типы, руд: гидрохимические (байеровские), спекательные и металлургические.

Краснооктябрьское месторождение комплексное, так как руд-

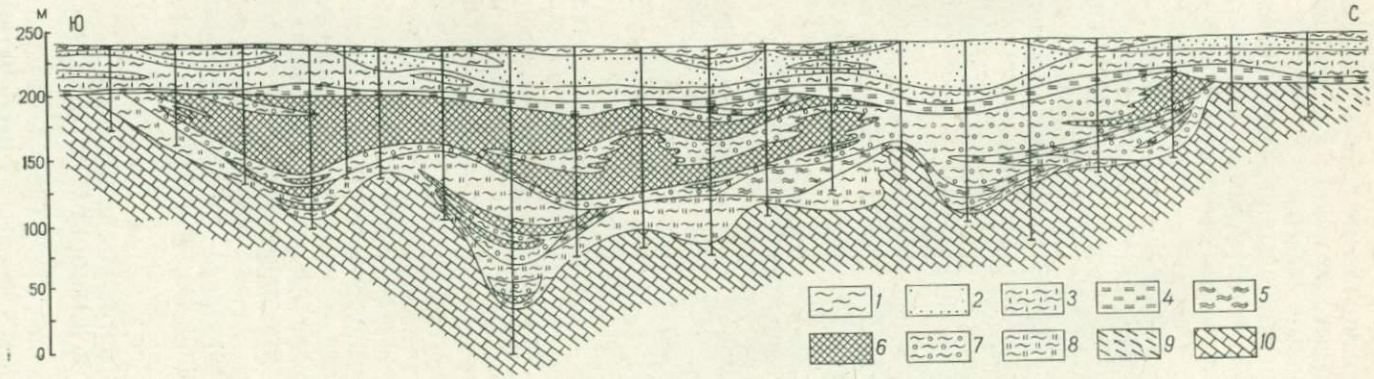



Рис. 36. Геологический разрез Краснооктябрьского месторождения бокситов.

*1* — четвертичные суглинки и супеси; *2—3* — отложения чиликтинской свиты ($Pg\frac{2}{3}\widetilde{cl}$): *2* — пески разнозернистые, кварцевые, *3* — глины разноцветные; *4* — глины листоватые, темно-зеленого цвета, чеганской свиты; *5—8* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста: *5* — глины каолинитовые, белого цвета, *6* — бокситы каменистые, рыхлые, глинистые, *7* — аллиты глинистые (бокситовая глина), *8* — глины пестроцветные; *9* — глинистые образования коры выветривания; *10* — известняки средне-верхневизейского возраста ($C_1v_2-_3$—n)

ный горизонт содержит значительные запасы аллитов, огнеупорного сырья в виде гиббситсодержащих каолинитовых глин, а бокситы — ценные элементы-примеси.

К аллитам относятся бокситовые породы с кремневым модулем выше 1,5 и соотношением глинозема к окиси железа также выше 1,5. На Краснооктябрьском месторождении средний химический состав аллитов следующий (в %): $Al_2O_3$ 39,3; $SiO_2$ 20,6; $Fe_3O_4$ 13,4; $TiO_2$ 1,68; $CO_2$ 3,19; S 0,76; п. п. п. 22,66; кремневый модуль 1,9. В ферриаллитах содержится (в %): $Al_2O_3$ 5,8—17,5; $SiO_2$ 6,0—7,0; $Fe_3O_4$ 62,1—63,2.

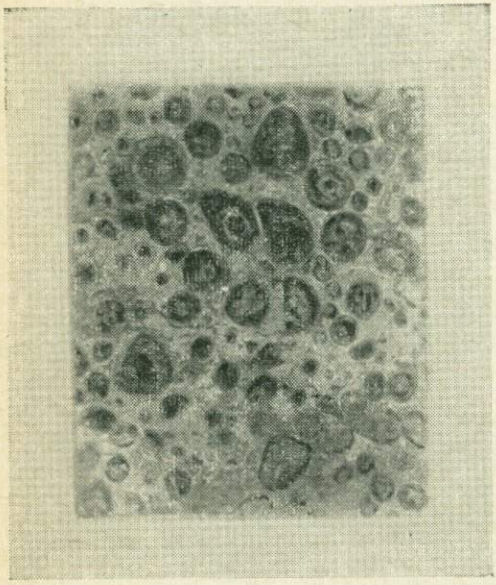


Рис. 37. Боксит каменистый, бобовой текстуры. Краснооктябрьское месторождение. Содержание глинозема 47,74%, кремнезема 5,60%. Штуф

На месторождении весьма широко распространены огнеупорные каолинитовые глины; они установлены во всех залежах бокситов, наиболее крупные их запасы приурочены к рудным залежам 1, 3 и 10. Основными породообразующими минералами огнеупорных глин являются каолинит, гиббсит, гидрослюды типа монотермита и кварц. В отдельных типах глин содержание гиббсита достигает 20—46%, каолинита 50—80% и кварца 10—15%.

Между литологическими разновидностями бокситов, аллитами, ферриаллитами, огнеупорными глинами и вмещающими их пестроцветными и каолинит-лигнитовыми глинами во всех рудных залежах месторождения наблюдаются постепенные фациальные переходы как вкрест, так и вдоль вытянутости рудных залежей.

Возраст подрудного горизонта Краснооктябрьского месторождения альб-сеноманский, собственно рудный горизонт относится к турон-сантону.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОТЛОВИННОГО (ПЛАСТО- ИЛИ ЛИНЗООБРАЗНОГО)ТИПА

Бокситовые месторождения этого типа залегают главным образом на алюмосиликатных, терригенно-карбонатных породах

или на их мощной коре выветривания. Рудные залежи, как правило, маломощные, со сложными контурами в плане и разрезе, имеют плоскую пласто- или линзообразную форму. Они приурочены к окраинным (прибрежным) или центральным частям мелких дорудных впадин, имеющих пологие склоны. Древние водоемы, в которых происходило накопление бокситов, обычно располагались в пониженных участках пенепленизированной поверхности выравнивания, в непосредственной близости от выходов на поверхность эффузивных пород основного состава, покрытых в те времена мощным слоем древнего элювия.

К пластообразному типу относятся Наурзумское, Кушмурунское, Приозерное и Западно-Убаганское месторождения Центрально-Тургайского района, а также некоторые залежи Аятского и Мамыркульского месторождений Западно-Тургайского района Тургайской провинции. К этому типу также относятся Актагайское, Кировское, Соркульское и другие месторождения Мугоджарского района и Караунгурское и Мансуратинское бокситопроявления Причимкентского района, а также Таскольское проявление Целиноградского района.

### Наурзумское месторождение

Наурзумское месторождение расположено в южной части Центрально-Тургайского района. В геологическом строении месторождения принимают участие породы домелового дислоцированного фундамента и горизонтально залегающие на них отложения мела и кайнозоя. Домеловой дорудный фундамент сложен породами нижнего карбона, нижнего и среднего триаса, среднего отдела юрской системы (рис. 38). Нижнекаменноугольные образования представлены нерасчлененной толщей нижнего турне и нижнего визе. Они развиты в основном в центральной части месторождения, к полосе их развития приурочено большинство залежей бокситов. Представлены они главным образом известняками, реже песчаниками, алевролитами, аргиллитами, туффитами, иногда наблюдается чистое переслаивание этих пород.

Породы нижнего и среднего триаса (туринская свита) весьма широко развиты на месторождении и за его пределами. Они представлены эффузивно-осадочной толщей, в которой преобладающее значение имеют эффузивные породы и резко подчиненное — осадочные образования. Эффузивные породы представлены в основном базальтами, в меньшей степени долеритами и кварцевыми порфирами, осадочные породы — алевролитами, аргиллитами, песчаниками и сланцами.

Юрские осадки развиты в южной части Наурзумского месторождения, где они выполняют Докучаевскую угленосную депрессию. Они образованы мелкозернистыми полимиктовыми песчаниками с прослоями аргиллитов и алевролитов с большим количеством углефицированной древесины и бурого угля.

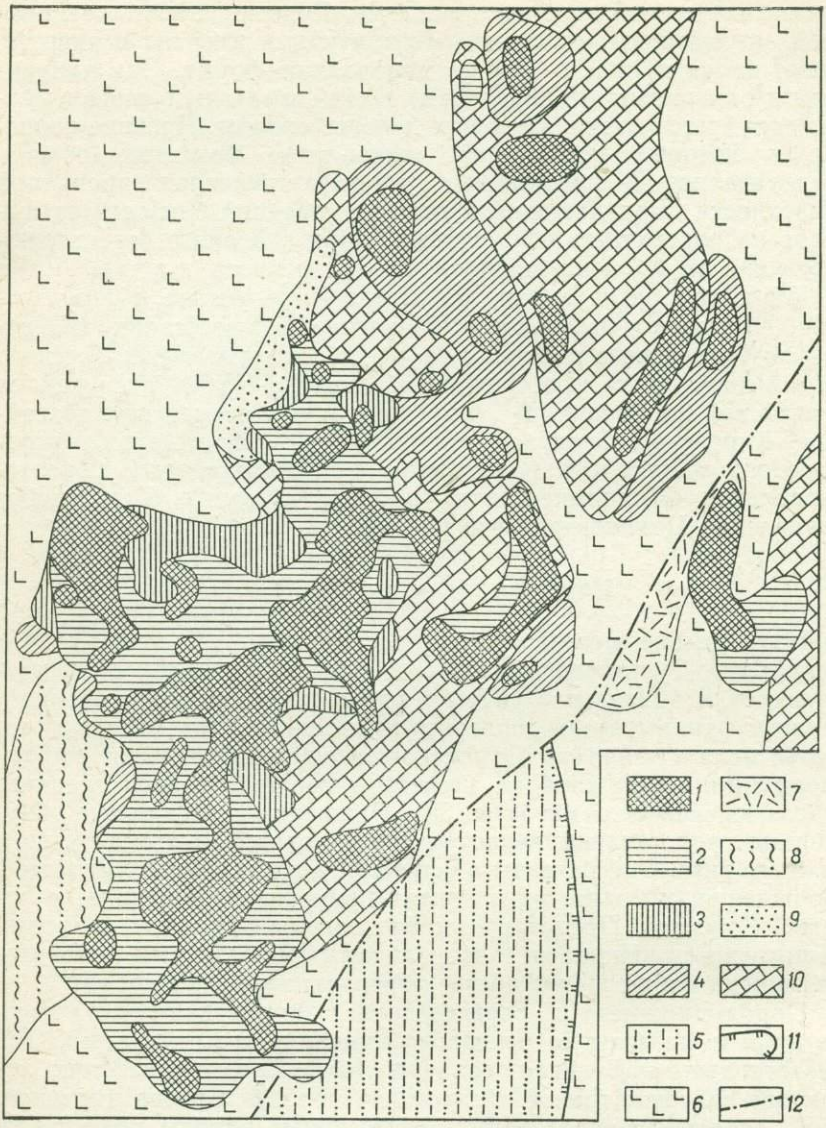



Рис. 38. Схематическая геолого-литологическая карта домелового фундамента и бокситоносных отложений Наурзумского месторождения. По *А. Т. Евлампьеву и Г. Р. Кирпалю.*

*1—3* — бокситоносные отложения альб-сеноманского возраста: *1* — бокситы и бокситовые породы, *2* — аллиты, бокситоподобные глины, *3* — пестроцветные и песчаные глины; *4* — каолинитовые глины коры выветривания; *5* — алевриты, аргиллиты, песчаники, пласты бурого угля средней юры; *6* — базальты, долериты; *7* — кварцевые порфиры; *8* — алевролиты, аргиллиты, песчаники нижне-среднетриасового возраста; *9* — песчаники, алевролиты, аргиллиты и конгломераты верхнего палеозоя; *10* — известняки с прослоями песчаников, алевролитов, аргиллитов; *11* — контуры угленосных депрессий; *12* — тектонические нарушения

Отложения палеозойского (домелового) фундамента почти повсеместно перекрыты образованиями коры выветривания мощностью 50 м. Особенно мощные коры выветривания развиты на базальтах и нижнекаменноугольных отложениях. Юрские осадки затронуты выветриванием сравнительно мало. Верхние зоны коры выветривания представлены пестроцветными глинами монтмориллонитового и каолинитового состава.

На породах коры выветривания залегают континентальные бокситовые отложения альбского и сеноманского возраста, суммарная мощность которых 30—80 м. Перекрываются бокситоносные осадки морскими отложениями маастрихтского яруса, развитыми в южной части месторождения и представленными известковистыми глауконит-кварцевыми песчаниками. Мощность осадков в среднем 10 м.

Залегающие выше отложения среднего и верхнего эоцена (тасаранская свита) распространены очень широко на всей площади месторождения. Они с резким размывом перекрывают все вышеописанные осадки. Представлены они кремнистыми и песчанистыми опоками, опоковидными глинами, глауконит-кварцевыми песками и песчаниками. Мощность осадков не превышает 100 м.

Листоватые глины верхнего эоцена — нижнего олигоцена (чеганская свита) развиты только в южной части месторождений, на остальной части они уничтожены четвертичной эрозией. Мощность их 20 м. Вышележащие четвертичные образования развиты повсеместно, так как Наурзумское месторождение расположено в пределах древней Убагано-Тургайской ложбины, выполненной озерно-аллювиальными осадками четвертичного времени.

В структурном отношении Наурзумское месторождение расположено в пределах Кушмурунской грабен-синклинали. Бокситоносные осадки в пределах месторождения выполняют пологую и неглубокую депрессию в домеловом фундаменте, именуемую Наурзумской впадиной с абсолютными отметками ложа от —90 до +10 м. Представлены они в основном песчано-глинистыми осадками и в меньшей степени бокситами, аллитами и бокситовыми глинами.

В отличие от других бокситоносных районов Тургайского прогиба бокситы Наурзумского месторождения не приурочены к карстовым депрессиям, в вертикальном разрезе залегают в средней части бокситоносных отложений и приурочены к площадям сплошного развития альб-сеноманских континентальных бокситоносных осадков. В разрезе последних по литологическому составу выделяют четыре горизонта: нижний бокситорудный, межрудный, верхний бокситорудный и надрудный (лигнитовый) (А. Т. Евлампьев, 1965 г.).

Нижний бокситорудный горизонт имеет незначительное площадное распространение и приурочен к двум небольшим депрессиям, расположенным на известняках нижнего карбона. Он

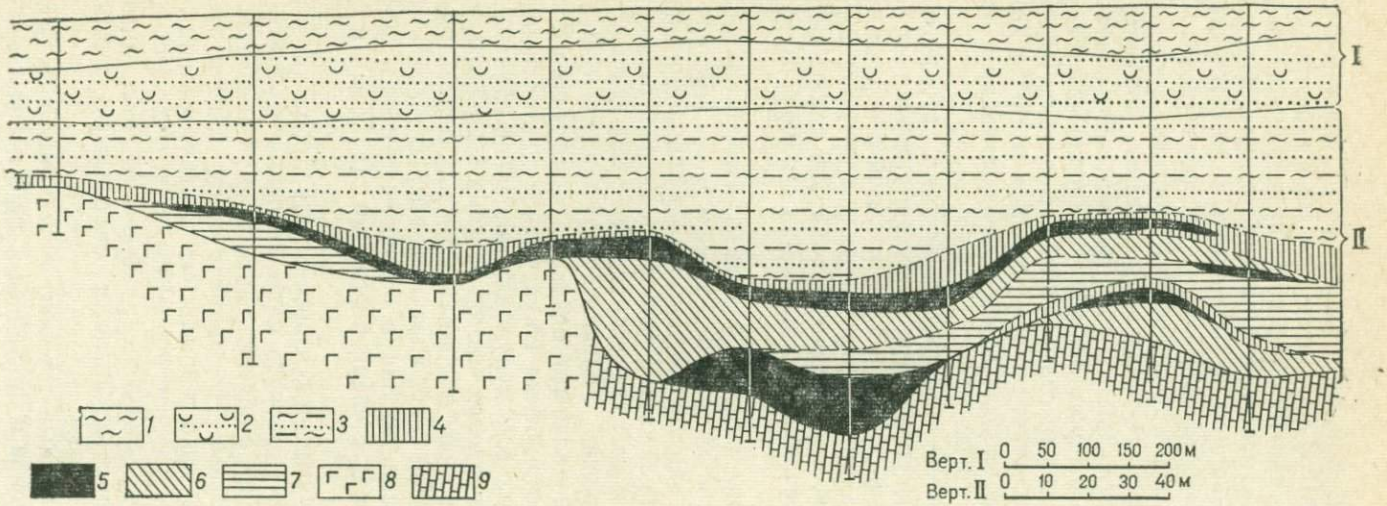



Рис. 39. Геологический разрез Наурзумского месторождения.

*1* — четвертичные супеси, суглинки, пески; *2* — переслаивание опок, песчаников и песков (тасаранская свита); *3—7* — бокситоносные отложения альб-сеноманского возраста: *3* — переслаивание лигнитовых и каолинитовых глин с кварцевыми песками, *4* — аллиты и каолинитовые глины с сидеритом, *5* — бокситы каменистые, рыхлые и глинистые, *6* — бокситоподобные глины и песчаники кирпично-красного цвета, *7* — переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов; *8* — базальты нижнего и среднего триаса; *9* — известняки нижневизейского возраста.

*I* — покровные отложения, *II* — бокситоносные отложения

встречен несколькими скважинами и представлен каменистыми, рыхлыми и глинистыми бокситами, аллитами и бокситовыми глинами, залегающими в нижней части горизонта. Мощность горизонта не превышает 13 м (рис. 39).

Межрудный горизонт расположен между нижней и верхней бокситорудными пачками. Он представлен в основном полимиктовыми песчаниками и алевролитами, в редких случаях аргиллитами, которые переслаиваются между собой. Мощность горизонта не превышает 30 м.

Верхний бокситорудный горизонт является основным, он имеет сравнительно широкое распространение и выдержан по мощности и качеству. Он залегает на глубине 134—196 м, в среднем 160 м. Среди бокситов преобладают каменистые разности, глинистые и рыхлые бокситы встречаются очень редко. Аллиты, как правило, залегают в основании горизонта, под бокситами и имеют кирпично-красный цвет. Серые бокситы развиты в верхней части бокситорудного горизонта; образовались они, по-видимому, в результате интенсивной сидеритизации красных бокситов и аллитов.

Бокситы, аллиты и пестроцветные глины верхнего бокситорудного горизонта в отличие от нижнего содержат значительное количество песчаного материала, нижние бокситы не содержат песчаного и обломочного материала. Мощность горизонта изменяется от 1 до 15 м.

Надрудный (лигнитовый) горизонт залегает на глубине 120—180 м, представлен он кварцевыми песками и темно-серыми глинами, которые часто переслаиваются и фациально замещают друг друга. Пески обычно кварцевые, с небольшой примесью зерен полевого шпата и обломками обугленной древесины. Глины песчаные, иногда слоистые, в основном каолинитового состава, с обломками обугленной древесины. Мощность горизонта 80 м.

По времени образования нижний бокситорудный и межрудный горизонты можно отнести к альбскому времени, а верхний бокситорудный и надрудный (лигнитовый) — к сеноману — турону.

Наурзумское месторождение представлено одной основной залежью бокситовых руд, которая состоит из девяти рудных тел, имеющих различные размеры, неправильную форму, сложную конфигурацию и различную промышленную ценность. Рудное тело I по размерам и запасам является наиболее крупным, в котором содержится около 90% всех запасов бокситов месторождения. Кроме основной залежи в восточной части месторождения расположено два рудных тела, подсеченных одиночными скважинами.

Основная залежь представлена двумя бокситорудными горизонтами: нижним и верхним. Каждый горизонт состоит из нескольких рудных тел. Преобладающая часть бокситовых руд

сосредоточена в верхнем горизонте. Нижний рудный горизонт представлен двумя небольшими залежами с незначительными запасами бокситовых руд. Мощность его изменяется от 2,8 до 11,5 м.

Бокситовые руды Наурзумского месторождения характеризуются повышенным содержанием $Fe_2O_3$ (22,5%), $TiO_2$ (4,8%), $CO_2$ (2,08%) и сравнительно пониженным содержанием $Al_2O_3$ (39,88%). Повышенное содержание железа и титана объясняется тем, что источником глинозема служили базальты.

Минеральный состав бокситов сравнительно прост. Основным рудообразующим минералом является гиббсит, а также гидроокислы железа и окислы титана. Спектральные анализы бокситов и вмещающих пород показывают повышенное содержание по сравнению с кларковыми ванадия, хрома, никеля, кобальта, циркония, молибдена, цинка, скандия, стронция, ниобия и др.

## Западно-Убаганское месторождение

Западно-Убаганское месторождение расположено в северной части Центрально-Тургайского бокситоносного района, на западном берегу оз. Убаган. В геологическом строении месторождения принимают участие палеозойские терригенно-карбонатные и интрузивные породы, эффузивно-осадочные породы триаса, меловые континентальные бокситоносные, верхнемеловые морские и палеогеновые отложения и четвертичные образования.

Породы палеозойского фундамента не имеют выхода на дневную поверхность. Они представлены известняками, песчаниками, туффитами, алевролитами и аргиллитами турне-визейского возраста, а также алевролитами, песчаниками и аргиллитами верхнего палеозоя. В северной части месторождения палеозойские породы прорваны интрузиями верхнепалеозойского возраста — диоритами и альбитофирами. Вместе с палеозойскими породами, образующими жесткий палеозойский (домеловой) фундамент месторождения, залегают эффузивные породы нижнего и среднего триаса, которые представлены базальтами, реже андезитами и липаритами.

Палеозойский фундамент повсеместно перекрывают мезо-кайнозойские отложения, которые представлены континентальными бокситоносными образованиями, песчано-глинистыми морскими осадками (эгинсайская, журавлевская и тасаранская свиты), а также мощными четвертичными образованиями.

Древняя кора выветривания развита на всех породах палеозойского (домелового) фундамента и образовалась в досеноманское время. Максимальные мощности коры выветривания приурочены к турне-визейским отложениям и особенно к контакту каменноугольных отложений с эффузивными породами нижнего и среднего триаса.

Бокситоносные отложения обычно выполняют понижения в рельефе домелового фундамента, которые приурочены к площади распространения терригенно-карбонатных каменноугольных отложений. Последние представлены каолинитовыми пестроцветными, темно-серыми и лигнитоносными глинами, часто переслаивающимися между собой. В нижней части бокситоносных отложений располагаются бокситы и аллиты.

Западно-Убаганское месторождение состоит из шести залежей бокситов, причем наиболее крупные из них образованы несколькими рудными телами. Совместно с бокситами в рудных залежах месторождения залегают каолинитовые огнеупорные глины. Залежи и рудные тела бокситов и огнеупорных глин приурочены к эрозионно-карстовым и частично карстовым депрессиям в фундаменте с относительно сложным рельефом. Морфология и размеры рудных тел находятся в прямой зависимости от дорудного рельефа.

Рельеф почвы и кровли залежей бокситов весьма неровный, особенно почва, кровля менее расчленена и имеет небольшие углубления. Рельеф почвы обычно повторяет основные формы дорудного рельефа. Абсолютные отметки почвы колеблются от +14 до +70 м. Понижения в рельефе иногда разделяются поднятиями с относительным превышением 15—20 м.

Литологический состав бокситовых руд Западно-Убаганского месторождения сравнительно однообразен. Рудные залежи сложены в основном каменистыми (67%), рыхлыми (21%) и глинистыми (11%) бокситами.

Западно-Убаганское месторождение является комплексным, так как бокситоносные отложения содержат крупные запасы качественных огнеупорных глин, а кондиционные бокситы — элементы-примеси.

Кроме бокситов и огнеупорных глин на месторождении в значительных количествах присутствуют аллиты, которые имеют кремневый модуль больше единицы, а также бокситовые, каолиновые глины и углисто-глиноземистые породы. Последние на месторождении распространены ограниченно и представляют собой плотные глинистые породы комковатого и неясно полосчатого сложения, обычно темно-серой окраски с крупными обломками обуглившейся древесины. Глины образуют небольшие линзы мощностью до 5 м. Эти породы обычно залегают в верхней части бокситоносных отложений и постепенно переходят в кондиционные буровато-красные бокситы.

Химический состав бокситов Западно-Убаганского месторождения характеризуется незначительными колебаниями основных рудообразующих компонентов (в %): $Al_2O_3$ 43,5—46,16; $SiO_2$ 7,18—9,81; $Fe_2O_3$ 14,93—17,83; $TiO_2$ 2,95—3,27; CaO 0,20—0,38, п. п. п.—25—27. Наиболее качественные бокситы обычно приурочены к верхней части бокситоносной толщи, где залегают

светлые, маложелезистые разности бокситов с относительно низким содержанием железа.

Основными рудообразующими минералами бокситов являются: гиббсит, гидрогематит, гидрогётит, гематит, гётит, ильменит, лейкоксен, рутил, анотаз и каолинит. Из вторичных минералов наиболее распространен сидерит. Содержание гиббсита по данным пересчета химических анализов колеблется от 45% в рыхлых до 68% в каменистых бокситах, каолинита содержится от 5 до 45%.

### Приозерное месторождение

Приозерное месторождение расположено на восточном берегу оз. Кушмурун, в северной части Центрально-Тургайского бокситоносного района. Характерной особенностью этого месторождения является то, что бокситовые залежи его располагаются на базальтах нижнего и среднего триаса и угленосных отложениях юры, которые слагают дорудный фундамент месторождения (рис. 40). Мезо-кайнозойские образования представлены меловыми бокситоносными отложениями, морскими верхнемеловыми и палеогеновыми осадками и мощными четвертичными образованиями.

Отложения нижнего и среднего триаса слагают домеловой фундамент и представлены в основном базальтами, реже диабазами. Они развиты в западной части месторождения, где расположена основная часть рудных залежей. Базальты имеют скрытокристаллическую или интерсертальную структуру, миндалекаменную текстуру, часто разбиты трещинами, которые выполнены кальцитом. Цвет их обычно темно-серый, зеленовато-серый, реже вишнево-красный.

Восточную часть дорудного фундамента месторождения слагают нижне-среднеюрские угленосные отложения, выполняющие Приозерную угленосную депрессию. Они представлены в нижней части конгломератами и гравелитами, которые вверх по разрезу сменяются песчаниками и алевролитами. Верхняя часть юрских отложений сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами, переслаивающимися между собой, и пластами бурого угля; суммарная мощность последних 50 м. На юрских угленосных отложениях расположена небольшая часть мелких залежей бокситов Приозерного месторождения.

По литологическому составу бокситоносные отложения делятся на два горизонта: нижний — собственно бокситорудный и верхний — горизонт лигнитоносных глин. В некоторых случаях в нижней части бокситорудного горизонта, непосредственно на базальтах залегают аллиты и каолинитовые глины, которые имеют небольшое распространение и слагают преимущественно периферические части рудных тел. Бокситорудный горизонт лежит, как правило, на размытой поверхности коры выветривания базальтов. В восточной части месторождения мелкие залежи бокситов

располагаются на юрских угленосных отложениях. Бокситорудные залежи приурочены к мелким понижениям в домеловом фундаменте, имеют линзообразную форму и сложные контуры.

Пестроокрашенные каолиновые глины, слагающие нижнюю часть бокситоносных отложений, распространены очень незначительно. Они представлены тонкодисперсными глинами с примесью мелкозернистого песка. Глины иногда обладают бобовой текстурой с размером бобовин до 5—6 мм, и постепенно переходят в аллиты, наблюдается сидеритизация глин и в результате глинистые аллиты превращаются в каменистые породы. Мощность глин 8 м.

Собственно рудный горизонт образован каменистыми, рыхлыми и глинистыми бокситами, которые на флангах переходят в аллиты и каолиновые глины. Каменистые и рыхлые бокситы обычно залегают в верхней части бокситорудного горизонта, в самой верхней части они осветлены в результате выноса железа. Глинистые бокситы приурочены к нижней части разреза. Особенно интенсивное осветление наблюдается в местах, где бокситы перекрыты лигнитами. Возраст рудного горизонта большинством исследователей определяется как альб-сеноманский (рис. 41).

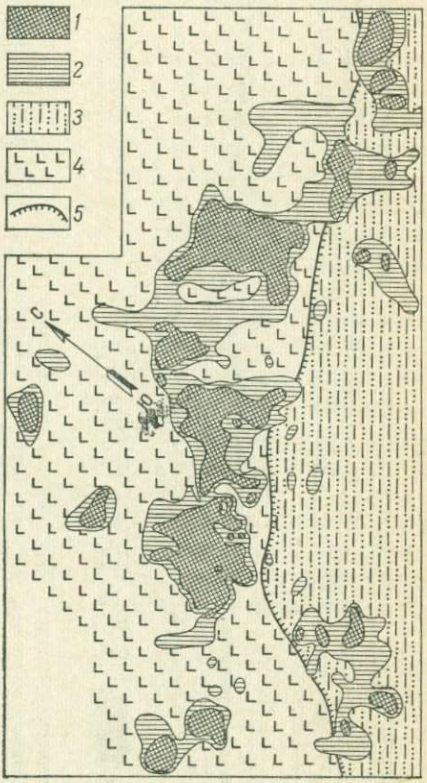



Рис. 40. Схематическая геолого-литологическая карта домелового фундамента и бокситоносных отложений Приозерного месторождения бокситов.

*1* — залежи бокситов; *2* — бокситоносные отложения альб-сеноманского возраста — пестроцветные каолинитовые глины; *3* — юрские угленосные отложения: алевролиты, аргиллиты, песчаники с мощными пластами бурого угля; *4* — базальты, долериты нижне-среднетриасовые; *5* — контуры угленосных депрессий

На рудном горизонте почти повсеместно залегает лигнитовый горизонт, за пределами рудных залежей этот горизонт перекрывает кору выветривания базальтов или песчано-глинистых угленосных отложений юры. Лигнитовый горизонт представлен песками и глинами, соотношение которых в различных частях месторождений неодинаково. В глинах и песках часто встреча-

Рис. 41. Геологический разрез Приозерного месторождения.

*1* — четвертичные супеси, суглинки, глины; *2* — песчаники кварцевые, глауконит-кварцевые, глинистые кампанского яруса; *3* — песчаники кварцевые, глауконит-кварцевые, глинистые маастрихтского яруса; *4—6* — бокситоносные отложения альб-сеноманского возраста: *4* — глины лигнитовые с прослоями кварцевых песков, *5* — бокситы каменистые, рыхлые, глинистые, *6* — глины каолинитовые с примесью кварцевого песка; *7* — юрские песчано-глинистые отложения с пластами угля; *8* — глины коры выветривания базальтов; *9* — базальты триаса

ются обломки лигнита и обуглившиеся растительные остатки. В нижней части песков иногда найдены обломки бокситов, свидетельствующие о частичном их размыве. Мощность горизонта обычно 10—12 м.

По данным палинологических исследований Н. С. Евлентьевой, лигнитоносный горизонт имеет сеноман-туронский возраст и параллелизуется с аятской свитой. На размытой поверхности лигнитоносного горизонта или непосредственно на коре выветривания базальтов и угленосных отложениях нижней юры залегают морские верхнемеловые осадки эгинсайской (сантон, кампан) и журавлевской (маастрихт) свит.

Приозерное месторождение бокситов представляет собой группу сближенных рудных залежей, расположенных полосой вдоль западной границы Приозерного буроугольного месторождения, в пределах прибрежной мелководной части оз. Кушмурун.

В настоящее время на месторождении выявлено 13 залежей бокситов. Залежи неправильной формы, различные по размерам и запасам; глубина их залегания изменяется от 32 до 69 м, в среднем 40—55 м.

Рудные залежи обычно приурочены к мелким

пологим эрозионным углублениям в домеловом фундаменте, имеют горизонтальное залегание и линзовидную форму со сложным внешним контуром. Кровля залежей эрозионная, имеет сравнительно простое очертание, почва залежей неровная, обусловлена дорудным рельефом.

Рудные залежи, как правило, сложены несколькими литологическими разновидностями бокситов. Каменистые бокситы обычно залегают в верхней части разреза, рыхлые и глинистые — в нижней, аллиты, как правило, покрывают и подстилают бокситы, а по периферии рудных залежей образуют оторочку. Мощность бокситов 0,5—10,7 м. Наиболее распространенной литологической разновидностью являются каменистые бокситы (44%), менее распространены рыхлые (32%) и глинистые (23%).

Основными рудообразующими минералами являются гиббсит, гематит, гётит, каолинит, сидерит, кварц, шамозит, гипс, кальцит. Из акцессорных минералов встречаются циркон, турмалин, пирит, лейкоксен, ильменит, рутил. В некоторых случаях в крепких каменистых бокситах обнаруживается значительное количество корунда, который приурочен к бобовинам каменистых бокситов, где его содержание достигает 3—4%.

Различные литологические разновидности бокситов имеют сходный минеральный состав, но соотношение минералов разное, в частности каолинита в каменистом боксите мало, его содержание увеличивается в рыхлых и особенно в глинистых бокситах.

Химический состав бокситов Приозерного месторождения характеризуется значительным колебанием основных рудообразующих компонентов (в %): $Al_2O_3$ 35,68—45,63; $SiO_2$ 2,0—17,72; $Fe_2O_3$ 14,41—25,68; $TiO_2$ 2,67—4,24; CaO 0,14—0,70; MgO 0,14—0,50; $CO_2$ 2,01—10,23; п. п. п.—15,59—27,07. Для кондиционных бокситов месторождения характерно высокое содержание углекислоты за счет сидерита, количество которого по отдельным пробам достигает 30%.

### Кушмурунское месторождение

Кушмурунское месторождение расположено в долине р. Убаган, в северной части Центрально-Тургайского района и приурочено к одноименному буроугольному месторождению. Оно было выявлено при разведке бурых углей этого месторождения.

Кушмурунское месторождение, как и другие месторождения Центрально-Тургайского бокситоносного района, относится к закрытому типу, так как домеловой фундамент, а следовательно, и все бокситовые залежи перекрыты сравнительно мощной (80 м) толщей покровных мезо-кайнозойских осадков.

В геологическом строении месторождения (А. Ф. Петрусевич, 1953 г.) принимают участие эффузивно-осадочные породы ниж-

него триаса и юрские угленосные отложения, которые слагают дорудный фундамент, а также покровные отложения, представленные континентальными бокситоносными и морскими песчано-глинистыми отложениями верхнего мела и палеогена и четвертичными образованиями (рис. 42).

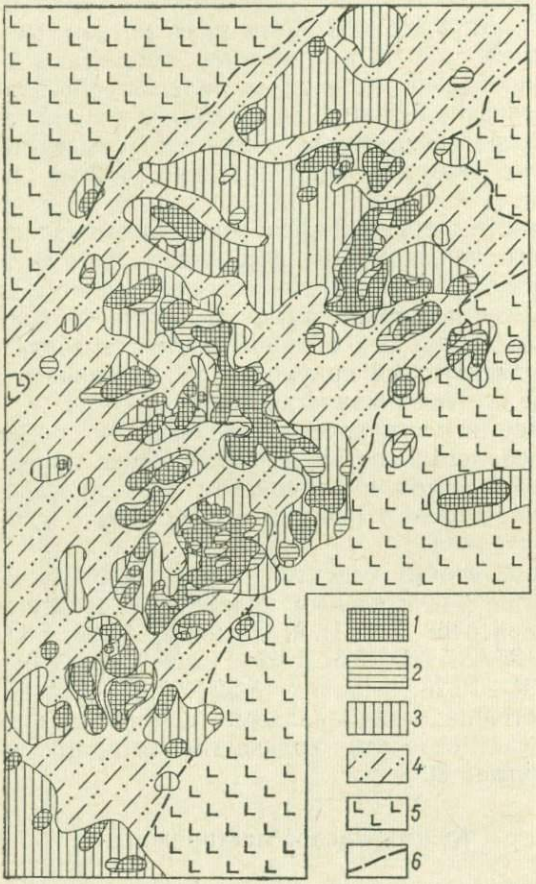



Рис. 42. Схематическая геолого-литологическая карта домелового фундамента и бокситоносных отложений Кушмурунского месторождения бокситов (составлена по данным Кушмурунской ГРЭ).

*1* — бокситы каменистые, рыхлые, глинистые; *2* — аллиты глинистые и рыхлые; *3* — глины каолинитовые и пестроцветные (бокситоносные отложения); *4* — алевролиты, аргиллиты и песчаники с мощными пластами бурого угля юрского возраста; *5* — базальты, андезиты, долериты нижне-среднетриасового возраста; *6* — границы Кушмурунской угленосной депрессии

Эффузивно-осадочные породы нижнего и среднего триаса развиты в северо-западной и юго-восточной частях месторождения, слагают борта угленосной депрессии. Они представлены

преимущественно базальтами, реже андезитами и липаритами и прослоями осадочных песчано-глинистых пород.

Юрские угленосные отложения выполняют тектонические депрессии в фундаменте и представлены нижним и средним отделами. В нижней части залегает конгломерато-песчаниковый горизонт, выше располагается угленосный горизонт, состоящий из разнозернистых песчаников, аргиллитов и алевролитов, содержащих 10—12 мощных пластов бурого угля. На них лежит безугольный горизонт, образованный аргиллитами и алевролитами.

Бокситоносные отложения мела залегают на размытой поверхности юрских угленосных осадков. В нижней части их располагается горизонт кварц-каолинитовых глин, на котором лежат пестроцветные глины. Выше без заметного перерыва залегает горизонт бокситов, который иногда перекрывается каолинитовыми глинами. Заканчивается разрез бокситоносных осадков горизонтом лигнитоносных глин и песков.

Необходимо отметить, что на Кушмурунском месторождении некоторыми исследователями (А. Ф. Петрусевич, 1953 г.; А. К. Гладковский и др.) бокситорудный горизонт разделен на два подгоризонта: нижний подгоризонт первичных красных бокситов и верхний подгоризонт серых переотложенных бокситов, образовавшихся за счет первых. Это разделение условное, так как на других месторождениях района — Наурзумском, Приозерном и Западно-Убаганском — такого разделения не наблюдается. На этих месторождениях точно установлены постепенные переходы между нижними красными и верхними серыми бокситами и размыва между ними не существует. Серый цвет бокситов обусловлен восстановительными процессами в вышележащем углисто-глинистом горизонте. При этом железо выщелачивалось из верхней части красных бокситов, о чем свидетельствуют остаточные реликты (гнезда) красных бокситов в горизонте серых, а также восстанавливалось до сидерита.

Возраст бокситоносных осадков Кушмурунского месторождения по данным спорово-пыльцевых анализов определяется как альб-сеноманский. На бокситоносных осадках с размывом залегают верхнемеловые морские осадки эгинсайской и журавлевской свит, а также морские палеогеновые отложения тасаранской свиты и четвертичные осадки.

Месторождение представляет собой группу близко расположенных рудных залежей, пространственно приуроченных к Кушмурунскому буроугольному месторождению. Поисково-разведочными работами на площади Кушмурунского месторождения выявлено и разведано 45 бокситорудных залежей и рудных тел, различных по размерам и промышленной ценности. Наиболее значительными по запасам и размерам являются южные залежи, по которым подсчитаны запасы по промышленным категориям.

Бокситовые залежи имеют линзообразную форму со сложным внешним контуром. Залежи, как правило, маломощные, выполняют мелкие эрозионные депрессии с пологими склонами. Кровля их эрозионная, почва обусловлена дорудным эрозионным рельефом (рис. 43). Глубина залегания залежей от поверхности изменяется от 40 до 110 м. Протяженность пластообразных залежей 500—3000 м.

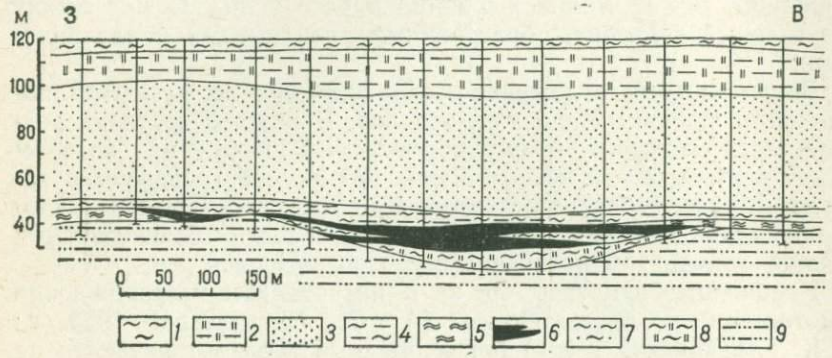



Рис. 43. Геологический разрез Кушмурунского месторождения.

*1* — четвертичные суглинки, супеси; *2* — глины опоковые тасаранской свиты ($Pg\frac{2}{2}ts$); *3* — пески кварц-глауконитовые журавлевской свиты ($Cr_2gr$); *4—8* — бокситоносные отложения альб-сеноманского возраста: *4* — глины лигнитовые, *5* — глины каолинитовые, *6* — бокситы каменистые, рыхлые, глинистые, *7* — аллиты, бокситовые глины, *8* — глины пестроцветные ($Cr_1td$); *9* — алевролиты, аргиллиты, песчаники, бурые угли юры

Как красные, так и серые бокситы сложены одними и теми же минералами, соотношение которых в разных литологических разновидностях различное. Основными рудообразующими минералами каменистых и рыхлых бокситов являются гиббсит, гидрогематит, в небольших количествах в бобовинах присутствуют магнетит, маггемит, гематит, часто встречаются мелкие агрегаты кварца, сидерита, каолинита. Реже встречаются халцедон, опал, пирит, хлорит, рутил, циркон, полевые шпаты, турмалин.

Бокситы Кушмурунского месторождения характеризуются повышенным содержанием сидерита и свободного кремнезема в виде кварца. В серых бокситах кварца содержится 1—10%, в среднем 3%. Среднее содержание каолинита в рыхлых и глинистых бокситах серого цвета примерно равно 10%.

В бокситах наблюдается значительное колебание основных рудообразующих компонентов. Их содержание в серых бокситах, составляющих основную массу руд, следующее (%): $Al_2O_3$ 28—58; $SiO_2$ 2—21; $Fe_2O_3$ 2—35; $TiO_2$ 2—8; п. п. п. 14—26; а в красных бокситах $Al_2O_3$ 41,5—45,0; $SiO_2$ 5,6—10,7; $Fe_2O_3$ 14,7—20,2; $TiO_2$ 3,2—4,1; $CO_2$ 4,8—7,1.

Максимальное содержание глинозема наблюдается в серых не сидеритизированных бокситах, низкое содержание глинозе-

ма — в глинистых и рыхлых бокситах, содержащих кварцевый песок, а также в сидеритизированных бокситах. Содержание сидерита изменяется от 1 до 20% при среднем 10—12%. В результате высокого содержания сидерита кушмурунские бокситы характеризуются высоким содержанием двуокиси углерода, среднее содержание которой в рудных залежах колеблется от 3,57 до 7,14%.

### Мамыркульское месторождение

Мамыркульское месторождение расположено в центральной части Кужукульской бокситоносной зоны, юго-западнее оз. Мамыркуль. Месторождение состоит из трех обособленных участков: Северного, Центрального и Южного. На каждом участке имеется одна или три бокситовые залежи.

Палеозойский дорудный фундамент месторождения сложен в центральной и юго-восточной частях карбонатными породами верхнего турне — нижневизейского и средне-верхневизейского возраста, которые разделены полосами андезитовых порфиритов и их туфов, также средне-верхневизейского возраста (рис. 44).

Бокситоносные участки приурочены к полосе известняков, вытянутой в субмеридиональном направлении. Бокситовые залежи располагаются на участках развития бокситоносных отложений, площадь которых значительно превышает площади бокситовых залежей. Бокситоносные осадки перекрыты отложениями тасаранской, чеганской, кутанбулакской, чиликтинской и наурзумской свит, общая суммарная мощность которых 80—100 м.

На северном участке сосредоточены три бокситовые

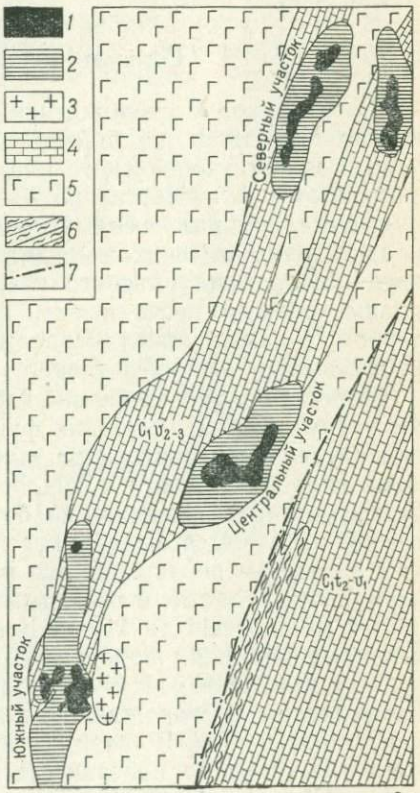



Рис. 44. Схематическая геологическая карта палеозойского фундамента и бокситоносных отложений Мамыркульского месторождения.

*1* — залежи бокситов; *2* — бокситоносные отложения сеноман-туронского возраста — пестроцветные каолинитовые глины; *3* — гранодиориты ($C_{2-3}$); *4* — органогенно-обломочные и доломитизированные известняки; *5* — порфириты и их туфы ($C_1v_{2-3}$); *6* — аргиллиты, алевролиты; *7* — тектонические нарушения

залежи. Они залегают среди меловых бокситоносных отложений, которые выполняют небольшие мелкие эрозионно-карстовые депрессии, приуроченные к двум полосам известняков средневизейского возраста, разделенных андезитовыми порфиритами и их туфами того же возраста. На этом участке бокситы представлены преимущественно каменистыми разновидностями.

Максимальная мощность бокситов 95 м. Среднее содержание основных компонентов в бокситах составляет (в %): $Al_2O_3$ 47,8; $SiO_2$ 11,6; $Fe_2O_3$ 13,7; $CO_2$ 1,75; кремневый модуль 4,1. На Центральном участке имеется одна, наиболее крупная по площади залежь. Она располагается в неглубокой эрозионно-карстовой депрессии с пологими склонами и абсолютными отметками +80 и +120 м. Залежь сложена преимущественно каменистыми бокситами. Мощность кондиционных бокситов 12,8 м.

На Южном участке буровыми скважинами оконтурено три бокситовые залежи, две из них наиболее крупные располагаются рядом друг с другом. Бокситы залегают на глубине 96—102 м, мощность их 6 м, максимальная мощность бокситоносных отложений 22 м. Залежи сложены преимущественно каменистыми бокситами.

### Соркульское месторождение

Соркульское месторождение расположено на западном склоне гор Мугоджар, на правобережье р. Кунчузан. Оно приурочено к зоне тектонического нарушения, по которому породы палеозойского фундамента по разлому контактируют с отложениями мела и палеогена. Породы палеозойского фундамента представлены зеленокаменными эффузивными породами основного состава силурийского возраста; кремнистыми сланцами, полимиктовыми песчаниками, конгломератами и известняками девона, а также конгломератами, песчаниками, аргиллитами и известняками верхнего девона.

Породы силура прорваны габброидными и плагиогранитовыми интрузиями. На породах фундамента и особенно на образованиях девона развита кора выветривания, представленная глинами гидрослюдистого и гидрослюдисто-каолинитового состава. Бокситоносные отложения альба залегают на коре выветривания девонских сланцев, песчаников и конгломератов, которые с резким размывом перекрываются морскими песками, опоками, опоковидными глинами и песчаными глинами кампана и палеогена общей мощностью до 110 м. Бокситоносные отложения альба и перекрывающие их породы мела и палеогена в других частях района залегают почти горизонтально, но в зоне надвига на Соркульском месторождении они имеют крутое западное падение при углах 70—80°. В связи с этим альбские бокситоносные отложения выходят на поверхность и обнажаются вдоль западного склона Мугоджар.

Бокситоносная зона на Соркульском месторождении прослеживается в субмеридиональном направлении вдоль подножия Мугоджар. В разрезе бокситоносных отложений Л. И. Киселевым выделены следующие пачки (снизу вверх): 1) песчано-глинистые породы (5 м); 2) светло-серые песчанистые глины (3—10 м); 3) углистые глины (3,5—30 м); 4) красные глины с линзами бокситов и бобовых пород (до 20—30 м); 5) пески, алевриты, углистые глины (до 12 м). Пески не одинаково выдержаны по всему месторождению. У выступа фундамента в разрезе преобладают красноцветные бокситоносные отложения, которые в 2,5 км к западу от выступа выклиниваются и фациально переходят в сероцветные отложения — углистые глины, алевриты и пески.

В пределах Соркульского месторождения разведано три залежи; две из них — Северная и Центральная — сложены кондиционными бокситами, а Северо-Западная залежь — некондиционными перемытыми бокситами с галькой кварца и гиббситизированных полевошпатовых пород. Наиболее крупной является Центральная залежь, максимальная мощность бокситов здесь 3,5 м. Бокситы имеют бобовое и бобово-конгломератовидное строение. Бокситовые залежи сложные, состоят из относительно мелких рудных тел бокситов, залегающих среди аллитов, бокситоподобных пород, песчаников с бобовинами, бокситовых глин.

По минеральному составу выделяются два типа бокситов: гиббситовые и сидерит-лептохлорит-гиббситовые. Основными рудообразующими минералами являются гиббсит, каолинит, лептохлориты, сидерит, кварц, гидрослюды и окислы железа. На Соркульском месторождении установлены алуниты, которые залегают выше пластов бокситов в виде маломощных прослоев среди глинистых песков.

Залежи кондиционных бокситов расположены на глубине 50—70 м и содержат $Al_2O_3$ 39,2%, $SiO_2$ 8,6% при кремневом модуле 4,5. Месторождение может быть отработано в основном подземным способом.

### Актогайское месторождение

Актогайское месторождение расположено в южной части Мугоджарского бокситоносного района, в долине р. Шет-Иргиз, на восточном склоне хр. Джангана.

Палеозойский фундамент этого хребта сложен габбро, на которых повсеместно развита кора выветривания, представленная в нижней части зелеными структурными глинами, в средней — пестроокрашенными каолинитовыми глинами и в верхней — бурыми железистыми глинами с бокситовыми бобовинами. Бокситоносный горизонт без заметного перерыва лежит на глинах коры выветривания с алюможелезистыми бобовинами и перекрывается с размывом глинистыми песками с галькой крем-

нистых пород, иногда боксита, углистыми глинами верхнего альба, морскими глауконитовыми песками, глинами и четвертичными суглинками. Общая суммарная мощность покровных отложений 70 м.

На месторождении разведана одна залежь кондиционных бокситов на глубине 24—72 м. Она имеет простую линзообразную форму и сложена бобовыми, каменистыми, рыхлыми (полукаменистыми) и глинистыми бокситами. Среди бокситов иногда встречаются зернистые (псевдоморфные) бокситы со структурой габбро, состоящие из гиббсита и гидроокислов железа, которые являются, по-видимому, обломками латеритных бокситов. Бокситы приурочены к склонам и пониженным частям рельефа габбрового массива, залегают среди пестроцветных глин альбского возраста в виде линз и линзообразных прослоев мощностью 0,6—4,0.

Среднее содержание основных компонентов в бокситах составляет (в %): $Al_2O_3$ 38,3; $SiO_2$ 8,8; $Fe_2O_3$ 22,2; $TiO_2$ 2,98; $CO_2$ 0,1—6,15; кремневый модуль 4,3. Бокситы являются гиббситовыми. Месторождение пригодно для подземной отработки.

### Кировское месторождение

Кировское месторождение расположено в восточной части Мугоджарского района, на западном борту юго-западной части Тургайского прогиба, в месте впадения рек Олы-Талдык и Ащисай в р. Иргиз. Месторождение относится к склоновому типу. Складчатый палеозойский фундамент месторождения сложен толщей кварц-хлоритовых, кварц-серицит-хлоритовых сланцев с интрузиями габбро-амфиболитов и толщей диабазов, порфиритов и туфоагломератов. На породах фундамента повсеместно развита кора выветривания, мощность которой 42 м. Бокситоносные отложения приурочены к восточному борту Челкарской синклинали, ограниченной сбросами.

Месторождение состоит из трех изолированных пластообразных залежей бокситов, вытянутых в меридиональном направлении. Бокситы приурочены к пестроцветной толще альба, представлены двумя разновидностями бобового и конгломератовидного сложения и локализуются в верхних частях отложений на склонах погребенных возвышенностей дорудного рельефа палеозойского фундамента и не имеют выхода на дневную поверхность.

Бокситы залегают в виде линз и прослоев. Характерной особенностью бокситовых залежей является то, что на участках погребенных возвышенностей они залегают непосредственно на коре выветривания, а по мере удаления от них в сторону эрозионных долин на расстоянии около 5 км от выступа фундамента они выклиниваются среди пестроцветных и углистых глин альб-

ского возраста. Глубина залегания бокситов изменяется от 40 до 110 м, а мощность — от 1,3 до 2,7 м.

Среди бокситов выделяются каменистые (10%), рыхлые (16%) и глиноподобные литологические разновидности. Среди каменистых бобовых и конгломератовидных бокситов среднее содержание основных компонентов составляет (в %): $Al_2O_3$ 38,5; $SiO_2$ 9,5; $Fe_2O_3$ 14,6; CaO 0,6; $CO_2$ 4,5; п. п. п. 23,1. Бокситы характеризуются повышенными содержаниями сидерита, при этом содержание $CO_2$ достигает 7,2%. В пределах Кировской бокситоносной площади наряду с бокситовыми залежами склонового типа имеются залежи карстового типа, которые приурочены к известнякам, залегающим среди сланцевой толщи турне-нижневизейского возраста.

Южным продолжением Кировского месторождения является Карагулакское бокситопроявление, состоящее из двух залежей и приуроченное к восточному склону Карагулакского антиклинория. На северо-востоке от Кировского месторождения находится Талдыкское бокситопроявление. Разработка Кировского месторождения возможна только подземным способом.

### Караунгурское и Мансуратинское бокситопроявления

Эти бокситопроявления расположены в Причимкентском бокситоносном районе и относятся к котловинному (пласто-линзообразному) типу.

Караунгурское бокситопроявление протягивается вдоль юго-западного предгория хр. Каратау на протяжении около 20 км. Палеозойский фундамент на севере и юге сложен пестроцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами франского яруса, а остальная часть — нижнекаменноугольными карбонатными отложениями, разбитыми многочисленными тектоническими нарушениями. Бокситоносные отложения мансуратинской свиты выполняют многочисленные локальные депрессии и неровности в рельефе палеозойского фундамента и согласно перекрываются фарфоровидными известняками. Выше с резким трансгрессивным размывом залегают горизонт конгломератов готерива и отложения нижнего мела.

На участке выявлено несколько рудных тел. Наиболее крупное из них имеет четко вытянутую извилистую форму, очень похожую на форму русловой старицы. Глубина залегания кровли бокситов от 40 до 100 м, мощность 2,8—17,4 м. Караунгурское бокситопроявление сложено в основном аллитами, а центральная часть — низкосортными бокситами. Бокситы и аллиты представлены краснобурыми каменистыми разностями бобовой текстуры песчаниковой структуры. В них содержится (в %): $Al_2O_3$ 40—46; $SiO_2$ 3—16; $Fe_2O_3$ 11—27; CaO 0,1—0,5; кремневый модуль от 2,5 до 14. Минеральный состав бокситов и аллитов довольно пестрый: в центральной части залежи преобладают гиббситовые разности, а по периферии — бёмитовые.

Мансуратинское бокситопроявление расположено в 80 км к юго-западу от г. Чимкента, на восточном склоне одноименной брахиантиклинали. В его пределах на глубине 15—190 м выявлены три небольшие бокситовые залежи мощностью от 1 до 9 м при средней 2—3 м. Бокситы светлой окраски, сухаристые, очень похожие на песчаник, гравийно-псаммитовой текстуры с размером обломков до 1 мм. Обломки и цемент бокситов сложены бёмитом. Содержание компонентов в бокситах изменяется (в %): $Al_2O_3$ 46—70; $SiO_2$ 5—20; $Fe_2O_3$ 1,4—17; CaO 0,16—3,0%; п. п. п. 12—16.

Бокситы в основном имеют линзообразную, а одна залежь гнездообразную форму. Промышленного значения они не имеют.

### Таскольское проявление палеозойских бокситов

В последние годы в Целиноградском бокситоносном районе выявлено Таскольское проявление диаспоровых бокситов, приуроченное к горизонту мраморизованных известняков верхнего ордовика. Бокситопроявление расположено на восточном склоне

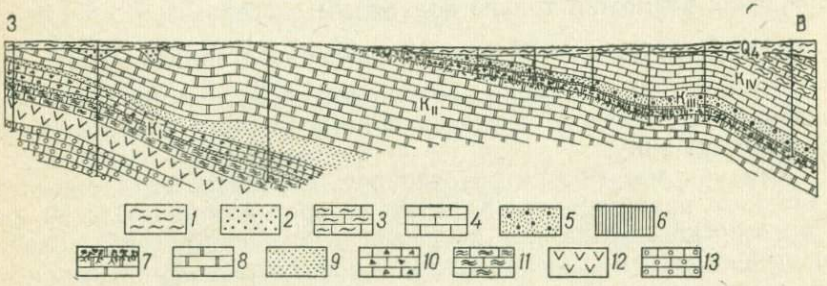



Рис. 45. Геологический разрез по Таскольскому бокситопроявлению. По *В. Ф. Долгополову.*

*1* — четвертичные суглинки, супеси и глины; *2* — бокситоносные отложения мел-палеогенового возраста; *3—4* — верхний горизонт темно-серых известняков; *3* — известняки серые и темно-серые, глинистые, *4* — известняки серые и темно-серые, мелкокристаллические; *5—6* — терригенный горизонт; *5* — красновато-бурые и зеленовато-серые алевропесчаники, гравелиты и мелкогалечные конгломераты, *6* — красновато-бурые аргиллиты; *7—8* — горизонт серовато-розовых мраморизованных известняков; *7* — трещиноватые и брекчированные известняки с обломками бокситов и аллитов в верхней части, *8* — кристаллические монолитные известняки; *9—13* — нижний горизонт темно-серых известняков с прослоями терригенных пород: *9* — серые и зеленовато-серые песчаники и алевролиты, *10* — известняки органогенно-обломочные, *11* — известняки серые, глинистые, горизонтально-слоистые, *12* — эффузивы среднего состава, *13* — известняки оолитовые, светло-серые

Майбалыкской брахиантиклинали, вытянутой в субмеридиональном направлении и сложенной отложениями главным образом верхнего ордовика. Последние представлены четырьмя, резко отличными одна от другой толщами ($K_{I-IV}$): эффузивно-осадочной, нижней и верхней — известняков и терригенной. Бокситовое проявление приурочено к средней толще мраморизованных известняков и представлено бокситовой брекчией (рис. 45).

Бокситовая брекчия представляет собой включения кальцит-диаспорового боксита, аллита и аргиллита в трещинах закарстованной поверхности розовых рифогенных известняков. Пласт бокситовой брекчии приурочен к верхней части закарстованных трещиноватых мраморизованных известняков верхнего ордовика и перекрывается горизонтом терригенных пород мощностью 18—20 м, представленным зеленовато-серыми песчаниками, гравелитами и мелкогалечными конгломератами и аргиллитами. Этот горизонт фиксирует перерыв в осадконакоплении карбонатных пород верхнего ордовика и указывает на перспективность этой территории для выявления геосинклинальных месторождений. Бокситовые включения в брекчии состоят из каолинит-диаспоровой с корундом породы алевро-псаммитовой или пелитовой текстуры. В них содержится $Al_2O_3$ 35—52%, $SiO_2$ 22—43%, кремневый модуль 1,0—4,2, в большинстве случаев они являются аллитами.

В одной из проб, отобранной из брекчии мощностью 0,3 м, установлено содержание (в %): $Al_2O_3$ 46,3; $SiO_2$ 4,6; $Fe_2O_3$ 10,5; CaO 1,7; $TiO_2$ 1,0. Отдельные включения в брекчиях представлены обломками диаспоровых бокситов.

## БОКСИТОПРОЯВЛЕНИЯ ЛАТЕРИТНОГО ТИПА

Перед казахстанскими геологами в последние годы встала большая проблема по выявлению бокситовых месторождений латеритного типа. Это связано с тем, что в других бокситоносных районах страны — Белгородском районе КМА, Средне-Тиманском районе были выявлены месторождения бокситов латеритного типа. В зарубежных странах латеритные месторождения наиболее широко развиты, из них добывается преобладающая часть бокситов капиталистических и развивающихся стран. К настоящему времени бокситопроявления латеритного типа установлены в Мугоджарском (Киселев, 1973), Экибастузском и других районах Казахстана. По мнению некоторых геологов (Михайлов, 1971; и др.), подавляющее большинство бокситовых месторождений Казахстана являются латеритными или латеритно-осадочными (Плотников, Миловидов, 1962; Бенеславский, 1963).

По данным Б. М. Михайлова (1971$_{1,2}$), на территории Казахстана отчетливо фиксируются две эпохи латеритизации: раннемеловая (апт-альбская) и позднемеловая (сеноман-туронская), с которыми связано формирование наиболее значительных месторождений бокситов. В раннемеловую эпоху формировались месторождения латерит-бокситов в Западно-Тургайском районе в результате латеритного выветривания пород палеозойского складчатого фундамента. Образование латерит-бокситов в позднемеловую эпоху происходило в результате латеритного выветривания песчано-глинистых отложений (серых

каолинитовых глин, полимиктовых песчаников), содержащих остатки альб-сеноманской флоры (Наурзумское, Кушмурунское и другие месторождения). Кроме того, Б. М. Михайлов выделяет латерит-бокситы зон разломов, образующиеся в результате гипергенно-метасоматических процессов при интенсивной фильтрации грунтовых вод в зонах тектонических нарушений и карстовых воронок. Согласно его данным латерит-бокситы образуются в результате выветривания каолинитовых глин, алевролитов и других пород, которые располагались в суходольных карстовых депрессиях, в периоды резкого понижения уровня грунтовых вод.

Однако эта точка зрения не общепризнанна. Большинство исследователей бокситов Казахстана к латеритным относит только небольшие проявления бокситов в Мугоджарском и Экибастузском районах, залегающие непосредственно на латеритной коре выветривания и имеющие реликтовую (псевдоморфную) структуру исходных материнских пород.

### Латеритные бокситы Мугоджарского района

Бокситы латеритного типа в последние годы детально изучены и описаны Л. И. Киселевым (1973). Они установлены на нескольких участках в районе Кемпирсайского гипербазитового массива, Кредиковском и других участках Мугоджарского района. На Кемпирсайском гипербазитовом массиве структурные (псевдоморфные) латеритные бокситы установлены на нескольких участках: Восточно-Кемпирсайском, Ново-Бурановском, Ново-Тайкеткенском, Ново-Батамшинском и многих других.

Латеритные бокситы представляют собой блоки высокосортных бокситов, располагающиеся в верхней части латеритной коры выветривания амфиболитов, габбро-амфиболитов и гипербазитов. Кора выветривания обычно развита вблизи контакта (не далее 150—200 м) амфиболитов с серпентинитами. Бокситы, как правило, приурочены к охристо-гиббсит-каолинитовой зоне мощностью 5—10 м. Образования коры выветривания обычно выходят на поверхность, но на некоторых участках они перекрыты глинами нижнего альба с бобовыми бокситами и песками позднего альба или морскими отложениями кампана. Вероятно, формирование коры выветривания происходило в нижнемеловое (доверхнеальбское время).

По данным Л. И. Киселева, Р. К. Габитова и др. («О находке...», 1973), бокситы Кемпирсайского района во многих случаях являются высокосортными рудами с кремневым модулем от 3,3 до 13. В них содержится (в %): $Al_2O_3$ 41,6—58,6; $SiO_2$ 4,5—12,6; $Fe_2O_3$ 3,4—19,1; $TiO_2$ 0,1; $Cr_2O_3$ 0,6—3,05 (за счет реликтов хромшпинелидов).

Бокситы Кемпирсайского района относятся к гиббситовому типу, содержат гиббсита 47,1—81,1%, каолинита 9,6—31,5%,

гётита 3,8—21,5%, безводную окись глинозема (по-видимому, бёмит) 1,0—4,0%, каолинит и галлуазит 9,6—23,0%. Бокситы в большинстве случаев каменистые, преимущественно бурого цвета, с четко выраженной реликтовой (псевдоморфной), полосчатой (гнейсовидной) или пятнистой структурой.

Кредиковское месторождение расположено на западном борту Орской депрессии, выполненной отложениями верхнего триаса, нижней и средней юры суммарной мощностью до 350 м. Палеозойский фундамент выходит на поверхность в виде двух островных сопок среди покровного чехла мезо-кайнозойских отложений и сложен диабазами и диабазовыми порфиритами силур-нижнедевонского возраста, прорванными небольшими интрузиями габбро и плагиогранитов. На породах фундамента широко развита кора выветривания мощностью 30—48 м. Кора выветривания В. И. Коченовым (1973 г.) разделена на пять зон (снизу вверх): 1) дезинтеграции; 2) зеленоцветная; 3) красноцветная; 4) каолинитовая (вторично-обеленная); 5) латеритная (вторично-обеленная). Образования коры выветривания залегают под отложениями миндыбайской свиты верхнего триаса, что указывает на ее доверхнетриасовый возраст.

Верхняя латеритная зона коры выветривания мощностью до 3 м сложена гиббсит-каолинитовыми глинами с желваками и валунами до 1,5 м структурного (псевдоморфного) боксита преимущественно бурого цвета. В пределах участка, на обеленных каолинитовых глинах залегают переотложенные продукты коры выветривания, представленные пестроокрашенными гиббсит-каолинитовыми глинами с желваками и валунами латеритов. Среди латеритных бокситов выделяют структурные (псевдоморфные) и железистые бокситы, аллиты и железняки.

Псевдоморфные бокситы являются высокосортными рудами, они на 50—95% сложены кристаллическим гиббситом, который нацело замещает кристаллы плагиоклаза. В бокситах содержится (в %): $Al_2O_3$ 43,6—61,4; $SiO_2$ 1,4—5,1; $Fe_2O_3$ 3,4—33,5; FeO 0,3—1,7; $TiO_2$ 0,12—2,5; кремневый модуль 4,4—44,4. Наиболее высокосортные бокситы расположены в самой верхней части латеритной зоны профиля выветривания, а в рельефе — в наиболее возвышенных участках.

Помимо указанных участков обломки структурных (псевдоморфных) бокситов Л. И. Киселевым (1973) в последние годы установлены на Акогайском месторождении бобовых водно-осадочных бокситов. Латеритные бокситы вскрыты шурфами и скважинами и представлены остроугольными глыбами и блоками до 60 см в диаметре, залегающими в горизонте переотложенных продуктов коры выветривания мощностью 8,5 м. Горизонт сложен обломками тонкодисперсной породы каолинитового состава с обломками железняков.

Бокситы Актогайского месторождения представляют собой каменистую пористую породу желтого, красно-бурого цвета.

В бокситах содержится (в %): $Al_2O_3$ 37—39; $SiO_2$ 1,4—2,5; $Fe_2O_3$ 31,6—37,6; $TiO_2$ 0,4—2,0; кремневый модуль 15,6—25,6. Бокситы состоят в основном из гиббсита (48—55%), который замещает плагиоклаз, и гидроокислов железа (35—42%), развитых по темноцветному минералу. В небольшом количестве возможно присутствует бёмит (1—5%), каолинита содержится 3,5%.

### Бокситопроявления латеритного типа Экибастузского и других районов Казахстана

Проявления бокситов латеритного типа мезо-кайнозойского возраста были известны ранее в Экибастузском районе и описаны Д. Д. Пономаревым (1951 г.), И. И. Боком (1936 г.) и др. В пределах Экибастуз-Баянаульского гипербазитового пояса Д. Д. Пономаревым (1951 г.) на ряде участков развития охристых и охристо-нонтронитовых кор выветривания по серпентинитам установлено повышенное содержание глинозема. На II Адильбекском участке в охрах содержится (в %): $Al_2O_3$ 23,3—24,8; $SiO_2$ 1,8—6,3; $Fe_2O_3$ 47,1—56,8; п. п. п. 9,2—10,8, а на Жамарбукамбайском участке $Al_2O_3$ 9,5; $SiO_2$ 2,7; $Fe_2O_3$ 73,1; п. п. п. 8,9. Пересчет химических анализов на минеральный состав показывает, что в охрах этих участков содержание гиббсита изменяется от 7 до 26%, что позволило Д. Д. Пономареву отнести эти образования к железистым латеритам.

Еще в 1936 г. И. И. Боком в Семипалатинском Прииртышье, на западном берегу оз. Ащиколь в шурфах обнаружены латеритоподобные образования, представленные красными каолинитовыми глинами с содержанием в них 43,97% $Al_2O_3$ и 35,36% $SiO_2$, что соответствует содержанию в них значительного количества свободного глинозема. Возможно, эти образования являются продуктами переотложения коры выветривания.

В Целиноградском районе латеритная кора выветривания обнаружена в 1972 г. В. В. Лопатиным в районе Жалтырской группы бокситовых проявлений. Она развита по алевролитам и содержит до 7% гиббсита в верхней зоне коры выветривания, сложенной бесструктурными глинами, которые связаны постепенными переходами с нижележащей зоной глинистого элювия с хорошо сохранившейся структурой исходных пород.

В Южном Казахстане, на западном борту Куланкетпесской мульды, в 1970 г. Е. А. Никитиным установлена аллитная кора выветривания, развитая по кислым эффузивам (кварцевым фельзит-порфирам) среднего и верхнего девона; кора перекрыта угленосными отложениями нижневизейского возраста.

*Часть III*

# МЕТОДИКА ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ И ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ БОКСИТОНОСНЫХ РАЙОНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

## МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ БОКСИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Месторождения бокситов Казахстана залегают в основании платформенного чехла мезо-кайнозойских песчано-глинистых отложений, приурочены к площадям развития известняков палеозойского складчатого фундамента и являются месторождениями закрытого типа. Повсеместное перекрытие бокситоносных осадков сравнительно мощным чехлом покровных отложений (50—120 м), а также ограниченные площади их распространения и сравнительно небольшие по размерам рудные залежи создают весьма значительные трудности при проведении поисковых и разведочных работ. Эти трудности усугубляются еще и тем, что для закрытых бокситоносных районов Казахстана часто отсутствуют кондиционные геологические карты палеозойского дорудного фундамента. Геологические карты дневной поверхности средних масштабов не отражают закономерностей размещения месторождений бокситов, так как бокситы приурочены и генетически связаны с породами палеозойского складчатого фундамента.

При проведении поисковых и разведочных работ затрачивается большое количество метража колонкового бурения и значительные объемы геофизических исследований. Так, на разведку месторождений Амангельдинской группы затрачено около 750 тыс. м скважин, 51 тыс. глубоких и мелких шурфов и около 3000 м подземных горных выработок (рассечек). Правильное и эффективное использование этих объемов имеет большое народнохозяйственное значение.

Большинство месторождений бокситов Казахстана являются комплексными. Наряду с высокосортными бокситами бокситоносные отложения представлены аллитами, которые содержат большое количество гиббсита, высокоглиноземистыми и основными огнеупорными глинами. Кроме этого, бокситы содержат ряд ценных редких элементов. Комплексность месторождений значительно усложняет проведение поисковых и разведочных работ, поэтому необходимо учитывать требования промышленности к этим видам сырья и в зависимости от этого изменять и совершенствовать методику разведки бокситовых месторождений.

При проведении поисковых работ на бокситы используются определенные поисково-прогнозные критерии и признаки, основанные на закономерностях размещения, особенностях геологического строения и генезиса месторождений бокситов. Наиболее важными поисково-прогнозными критериями являются: литологический, стратиграфический, гипсометрический, геоморфологический, формационный, палеогеографический, фациальный и др. (Кирпаль, 1963).

Методика поисковых и разведочных работ зависит от промышленного типа бокситовых месторождений и группы (по классификации ГКЗ СССР), которые охарактеризованы во второй части работы. В зависимости от типа месторождений применяется та или иная методика проведения поисковых и разведочных работ и прежде всего это отражается на густоте скважин и конфигурации поисковой и разведочной сети.

Поисково-разведочные работы, проводимые с целью выявления платформенных месторождений бокситов мезо-кайнозойского возраста, в Казахстане являются весьма эффективными. В течение последних лет в Казахстане поисково-разведочные работы на бокситы производятся в больших объемах, в результате чего разведано большое количество бокситовых месторождений, в том числе такие крупные, как Краснооктябрьское, Амангельдинское и др.

Наиболее эффективными поисковыми методами являются геоморфологический, естественных обнажений, поисково-картировочный, искусственнных обнажений, метод геологической съемки, геофизические (магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка, гравиразведка). Поисковые работы делятся на два этапа: перспективных и детальных поисков. Разведочные работы включают две стадии: предварительной и детальной разведки.

## *Кондиции и требования промышленности к качеству бокситов*

Промышленное производство алюминия в СССР начато в 1932 г. в связи с пуском Волховского алюминиевого завода, который построен на базе Тихвинского месторождения бокситов. В связи с ростом производства алюминия в нашей стране изменялись и требования к бокситам. В настоящее время бокситы широко используются в различных отраслях промышленности, в частности для производства глинозема и алюминия, искусственных абразивов, глиноземистого цемента, плавленых огнеупоров (муллитов), как флюсы в металлургии, для производства красок, как сорбенты и т. д. В связи с этим к бокситам как комплексному сырью предъявляются требования в соответствии с государственным стандартом на бокситы ГОСТ 972—50. Стандарт на бокситы в основном зависит от сырьевых ресурсов,

состояния технологии их переработки и природного качества сырья.

Первый стандарт на бокситы (ГОСТ 22—4308) в нашей стране был утвержден в конце 1937 г. В нем учитывалось содержание в бокситах глинозема, кремнезема и железа без учета минералогической формы глинозема.

В 1941 г. действующий стандарт был заменен другим (ГОСТ 972—41), который учитывал в основном два компонента боксита — глинозем и кремнезем, а также минералогическую форму глинозема. Глинозем учитывался в абсолютных цифрах, а кремнезем — по соотношению процентного содержания глинозема к кремнезему, т. е. по кремневому модулю. В этом ГОСТе в зависимости от технологии переработки и использования бокситов учитывалось также содержание окиси железа и кальция. По ГОСТу бокситы были разделены на 14 марок. Дальнейший рост алюминиевой промышленности в нашей стране, вовлечение в промышленное производство новых месторождений бокситов и использование бокситов во многих отраслях народного хозяйства требовали введения нового стандарта на бокситы с учетом новых требований.

В 1950 г. утвержден стандарт на бокситы (ГОСТ 972—50), который предусматривает промышленную сортировку бокситов в зависимости от их химического состава (Бенеславский и др., 1962). В 1974 г. ВАМИ разработан новый стандарт, который распространяется на бокситы, используемые в качестве сырья для производства глинозема в алюминиевой промышленности, а также в абразивной, цементной, огнеупорной промышленности и черной металлургии.

Согласно утвержденному ГОСТ 972—74 бокситы — это горная порода, состоящая из гидроокислов алюминия, окислов и гидроокислов железа, глинистых минералов, кварца, в которой отношение содержания окиси алюминия к содержанию двуокиси кремния (кремневый модуль) не менее 2. В зависимости от содержания окиси алюминия и кремневого модуля бокситы подразделяют на марки и сорта (табл. 6).

Кроме того, учитываются и другие показатели качества бокситов: содержание двуокиси углерода, серы, окислов железа в пересчете на $Fe_2O_3$ и гигроскопической влаги. В зависимости от величины этих показателей бокситы подразделяются на типы (табл. 7).

Бокситы, используемые для производства глинозема по методу Байера, подразделяют на моногидратные (бёмитовые и диаспоровые) и тригидратные (гиббситовые). Содержание минералов бёмита и диаспора в тригидратных бокситах не должно превышать 5%.

Бокситы, используемые для производства электрокорунда, глиноземистого цемента, огнеупоров и мартеновского производства должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 8.

Таблица 6

**Марки и сорта бокситов по ГОСТ 972—74**

| Марка | Сорт | Содержание $Al_2O_3$, %, не менее | Кремневый модуль не менее | Область использования |
|---|---|---|---|---|
| Б-00 | — | 50 | 12,0 | Производство глинозема, электрокорунда марки А-16 и глиноземистого цемента |
| Б-0 | — | 50 | 10,0 | Производство глинозема, электрокорунда марок А-15 и А-14 и глиноземистого цемента |
| Б-1 | — | 48 | 8,0 | Производство глинозема и электрокорунда марки А-14 |
| Б-2 | — | 43 | 6,0 | Производство глинозема и электрокорунда марки А-14 |
| Б-3 | I | 45 | 5,0 | Производство глинозема |
| | II | 35 | 5,0 | |
| Б-4 | I | 43 | 3,9 | Производство глинозема |
| | II | 42 | 3,0 | |
| | III | 40 | 3,0 | |
| Б-5 | — | 48 | 2,6 | Производство глинозема, огнеупоров, мартеновское производство |
| Б-6 | I | 45 | 2,0 | Производство огнеупоров и мартеновское производство. |
| | II | 37 | 2,0 | Мартеновское производство |

Таблица 7

**Типы бокситов по ГОСТ 972—74**

| Тип боксита | Показатели качества | Величина показателей качества, % |
|---|---|---|
| Малокарбонатные | Содержание двуокиси углерода | До 0,6 |
| Карбонатные | | От 0,6 до 2,0 |
| Высококарбонатные | | Более 2,0 |
| Малосернистые | Содержание серы | До 0,3 |
| Сернистые | | От 0,3 до 0,8 |
| Высокосернистые | | Более 0,8 |
| Маложелезистые | Содержание окислов железа в пересчете на $Fe_2O_3$ | До 10,0 |
| Железистые | | От 10,0 до 18,0 |
| Высокожелезистые | | Более 18,0 |
| Маловлажные | Содержание гигроскопической влаги | До 10,0 |
| Влажные | | От 10,0 до 15,0 |
| Высоковлажные | | Более 15,0 |

Таблица 8

**Требования ГОСТ 972—74 к бокситам в зависимости от их использования**

| Область использования | Марка | Содержание, %, не более | | | Кальциевый модуль не менее |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $S$ | $P_2O_5$ | CaO | |
| Производство электрокорунда | Б-00, Б-0 / Б-1, Б-2 | 0,3 | 0,5 | — | 250 / 180 |
| Производство глиноземистого цемента | Б-00, Б-0 | 0,8 | — | 2,0 | — |
| Производство огнеупоров | Б-5, Б-6, 1с | 0,5 | — | 1,5 | — |
| Мартеновское производство | Б-5, Б-6 | 0,2 | 0,6 | — | — |

Примечание. Кальциевым модулем бокситов считают отношение содержания окиси алюминия к содержанию окиси кальция.

При обозначении бокситов указывают: марку, сорт, тип (карбонатность, сернистость, железистость и влажность), минеральный состав (для бокситов, перерабатываемых на глинозем по методу Байера), например: боксит марки Б-00, малокарбонатный, малосернистый, высокожелезистый, влажный, моногидратный.

Нормы, правила и требования к бокситам для конкретных видов их потребления устанавливаются нормативно-технической документацией, утверждаемой в установленном порядке в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

На многих месторождениях Казахстана в зависимости от технологических свойств и потребления бокситовых руд (производство глинозема, абразивная промышленность, черная металлургия, производство муллитовых огнеупоров и т. д) кондиционные руды разделяются на следующие сорта, или промышленные типы (марки бокситов указаны по действующему до 1976 г. ГОСТ 972—50).

Гидрохимические руды (I сорт). Сюда относятся бокситы марок Б-2, Б-7 и Б-8, имеющие кремневый модуль выше 4 и содержание $CO_2$ менее 2,8%. Эти бокситы используются для получения глинозема комбинированным способом — последовательно Байер-спекание.

Спекательные руды (II сорт) используются для получения глинозема спекательным методом. Сюда относятся бокситы марок Б-4, Б-5, имеющие кремневый модуль от 2,6 до 4,0.

Металлургические руды (III сорт) используются в качестве флюсов для мартеновского производства. К ним относятся бокситы марки Б-6, с кремневым модулем от 2,1 до 2,6.

Абразивные руды. К абразивным рудам относятся каменистые и рыхлые бокситы марок Б-В, Б-0 и Б-1 с кремневым модулем выше 10, содержанием мелкой фракции (менее 10 мм) до 15% и кальциевым модулем ($Al_2O_3$ : CaO) выше 180.

На месторождениях абразивные руды могут быть выделены в виде отдельных выдержанных горизонтов среди валовых руд, а также путем грохочения и обогащения каменистых и рыхлых рядовых бокситов с кремневым модулем 5—6. В результате сухого грохочения или простой отмывки глинистых и мелких частиц рядовых руд происходит увеличение кремневого модуля руд до 8—10 и выше.

Муллитовые руды применяются для производства плавленых кислотостойких огнеупоров. К ним относятся маложелезистые разности бокситов марок Б-7, Б-8 и Б-4 и Б-5 с кремневым модулем от 3,5 до 6,0 м и содержанием окислов железа менее 8%.

Забалансовые бокситы (аллиты) предназначены для использования в качестве коррелирующей добавки при переработке нефелиновых концентратов. К ним относятся бокситовые породы с содержанием глинозема не менее 36% (в расчете на прокаленное вещество), с соотношением глинозема к окиси железа не менее 1,5 и кремневым модулем не менее 1,5.

Имеющиеся в настоящее время запасы абразивных бокситов с высоким кремневым модулем, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 972—50 и 972—74, недостаточны для обеспечения абразивной промышленности, поэтому при проведении геологоразведочных работ на бокситы ВНИИАШ рекомендует оконтуривать и подсчитывать запасы малокальциевых бокситов с кремневым модулем более 6, содержанием глинозема более 43% и кальциевым модулем более 180, а также с кремневым модулем более 3 и содержанием кремнезема более 37% при кальциевом модуле более 180.

В контур запасов бокситов, подсчитанных по второму варианту, включаются запасы бокситов, геометризованные по первому варианту. В подсчет запасов бокситов могут быть включены отдельные интервалы (пробы) боксита с содержанием глинозема и кремневым модулем, минимально допустимым действующим ГОСТом, при условии, что среднее качество боксита в блоке будет соответствовать указанным выше требованиям.

На некоторых месторождениях среди залежей малокальциевых бокситов необходимо выделять участки и блоки, на которых возможно с помощью грохочения получать крупные фракции боксита, отвечающего указанным требованиям. При этом должен быть определен процент выхода боксита из рядовой рудной массы.

Кроме ГОСТа для каждого месторождения или определенного бокситоносного района на основании технико-экономических расчетов (ТЭДов) разрабатывают, а затем в ГКЗ СССР утверждают кондиции. Они служат для определения общих запасов, установления качества и технологических сортов бокситов и других параметров. Кондиции устанавливают:

1) минимально промышленное содержание глинозема и минимальный кремневый модуль, а также допустимый предел вредных компонентов, определяемых в соответствии с ГОСТом;

2) минимально промышленную мощность бокситовых залежей, включаемую в подсчитываемые запасы;

3) максимально допустимую мощность пустых пород или некондиционных бокситов для включения в подсчет запасов;

4) максимально допустимый объемный коэффициент вскрыши (или пункт о согласовании с проектирующим институтом контуров подсчета запасов бокситов, подлежащих отработке).

Запасы бокситов на наиболее значительных месторождениях бокситов Казахстана подсчитывались на основании следующих кондиций:

1) содержание глинозема, кремневый модуль в бокситах, а также маркировка их принимались по ГОСТ 972—50, без разделения на сорта по содержанию двуокиси углерода;

2) минимальная мощность бокситовых залежей, включаемая в подсчитываемые запасы, принималась 1 м;

3) прослои пород и некондиционных бокситов мощностью до 1 м включались в подсчитываемые запасы, если среднее содержание глинозема и величина кремневого модуля для выделенного интервала удовлетворяла условиям ГОСТа;

4) в контуре балансовых запасов геометризовались (если это возможно) и подсчитывались отдельно запасы бокситов в расчете на полную мощность залежи: а) для глиноземной промышленности, б) для черной металлургии.

В контуре бокситов для глиноземной промышленности подсчитывался статистически, с усреднением качества бокситов на всю опробованную мощность по выработкам, выход следующих сортов бокситов: а) для производства электрокорунда; б) глиноземное сырье с кремневым модулем более 4 и содержанием двуокиси углерода не более 2,8%; в) для производства плавленых муллитовых огнеупоров;

5) в контуре балансовых запасов бокситов подсчитывались запасы ценных элементов-примесей на основании данных химических анализов групповых проб;

6) подсчитывались забалансовые запасы бокситовых пород с содержанием глинозема не менее 36% (в расчете на прокаленное вещество), с соотношением глинозема к окиси железа не менее 1,5 и кремневым модулем не менее 1,5.

Кроме этих параметров для некоторых месторождений бокситов в кондициях устанавливаются и другие требования:

1) на основании статистического подсчета с усреднением качества на всю мощность по выработке оценивались по каждому рудному телу запасы бокситов для глиноземной промышленности и для черной металлургии с соответствующей характеристикой их качества;

2) в контурах бокситов для глиноземной промышленности геометризовались (или подсчитывались статистически) запасы следующих бокситов: пригодных для переработки по методу Байера или Байер-спекание, для производства электрокорунда, для производства плавленых муллитовых огнеупоров;

3) статистическим подсчетом выявлялись количественное соотношение литологических разновидностей бокситов (каменистых, рыхлых и глинистых) с качественной характеристикой всех разновидностей;

4) подсчитывались сопутствующие бокситам полезные ископаемые и компоненты (огнеупорные глины, аллиты как добавка при производстве цемента, элементы-примеси — галлий и др.).

Минимальная промышленная мощность бокситов для месторождений, на которых предусмотрена карьерная отработка, обычно принималась 1 м, но для Краснооктябрьского месторождения установлена 2 м, для Белинского 1,5 м. При подземной отработке минимальная промышленная мощность, в частности для Наурзумского месторождения, предусматривается 1,6 м.

Максимальная мощность пустых пород и некондиционных бокситов, включаемых в подсчитанные запасы, для различных месторождений обычно равна 1 или 2 м. Максимальный объемный коэффициент вскрышных пород по технико-экономическим расчетам института Гипроникель составляет 25 $м^3/м^3$, т. е. 25 $м^3$ вскрышных пород на 1 $м^3$ бокситовых руд. Средний объемный коэффициент для различных месторождений обычно не превышает 8—12.

## *Поиски бокситовых месторождений*

При проведении поисковых работ на бокситы используются следующие поисково-прогнозные критерии, основанные на особенностях геологического строения и закономерностях размещения бокситовых месторождений: литологический, стратиграфический, геоморфологический, формационный, фациальный, палеогеографический и др. Кроме того, при поисках учитывается промышленный тип месторождений и их генетические особенности (Кирпаль, 1962, 1963).

Методы поисков бокситов объединены в две группы: геологические и геофизические. Из геологических методов наиболее эффективными в Казахстане являются метод естественных обнажений, поисково-картировочный (искусственных обнажений), геологической съемки и геоморфологической.

Метод естественных обнажений очень широко применялся в первые годы поисков бокситов, особенно в Центральном Казахстане. При помощи этого метода были выявлены некоторые участки Аркалыкского, Нижне-Ашутского и Верхне-Ашутского месторождений Амангельдинского района, большин-

ство мелких бокситопроявлений Целиноградского и некоторые залежи Мугоджарского районов.

Этот метод применяется для обнаружения и оконтуривания выходов бокситов и вмещающих их пород, а также обломков и развалов бокситов на дневную поверхность; для выявления образований бокситоносной формации, стратиграфического расчленения бокситовмещающих и перекрывающих бокситы пород; выявления и оконтуривания кор выветривания, которые служили источником бокситообразующего вещества. Для большей достоверности наблюдаемых фактов на обнаженных участках часто применяются расчистки, закопушки и мелкие шурфы.

Геоморфологический метод применяется главным образом для обнаружения месторождений и рудопроявлений бокситов карстового типа. Он заключается в визуальном выявлении над бокситовмещающими карстовыми воронками впадин и просадок в современном рельефе, образовавшимися на дневной поверхности в результате пострудных карстовых и суффозионно-карстовых процессов и выполненных плоскими блюдцеобразными болотами, озерами и бидаиками. В некоторых случаях в результате изучения древней и современной геоморфологии определяется степень сохранности месторождения бокситов района или их отдельных участков.

На поисковых площадях характерные формы надкарстовых впадин выявляются и картируются обычно при аэровизуальных полетах и наземных маршрутах, а также при дешифрировании аэрофотоснимков и изучении крупномасштабных топографических карт. На участках, где палеозойский фундамент залегает неглубоко, карстовые воронки в современном рельефе выражены более четко, борта современных впадин, как правило, обрывистые. При более глубоком залегании фундамента борта впадин пологие. Залежи бокситов котловинного (пластообразного) типа, залегающие на алюмосиликатных породах, в современном рельефе обычно не проявляются. На наиболее перспективных площадях, где выявлено значительное количество предположительно бокситоносных карстов, они проверяются одиночными скважинами или профилями для установления бокситовых залежей на данной площади.

Геоморфологическим методом было выявлено подавляющее большинство месторождений бокситов в Западно-Тургайском районе, в том числе Краснооктябрьское — наиболее крупное в районе.

Метод геологической съемки также широко применяется при поисках месторождений бокситов в Казахстане. Этим методом изучается геологическое строение дорудного палеозойского фундамента, картируются площади карбонатных пород, выясняется степень закарстованности известняков и их рудоносность (особенно зон контакта последних с алюмосиликатными породами), выявляются и оконтуриваются предполо-

жительно бокситоносные депрессии, устанавливаются и прослеживаются бокситоносные отложения, определяются общие перспективы бокситоносности поисковых площадей или всего района. Наиболее эффективные результаты дают поисково-съемочные работы масштабов 1 : 50 000 и 1 : 25 000. Геологосъемочные работы указанного масштаба проводятся, как правило, в комплексе и часто одновременно с геофизическими, геоморфологическими и другими поисковыми методами.

Поисково-картировочный метод можно назвать методом искусственных обнажений. Он проводится в комплексе с геофизическими, геоморфологическими и другими методами и заключается в проведении трех стадий поискового бурения.

Первая стадия — структурно-картировочное бурение — проводится на перспективных площадях, выделенных на основании прогнозных исследований с целью изучения геологического строения палеозойского дорудного фундамента, рыхлой мезокайнозойской толщи, обнаружения и прослеживания под этими отложениями бокситоносной свиты и площадей развития карбонатных пород. Бурение скважин осуществляется одиночными профилями, расположенными друг от друга от 3 до 5 км с расстоянием между скважинами от 1,2 км до 400 м. В наиболее перспективных участках применяется сеть 2400×400 м. Разбуривание профилей проводится вкрест простирания пород палеозойского фундамента.

Вторая стадия — перспективные поиски — производится с целью выявления общих перспектив бокситоносности района или участка, картирования бокситоносной свиты, обнаружения и оконтуривания депрессий, характерных для бокситовых месторождений. Бурение скважин на этой стадии производится на площадях развития континентальных бокситоносных отложений по сети 1200×400 м, иногда со сгущением скважин в профиле до 200(100) м над зоной контакта карбонатных и алюмосиликатных пород или в благоприятных (предположительно карстовых) впадинах в современном рельефе.

Третья стадия — детальные поиски — представляет собой завершающую стадию поисковых работ. Она проводится на площадях развития бокситоносной свиты, с целью обнаружения и оконтуривания рудных тел, определения общих масштабов месторождений, изучения морфологии и условий залегания рудных тел. При детальных поисках разбуривание поисковых скважин производится по сети 400×100 или 200×500 в зависимости от генетического типа и группы сложности месторождения. Такая густота сети позволяет определить масштабы месторождения и рудных залежей и оценить запасы по категории $C_2$.

Кроме бурения скважин по сети в первую и вторую стадии проходились и одиночные скважины с целью проверки рудной природы магнитных аномалий или предположительно бокситоно-

носных карстов, выделенных по геоморфологическому признаку.

Бурение поисковых скважин ввиду разбросанности точек на большом расстоянии друг от друга производилось, как правило, самоходными буровыми установками СБУ-ЗИВ-150, буровыми агрегатами, смонтированными на полозьях и колесах со станком ЗИВ-150 или ЗИФ-300, и в редких случаях, в первые годы поисков, установками ручного бурения или шурфами. Все скважины колонкового механического бурения добуривались до скальных палеозойских пород с углублением в последние до 5—10 м. Ручное бурение применялось с целью предварительного изучения разреза рыхлого мезо-майнозойского комплекса и оконтуривания и изучения бокситоносной свиты.

## *Особенности разведки месторождений бокситов*

К настоящему времени в пределах Казахстана разведано значительное количество бокситовых месторождений. Материалы многих месторождений неоднократно рассматривались и запасы бокситов утверждались в ГКЗ СССР. Следовательно, методика разведки и подсчета запасов бокситов месторождений Казахстана в преобладающем большинстве случаев была одобрена ГКЗ СССР.

Геологоразведочные работы на бокситы в Казахстане вследствие сравнительно большой мощности покровных отложений (30—100 м) проводились главным образом с помощью механического колонкового бурения и только в некоторых бокситоносных районах, при неглубоком залегании залежей (Амангельдинский район) разведка их осуществлялась глубокими шурфами с рассечками. В начальной стадии поисков применялось ручное бурение. Колонковое бурение является основным видом поисковых и разведочных работ. Геологоразведочные работы на месторождениях производились в два этапа: предварительная и детальная разведка. Плотность разведочной сети и методика разведки в целом зависят прежде всего от стадии разведки, размеров залежей и рудных тел промышленного типа месторождений бокситов.

На многих месторождениях бокситов Казахстана при производстве разведочных работ трудно отделить стадии разведки, часто они сливаются в единый геологоразведочный процесс, но все же они имеют и отличительные черты.

**Предварительная разведка.** В стадию предварительной разведки устанавливаются общие масштабы месторождения, условия залегания и морфология рудных залежей, в общих чертах изучается качество и литолого-технологические типы бокситовых руд, горнотехнические и гидрогеологические условия, а также другие параметры и особенности, необходимые для промышлен-

но-экономической оценки месторождений и подсчета запасов бокситов по категориям $C_1$ и $C_2$.

В стадию предварительной разведки с целью получения запасов по категории $C_1$ пластообразные месторождения бокситов Центрально-Тургайского района разведывались по квадратной сети 125×125 м, 100×100 м, а для категории $C_2$ сеть применялась 250×250, 125×250 и 200×100 м.

При разведке карстово-котловинных месторождений, в частности Западно-Тургайского (Краснооктябрьское месторождение) и Амангельдинского районов, для обеспечения категории $C_1$ применялась прямоугольная сеть 200×100 (50) м, а для более мелких залежей — сеть 100×100 (50) м. При оценке месторождений и залежей по категории $C_2$ в зависимости от размеров и конфигурации применялась сеть 400×100 и 200×100 м.

На месторождениях карстового типа для получения запасов по категории $C_1$ применялась более густая сеть 100×100, 100×150, 50×50 и даже 50×25 и 25×25 м.

**Детальная разведка.** В стадию детальной разведки решаются примерно те же задачи, что и при предварительной разведке, но с более высокой степенью точности и достоверности с целью получения основных данных для подсчета запасов категории В и в некоторых случаях А. Категория А была получена только на некоторых месторождениях Амангельдинского бокситоносного района, где при производстве разведочных работ в больших объемах применялись горные выработки — шурфы глубиной до 30 м и рассечки сечением 1,8 м$^2$.

Детальная разведка пластообразных месторождений бокситов осуществлялась по квадратной сети 88,4×88,4 и 70,7×70,7 м, которая получалась в результате бурения «пакетной» скважины соответственно при сети 125×125 и 100×100 м. В некоторых случаях при сложных контурах и небольших размерах залежей разведочная сеть скважин сгущалась до сети 125×62,5 и 62,5×62,5 м.

При детальной разведке контактово-карстово-котловинных месторождений, рудные залежи которых обычно вытянуты вдоль структур палеозойского фундамента, бурение скважин производилось по сети 100×50 и 50×50 м, а для оконтуривания краевых частей залежей применялась сеть 100×25 и 50×25 м.

Месторождения карстового типа в стадии детальной разведки разбуривались по сети 50×50, 75×37,5, 50×25 и реже 25×25 м. При разведке месторождений карстового типа применялась наиболее густая разведочная сеть (50×50, 25×25 м) в связи с тем, что они имеют небольшие размеры рудных залежей, сложную морфологию, прихотливые контуры в плане и резко изменяющиеся мощности и качество бокситов. Разведка карстовых залежей производилась в том случае, если последние расположены в непосредственной близости от крупных месторождений бокситов или образуют рудоносную зону или площадь,

состоящую из большого количества отдельных близлежащих залежей, которые можно отрабатывать одним общим карьером.

Ориентировка разведочной сети и отдельных профилей определяется вытянутостью бокситорудных залежей и бокситовмещающих депрессий. Для определения плотности сети скважин по разведочным линиям, а также с целью подтверждения непрерывности рудной залежи и выяснения степени выдержанности и характера изменчивости литологических разновидностей и сортов бокситовых руд производится сгущение скважин в линиях или разбурка отдельных диагональных профилей с расстоянием между скважинами 25 или 10—12 м. При неглубоком залегании рудных залежей для этой цели из шурфов проходятся рассечки сечением 1,8 м$^2$.

На всех месторождениях бокситов проводился анализ плотности разведочной сети, который подтвердил надежность применения указанных выше разведочных сетей в зависимости от промышленного типа бокситовых месторождений. Каждая стадия разведочных работ на некоторых месторождениях разделяется на этапы в связи с тем, что макроскопически часто очень трудно отделить кондиционные бокситовые руды от аллитов, бокситовых и огнеупорных глин и вмещающих пустых пород. Это необходимо и для того, чтобы после каждого этапа можно было производить химические анализы опробованных пород, определять их качество, а также обрабатывать все материалы предыдущего этапа. Несоблюдение стадийности и этапности в работе приводит к затратам большого количества метража безрудных скважин при оконтуривании рудных залежей.

В связи с тем что многие залежи месторождений бокситов расположены под озерами, разведка их обычно осуществляется зимой со льда озера, в некоторых случаях, если лед тонкий, буровые агрегаты располагаются на сваях. В осенние и особенно весенние периоды на заболоченных участках для транспортировки буровых агрегатов прокладывают лежневые дороги.

Описанные методики разведки и плотности разведочной сети приводятся здесь по отдельным бокситоносным районам, так как разведка месторождений осуществлялась примерно одновременно во всех районах Казахстана и для каждого района она имела свои особенности, которые зависят главным образом от промышленного типа бокситовых месторождений. Кроме того, каждый бокситоносный район отличается особенностями геологического строения месторождений, условиями их образования и закономерностей размещения и т. д. В связи с этим каждый район значительно отличается по применяемой методике разведки, поисков, подсчету запасов и т. д.

Западно-Тургайский бокситоносный район. Подавляющее большинство месторождений бокситов этого района относится к карстовому типу и только Краснооктябрьское месторождение — к карстово-котловинному типу. Они были

открыты при наземных или аэровизуальных геоморфологических наблюдениях, поскольку проявляются в современном рельефе. В последнее время некоторые месторождения открыты в результате проверки магнитных аномалий.

Разведка мелких карстовых месторождений производилась также в два этапа. Предварительная разведка осуществлялась путем разбурки скважин по сети 100×100, 100×50 и 50×50 м, а затем, после получения химических анализов бокситов и обработки результатов предварительной разведки, производилась детальная разведка по сети 50×50, 75×37,5, 50×25 и реже 25×25 м. Густота сети зависела от размеров рудных залежей и обеспечивала степень разведанности категории В и $C_1$.

Предварительная разведка карстово-котловинных месторождений бокситов (Краснооктябрьское) осуществлялась по сети 200×100 (50) м, а на более мелких залежах 100×100 (50 м), что обеспечивало категорию $C_1$. Детальная разведка производилась по сети 100×50 м и обеспечивала категории В и $C_1$. Ориентировка разведочной сети определялась вытянутостью бокситорудных залежей и бокситовмещающих депрессий.

На некоторых месторождениях района производили анализ разведочной сети. При сопоставлении данных разведочной сети 50×50, 100×50, 200×50 и 200×100 м по двум бокситорудным участкам Краснооктябрьского месторождения установлено, что основные параметры (средняя мощность, запасы руд, среднее содержание основных компонентов), полученные при различной густоте разведочной сети, являются весьма близкими, наибольшие расхождения получены при сети 50×50 и 100×100 м (см. табл. 9). При квадратной сети 100×100 м полученные расхождения в определении запасов по сравнению с сетью 50×50 м составляют около 50%.

Таким образом, наиболее рациональной сетью при разведке карстово-котловинных месторождений является сеть 100×50 м. Расхождение сети 100×100 и 100×50 м связано с недостаточностью данных по вертикальному сечению (разрезу), а густота сечений через 100 м при вытянутых рудных телах является вполне достаточной. В то же время сгущение скважин до 25 м в линиях является излишней и не дает больших изменений в запасах и морфологии рудных тел по сравнению с густотой скважин в линиях через 50 м. Однако сравнительно хорошая сходимость запасов бокситов при сети 50×50, 100×50 и 200×50 м не дает основания для применения относительно редкой сети — 100×50 и 200×50 м при разведке высоких категорий даже крупных месторождений бокситов.

Амангельдинский бокситоносный район также относится к закрытым районам, так как бокситоносные осадки повсеместно перекрыты сравнительно мощным чехлом третичных и четвертичных отложений, что значительно затрудняло проведение поисковых и разведочных работ. Это усугублялось еще и

тем, что макроскопически очень трудно отличить кондиционные бокситы от огнеупорных глин и вмещающих их пустых пород. Эти обстоятельства вынуждали проводить поисково-разведочные работы в несколько этапов для получения химических анализов опробованных пород и определения качества бокситов. Несоблюдение этапности в работе привело бы к затратам большого количества метража безрудных скважин при оконтуривании рудных залежей.

Методика поисковых работ в Амангельдинском районе вначале основывалась на гипотезе, согласно которой образование месторождений бокситов происходило в периферической части неглубоких бассейнов. В последующем методика поисков была изменена и основывалась на том, что образование бокситов в Амангельдинском районе происходило в сравнительно узких линейно-вытянутых корыто- и долинообразных углублениях, приуроченных к зоне контакта карбонатных пород фаменского и песчано-сланцевых пород франского возраста.

В последние годы при разбурке многочисленных картировочных профилей через весь Амангельдинский бокситоносный район подтвердилась правильность первого взгляда. Бокситы максимально концентрировались в прибрежных частях древних крупных сравнительно неглубоких континентальных водных бассейнов и только незначительная часть бокситов, залегающая в нижней части отложений, образовалась в эрозионно-карстовых линейно-вытянутых корытообразных депрессиях.

Разведочные работы в Амангельдинском районе осуществлялись после детальных поисков, которые производились по сети 400×100 м и при значительных размерах рудных залежей обеспечивали оценку запасов бокситов по категории $C_2$. При этой сети были получены исходные данные для перспективной оценки месторождений и обоснования методики и объемов разведочных работ. Предварительная разведка месторождений в Амангельдинском районе производилась по сети 100×100 м, которая обеспечивала категорию $C_1$. Для получения категорий В и А сеть выработок сгущалась до 100×50 и 50×50 м, для оконтуривания краевых частей рудных залежей применялась сеть 50×25 м.

Большинство месторождений Амангельдинского района независимо от их ориентировки и размеров разведаны по квадратной сети со строго выдержанным меридионально-широтным расположением разведочных линий (Михеева, 1959). Это является значительным недостатком в разведке месторождений, так как большинство залежей имеет вытянутую форму и разведка их должна осуществляться по прямоугольной сети с расположением разведочных линий вкрест вытянутости рудных залежей. Такая сеть в этом районе стала применяться только в последние годы.

Существенным отличием методики разведки месторождений

Амангельдинского района по сравнению с разведкой в других районах Казахстана является применение при проведении разведочных работ в больших объемах горных выработок — шурфов глубиной до 30 м и рассечек сечением 1,8 м². Преобладающим видом разведочных выработок являются скважины колонкового бурения.

С целью проверки правильности густоты и конфигурации применяемой разведочной сети (табл. 10) и изменения качества бокситов в зависимости от плотности сети (см. табл. 9) сделан анализ разведочной сети для отдельных рудных залежей.

Таблица 9

**Запасы и качество бокситов (в отн. %) в зависимости от плотности разведочной сети**

| Участок | Разведочная сеть, м | Средняя мощность | Запасы | Содержание | | Кремневый модуль |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | |
| **Краснооктябрьское месторождение** | | | | | | |
| Участок III | 50×50 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| | 100×50 | 99,6 | 92,8 | 99,7 | 99,8 | 100,0 |
| | 100×100 | 98,8 | 61,2 | 104,9 | 100,0 | 95,0 |
| | 200×50 | 101,5 | 85,0 | 90,8 | 101,2 | 112,5 |
| Участок IV | 100×50 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| | 200×100 | — | 103,6 | 99,1 | 100,3 | 100,0 |
| **Амангельдинский район** | | | | | | |
| Аркалыкский I | 25×25 и 50×50 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| | 50×50 | 107,0 | 113,0 | 92,0 | 100,0 | 107,0 |
| | 100×50 | 105,0 | 111,0 | 84,0 | 104,0 | 120,0 |
| | 100×100 | 97,0 | 100,0 | 62,0 | 99,0 | 155,0 |

В результате проведенных работ по анализу разведочной сети сделаны следующие выводы:

1) при сгущении сети разведочных выработок до 100×50, 70×35 и 50×50 м происходит увеличение запасов бокситов;

2) качество руд и распространение сортов бокситов в залежи при сгущении сети остается без существенных изменений, т. е. качество руд при различной густоте разведочной сети изменяется в незначительной степени;

3) вытянутые залежи бокситов целесообразно разведывать по прямоугольной сети 100×50 и 70×35 м, а небольшие сложные по конфигурации залежи — по квадратной сети 50×50 м.

Центрально-Тургайский бокситоносный район. Первые залежи бокситов в этом районе были выявлены в связи с поисками и разведкой бурых углей, поэтому плотность и конфигурация поисковой разведочной сети на бокситы зависела от густоты поисковой и разведочной сети, применяемой на месторождениях бурых углей.

Таблица 10

**Запасы бокситов в зависимости от плотности разведочной сети**

| Участок | Разведочная сеть, м | Запасы, отн. % | Количество выработок, отн. % |
|---|---|---|---|
| VII Ашутский | 50×50 | 100,0 | 100,0 |
| | 100×50 | 101,0 | 46 |
| | 100×100 | 90,0 | 28 |
| VIII Ашутский | 50×50 | 100,0 | 100,0 |
| | 70×70 | 60,0 | 61 |
| | 100×50 | 80,0 | 50 |
| | 100×100 | 20,0 | 24 |
| XII Ашутский | 50×50 | 100,0 | 100,0 |
| | 100×50 | 86,0 | 86,0 |
| | 100×100 | 68,0 | 68,0 |
| Западно-Аркалыкский | 70×35 | 100,0 | 100,0 |
| | 140×100 | 33,0 | 37,0 |
| | 400×100 | — | 5,0 |
| Уштобинское месторождение | 100×50 | 100,0 | 100,0 |
| | 100×100 | 98,0 | 51,0 |
| | 200×50 | 108,0 | 55,0 |
| | 200×100 | 105,0 | 30,0 |

Кушмурунское месторождение бокситов (А. Ф. Петрусевич), которое залегает в кровле одноименного буроугольного месторождения, при предварительной разведке, с целью получения запасов бокситов по категории $C_1$, разбуривалось по квадратной сети 125×125 м применительно к существовавшей сети скважин, пробуренных на бурый уголь (250×250 м). Детальная разведка этого месторождения производилась по сети 62,5×62,5 м, которая была получена в результате дальнейшего сгущения скважин и обеспечивала запасы бокситов категории В.

Приозерное месторождение бокситов приурочено к западной части одноименного буроугольного месторождения. Поисковые и разведочные работы на месторождении (Л. В. Фельдман) осуществлялись только в зимний период, так как площадь месторождения покрыта мелким озером и работы могли производиться со льда озера. Предварительная разведка месторождения для получения категории $C_1$ осуществлялась по сети 125×125 м. При детальной разведке, с целью получения запасов бокситов по категории В, при этой же сети производилась добурка одной «пакетной» скважины. В этом случае разведочные скважины образуют квадратную сеть 88,4×88,4 м. В некоторых случаях при сложных контурах в приконтурных частях сеть сгущалась до 125×62,5 м.

Предварительная разведка Западно-Убаганского месторождения бокситов (А. Т. Евлампьев), которое не связано с буроугольным месторождением, проводилась по сети 100×100 м для категории $C_1$. Для получения запасов по категории В произво-

дилось сгущение сети путем добурки «пакетной» скважины, в этом случае сеть являлась квадратной 70,7×70,7 м. При сложных контурах залежей в краевых частях в некоторых случаях производилось сгущение скважин.

Анализ разведочной сети производился на двух залежах Кушмурунского месторождения. При сравнении данных по сети 125×125 и 62,5×62,5 м в основном получены незначительные расхождения по мощности, качеству и запасам бокситов. Одна из залежей расчленялась на ряд рудных тел, что свидетельствует о том, что сеть 125×125 м недостаточна для обеспечения категории В.

В Целиноградском и Мугоджарском бокситоносных районах большинство месторождений бокситов являются карстовыми, контактово-карстовыми и только единичные месторождения относятся к пластообразному типу. Разведка карстовых и контактово-карстовых месторождений производилась по сети 50×50, 50×25 и 25×25 м, а наиболее крупных (Майбалыкское и др.) — по сети 100×50 м; разведка пластообразных месторождений осуществлялась по квадратной сети 50×50 м. Густота сети в этих случаях обеспечивала получение категории $C_1$, а на участках с простым строением и выдержанным качеством — категории В.

**Буровые работы.** Разведка залежей бокситов осуществлялась скважинами механического колонкового бурения, глубокими шурфами, а также рассечками, проходившими из глубоких шурфов. Колонковое бурение является основным видом поисковых и разведочных работ. Бурение разведочных скважин осуществлялось кустом передвижных буровых агрегатов ПБУ-ЗИВ-150, СБУ-ЗИВ-150 на полозьях, с электроприводом от передвижной электростанции ЖЭС-50, ПЭС-30, ПЭС-60 и др. Проектная глубина, конструкция колонковых скважин, технологический режим бурения определялись геологическим строением, категорийностью вмещающих пород и руд и литологическими разновидностями бокситов.

Технология колонкового бурения скважин обеспечивала получение неразрушенного 80%-ного выхода керна. Начальный диаметр скважин обычно 127 мм, конечный диаметр 89—75 мм. В некоторых случаях для обеспечения максимального выхода керна бурение по рудной зоне осуществлялось укороченной колонковой трубой длиной 1 м, со слабой промывкой и затиркой «всухую», с обязательным спуском разгрузочного шарика, изолирующего керн от давления столба промывочной жидкости в штангах. Промывочной жидкостью в одних случаях служила чистая вода, в других — глинистый раствор. При применении глинистого раствора бурение осуществлялось без сокращения рейсов по сухаристым и глинистым разностям.

В некоторых случаях в процессе разведки по породам, покрывающим бокситы, применялось бескерновое бурение с исполь-

зованием пикобуров и других наконечников. При этом бурение скважин без отбора керна прекращалось за 5—10 м до ожидаемого подсечения кровли пород бокситового горизонта, и скважина далее углублялась с отбором керна.

**Горные выработки.** Горные выработки при разведке бокситовых месторождений ввиду их более высокой стоимости и низкой скорости проходки применялись в ограниченном количестве. Это были глубокие шурфы, рассечки, на одном месторождении пройдена шахта глубиной 70 м. Шахта по рыхлым мезо-кайнозойским отложениям проходилась методом замораживания с целью отбора заводской технологической пробы боксита и изучения горнотехнических условий месторождения. Сечение шахты круглое, диаметром 5,5 м, с креплением чугунными тюбингами.

Рассечки из шурфов проходились с целью изучения непрерывности рудных залежей и слагающих ее отдельных сортовых пачек, а также для выяснения степени выдержанности и взаимопереходов различных литологических разновидностей и сортов и их качественной характеристики. В рассечках изучались также фациальные взаимопереходы бокситов с вмещающими породами.

При относительно глубоком залегании рудных тел и сложных гидрогеологических условиях рассечки обычно заменялись разбуркой линий скважин с расстоянием между скважинами 10—12 м. Глубокие шурфы (до 30 м) проходились на участках неглубокого залегания бокситов, при контроле скважин шурфами, при разведке рудных тел для высоких промышленных категорий, а также для определения объемного веса различных литологических разновидностей и сортов бокситов выемкой из целиков и при отборе технологических проб. Шурфы проходились вручную на кайло, в преобладающем большинстве случаев без крепления с частичным применением взрывных работ при проходке каменистых и рыхлых бокситов. Сечение шурфов принималось, как правило, 1,25 м$^2$, а рассечек 1,8 м$^2$.

Ручное бурение применялось в ограниченном объеме для проверки магнитных аномалий и установления бокситоносности перспективных поисковых участков. Поисковые и разведочные выработки задавались по заранее подготовленной сети, которая разбивалась инструментально и закреплялась накопками и деревянными колышками.

### *Опробование скважин и горных выработок*

При проведении поисковых и геологоразведочных работ на бокситы применяются следующие виды опробования: химическое, техническое, минералогическое и технологическое.

**Химическое опробование** является основным видом при проведении поисков и разведки бокситовых месторождений. Определение химического состава бокситов имеет решающее значение, так как по макроскопическим данным бокситы часто трудно

отличить от вмещающих пород, особенно на границе их взаимного перехода, и только после получения химического анализа проб можно среди опробованной толщи выделить бокситы, аллиты, ферриаллиты и вмещающие их породы.

Керновые или бороздовые пробы отбираются из всех скважин и горных выработок, вскрывших бокситовые руды, аллиты, ферриаллиты и светлоокрашенные разновидности глинистых пород бокситоносной свиты. Отбор проб из колонковых скважин осуществляется путем деления керна на две равные части керноколом или вручную. При опробовании стенок шурфов, рассечек и шахт применяется бороздовый способ опробования с сечением борозды 0,05×0,1 м. В вертикальных горных выработках борозды располагаются вертикально, по одной или двум стенкам, а в рассечках борозды располагаются перпендикулярно к общему залеганию пласта бокситов или вдоль стенки рассечки.

Длина керновых и бороздовых проб определяется литологическим составом руд и пород, степенью и характером вторичных изменений. Обычно длина проб 1—2 м, но в некоторых случаях изменялась от 0,5 м (Кушмурунское месторождение) до 3—4 м для однородных мощных пачек бокситовых руд (Краснооктябрьское месторождение). Опробование по укрупненным интервалам допускается лишь при сгущении сети, в стадию детальной разведки, при условии однородности бокситовых руд. Если однородность бокситовых горизонтов не доказана, то удлинение проб недопустимо, так как в этом случае в результате химического усреднения руд могут быть пропущены интервалы наиболее ценных абразивных бокситов. Для определения химического анализа бокситов отбирается половина керна путем разделения его вдоль длинной оси.

При подсчете запасов каждая макроскопически отличимая литологическая разновидность бокситов иногда может быть выделена и подсчитана статистически или геометризовано. В связи с этим при неоднородности руд в местах сложных фациальных переходов бокситов в аллиты и огнеупорные глины не рекомендуется увеличивать секции при опробовании более 1—2 м. Согласно кондициям при оконтуривании рудных тел мощность подсчетного горизонта не должна быть более 1—2 м, поэтому при опробовании приконтактовых зон длина проб не должна превышать 1 м, особенно когда бокситовые руды с подстилающими и покрывающими породами образуют постепенные переходы.

Таким образом, опробование бокситов должно производиться секциями 1 м и только однородные толщи бокситов могут опробоваться удлиненными интервалами 2—3 м. Для решения вопроса об удлинении интервалов опробования необходимо предварительно провести опытное опробование бокситов с отбором проб по укороченным и укрупненным интервалам, так как при удлиненных секциях опробования могут быть пропу-

щены горизонты абразивов, муллитов и других высокомодульных бокситов мощностью 1—2 м, которые при необходимости могут быть селективно добыты при отработке месторождения.

В некоторых случаях для определения химического состава бокситов различных литологических разновидностей и их отдельных частей (бобовины, цементирующая часть) отбираются штуфные пробы. Для своевременной отбраковки бокситовых руд от вмещающих пород ввиду трудности их определения по макроскопическим данным в некоторых полевых химлабораториях производится экспресс-анализ методом С. П. Каменского (ВИМС) по определению свободного глинозема. В последние годы для разбраковки отобранных проб — выделения бокситов от вмещающих пород — стали использоваться приборы экспресс-анализа «Нейтрон-2М» и «Боксит». Первый из них предназначен для определения глинозема и кремнезема, а следовательно, и кремневого модуля. Прибор «Боксит» дает возможность определить валовое содержание глинозема в анализируемой пробе.

**Техническое опробование** применяется для определения физических свойств бокситов: 1) объемной массы и влажности; 2) насыпной массы и коэффициента разрыхления различных литологических разновидностей бокситов при их добыче; 3) кусковатости и определения качества различных фракций бокситов; 4) механических свойств различных литологических разновидностей бокситов, вмещающих и перекрывающих пород. В зависимости от назначения пробы для технических испытаний отбираются валовым или штуфным способами.

Объемная масса определяется для каждой выделяемой литологической разновидности бокситов лабораторным путем по покрытым парафином образцам из скважин с соответствующей поправкой на трещиноватость или методом выемки целиков в шурфах или рассечках. Объемная масса литологических разновидностей бокситов для различных месторождений Казахстана различна и колеблется от 1,58 для глинистых бокситов до 2,75 для плотных каменистых бокситов.

Определение коэффициента разрыхления, насыпной массы и кусковатости производится выемкой валовой пробы бокситов из целиков массой 1—2 т с последующим рассевом полученного материала на отдельные фракции по крупности и определения ее выхода в процентах от начальной массы и химического состава.

С целью получения необходимых параметров для расчета углов откосов карьеров и других параметров разработки бокситовых месторождений определяются механические свойства бокситов, вмещающих и перекрывающих их пород в лабораторных условиях по монолитам, отобранным из горных выработок размером 8×8×8 см или из керна длиной 8 см. Для каждой литологической разновидности бокситов и вмещающих или перекрывающих пород обычно должно быть сделано не менее 10—12 определений.

**Технологическое опробование.** Отбор технологических проб при неглубоком залегании руд производится из шурфов, рассечек и небольших опытных карьеров. В закрытых районах для отбора технологических проб массой от нескольких сот килограммов до 1—2 т проходятся скважины большого диаметра. На Краснооктябрьском месторождении в относительно сложных горнотехнических условиях пройдена шахта с целью отбора заводской технологической пробы боксита и изучения горнотехнических условий месторождения. Во время отбора технологической пробы из шахты одновременно определялась объемная масса и коэффициент разрыхления бокситов. При отборе проб для разработки рациональной технологической схемы переработки бокситов необходимо исходить из химического и минерального состава руд по месторождению и учета процентного соотношения литологических разновидностей и сортов бокситов.

Масса и характер исходного материала технологической пробы обычно определяются требованиями к минеральному сырью со стороны соответствующей отрасли промышленности, использующей бокситы для производства глинозема, абразивных материалов и т. д. Для определения вскрываемости бокситов обычно отбираются лабораторные пробы массой 5—10 кг. Крупнолабораторные технологические пробы отбираются массой 100—200 кг, полузаводские технологические испытания бокситов производились по пробам массой 250—500 т.

**Минералогическое опробование** используется для определения минерального состава каждой в отдельности литологической разновидности бокситов и количественного соотношения минералов в них; изменения минерального состава по площади и мощности в рудных телах, пачках и отдельных залежах; химического состава каждого минерала и нахождение вредных примесей в них; физических и физико-химических свойств рудообразующих и второстепенных минералов.

Этот вид опробования имеет большое значение для правильного выбора технологической схемы и режима переработки бокситов и установления ее расчетных параметров, а также для установления процессов механического обогащения бокситов и подбора соответствующей аппаратуры и необходимых реагентов.

## *Методы подсчета запасов*

Подсчет запасов бокситов месторождений Казахстана проводился в основном методами вертикальных разрезов и геологических блоков, а в первые годы изучения месторождений — методом многоугольников (четырехугольников) и методом ближайшего района.

**Метод вертикальных разрезов** применялся в основном при подсчете запасов бокситов месторождений Западно-Тургайско-

го района, частично для месторождений Целиноградского района и для контроля применялся в Амангельдинском бокситоносном районе. Применению этого метода благоприятствовало то обстоятельство, что большинство месторождений Западно-Тургайского района разведаны по прямоугольной сети, т. е. параллельными линиями, расположенными вкрест вытянутости рудных залежей (рис. 46). Блокировка запасов в этом случае осуществлялась на подсчетно-геологических разрезах и иллюстрировалась кроме разрезов горизонтальной проекцией на план.

Метод вертикальных разрезов относительно прост и удобен для подсчета запасов крупных линзообразных рудных тел со сложным строением, в которых мощность бокситов изменяется в широких пределах на коротких расстояниях, при переслаивании бокситов с огнеупорными глинами и вмещающими породами и при расщеплении бокситового горизонта в краевых частях залежи. При этом методе лучше, чем при других методах, учитываются и отражаются в подсчете особенности геологического строения рудных залежей.

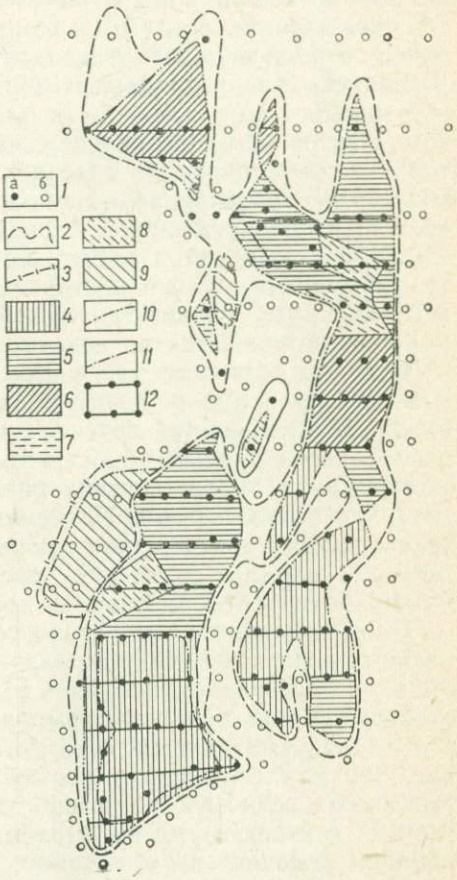



Рис. 46. План подсчета запасов бокситов и огнеупорных глин методом вертикальных разрезов.

*1* — скважины: *а* — рудные, *б* — безрудные; *2* — нулевой контур бокситов; *3* — нулевой контур огнеупорных глин; *4—8* — бокситы: *4* — гидрохимические, *5* — спекательные, *6* — металлургические, *7* — муллитовые, *8* — забалансовые по качеству (аллиты); *9* — площади развития огнеупорных глин; *10* — контур запасов категории $C_1$; *11* — контур запасов категории В; *12* — контуры подсчетных блоков

Площади на разрезах подсчитывались аналитически по геометрическим фигурам или планиметром при отстройке подсчетных разрезов по геологическим контурам. Объем подсчетных блоков определялся по формулам определения объема призмы, усеченной пирамиды, конуса и клина.

Запасы бокситов подсчитываются для каждого блока, общие

запасы по залежи, участку и месторождению получаются путем суммирования запасов отдельных блоков. Среднее содержание основных компонентов бокситов — глинозема и кремнезема — по выработкам и блокам определялось средневзвешенным путем, содержание остальных компонентов — окиси железа, двуокиси титана, двуокиси углерода, окиси кальция и п. п. п. — определялось среднеарифметически. На Краснооктябрьском месторождении по скважинам и блокам среднее содержание для компонентов бокситов определялось среднеарифметическим путем, так как сравнение средних содержаний компонентов, вычисленных среднеарифметически и средневзвешенно, для керновых проб суммарной длиной около 1800 м не дало ощутимых расхождений. Средние содержания основных компонентов по рудным телам и месторождениям подсчитывались средневзвешенным путем, так как блоки и рудные залежи, как правило, не являются равновеликими.

Средняя объемная масса для блоков и рудных тел подсчитывалась пропорционально процентному соотношению литологических разновидностей бокситов, принимавших участие в строении блоков и рудных залежей. Выход марок по ГОСТ 972—50, сортов руд и литологических разновидностей бокситов подсчитывались статистически. На некоторых месторождениях в последнее время в соответствии с кондициями статистически подсчитывались марки и сорта руд, усредненные на полную мощность по выработке или горизонту.

Применительно к месторождениям бокситов метод вертикальных разрезов наряду с положительными сторонами имеет и существенные недостатки. При подсчете запасов бокситов этим методом нельзя полностью выполнить требования промышленности, предусматривающие геометризацию сортов бокситовых руд, так как блокировка производится строго по линиям без учета сортности руд по выработкам. Если блоки выделять с учетом сортности руд по выработкам, то нарушался главный принцип подсчета этим методом, и в этом случае получается подсчет методом треугольников (четырехугольников) или мелких геологических блоков.

Метод вертикальных разрезов обеспечивает лишь вычисление усредненных показателей между двумя линиями и не отражает распределение сортов руд по всей площади рудной залежи или участку. С усреднением показателей качества бокситовых руд можно было бы согласиться в том случае, если границы блоков располагались бы вдоль естественных границ различных сортов, но качество бокситов более выдержано по простиранию рудных залежей, а блоки располагаются в перпендикулярном направлении к вытянутости залежей. При методе вертикальных разрезов границы блоков проводят формально по разведочным линиям, не считаясь с естественными контурами отдельных сортов и, как правило, пересекая их, поэтому в этом случае запасы

отдельных сортов не уточняются, а искажаются. Распределение сортов в рудных телах лучше учитывается при подсчете запасов методом геологических блоков.

**Метод геологических блоков** применялся главным образом при подсчете запасов месторождений бокситов Амангельдинского бокситоносного района и использовался при подсчете запасов некоторых месторождений бокситов Центрально-Тургайского района.

Положительными чертами этого метода является простота графических построений и вычислительных операций. Кроме этого, при подсчете запасов бокситов этим методом выполняются требования промышленных кондиций по геометризации сортов бокситов по усредненному качеству на полную мощность руд по выработкам или подсеченным горизонтам. При этом методе можно сблокировать раздельно каждый сорт бокситов, отличающийся содержанием полезных компонентов и вредных примесей, а следовательно, и технологическими свойствами, а также различной степенью разведанности и другими показателями. Этот метод способствует установлению естественного пространственного положения в рудных залежах промышленных сортов бокситовых руд. В связи с этим максимально удовлетворяются требования организаций, которые проектируют и планируют добычу и переработку бокситов в зависимости от их качества (рис. 47,48). При этом облегчается проектирование системы отработки залежей бокситов на полную мощность с применением высокопроизводительной техники.

Основным недостатком этого метода является то, что он недостаточно детально отражает распределение сортов и марок боксита, для устранения этого недостатка приходится разделять бокситовые залежи на более мелкие геологические блоки.

На Амангельдинской группе месторождений бокситов при подсчете методом геологических блоков бокситорудные залежи и пачки разделяются на блоки по преобладающему сорту бокситов с учетом качества руд на всю мощность, подсеченную выработкой в блоках, которые характеризуются одинаковой степенью разведанности, сходным строением и сходными условиями залегания, а также в зависимости от сложности контура залежи. При этом происходит некоторое усреднение качества руд по блокам, так как в укрупненные блоки с более высоким сортом бокситов иногда включались выработки с более низким сортом, и наоборот.

Средние содержания основных компонентов — глинозема, кремнезема, окиси железа, двуокиси титана и п. п. п. — по выработкам, блокам, рудным телам, участкам и месторождениям вычислялись только средневзвешенным путем. В Центрально-Тургайском районе при этом методе средние содержания глинозема и кремнезема по выработкам и блокам вычислялись средневзвешенным методом, а содержания окиси железа, дву-

окиси титана, двуокиси углерода и п. п. п. — среднеарифметическим. Средние содержания всех компонентов бокситов для рудных залежей и в целом по месторождениям вычислялись среднеарифметически.

На всех месторождениях бокситов при описанных методах подсчета запасов выход марок ГОСТ 972—50, сортов руд по

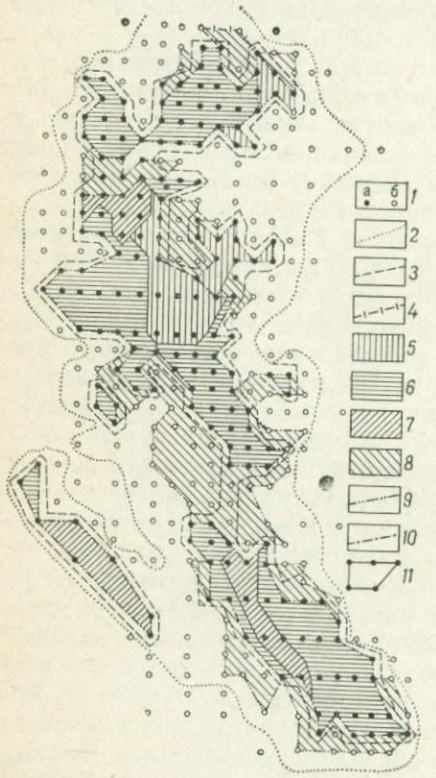



Рис. 47. План подсчета запасов бокситов и огнеупорных глин методом геологических блоков.

*1* — скважины: *а* — рудные, *б* — безрудные; *2* — контур бокситоносных отложений; *3* — нулевой контур бокситов; *4* — нулевой контур огнеупорных глин; *5—7* — бокситы: *5*— гидрохимические, *6* — спекательные, *7*— металлургические; *8* — площади развития огнеупорных глин; *9* — контур запасов категории $C_1$; *10* — контур запасов категории В; *11* — контур подсчетных блоков

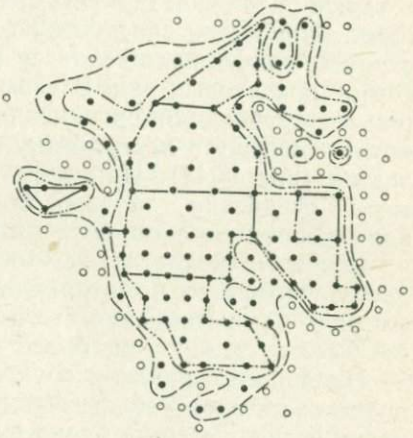


Рис. 48. План подсчета запасов бокситов методом геологических блоков на одном из месторождений пластообразного типа.

Условные знаки см. на рис. 46.

маркам и литологическим разновидностям определялись в процентных соотношениях пропорционально суммарному метражу (линейному выходу), пройденному по бокситам каждой марки, литологической разновидности, муллитам, абразивам и т. д., раздельно для каждого блока, пачки, участка, месторождения.

Объемная масса бокситовых руд определяется для каждой литологической разновидности лабораторным путем по образцам из скважин или методом выемки целиков в шурфах или рассечках. Для различных литологических разновидностей и месторождений объемная масса значительно отличается и колеблется от 1,58 для глинистых бокситов до 2,75 т/м$^3$ для плотных каменистых бокситов.

При подсчете запасов всеми методами средняя объемная масса для блоков и рудных тел вычисляется пропорционально процентному соотношению литологических разновидностей бокситов, принимавших участие в строении блоков и рудных залежей. На некоторых месторождениях в последнее время стали принимать среднюю объемную массу для всех литологических разновидностей, которая составляет 2—2,15 т/м$^3$.

Подсчетные горизонты бокситов для наглядного изображения пространственного положения изображались на трех взаимно перпендикулярных плоскостях: на двух вертикальных (широтные и меридиональные разрезы) и на одной горизонтальной (подсчетные планы). При сравнительно крутых углах залегания бокситов в некоторых случаях при подсчете запасов принимались не пересеченные мощности, а мощности с поправкой на угол наклона пластов, т. е. истинные мощности.

Таким образом, на Амангельдинских и других месторождениях бокситов при подсчете запасов методом геологических блоков выделение отдельных сортов и марок бокситов в зависимости от применения их в промышленности и технологии извлечений глинозема, производилось несколькими способами:

1) выделением внутри валовых запасов сортов бокситов с учетом сортности боксита по всей мощности (горизонту или пачке) вскрытой выработкой, с последующей блокировкой того или иного сорта;

2) геометризацией сортов бокситов путем разделения валовой мощности боксита по выработке на отдельные сорта и выделения их на разрезах и планах по усредненному химическому содержанию рудообразующих компонентов бокситов. В последнее время подсчет сортов таким способом не производился ввиду изменений кондиций и условности геометризации сортовых пачек;

3) выделением сортов боксита внутри валового подсчета статистическим методом — путем разделения валовых запасов кондиционных руд пропорционально суммарной опробованной мощности сортов и марок бокситов внутри рудной залежи.

**Метод ближайшего района** применялся главным образом для подсчета запасов бокситов небольших карстовых месторождений, когда в рудоносном карсте пройдена одна или две-три рудные скважины. Этим методом подсчитывались мелкие карстовые месторождения Западно-Тургайского, Целиноградского и других бокситоносных районов. Среднее содержание глинозема, крем-

незема и других компонентов бокситов подсчитывалось средневзвешенным или среднеарифметическим путем, объем блока — по формуле призмы или конуса. Подсчет запасов бокситов в крупных карстах, если они разведаны параллельными линиями, производился методом вертикальных разрезов.

**Методом четырехугольников** (реже треугольников) подсчитаны запасы бокситов Кушмурунского и Приозерного месторождений (рис. 49). В некоторых случаях этот метод применялся для месторождений Амангельдинского бокситоносного района. Запасы бокситов при этом подсчитывались по блокам, опирающимся на три-четыре скважины, причем блоки были равновеликими. Блокировка запасов производилась на подсчетных планах, площади блоков вычислялись планиметром или аналитическим путем по геометрическим фигурам.

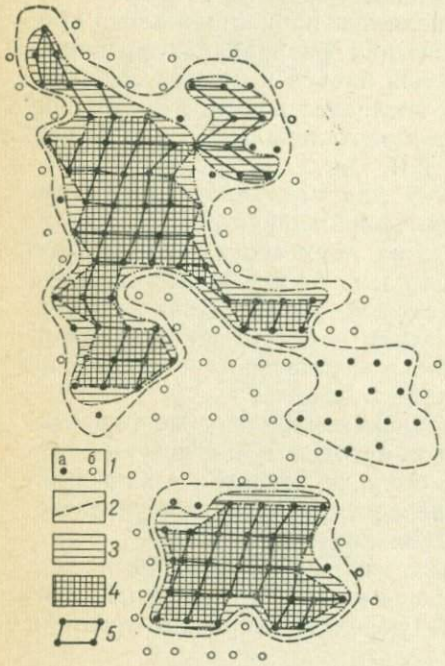



Рис. 49. План подсчета запасов бокситов методом четырехугольников (многоугольников) на одном из месторождений пластообразного типа.

*1* — скважины: *а* — рудные, *б* — безрудные; *2* — нулевой контур бокситов; *3* — площади с запасами категории $C_1$; *4* — площади с запасами категории B; *5* — контуры подсчетных блоков

В последующем при подсчете запасов бокситов месторождений Центрально-Тургайского района блоки стали укрупнять, т. е. запасы бокситов подсчитывались методом геологических блоков (Западно-Убаганское месторождение). Применение этого метода обусловлено наличием большого количества скважин на площади рудных залежей, простым строением последних, относительной выдержанностью бокситов. При построении блоков учитывалась степень разведанности той или иной части залежи.

Для месторождений Центрально-Тургайского района средние содержания основных компонентов бокситов — глинозема, кремнезема, окиси железа, двуокиси титана, окиси кальция, серы, двуокиси углерода и п. п. п. — вычислялись по скважинам средневзвешенным путем. Средние содержания по блокам вычислялись среднезвешенным способом только для глинозема и кремнезема; для остальных компонентов они вычислялись среднеарифметическим путем. Средние содержания основных ком-

понентов по рудным залежам также вычислялись среднеарифметически, так как подсчетные блоки были примерно равновеликими по запасам. По месторождениям среднее содержание компонентов вычислялось среднеарифметическим и средневзвешенным путем.

Средняя объемная масса для блоков или рудных залежей вычислялась с учетом процентного содержания литологических разновидностей бокситов, участвующих в строении рудной залежи или блока. Марки ГОСТ 972—50, сорта руд и литологические разновидности бокситов подсчитывались статистическим методом.

Основным недостатком этого метода является слишком дробное деление рудных залежей на мелкие блоки, что приводит к большому объему вычислительных операций. Каждая из выработок участвует в подсчете не менее четырех раз, что значительно увеличивает объем подсчетных таблиц, особенно если учесть, что боксит является многокомпонентным полезным ископаемым и при вычислениях часто применяется метод среднего взвешенного. Кроме того, при дробном расчленении рудной залежи на большое количество четырехугольников-блоков обеспечивается вычисление лишь средних показателей, которые не отражают распределение сортов на площадях бокситорудных залежей и природные контуры сортов бокситовых руд подменяются формальными границами четырехугольников.

Таким образом, подсчет запасов бокситов месторождений Казахстана производился в основном двумя методами: геологических блоков и вертикальных разрезов и редко для оценки запасов пластообразных залежей применялся метод четырехугольников, а для одиночных карстов — метод ближайшего района. Наиболее рациональным методом подсчета запасов для всех промышленных типов месторождений бокситов является метод геологических блоков. Этот метод наиболее полно отвечает требованиям проектирующих организаций и эксплуатации месторождений.

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ БОКСИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### *Этапность в проведении поисковых геофизических работ*

При поисках месторождений бокситов геофизические методы применяются для решения ряда геологических вопросов, определяющих возможность выявления бокситоносных отложений, особенно при поисках бокситовых залежей, располагающихся на карбонатном ложе дорудного фундамента. Учитывая особенности геологического строения месторождений бокситов Казахстана,

рудоконтролирующие факторы, а также предпосылки выявления новых месторождений перед геофизическими работами при поисках бокситов обычно ставятся следующие задачи:

1) картирование и литологическое расчленение дорудного складчатого фундамента с целью выделения площадей и полос карбонатных пород и особенно установления зон контакта карбонатных пород с алюмосиликатными;

2) картирование дорудного рельефа и выявление предположительно бокситоносных депрессий прежде всего на площадях развития карбонатных пород;

3) непосредственного обнаружения и оконтуривания предположительно бокситовых залежей, сложенных слабомагнитными литологическими разновидностями бокситов.

Использованию геофизических методов при поисках месторождений бокситов в Казахстане способствует благоприятная дифференциация пород палеозойского фундамента, мезо-кайнозойской толщи и бокситовых руд по физическим свойствам: магнитной восприимчивости, удельному электрическому сопротивлению, граничным скоростям при методе КМПВ и плотности пород.

В Тургайской провинции породы покровного чехла, перекрывающего бокситы, практически не магнитны ($0\text{-}30 \cdot 10^{-6}$ СГС), подстилающие бокситы карбонатные породы обладают повышенной скоростью распространения упругих волн (5,4—7,0 км/с), эффузивно-туфогенный комплекс характеризуется повышенными значениями магнитной восприимчивости (от 20 до 400—$5000 \times 10^{-6}$ СГС) и пониженными граничными скоростями (4,4—5,8 км/с). Магнитные свойства интрузивных пород от кислых до основных изменяются в широких пределах.

Удельное электрическое сопротивление перекрывающих бокситы рыхлых отложений в зависимости от характера обводненности и степени минерализации вод колеблется от 1 до 60 Ом·м в песках и песчаниках и до 200—300 Ом·м в известняках. Образования коры выветривания и бокситоносные отложения мезокайнозойского возраста по электрическим свойствам не отличимы. Породы палеозойского складчатого фундамента имеют более дифференцированное удельное электрическое сопротивление. Известняки резко выделяются среди низкоомных аргиллитов, алевролитов и глинистых сланцев и не отличаются от песчаников интрузивных и вулканогенных пород.

Значительная магнитная восприимчивость каменистых, а в некоторых случаях и рыхлых бокситов (от 50 до $9000 \cdot 10^{-6}$ СГС) дает возможность применять магниторазведку для прямых поисков рудных залежей. Большое различие плотности рыхлых покровных отложений (1,8—2,0 г/см$^3$) и пород палеозойского складчатого ундамента (2,5—3,5 г/см$^3$) позволяет использовать гравиразведку для изучения характера рельефа кровли дорудного фундамента.

В других бокситоносных районах Казахстана дифференциация пород палеозойского фундамента и перекрывающих их мезокайнозойских отложений менее выражена, поэтому и применение геофизических методов более ограниченно. Геофизические методы поисков разработаны с учетом особенностей геологического строения месторождений бокситов Казахстана, а также данных о поисково-прогнозных критериях, которые определили методику и технику каждого вида геофизических исследований. Согласно этой методике геофизические исследования на закрытых площадях с целью поисков месторождений бокситов проводятся в три этапа.

На первом этапе (региональном) проводятся комплексные геофизические исследования методами: электроразведки ВЭЗ масштаба 1 : 200 000, наземной магниторазведки масштаба 1 : 50 000, аэромагнитной съемки и сейсморазведки методом КМПВ, соответствующей масштабу 1 : 200 000. В Амангельдинском и Целиноградском бокситоносных районах на этом этапе применялись профильная магнитометрия по сети 2000××100 м. На этом этапе работы осуществляются с целью выделения и прослеживания полос карбонатных пород, установления общей тектонической позиции района и мелкомасштабного картирования рельефа кровли палеозойского складчатого фундамента.

На втором этапе (перспективные поиски) работы проводятся на перспективных площадях, выделенных в первый (региональный) этап исследований. Работы осуществляются в масштабах 1 : 50 000 — 1 : 25 000 с целью выявления и прослеживания депрессионных зон в рельефе дорудного фундамента, погребенных карстовых воронок, установления и прослеживания полос известняков и зон контактов карбонатных и алюмосиликатных пород, а также тектонических нарушений. На этом этапе осуществляется следующий комплекс работ: сейсморазведка через 2—4 км, ВЭЗ по сети 600—500 и 300—200 м и магниторазведка по сети 500—250×50 м. В некоторых случаях при благоприятных условиях геоэлектрического разреза для выделения депрессионных и карстовых зон вместо съемки методом ВЭЗ применяется электропрофилирование по сети 600—500×100—50 м в сочетании с опорными точками ВЭЗ или буровыми скважинами. Аналогичные задачи решаются в высокоточной гравиметрией.

На третьем этапе (детальные поиски) проводится детализация выделенных депрессионных зон и магнитных аномалий или их групп в пределах площади развития карбонатных пород. На этом этапе применяются метод ВЭЗ по сети 300—200×100 м (или электропрофилирование) для уточнения и прослеживания контуров депрессий, и высокоточная магнитная съемка по сети 50×200 м с целью оконтуривания бокситоперспективных магнитных аномалий.

При проведении геофизических исследований на всех трех этапах обычно осуществляется проверка выявленных аномалий и депрессий бурением колонковых скважин. Магнитные аномалии проверяются в большинстве случаев одиночными скважинами, а депрессии и группы аномалий — двумя-тремя скважинами. Описанная методика в наиболее крупных Западно-Тургайском и Амангельдинском районах в последние годы показала значительную эффективность геофизических исследований. Однако в других районах Казахстана она менее эффективна и требует своего совершенствования с учетом повышения эффективности.

## *Краткая характеристика геофизических методов, применяемых при поисках бокситов*

Основными геофизическими методами, которые широко применяются при поисках бокситовых месторождений в Казахстане, являются: магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка и гравиметрия.

**Магниторазведка.** Метод магниторазведки является наиболее эффективным при поисках месторождений бокситов. Он применяется на первом этапе работ в комплексе с электроразведочным и сейсморазведочным методами с целью картирования палеозойского фундамента, а на втором и третьем этапах — для непосредственного обнаружения и оконтуривания бокситорудных залежей.

Магнитометрическими исследованиями на первом этапе работ производились схематическое картирование и литологическое расчленение пород палеозойского складчатого фундамента под толщей мезо-кайнозойских осадков мощностью до 50—80 м с целью выделения и прослеживания площадей и зон карбонатных пород, перспективных для постановки поисковых работ на бокситы. Картирование пород фундамента осуществлялось путем выделения, с одной стороны, пород, характеризующихся нормальным магнитным полем, известняков, глинисто-карбонатных пород, аргиллитов и алевролитов; с другой — выделение вулканогенных пород: порфиритов — и их туфов, интрузивных пород кислого, среднего и ультраосновного состава.

На первом этапе магниторазведочные работы осуществлялись как наземным, так и аэромагнитным способами. Наземные работы производились при помощи высокоточной магнитной съемки масштаба 1 : 50 000 или 1 : 25 000 по сети 500×50 и 200×40 м магнитометром М-2. Аэромагнитная съемка масштаба 1 : 25 000 производилась прибором АСГМ-25 по сети парал-

лельных маршрутов через 250 м, при высоте полета 25 м, скорости самолета 160—180 км/ч и длине маршрута 35—70 км. На участках, где проведена аэромагнитная съемка масштаба 1 : 25 000, наземные магниторазведочные работы масштаба 1 : 50 000 или 1 : 25 000 не ставились.

Детальные магниторазведочные работы масштаба 1 : 10 000 или 1 : 5000 производились на втором и третьем этапе при детализации выделенных перспективных участков с целью выявления магнитных аномалий, характерных для бокситовых залежей и рудных тел.

Повышенная магнитная восприимчивость каменистых бокситов ($3000 \cdot 10^{-6}$ СГС) по сравнению с подстилающими карбонатными породами (до $100 \cdot 10^{-6}$ СГС) дает возможность выявлять с помощью высокоточной магнитометрии горизонты каменистых и рыхлых бокситов на фоне немагнитных мезо-кайнозойских песчано-глинистых отложений и карбонатных пород фундамента. Каменистые бокситы создают локальные магнитные аномалии интенсивностью от единиц до нескольких десятков гамм. Но интенсивность аномалий значительно уменьшается с глубиной, поэтому наилучшие результаты будут лишь в том случае, когда бокситы залегают на небольшой глубине. На больших глубинах возможно обнаружение лишь крупных рудных тел, сложенных преимущественно каменистыми бокситами. Формы и размеры магнитных аномалий определяются морфологией и размерами горизонтов каменистых бокситов. Бокситорудные тела, сложенные рыхлыми разностями бокситов, в магнитном поле проявляются слабо, а глинистые бокситы вообще не фиксируются.

Выявление магнитных аномалий осуществлялось путем проведения магнитной съемки высокой точности масштаба 1 : 10 000 или 1 : 5 000 по сети 100×40, 100×20, 50×20 м и редко 40×40 м. Магнитная съемка производилась магнитометрами М-2. Интенсивность большинства магнитных аномалий сравнительно небольшая, точность съемки при этом в 2—3 раза превышает точность применяемых приборов.

В последние годы во многих бокситоносных районах Казахстана стали применяться в аэромагнитные съемки с использованием протонного магнитометра МП-7 на вертолетах. В результате этих работ получены весьма интересные результаты.

**Сейсморазведка.** Метод сейсморазведки является наиболее точным, но одновременно и наиболее дорогим геофизическим методом, применяемым для изучения структур фундамента. При поисках бокситовых месторождений сейсмометрия является косвенным методом. Сейсморазведка применялась на первом (региональном) и втором (поисковом) этапах геофизических исследований с целью геологического картирования палеозойского фундамента, главным образом для выявления, оконтуривания и прослеживания площадей и полос известняков, перспек-

тивных на выявление бокситов. Данные сейсморазведки используются и для изучения дорудного рельефа палеозойского фундамента. Сейсмические работы производились на площадях распространения осадочных пород с низкой магнитной восприимчивостью, сложенных переслаиванием известняков, аргиллитов, алевролитов, сланцев и глинисто-карбонатных пород, так как по магнитометрическим данным невозможно достоверно расчленить и выделить среди них площади и зоны, сложенные известняками ввиду их слабой дифференциации по магнитным свойствам.

При сейсморазведочных работах применялся преимущественно метод КМПВ, использование граничных скоростей и коэффициентов затухания. Работы осуществляются методом продольного и непродольного профилирования, профиль от профиля расположен через 6 км с последующей детализацией на выделенных перспективных полосах известняков через 2 км. Сейсмические профили задаются вкрест известного или предполагаемого простирания структур дорудного складчатого фундамента.

Метод сейсморазведки широко применялся в Западно-Тургайском и других бокситоносных районах Казахстана.

**Электроразведка.** Электроразведочные работы методом ВЭЗ и частично симметричного электропрофилирования производились главным образом на первом и втором этапах геофизических исследований. Применение метода электроразведки ВЭЗ стало возможным благодаря четкой дифференциации по удельным электрическим сопротивлениям пород палеозойского дорудного фундамента (100—1000 Ом·м) и непосредственно покрывающих их меловых и третичных опок, мергелей и глин (2—100 Ом·м). Породы палеозойского фундамента в этом случае являются опорным горизонтом бесконечного сопротивления, что создает благоприятную предпосылку для метода ВЭЗ. Осложняющим фактором является то, что площади коры выветривания в некоторых случаях на алюмосиликатных породах отражаются как депрессии, на площадях развития карбонатных пород кора выветривания обычно отсутствует.

Электроразведочные работы методом ВЭЗ масштаба 1 : 200 000 производятся на первом этапе по сети 2000×500 м с целью изучения и картирования форм дорудного рельефа кровли погребенного палеозойского складчатого фундамента и в некоторой степени его литологического расчленения, а также для изучения изоглубин или изолиний равных суммарных мощностей покровных отложений. Последние наносятся с целью выделения перспективных площадей и зон с наиболее благоприятными горнотехническими условиями.

Работы масштаба 1 : 50 000 или 1 : 25 000 производятся во вторую поисковую стадию по сети 600×200, 500×100, 400×200 и редко 200×200 м с целью выявления и оконтуривания в пределах перспективных полос известняков и их контактов с алюмо-

силикатными породами, зон закарстованности, эрозионно-карстовых и карстовых депрессий и крупных карстовых воронок, перспективных на выявление бокситовых месторождений, а при благоприятных условиях — для частичного расчленения рыхлого чехла мезо-кайнозойских отложений. Как на первом, так и на втором этапах работ профили ВЭЗ располагаются вкрест господствующего простирания пород палеозойского фундамента, направление разносов АВ ориентируется по простиранию пород. Длина разносов АБ обычно составляет 1000—2000 м и зависит от глубины залегания палеозойского складчатого фундамента и состава рыхлых мезо-кайнозойских отложений.

Симметричное электропрофилирование масштаба 1 : 50 000 производилось в Амангельдинском и Целиноградском бокситоносных районах двухгоризонтной установкой по сети 500×100 (50) м с целью картирования рельефа кровли погребенного фундамента, а если он достаточно плоский — с целью литологического расчленения пород фундамента. Величина разносов установки АВ зависит от глубины залегания палеозойского фундамента и обычно равнялась 1000 м. В других бокситоносных районах Казахстана электропрофилирование не применялось ввиду того, что среди покровных мезо-кайнозойских отложений залегают экранирующие высокоомные горизонты песчаников большой мощности, которые создают большие трудности в проведении работ и исключают применение метода СЭП.

**Гравиметрия.** Гравиметрические съемки при поисках месторождений бокситов входят в стандартный комплекс методов. Метод гравиметрии при первом этапе исследований использовался для выделения и картирования интрузивных и эффузивных образований выделения синклинальных и антиклинальных структур.

В последние годы на поисковом этапе в Казахстане стали применяться детальные гравиметрические съемки для выявления и оконтуривания депрессионных зон и отдельных депрессий (отрицательные аномалии) вместо более дорогих ВЭЗ. Проведенные работы показали наиболее отчетливые локальные аномалии над глубокими карстовыми воронками. Однако гравиметрические карты дают только качественную характеристику дорудного фундамента. Поэтому они проводятся в сочетании с ВЭЗ или колонковым бурением.

При проведении комплексных геофизических исследований масштабов 1 : 20 000, 1 : 50 000 (1 : 25 000) и 1 : 10 000 (1 : 5000) они, как правило, на первом и втором этапах сопровождаются буровыми работами. Это необходимо для увязки геофизических данных с геологическим строением района и получения параметров, необходимых для интерпретации геофизических исследований.

При картировании и литологическом расчленении пород палеозойского фундамента производится проверочное поисково-

картировочное бурение. Скважины при этом, как правило, располагаются по профилям над участками развития карбонатных пород с выходом на примыкающие к ним породы вкрест простирания структур и отрицательных форм рельефа фундамента.

При проверке результатов второго и третьего этапов геофизических исследований буровые скважины задаются с целью проверки и подтверждения предположительно бокситоносных депрессий, выявленных электроразведочными работами, и магнитных аномалий, характерных для бокситорудных залежей. Депрессии и аномалии проверяются как одиночными скважинами, так и короткими профилями, расположенными вкрест вытянутости аномалий и депрессий.

### *Геофизические методы, применяемые при разведке месторождений бокситов*

При разведке месторождений бокситов применяются следующие виды каротажа: электрокаротаж (методы ПС и КС), гамма-каротаж и активационный каротаж. Основной целью каротажа являются контроль качества бурения, особенно при проходке интервалов бокситовых горизонтов, уточнение геологического разреза, а также поиски радиоактивных элементов.

На диаграммах ПС положительными значениями кривой отмечаются плотные тонкодисперсные глины неогена и палеогена. Песчано-глинистые отложения отмечаются на диаграмме резким непостоянством кривой и характеризуются резкой изрезанностью. Бокситовый горизонт на общем фоне кривой ПС отмечается минимальной кривой с различной степенью ее дифференциации, которая зависит от литологического состава бокситоносных горизонтов. Песчаные отложения, часто залегающие выше бокситоносной свиты, выделяются отрицательными значениями на кривой ПС, что затрудняет однозначную интерпретацию диаграмм ПС и ограничивает возможность применения электрокаротажа.

На диаграммах КС (кажущегося сопротивления) плотные пестроокрашенные глины палеогена и неогена отмечаются низкими сопротивлениями — порядка 3—10 Ом·м. Горизонты песков, песчаников и песчаных глин на диаграммах КС отмечаются высокими удельными сопротивлениями, характерными для каменистых и рыхлых бокситов.

Бокситы имеют различные удельные сопротивления, изменяющиеся от 10 до 150 Ом·м. Каменистые плотные бокситы имеют сопротивление 20—40, реже 80 Ом·м, рыхлые бокситы — промежуточное значение 10—20 Ом·м. Глинистые бокситы и бокситовые глины по удельному сопротивлению мало чем отличаются от глинистых отложений, покрывающих и подстилающих бокситовую толщу.

Тонкодисперсные и песчаные глины подрудной толщи на кривых отмечаются значениями в 10—15 Ом · м при общем удельном сопротивлении в 6—10 Ом · м. В связи с тем, что на диаграммах КС пески, песчаники, песчаные глины, каменистые и рыхлые бокситы отмечаются сходными значениями и конфигурацией кривой КС, область применения этого метода каротажа значительно ограничивается.

**Гамма-каротаж.** Этот вид каротажа дает наилучшие результаты на большинстве месторождений бокситов Казахстана. По степени радиоактивности более или менее четко отмечаются большинство стратиграфических подразделений мезо-кайнозойских отложений. По общему фону гамма-активности в геологическом разрезе выделяются пески, запесоченные глины, подрудные глины. Глины коры выветривания имеют повышенную активность.

Бокситорудная толща на диаграммах выделяется более или менее четко. Колебание гамма-активности продуктивной толщи объясняется как литологическим составом руд, так и процессами эпигенеза, диагенеза и зависит от тех палеогеографических условий, при которых происходило бокситонакопление. Необходимо отметить, что худшие результаты дает электрокаротаж, лучшие — гамма-каротаж. Хорошие результаты можно получать в том случае, если перечисленные виды каротажа применяются в комплексе друг с другом.

В последнее время на месторождениях бокситов Казахстана в небольших объемах применялся нейтронный активационный каротаж — (АК), позволяющий дифференцировать бокситы и бокситовмещающие породы по степени содержания в них алюминия. В зависимости от содержания алюминия в рудах и вмещающих породах изменяется и величина интенсивности наведенной гамма-активности. Сущность метода АК заключается в облучении пород разреза в течение определенного отрезка времени, а затем измерение вызванной радиоактивности за определенный промежуток времени, по которому определяется период полураспада алюминия и его содержание в бокситовой руде и вмещающих породах.

Но в таком виде, в каком применялся АК, он не дает однозначных результатов, так как основным критерием для отнесения тех или иных пород к бокситовым рудам является наличие не валового, а свободного глинозема. Этот метод необходимо совершенствовать.

## МЕТОДИКА И ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ БОКСИТОНОСНОСТИ РАЙОНОВ

В последние годы при определении перспектив бокситоносности районов большое внимание уделяется прогнозным исследованиям. В Казахстане эти исследования проводятся уже давно — на протяжении 20 лет.

Прогнозные исследования бокситоносности проводились для отдельных районов Казахстана различными авторами. Первые работы были осуществлены в КазИМСе Б. А. Тюриным (1958) для западной части Центрального Казахстана, которая включает территорию Амангельдинского бокситоносного района. Одновременно такие работы проводились и в Геологическом институте АН КазССР А. Н. Волковым для центральной части Центрального Казахстана, где расположены месторождения Целиноградского бокситоносного района.

Б. А. Тюриным (1958) была детально разработана и описана методика проведения прогнозных металлогенических исследований на мезозойские бокситы по Центральному Казахстану.

Указанная методика предусматривает составление комплекта из четырех карт, в том числе карты прогноза возможной бокситоносности и три вспомогательные: структурно-литологическая карта поверхности палеозойского фундамента, карта распространения важнейших комплексов рыхлых мезо-кайнозойских образований по эрозионной поверхности складчатого фундамента и карта важнейших типов рельефа. Эти карты составлялись с учетом выявления следующих морфогенетических типов бокситовых месторождений: первичноосадочных — хемогенных (надконтактового, карстового, плащевидного и ложбинного типов) и вторичных — механически переотложенных (валунно-останцового типа). Кроме того, для этих типов месторождений учитывались многочисленные поисково-прогнозные критерии и признаки, а также благоприятные, неблагоприятные и нейтральные литологические комплексы пород палеозойского дислоцированного фундамента.

Благоприятными для бокситообразования источниками бокситового вещества являются эффузивные породы основного или среднего состава и их туфы, а также гидрослюдистые алевролиты, аргиллиты и слюдисто-хлоритовые сланцы. Благоприятны для формирования карстовых и эрозионно-карстовых депрессий карбонатные породы, а также зоны контактов карбонатных и алюмосиликатных пород и тектонические нарушения, которые способствовали интенсивному карсто- и корообразованию. Менее благоприятные терригенно-карбонатные осадочные толщи.

Неблагоприятные комплексы пород для формирования бокситов — кремнистые, эффузивные и интрузивные породы кислого состава.

Для территории Тургайского прогиба, где расположены наиболее значительные бокситоносные районы Казахстана в 1963 г. Г. Р. Кирпалем и В. А. Хацкевич (1966) была разработана методика проведения прогнозных исследований, отличающая от ранее использованной Б. А. Тюриным (1958) для Центрального Казахстана. Это обосновывалось тем, что особенности геологического строения Тургайского прогиба и расположенных в его пределах месторождений бокситов резко отличаются от геологического строения бокситоносных районов и бокситовых месторождений Центрального Казахстана. Тургайский прогиб является закрытым районом, где покровные отложения на бокситовых месторождениях достигают 150 м мощности (Наурзумское месторождение). Здесь установлена концентрация бокситовых месторождений на сравнительно небольшой площади, месторождения более крупные по масштабам отличаются по типу дорудного рельефа, источнику бокситообразующего вещества и т. д. В связи с этим методика составления прогнозных карт для Тургайской провинции значительно отличается от той, которая применялась для Центрального Казахстана.

### *Рудоконтролирующие факторы (прогнозно-оценочные критерии)*

Наиболее важными факторами, контролирующими бокситовое оруденение, являются: стратиграфический, литологический, геоморфологический, палеогеографический, формационный, фациальный и др. Эти факторы вытекают из закономерностей размещения бокситовых месторождений, охарактеризованных в первой части работы.

**Стратиграфический контроль** бокситового оруденения заключается в том, что образование промышленных месторождений бокситов Казахстана происходило в определенные промежутки времени, начиная от середины нижнего мела и кончая ранним палеогеном. Месторождения бокситов приурочены к различным стратиграфическим горизонтам, которые занимают определенное положение в стратиграфическом разрезе и залегают в определенных абсолютных отметках.

Бокситоносный горизонт альбского возраста широко развит в западной части Мугоджарского района и приурочен к абсолютным отметкам +60 — +80 м. Бокситы альб-сеноманского горизонта распространены в Центрально-Тургайском районе на абсолютных отметках −80 — +60 м. Турон-сантонский бокситоносный горизонт широко распространен в Западно-Тургайском бокситоносном районе в пределах отметок +130 — +220. Бокситовые залежи палеоцен-эоценового горизонта заключены в абсолютных отметках +280 — +330 м и широко развиты в Амангельдинском бокситоносном районе.

Бокситопроявления были выявлены и на других более древ-

них стратиграфических уровнях — верхнеордовикском, верхнедевонском, верхнетриасовом и средне-верхнеюрском, однако промышленных месторождений бокситов на этих уровнях пока не встречено. Следовательно, поисковые работы на бокситы необходимо проводить на указанных стратиграфических уровнях и прежде всего на площадях развития отложений соответствующего возраста и определенных абсолютных отметках. Наиболее перспективны с точки зрения обнаружения промышленных месторождений бокситов альб-сеноманские и турон-сантонские стратиграфические горизонты.

**Литологический контроль.** Преобладающее большинство бокситовых месторождений Казахстана залегают непосредственно на палеозойском складчатом фундаменте. Большинство их приурочено к полосам развития карбонатных пород или к контакту алюмосиликатных и карбонатных пород. Возраст этих известняков самый разнообразный — от верхнего протерозоя до верхнего карбона.

Карбонатные породы (известняки и доломиты), слагающие палеозойский дорудный фундамент, при формировании бокситовых месторождений играли геоморфологическое значение. На площадях развития карбонатных пород происходило образование эрозионно-карстовых депрессий или отдельных карстовых воронок, в которых накапливались бокситы и бокситоносные отложения. В связи с этим поиски месторождений бокситов необходимо проводить прежде всего на площадях развития карбонатных пород.

Кроме того, из этой закономерности вытекает и геоморфологический контроль, так как над бокситовыми залежами в современном рельефе наблюдается наличие понижений, бидаиков, озер, углублений. В некоторых случаях контур понижения в современном рельефе точно совпадает с контуром бокситовой залежи в палеозойском фундаменте.

Образование надрудных углублений в современном рельефе объясняется двумя причинами. Прежде всего жизнь карстов в карбонатных породах продолжается и по сей день, в результате чего происходит опускание рудных залежей и надрудных песчано-глинистых отложений. Во-вторых, в результате позднего диагенеза и литификации бокситоносных отложений, находящихся в карстовой воронке, происходит уменьшение их объема, кровля рудной залежи опускается. Влияние этих процессов существенным образом отразилось на рельефе современной дневной поверхности над залежами бокситов. Карстовые понижения в современном рельефе располагаются, как правило, в виде цепочки вдоль простирания полос известняков и особенно вдоль контакта алюмосиликатных пород с карбонатными.

**Формационный контроль.** Все промышленные месторождения бокситов Казахстана приурочены к красноцветной терригенной формации, сложенной пестроцветными тонкодисперсными, пре-

имущественно каолинитовыми глинами, содержащими горизонты лигнитовых, углистых и огнеупорных глин со свободным глиноземом. Песчаные и карбонатные отложения для бокситоносных формаций Казахстана не характерны, поэтому поиски бокситов должны быть сосредоточены главным образом на участках развития тонкодисперсных пестроокрашенных и лигнитсодержащих глин.

**Фациальный контроль**. Все промышленные месторождения бокситов Казахстана приурочены к озерным, болотным и озерно-болотным фациям. Образование рудных залежей бокситов происходило как в периферической части континентальных водоемов, так и по всей площади более мелких озерно-болотных водоемов. Следовательно, поиски бокситов не следует ограничивать разбуриванием только прибрежных частей древних водоемов.

При оценке бокситоносных районов учитываются также и генетические особенности бокситовых месторождений. Наряду с другими факторами учитывались также площади развития и степень выветрелости пород, которые служили источником бокситообразующего вещества. В различных районах они были разными. В Центрально-Тургайском районе это были эффузивные породы нижнего и среднего триаса преимущественно основного состава — базальты, иногда чередующиеся с прослоями аргиллитов и алевролитов. Для Западно-Тургайского района источником бокситового вещества служила кора выветривания андезитовых порфиритов и их туфов, реже аргиллитов и алевролитов; в Амангельдинском бокситоносном районе — кора выветривания песчано-глинистых гидрослюдистых сланцев франского яруса.

Наиболее важными поисково-прогнозными признаками являются: 1) присутствие останцов размытых месторождений бокситов в виде валунов и обломков; 2) наличие химически проработанной коры выветривания, представленной пестроокрашенными железистыми глинами; 3) наличие в бокситоносных отложениях красноцветных пород с бобовой структурой, огнеупорных глин гиббсит-каолинитового состава, тонкодисперсных углисто-глинистых пород, содержащих свободный глинозем; 4) наличие магнитных аномалий в меловых отложениях и предположительно бокситоносных депрессий в палеозойском дорудном фундаменте, выявленных геофизическими работами; 5) отсутствие на перспективных участках глубоких пострудных морских и континентальных размывов.

### *Содержание и методика составления прогнозных карт*

Прогнозная карта на бокситы представляет собой наиболее обоснованное заключение о перспективности бокситоносных или новых районов для постановки поисковых работ. На этой карте

в обобщенном виде приведены данные по геологии и бокситоносности района и показано, какие факторы положены в основу при составлении прогнозной карты и выделении перспективных площадей.

Основой прогнозной карты на бокситы служит геолого-литологическая карта палеозойского дорудного фундамента с нанесением на нее контуров и площадей распространения меловых бокситоносных отложений. Эта карта отражает выявленные закономерности в размещении месторождений бокситов и показывает пространственную и генетическую взаимосвязь бокситоносных отложений с литологическим составом пород палеозойского дорудного фундамента.

При прогнозировании бокситов должны учитываться также палеогеографические карты, на которых наносятся палеогеографические элементы: источники глинозема (кора выветривания), пути их переноса, области локализации и накопления бокситоносных осадков и бокситов, дорудный рельеф и т. д.

Палеогеографические исследования широко использовались при составлении прогнозных карт на меловые бокситы для Тургайской бокситоносной провинции. Для территории Тургайского прогиба были составлены литолого-палеогеографические карты для альб-сеноманского и турон-сантонского этапов бокситообразования, а также для свит, покрывающих бокситоносные осадки (верхнемеловая и палеогеновая трансгрессии). При прогнозировании бокситов территории Центрального Казахстана (Тюрин, 1958) палеогеографические карты вообще не составлялись.

При составлении карты прогноза на бокситы были использованы вспомогательные графические материалы: 1) карта геологической изученности; 2) карта геофизической изученности; в) карта фактического материала; 3) карта опоискованности на бокситы и регистрации месторождений и рудопроявлений бокситов; 4) карта рельефа палеозойского фундамента; 5) карта распространения коры выветривания; 6) крупномасштабные геолого-литологические карты палеозойского дорудного фундамента по известным месторождениям бокситов с нанесением на них меловых бокситоносных отложений и залежей кондиционных бокситов; 6) геологические разрезы по этим месторождениям.

На карте прогноза на бокситы показаны основные выводы из анализа всех вспомогательных карт и материалов, имеющие наибольшее значение для обоснования прогнозных предположений, которые переносятся с вспомогательных карт на прогнозную в качестве перспективных элементов. Весь второстепенный материал остается на вспомогательных картах.

Прогнозные карты мелкого и среднего масштабов отражают следующие геологические и металлогенические факторы (Кирпаль, Хацкевич, 1966).

1. На них наносятся рудные тела всех известных месторождений и проявлений бокситов, а также контуры распространения меловых бокситоносных отложений.

2. В соответствии с литологическим критерием отмечаются как наиболее перспективные площади, сложенные переслаиванием карбонатных и эффузивных пород, выделенные по данным геологического картирования и геофизических исследований. Особенно перспективны те участки, на которых известняки залегают среди эффузивных пород и ширина полос известняков составляет от 100 до 3000 м. При ширине полос известняков менее 50 м или более 4—5 км они являются менее перспективными, за исключением контактов карбонатных и алюмосиликатных пород.

3. Выделяются нормальные стратиграфические и тектонические контакты карбонатных и алюмосиликатных пород (эффузивы основного и среднего состава), которые весьма благоприятны для образования месторождений бокситов. Это объясняется тем, что вдоль контакта обычно образуются зоны впадин, понижений, карстов, линейно-вытянутых депрессий, которые служили ловушками и вместилищами рудных залежей бокситов.

4. Области развития основных и средних эффузивов, кора выветривания которых служила благоприятным источником бокситового вещества. Особенно они перспективны, если на площадях эффузивных пород развиты меловые бокситоносные отложения.

5. Древние понижения, долины, карстовые поля и отдельные карсты, а также бессточные элементы палеорельефа, которые являются предположительно бокситоносными и выделены по геофизическим и геоморфологическим данным, особенно если они развиты на карбонатных или эффузивных породах основного и среднего состава.

6. Наносятся карстовые поля и зоны развития известняков, которые проявляют себя в современном рельефе (геоморфологический критерий).

7. Наносятся предположительно бокситорудные аномалии, выделенные по магнитометрическим данным.

8. Выделяются площади развития интенсивно химически проработанной коры выветривания, представленной пятнисто-бобовыми глинистыми образованиями.

9. Учитываются месторождения и проявления, являющиеся переотложенными продуктами коры выветривания, — месторождения каолинов, огнеупорных глин или горизонты пестроокрашенных тонкодисперсных каолинитовых глин.

10. Наносятся границы пострудных морских трансгрессий и площади континентальных размывов.

11. Наносятся изолинии равных суммарных мощностей покровных отложений, полученные в результате электроразведоч-

ных работ (ВЭЗ), с целью выделения площадей для поисков с наиболее благоприятными горнотехническими условиями.

Прогнозная карта сопровождается объяснительной запиской и кадастром месторождений и рудопроявлений бокситов.

При составлении прогнозных карт на бокситы широко используются геофизические исследования, прежде всего при картировании и литологическом расчленении пород палеозойского складчатого фундамента с целью выделения площадей и зон карбонатных пород, залегающих среди пород алюмосиликатного состава. По геофизическим данным на карты наносятся дорудный рельеф погребенного палеозойского складчатого фундамента, локальные понижения и карстовые депрессии, развитые на карбонатных породах, являющиеся предположительно бокситоносными, а также изоглубины или изолинии равных суммарных мощностей покровных отложений.

Перспективность участков на бокситы, выделенных на прогнозных картах, подтверждается также наличием на их площади магнитных аномалий, характерных для бокситорудных залежей, установленных по данным магнитометрических исследований.

### *Принципы прогнозной оценки перспективных площадей*

В последнее время прогнозные запасы бокситов играют все большую роль в экономических расчетах, особенно при перспективном развитии сырьевой базы алюминиевой промышленности до 2000 г. Прогнозные запасы, используемые для оценки потенциальных возможностей месторождений, бокситоносных зон, площадей и районов, даются на основе общих геологических предпосылок, закономерностей формирования и размещения бокситов, установленных рудоконтролирующих факторов и геофизических данных, подтвержденных в некоторых случаях отдельными горными выработками или одиночными профилями буровых скважин.

Точность оценки зависит от степени изученности территории. Согласно установившемуся правилу, прогнозные запасы бокситов делятся на три группы:

1) прогнозные запасы по известным главнейшим месторождениям (эксплуатируемым, разведанным или находящимся в разведке) сверх учтенных по категории $C_2$;

2) прогнозные запасы за счет возможности открытия новых месторождений в районах с уже известными промышленными месторождениями;

3) прогнозные запасы по районам, в которых еще нет промышленных месторождений, но где по имеющимся геологическим предпосылкам они могут быть выявлены.

При прогнозной оценке бокситоносности той или иной площади или района прежде всего используется стратиграфический критерий, т. е. перспективность участка зависит от возраста, гипсометрического и стратиграфического положения бокситоносных осадков.

Существенное значение при образовании бокситов имеет литолого-петрографический состав пород палеозойского дорудного фундамента, на котором происходило формирование бокситов. Наиболее перспективны районы, сложенные переслаиванием карбонатных и алюмосиликатных пород (основных и средних эффузивных пород и глинистых сланцев). При этом видимые мощности алюмосиликатных пород должны значительно превышать мощности карбонатных пород.

Между бокситоносными осадками и литолого-петрографическим составом пород фундамента наблюдается тесная генетическая и территориальная связь. Алюмосиликатные породы, на которых развивалась химически проработанная кора выветривания, служили источником бокситового вещества, на карбонатных породах происходило образование карстовых и эрозионно-карстовых депрессий, которые служили вместилищами залежей бокситов.

Структурно-тектоническая обстановка той или иной территории также имела существенное влияние на образование и сохранение месторождений бокситов. Наиболее перспективны площади тектонических блоков, которые во время бокситонакопления располагались на прибрежной равнине, покрытой озерами и болотами; и во время, и после образования бокситов они испытывали медленное погружение.

При прогнозной оценке перспективных площадей большое значение имеют палеогеографические условия образования месторождений бокситов. Наиболее благоприятными областями для образования месторождений бокситов являются, по-видимому, пенепленизированные прибрежные равнины (палеогеографический критерий). Согласно карте изогипс дорудного рельефа, составленной по данным многочисленных скважин колонкового бурения и геофизическим исследованиям (ВЭЗ), месторождения бокситов Амангельдинского, Центрально-Тургайского и Западно-Тургайского бокситоносных районов приурочены к древним равнинным областям.

При определении перспектив учитываются промышленные типы месторождений бокситов, которые могут быть выявлены на перспективных площадях, а также поисково-прогнозные критерии: литологический, геоморфологический, формационный, фациальный и др. Отрицательными поисково-оценочными признаками является наличие среди бокситоносных отложений перерывов в осадконакоплении, во время которых могут быть размыты и уничтожены ранее образовавшиеся залежи бокси-

тов, а также наложенные процессы, которые могли ухудшить качество бокситов после их образования.

При определении перспектив бокситоносности зон, участков и площадей, выделенных на прогнозных картах, важное значение имеют количественные расчеты, подтверждающие их перспективу. Очевидно, наряду с поисково-прогнозными критериями, которые дают качественную характеристику перспективным площадям и зонам, могут применяться (по аналогии с изученными площадями) определенные коэффициенты, отражающие степень бокситоносности, рудоносности, рудонасыщенности и сохранности от размыва этих зон, участков и месторождений. Однако эти коэффициенты, используемые при прогнозировании, являются сугубо ориентировочными и не могут отражать всех условий, в которых происходило образование месторождения бокситов, и геологической истории их последующей сохранности, от которой также зависит перспективность того или иного участка.

Наиболее приемлемыми коэффициентами при количественной оценке прогнозных запасов бокситов являются следующие.

Коэффициент бокситоносности — отношение площади бокситоносных отложений (бокситорудной свиты) к площади карбонатных пород (известняков).

Коэффициент рудоносности — отношение запасов бокситов, выраженное в тоннах, к площади карбонатных пород (известняков), на которых располагаются залежи бокситов, выраженной в квадратных километрах. Коэффициент показывает, сколько тонн бокситов приходится на один квадратный километр перспективной площади известняков. Этот коэффициент применяется в том случае, если известняки залегают сравнительно не широкими полосами (2—5 км) среди эффузивных пород.

Линейный коэффициент рудоносности — отношение запасов бокситов в тоннах к длине надрудного контакта литологического состава пород (тектонического или стратиграфического) в километрах.

Коэффициент бокситонасыщенности — отношение запасов бокситов в тоннах к площади бокситовмещающих пород, выраженной в квадратных километрах. Он может применяться преимущественно для пластообразных месторождений бокситов.

Коэффициент размытости месторождений бокситов, выраженный в процентах, показывает, в какой степени сохранилось месторождение, перспективный участок или бокситоносная зона от размыва. На степень эрозии могут указывать многочисленные признаки: отсутствие полного профиля или целиком коры выветривания, наличие в покрывающих отложениях базального слоя конгломератов и галек боксита и т. д., по которым и определяется сохранность зон, участков и месторожде-

ний от размыва. На размытость месторождений может также указывать отсутствие в верхней части бокситоносной свиты черных лигнитоносных глин, которыми обычно заканчивается полный профиль бокситоносных отложений. Линейный коэффициент рудоносности и размытости применялись Б. А. Тюриным для Амангельдинского бокситоносного района как «степень размытости структуры» и «степень размытости контактов».

Перечисленные коэффициенты применяются для количественной оценки прогнозных запасов бокситов перспективных зон, площадей и участков в зависимости от промышленного типа месторождений бокситов по аналогии с известными месторождениями определенного типа.

Для определения прогнозных запасов может применяться также следующая формула:

$$R = S \cdot f \cdot s \cdot h \cdot qs \cdot r,$$

где $R$ — прогнозные запасы; $S$ — общая перспективная площадь, м$^2$; $s$ — средняя площадь бокситовых линз, м$^2$; $f$ — среднее количество линз на единицу площади в 1/м$^2$; $h$ — средняя мощность бокситовых линз, м; $qs$ — плотность боксита, т/м$^3$; $r$ — среднее отношение боксит—горная масса в залежи, м$^3$/м$^3$.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время Казахстан является бокситоносной провинцией, которая охватывает большую территорию от восточных склонов Мугоджар на западе до г. Павлодара на востоке и г. Чимкента на юге республики.

За сорокалетнюю историю изучения бокситоносности Казахстана было выявлено значительное количество месторождений бокситов, которые сконцентрированы в семи бокситоносных районах: Западно-Тургайском, Центрально-Тургайском, Мугоджарском, Амангельдинском, Целиноградском, Экибастузском и Причикментском. Наиболее известные промышленные месторождения расположены в Западно-Тургайском и Амангельдинском районах, которые открыты и разведаны в 50—60-е годы. Они разрабатываются карьерным способом.

Образование бокситов на территории Казахстана происходило прерывисто, неравномерно по площади и с неодинаковой интенсивностью во времени, начиная от верхнего ордовика и до раннего палеогена включительно. Выделяются следующие этапы бокситообразования: верхнеордовикский, верхнедевонский, раннекаменноугольный, позднетриасовый, средне-верхнеюрский, альбский, позднеальбский-раннетуронский; турон-сантонский и палеоцен-эоценовый. Наиболее интенсивное бокситообразование происходило в позднеальбский — раннетуронский этап в центральной части Тургайской провинции, в турон-сантонский — в Западно-Тургайском районе и в палеоцен-эоценовый этап — в западной части Центрального Казахстана в пределах Амангельдинского района.

Преобладающее большинство бокситовых месторождений и бокситопроявлений приурочены к терригенным песчано-глинистым красноцветным бокситоносным отложениям. Они имеют различный возраст, разное стратиграфическое положение, расположены на определенных абсолютных отметках и развиты в определенных бокситоносных районах. Бокситоносные отложения залегают на палеозойском складчатом дорудном фундаменте и приурочены в большинстве случаев к крупным эрозионно-карстовым и карстовым депрессиям и отдельным

карстовым воронкам, линейно-вытянутым вдоль структур палеозойского складчатого фундамента.

В результате многолетних исследований бокситоносности Казахстана выявлен ряд закономерностей размещения бокситовых месторождений. Определена пространственная и генетическая связь бокситов с литологическим составом подстилающих пород дорудного фундамента. Установлено, что бокситы располагаются в пределах полос развития карбонатных пород или в зоне контакта карбонатных и алюмосиликатных пород. Они образуют бокситоносные зоны, располагающиеся линейно вдоль структур подстилающего фундамента. Эти закономерности широко используются при проведении поисковых и разведочных работ как поисково-прогнозные критерии. Наиболее важными из них являются: литологический, стратиграфический, формационный, фациальный, палеогеографический, геоморфологический и др.

Среди многочисленных и многообразных по особенностям геологического строения и условиям формирования бокситовых месторождений автором выделены следующие промышленные типы: карстовый, контактово-карстовый, карстово-котловинный, контактово-карстово-котловинный и котловинный (пласто- или линзообразный). Карстовый и контактово-карстовый типы очень широко развиты и встречаются во всех бокситоносных районах. Месторождения котловинного типа широко распространены в Центрально-Тургайском районе. К карстово-котловинному типу относится Краснооктябрьское месторождение, а к контактово-карстово-котловинному — месторождения, расположенные в пределах Амангельдинского бокситоносного района.

Преобладающее большинство бокситовых месторождений Казахстана водно-осадочные. Они могли образовываться в результате переотложения продуктов латеритной коры выветривания в виде механических взвесей, суспензий и коллоидных растворов, а также в результате бокситизации осадков в карстах в суходольный период их существования. Формирование бокситов происходило в континентальных условиях на прибрежных равнинах древних морских бассейнов, в озерных и озерно-болотных водоемах при спокойном тектоническом режиме и теплом влажном климате.

В последние годы в Мугоджарском районе достоверно установлены проявления латеритного типа структурных (псевдоморфных) бокситов. Условия сохранения бокситовых месторождений от последующих размывов и влияния наложенных процессов для различных районов Казахстана были не одинаковы. Наиболее благоприятными для сохранения бокситов были центральная и западная части Тургайской провинции и Амангельдинский район.

За многолетний период изучения бокситов применительно

к месторождениям Казахстана выработана методика проведения поисковых и геологоразведочных работ, имеющая свои особенности. При поисках бокситов широко применялись следующие геологические методы: естественных обнажений, геоморфологический, геологической съемки и поисково-картировочный (искусственных обнажений).

Разведка месторождений осуществлялась скважинами колонкового бурения по квадратной или прямоугольной сети. На Амангельдинской группе месторождений кроме колонковых скважин в больших объемах применялись горные выработки (шурфы, рассечки). На Краснооктябрьском месторождении была пройдена шахта.

Подсчет запасов бокситов производился главным образом методом вертикальных разрезов и геологических блоков, в первые годы разведочных работ применялся метод четырехугольников (многоугольников). При поисках бокситовых месторождений широко применялись геофизические методы. Наиболее эффективными из них являются: магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка и гравиметрия.

В последние годы для определения перспектив бокситоносности известных и новых районов стали широко применяться прогнозные исследования, которые сводятся в основном к составлению средне- и крупномасштабных прогнозных карт и выделению перспективных площадей для постановки поисковых работ.

Детальный анализ закономерностей размещения и условий образования месторождений и проявлений бокситов Казахстана, а также результаты поисковых работ на бокситы, проведенные в последние годы, показывают, что бокситоносность различных районов и этапов бокситообразования не ограничивается выявленными месторождениями. В пределах Казахстана могут быть выявлены новые месторождения разных типов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


Архангельский А. Д. Типы бокситов СССР и их генезис. — В кн. Труды конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия. М., Изд-во АН СССР, 1937, с. 365—511.

Бенеславский С. И. Гидрогеологический режим — важнейший фактор бокситообразования. — В кн.: Кора выветривания, вып. 5. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 67—119.

Бенеславский С. И., Горецкий Ю. К., Зверев Л. В. Требования промышленности к качеству минерального сырья. Вып. 35. Алюминий. М., Госгеолтехиздат, 1962, 60 с.

Бент О. И. К проблеме геосинклинальных палеозойских бокситов Центрального Казахстана. — «Литология и полезные ископаемые», 1970, № 4, с. 45—50.

Бент О. И., Скорина П. И. О возможной бокситоносности нижнего карбона северо-востока Центрального Казахстана. — «Литология и полезные ископаемые», 1973, № 2, с. 166—170.

Бушинский Г. И. О некоторых вопросах геологии бокситов. — В кн.: Вопросы геологии и геохимии бокситов. М., «Наука», 1964, с. 5—24.

Бушинский Г. И. Геология бокситов. М., «Недра», 1971, 366 с.

Венков Д. А. Разработка эффективной методики поисков и разведки погребенных месторождений бокситов карстового типа. (На примере Тургайского прогиба.) Автореф. канд. дис. Л., 1974, 28 с.

Викулова М. Ф. Теоретические основы поисков бокситов на территории СССР. М., Госгеолиздат, 1946, с. 55—81. (Материалы ВСЕГЕИ. Полезные ископаемые, сб. 3.)

Волков А. Н. Возможен ли хемогенный генезис бокситов? — «Изв. АН КазССР. Сер. геол.», вып. 4 (29), 1957, с. 106—114.

Волков А. Н. Бокситы Казахстана и их генезис. — В кн.: Бокситы, их минералогия и генезис. М., Изд-во АН СССР, 1958, с. 393—415.

Горецкий Ю. К. Закономерности размещения и условия образования основных типов бокситовых месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1960, 258 с. («Труды ВИМСа», новая сер., вып. 5.)

Горецкий Ю. К., Лаврович Н. С., Любимов А. Л. Оценка месторождений при поисках и разведках. Вып. 10. Бокситы. М., Госгеолиздат, 1949, 188 с.

Гуткин Е. С., Березницкая Р. Я. Верхнетриасовые бокситы и латериты восточного склона Южного Урала. — «Советская геология», 1970, № 1, с. 48—61.

Долгополов В. Ф. Геология меловых и палеогеновых образований и некоторые вопросы бокситоносности северо-восточной части Центрального Казахстана. Автореф. канд. дис., М., ВИМС, 1973, 24 с.

Евлентьева Н. С. К стратиграфии меловых и палеогеновых бокситоносных отложений в Тургайском прогибе. — В кн.: Геология Тургайского прогиба. Л., 1961, с. 27—38. («Труды ВСЕГЕИ», новая сер., вып. 43.)

Заклинская Е. Д. К вопросу о палеогеновой флоре восточного борта Тургайского прогиба.— «Докл. АН СССР», 1955, вып. 105, № 2, с. 357—359.

Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям бокситов. М., Госгеолтехиздат, 1962, 50 с.

Кальменев М. А. Месторождения гиббситовых бокситов Амангельдинского бокситорудного района Казахстана. Труды объединенной Кустанайской научн. сессии, т. 2. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958, с. 245—267.

Кирпаль Г. Р. Методика поисков и разведки месторождений бокситов Тургайского прогиба. — В кн.: Материалы по методике разведки полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 166—172.

Кирпаль Г. Р. Поисковые критерии и методика поисков месторождений бокситов в Тургайском прогибе. — «Разведка и охрана недр», 1963, № 3, с. 12—16.

Кирпаль Г. Р. Тургайская бокситоносная провинция. — «Литология и полезные ископаемые», $1964_1$, № 5, с. 88—95.

Кирпаль Г. Р. Эпохи бокситонакопления в меловое и палеогеновое время на территории Тургайского прогиба. — «Геология рудных месторождений», $1964_2$, № 6, с. 111—122.

Кирпаль Г. Р. Закономерности размещения и условия образования Тургайских бокситов. — В кн.: Генезис бокситов. М., «Наука», 1966, с. 193—199.

Кирпаль Г. Р. Промышленные типы месторождений бокситов СССР, закономерности их размещения и формирования. — В кн.: Третий Международный конгресс по бокситам. Ницца, ИКСОБА, 1973, с. 25—32.

Кирпаль Г. Р., Теняков В. А. Месторождения бокситов. — В кн.: Рудные месторождения СССР, т. 1. М., «Недра», 1974, с. 252—324.

Кирпаль Г. Р., Хацкевич В. А. Методика и принципы составления прогнозно-металлогенической карты на бокситы. — В кн.: Принципы и методика составления металлогенических и прогнозных карт. М., «Недра», 1966, с. 122—126.

Кирпаль Г. Р., Хацкевич В. А. Континентальные отложения меловой системы. — В кн.: Геология СССР, т. 34, Тургайский прогиб. М., «Недра», 1971, с. 238—265.

Киселев Л. И. Латеритные бокситы Мугоджар. — «Литология и полезные ископаемые», 1973, № 5, с. 120—131.

Крейтер В. М. Поиски и разведка полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1940, 789 с.

Крейтер В. М. Теоретические основы поисков и разведки твердых полезных ископаемых. М., «Недра», 1968, 431 с.

Кривцов А. И. Мезозойские и кайнозойские бокситы СССР, их генезис и промышленное значение. Ч. I. Л., «Недра», 1968, 367 с.

Ларищев А. А. Об ископаемых остатках древесины из пестроцветных глин района Амангельды Тургайской впадины. — «Докл. АН СССР», 1956, вып. 107, № 1, с. 139—140.

Лисицына Н. А., Пастухова М. В. Структурные типы мезо-кайнозойских бокситов Казахстана и Западной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1963, 108 с. (Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 95.)

Михайлов Б. М. Генетические типы латерит-бокситов Тургайского прогиба. — В кн.: Геология и полезные ископаемые Тургайского прогиба. Л., «Недра», $1971_1$, с. 131—150. («Труды ВСЕГЕИ», новая сер., т. 109.)

Михайлов Б. М. Бокситоносные формации молодых платформ. Автореф. докт. дис. ВСЕГЕИ, $1971_2$, 42 с.

Михеева Л. К. Амангельдинская группа месторождений бокситов и огнеупорных глин. Материалы ГКЗ СССР, сб. 1. М., Госгеолтехиздат, 1959, с. 105—109.

О находке латеритных бокситов на Кемпирсайском гипербазитовом массиве. — «Изв. АН КазССР, сер. геол.», 1973, № 2, с. 19—31. Авт.: Л. И. Киселев, Р. К. Габитов, В. В. Киселева, Ю. П. Попович.

Пасова Ф. Г. Химико-минералогическая характеристика бокситов Амангельдинских месторождений и вмещающих пород. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959, с. 36—68. («Труды ИГН АН КазССР», вып. 2.)

Пельтек Е. И. Типы месторождений бокситов Сибирской платформы

и некоторые особенности их формирования и размещения. — В кн.: Проблемы бокситов Сибири. («Труды СНИИГГИМСа», вып. 58.) Новосибирск, 1967, с. 221—262.

Плотников И. И., Миловидов Е. Д. О генезисе Североуральских бокситовых месторождений. — «Изв. АН СССР, сер. геол.». 1962, № 5, с. 52—62.

Пономаренко З. К. Палеоклиматические условия образования бокситов Казахстана. — В кн.: Генезис бокситов. М., «Наука», 1966, с. 186—192.

Сапожников Д. Г. Типы платформенных бокситов СССР, их особенности и условия образования. — В кн.: Платформенные бокситы СССР. М., «Наука», 1971, с. 320—351.

Таскольское рудопроявление диаспоровых бокситов. — «Разведка и охрана недр», 1971, № 9, с. 11—13. Авт.: В. Ф. Долгополов, Ш. Ж. Бахтеев, О. П. Казанцев, П. К. Винокуров.

Теняков В. А. К геохимии ванадия в бокситах. — «Геохимия», 1965, № 6, с. 733—738.

Тюрин Б. А. Методика составления металлогенической и прогнозной карты на мезозойские бокситы по Центральному Казахстану. — В кн.: Материалы науч. сессии по металлогеническим и прогнозным картам. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958, с. 165—182.

Тюрин Б. А. Платформенное бокситонакопление на территории Казахстана. — В кн.: Платформенные бокситы СССР. М., «Наука», 1971, с. 152—192.

Ясюнас С. С. О перспективности поисков бокситов в докембрии, палеозое и мезозое Центрального Казахстана. — «Литология и полезные ископаемые», 1973, № 2, с. 155—157.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ


Ак-Аульское месторождение 8, 11
Аккольское проявление 7, 11
Аксуйское проявление 22
Актасская зона 28
Актасское проявление 8
Актогайское месторождение 7, 22, 36, 65, 139, 145
Амангельдинский район 7, 8, 11, 12, 26, 28, 40, 65, 106, 160, 171
Аркалыкская зона 8, 28, 111
Аркалыкское месторождение 8, 36, 65, 111
Аулие проявление 8, 22
Ащикудукское проявление 8, 31, 36, 65, 92
Ащисайское проявление 8, 22
Аятское месторождение 7, 8, 11, 36, 65, 72

Баталинское месторождение 8, 11
Батманкольское проявление 8, 11
Белинское месторождение 7, 8, 11, 36, 65, 68
Бинарзинское проявление 11
Богонале проявление 8, 32
Бокситовая залежь 9
Бокситоносная зона 7
Бокситоносная провинция 5
Бокситоносный район 5
Бокситорудный участок 9

Варваринское месторождение 7, 8, 11
Верхне-Ашутская зона 8, 28, 65
Верхне-Ашутское месторождение 8, 36, 115
Восточно-Кемпирсайское проявление 8, 22, 36
Восточно-Убаганское месторождение 11

Геофизическое проявление 8

Егендысайское проявление 22
Екатериновское месторождение 11

Западно-Аркалыкское месторождение 8
Западно-Тургайский район 7, 8, 11, 12, 13, 65, 159
Западно-Убаганское месторождение 7, 8, 11, 17, 20, 36, 65, 128, 163

Жанганинское проявление 8, 22

Каиндинское месторождение 7, 8, 22, 36, 65, 102
Кайнарлинское месторождение 7, 8, 28, 36, 65, 89
Карабайтальское месторождение 8, 11, 65
Каракольское проявление 22
Карагулакское проявление 141
Караунгурское месторождение 7, 8, 34, 36, 65, 141
Кировское месторождение 7, 8, 11, 22, 36, 65, 140
Клочковское месторождение 7, 8, 11
Клубное месторождение 11
Краснооктябрьская зона 8, 12, 16
Краснооктябрьское месторождение 8, 36, 65, 168, 117, 170
Кредиковское месторождение 22, 36, 145
Кужукульское месторождение 7, 8, 11, 36, 46, 65, 80
Кушмурунское месторождение 7, 8, 11, 17, 20, 65, 133, 163, 174

Кызылдар проявление 37
Кызылжарское проявление 11
Кызылкольское проявление 8, 11
Кызылсайское проявление 22

Лебяжинское проявление 31
Ливановская зона 8, 12, 16

Майбалыкское месторождение 7, 8, 28, 36, 65, 89
Майкситское 32
Майсорское месторождение 7, 8, 36, 65, 92
Мамыркульское месторождение 7, 8, 11, 46, 65, 137
Мансуратинское проявление 7, 8, 32, 36, 65, 141, 142
Матвеевское проявление 7, 8, 22
Мугоджарский район 7, 8, 11, 21, 65, 164
Мугоджарское проявление 8, 22

Наурзумское месторождение 7, 8, 11, 17, 36, 65, 123
Нижне-Ашутская зона 8, 28
Нижне-Ашутское месторождение 8, 36, 65, 116
Ново-Батамшинское проявление 22
Ново-Барановское проявление 7, 8, 22, 36
Новокозыревское месторождение 11
Ново-Тайкеткенское проявление 8, 22

Озерное месторождение 7, 8, 11, 65, 82

Первомайское проявление 7, 8, 32, 36, 65
Покровское месторождение 7, 8, 11, 36, 65, 79
Приозерное месторождение 7, 8, 11, 17, 20, 36, 65, 130, 163, 174
Причимкентский район 7, 32, 65
Промежуточное проявление 8, 22

Рудное тело 9
Рудоконтролирующие факторы 185

Саргамысское проявление 7, 8, 31, 36, 46
Сахаровское месторождение 8, 11
Северное месторождение 8, 36, 65, 114
Северо-Ливановское месторождение 7, 8, 11, 36, 65, 75
Северо-Уркачское месторождение 8, 11
Семеновское месторождение 7, 8, 28, 65, 105
Славянское месторождение 7, 8, 11
Соркульское месторождение 7, 8, 22, 36, 65, 138
Софиевское месторождение 7, 28, 36, 65, 103
Суворовское месторождение 7, 28, 65, 104

Талдык-Ащесайское месторождение 7, 8, 22, 36, 65, 100
Талдыкское проявление 141
Таскенбулакское месторождение 31
Таскольское проявление 7, 35, 36, 44, 65, 142
Таунсорская зона 8, 12, 16
Таунсорское месторождение 7, 8, 11, 65, 98
Темирское месторождение 7, 8, 11, 36, 65, 95
Тургайская провинция 8, 10, 11
Тюлькусайское месторождение 8

Уртабасское 8, 32
Уштобинская зона 8, 28
Уштобинское месторождение 8, 36, 65

Фогелевское 8, 32

Целиноградский район 7, 8, 28, 65, 164
Центрально-Казахстанская провинция 8, 24
Центрально-Тургайский район 7, 8, 11, 12, 17, 65, 162

Экибастузский район 7, 8, 30, 65, 146

Южно-Ливановское месторождение 8, 11, 36

## СОДЕРЖАНИЕ


Стр.

Введение . . . . . 3

**Часть I**

**Закономерности размещения и формирования месторождений бокситов**

Особенности геологического строения и размещения бокситоносных провинций и районов . 5
Тургайская бокситоносная провинция . . 10
Западно-Тургайский бокситоносный район 13
Центрально-Тургайский бокситоносный район . . . . . 17
Мугоджарский бокситоносный район . . 21
Центрально-Казахстанская бокситоносная провинция . . . . . 24
Амангельдинский бокситоносный район 26
Целиноградский бокситоносный район 28
Экибастузский бокситоносный район . 30
Причимкентский бокситоносный район . 32
Этапы бокситообразования и эволюция формирования бокситовых месторождений . . . 33
Позднеордовикский этап . . . . . 35
Позднедевонский этап . . . . . 36
Раннекаменноугольный этап . . . 37
Позднетриасовый этап . . . . . 38
Средне-позднеюрский этап . . . . 38
Альбский этап . . . . . 38
Позднеальбский — раннетуронский этап 39
Турон-сантонский этап . . . . . 40
Палеоцен-эоценовый этап . . . . 40
Перемещение областей бокситообразования во времени и в пространстве . . . . 41
Закономерности размещения месторождений бокситов . . . . . 42

Стр.

Возраст, стратиграфическое и гипсометрическое положение бокситоносных горизонтов 44
Палеогеографические особенности формирования месторождений бокситов . . . 49
Связь бокситового оруденения с литологическим составом подстилающих пород . 53
Локализация бокситов в бокситоносных осадках . . . . . 56
Сохранность бокситовых месторождений 57

**Часть II**

**Промышленные типы месторождений бокситов**

Группировка бокситовых месторождений . . 61
Месторождения карстового типа . . . . 67
Белинское месторождение . . . . 68
Аятское месторождение . . . . . 72
Северо-Ливановское месторождение . 75
Покровское месторождение . . . . 79
Озерное месторождение . . . . . 82
Кужукульское месторождение . . . 86
Майбалыкское и Кайнарлинское месторождения . . . . . 89
Майсорское, Таскейбулакское и Ащикудукское месторождения . . . . . 92
Бокситопроявления карстового типа 94
Месторождения контактово-карстового типа . 95
Темирское месторождение . . . . 95
Таунсорское месторождение . . . . 98
Талдык-Ащесайское месторождение . . 100
Каиндинское месторождение . . . 102
Софиевское месторождение . . . . 103
Суворовское месторождение . . . 104
Семеновское месторождение . . . 105
Месторождения контактово-карстово-котловинного типа . . . . . 106
Амангельдинская группа бокситовых месторождений . . . . . 106
Аркалыкское месторождение . . . 111
Северное месторождение . . . . . 114
Верхне-Ашутское месторождение . . 115
Нижне-Ашутское месторождение . . 116
Месторождения карстово-котловинного типа . 117
Краснооктябрьское месторождение . . 117

Стр.

Месторождения котловинного (пласто- или линзообразного) типа . . . . . 122
Наурзумское месторождение . . . 123
Западно-Убаганское месторождение . . 128
Приозерное месторождение . . . . 130
Кушмурунское месторождение . . . 133
Мамыркульское месторождение . . . 137
Соркульское месторождение . . . 138
Актогайское месторождение . . . 139
Кировское месторождение . . . . 140
Караунгурское и Мансуратинское бокситопроявления . . . . . 141
Таскольское проявление палеозойских бокситов . . . . . 142
Бокситопроявления латеритного типа . . . 143
Латеритные бокситы Мугоджарского района . . . . . 144
Бокситопроявления латеритного типа Экибастузского и других районов Казахстана 146

## Часть III.

### Методика поисков, разведки и принципы прогнозной оценки бокситоносных районов и месторождений

Методика поисков и разведки бокситовых месторождений . . . . . 147
Кондиции и требования промышленности к качеству бокситов . . . . . 148
Поиски бокситовых месторождений . . 154
Особенности разведки месторождений бокситов . . . . . 157
Опробование скважин и горных выработок 165
Методы подсчета запасов . . . . . 168
Геофизические методы, применяемые при поисках и разведке бокситовых месторождений . 175
Этапность в проведении поисковых геофизических работ . . . . . 175
Краткая характеристика геофизических методов, применяемых при поисках бокситов 178
Геофизические методы, применяемые при разведке месторождений бокситов . . 182
Методика и принципы прогнозной оценки бокситоносности районов . . . . . 184
Рудоконтролирующие факторы (прогнозно-оценочные критерии) . . . . . 185

Стр.

Содержание и методика составления прогнозных карт . . . . . 187
Принципы прогнозной оценки перспективных площадей . . . . . 190
Заключение . . . . . 194
Список литературы . . . . . 197
Предметный указатель . . . . . 200

**ГРИГОРИЙ РОМАНОВИЧ КИРПАЛЬ**

**Месторождения бокситов Казахстана**

Редактор издательства *Т. В. Колошина*
Технический редактор *О. Н. Ласточкина*
Корректор *Р. С. Слобоженко*

Сдано в набор 28/X 1975 г. Подписано в печать 24/III 1976 г. Т-06437 Формат 60×90¹/₁₆
Бумага № 2 Тираж 750 экз. Печ. л. 13,0 Уч.-изд. л. 13,38 Заказ 1299/5259-4 Цена 1 р. 35 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

## Уважаемый товарищ!

## В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НЕДРА» ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ НОВЫЕ КНИГИ

**ГРИГОРОВИЧ М. Б., БЛОХА Н. Т. Словарь по минеральному сырью для промышленности строительных материалов.** 10 л., 67 к.

Словарь содержит около 2,5 тысяч терминов, непосредственно относящихся к минеральному сырью для производства промышленных строительных материалов, а также терминов, используемых при геологоразведочных и исследовательских работах по этому виду сырья. Приведены существующие ГОСТы по многим видам сырья и технические условия на изделия.

Словарь предназначен для геологов, занимающихся поисками и разведкой строительных материалов, и может быть полезен работникам проектных и строительных организаций.

**ЗУБОВ В. И. Кристалломорфология киновари и ее использование при поисках ртутных месторождений.** 5 л., 27 к.

В книге приводится описание типов кристаллов киновари на фоне геолого-минералогической обстановки их формирования. Рассматриваются также отдельные физические свойства киновари (твердость, цвет и др.). Данные о распределении кристаллов киновари в пределах месторождений Кавказской и Донецкой ртутных провинций свидетельствуют о закономерном изменении форм в зависимости от типов ртутного оруденения. Обосновывается возможность использования типоморфных особенностей кристаллов при поисках ртутного оруденения и приводятся методические указания по определению форм кристаллов и составлению кристалломорфологических карт и разрезов.

Книга предназначена для широкого круга геологов-разведчиков ртутных месторождений.

**КУЗНЕЦОВ В. И. Формирование пегматитов в связи с тектоникой и становлением гранитных массивов.** 15 л., 1 р. 50 к.

В работе рассмотрены структуры полей редкометальных гранитных пегматитов, внутреннее строение их тел и вопросы генезиса.

Исследование структур и трещинной тектоники полей и месторождений пегматитов открывает новые возможности в изучении пегматитового процесса и связанного с ним редкометального оруденения.

Работа рассчитана на геологов, занимающихся вопросами формирования структур рудных полей и месторождений полезных ископаемых.

**ОСНОВНЫЕ типы оловорудных районов.** 20 л., 2 р. 35 к. Авт.: Лугов С. Ф., Константинов Р. М., Макеев Б. В. и др.

В работе рассмотрен широкий круг геологических факторов, влияющих на характер и масштабы проявления оловянной минерализации. Приведена полная характеристика различных типов площадей, возникающих в определенных геолого-структурных условиях.

Большое внимание уделено связи оловянного оруденения с другими типами минерализации, закономерностям изменения состава оловоносных формаций в истории развития геологических структур, унаследованности отдельных типов минерализации, структурным условиям локализации оруденения, влиянию вмещающей среды на состав минерализации и морфологию рудных залежей и др.

Работа предназначена для геологов, занимающихся вопросами поисков, освоения месторождений олова, а также прогноза отдельных полезных ископаемых.

**Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «книга — почтой» магазинов:**

*№ 17 — 199178. Ленинград, В.О., Средний проспект, 61*
*№ 59 — 127412. Москва, Коровинское шоссе, 20*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

1 р. 35 к.

1797

НЕДРА