

В. А. КАШТАНОВ

**ГЕОЛОГИЯ  
И  
МИНЕРАГЕНИЯ  
осадочного чехла  
Приенисейских  
байкалид**



В. И. КАШТАНОВ

ГЕОЛОГИЯ  
И  
МИНЕРАГЕНИЯ  
осадочного чехла  
Применисейских  
байкалид

Ответственные редакторы  
доктора геолого-минералогических наук  
Н. П. Запивалов, В. И. Молчанов



Геология и минерагения осадочного чехла Приенисейских байка-  
лид/Каштанов В. А.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 192 с.:  
ил. + Прил. (8 с.)

ISBN 5—02—029165—X.

Дано научное обоснование закономерностей размещения в разрезе и на площади комплекса полезных ископаемых в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Показана возможность обнаружения в мезозойско-кайнозойском осадочном чехле залежей углеводородов, бокситов, железных руд, фосфоритов, марганца и др. Охарактеризованы геологическое строение региона, тектоника, минерагения осадочного чехла и его нефтегазоносность. Установлено широкое развитие бокситовых пород и бокситов нового генетического типа, неизвестных в мировой практике. Намечены перспективы обнаружения алюможелезистых руд в шамозитовых фациях фанерозоя, залежей углеводородов в отложениях мезозоя. Показана сложность осадочного рудогенеза, обусловленная диффузным воздействием углеводородных и других газов на вмещающие и перекрывающие залежи углеводородов толщи. Установлены геологические предпосылки нефтегазоносности рифея, кембрия и палеозоя левобережной части Енисея.

Монография рассчитана на геологов, занимающихся вопросами тектоники, бокситоносности и нефтепрогноза, а также будет полезна студентам геологических вузов.

Табл. 34. Ил. 59. Библиогр.: 306 назв.

#### Р е ц е н з е н т ы

доктор геолого-минералогических наук *Э. А. Еганов*  
кандидат геолого-минералогических наук *В. В. Жабин*

Утверждено к печати  
Институтом геологии и геофизики им. 60-летия Союза ССР  
СО АН СССР

Монография В. А. Каштанова — оригинальная работа, чрезвычайно интересное исследование, выделяющееся среди геологических публикаций по вопросам углеводородо- и рудообразования. Во-первых, монография комплексная и освещает широкий круг важнейших геологических проблем. Во-вторых, охватывает самый сложный и самый интересный регион Сибири: зону сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. В-третьих, по насыщенности предположениями, концепциями, идеями является уникальной. Например, в ней всесторонне рассмотрена проблема и намечены закономерности пространственного распространения углеводородных скоплений и рудных концентраций в пределах осадочного чехла Западно-Сибирской плиты, свидетельствующие об их тесной генетической связи.

Нефтегазоносность и рудогенез считались ранее явлениями несопоставимыми. В. А. Каштанов находит доказательства и объясняет минерогенетические ассоциации (парагенезис) в осадочных толщах Западной Сибири, при этом приводятся обоснованные геохимические данные. Обозначено новое научное направление о конвергентных процессах рудогенеза за счет флюидных эманаций через толщи, перекрывающие залежи углеводородов.

Вместе с тем авторская концепция, видимо, не может считаться бесспорной, вероятнее всего, что и геохимические связи значительно сложнее, чем считается. В качестве альтернативы может быть вынесена на обсуждение прямо противоположная трактовка рассматриваемой связи [Молчанов, 1981]: окисление во взаимодействии с водой первично шамозитовых и сидеритовых отложений в литогенезе при температуре около 200 °С, сопровождающееся генерацией водорода и образованием углеводородов. Предложенный автором фактический материал не противоречит как авторской концепции, так и альтернативному решению задачи.

Пожалуй, впервые в мировой практике установлены бокситы нового генетического типа (хемогенно-осадочного с последующей метасоматической переработкой за счет влияния углеводородных флюидных систем), выделены их разновидности. На основе взаимосвязи углеводородов и рудогенеза показаны перспективы обнаружения бокситов в шамозитовых фациях фанерозоя. Намечены возможности получения окислов металлов из низких по качеству пород путем их обогащения электромагнитной сепарацией в слабом магнитном поле, а также чистых металлов и их соединений низкотемпературным способом переработки бедных руд.

Заслуживает внимания позиция автора и его трактовка глубинного строения и тектонического районирования изучаемой территории. Схема проста и достаточно убедительна. Он выделяет комплекс основания, но не называет его фундаментом. Далее выделяется плитный комплекс и осадочный чехол, что расширяет определенным образом перспективы обнаружения полезных ископаемых в древних толщах палеозоя. Особое значение это имеет для оценки нефтегазоносности.

Увеличивая стратиграфический диапазон углеводородообразования, автор остается верен органической теории происхождения нефти. Эволю-



диционно-революционная концепция непрерывного процесса образования углеводородных систем в древних и молодых осадочных толщах за счет рассеянного органического материала развивается автором довольно успешно. Вопросы энергетического обеспечения этих процессов в данной работе не рассматриваются, хотя отдельные предпосылки в этом направлении имеются. Видимо, геофлюидодинамика осадочных толщ — дело будущего.

Особо отметим вклад автора в изучение и познание геологии района. Более 30 лет он исследовал территорию от Дудинки до Ларьяка — Келлога, пройдя по маршрутам более 10 тыс. км.

Монография отличается обилием фактического материала, аналитических данных, карт, разрезов, профилей и таблиц.

Доктора геолого-минералогических наук

*Н. П. Запивалов, В. И. Молчанов*

## СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВНК	— водонефтяной контакт
Г	— газ
ГВК	— газоводяной контакт
ГКН	— газоконденсатнефть
ГНК	— газонефтяной контакт
ГК	— газоконденсат
ГСЗ	— глубинное сейсмическое зондирование
ЗСП	— Западно-Сибирская плита
ЗСР	— Западно-Сибирская равнина
КП	— куполовидное поднятие
КС	— кажущееся сопротивление
ЛП	— локальное поднятие
Н	— нефть
НГБ	— нефтегазоносный бассейн
НГГ	— нефтегазоносный горизонт
НГК	— нефтегазоносный комплекс
НГО	— нефтегазоносная область
ОВ	— органическое вещество
ПС	— спонтанная поляризация
РП	— Русская платформа
СП	— Сибирская платформа
СУБР	— Североуральский бокситовый район
УВ	— углеводороды
УУВ	— условные углеводороды

В составе мезозойско-кайнозойских отложений Западно-Сибирской плиты выявлена крупнейшая нефтегазоносная провинция земного шара, которой посвящено огромное количество публикаций. В пределах этой же толщи обнаружены бокситовые породы и бокситы, не известные в мировой практике, осадочные железные руды, проявления марганца, фосфоритов, ванадия, россыпи редких и рассеянных элементов и другие полезные ископаемые, локализующиеся в горизонтах, перекрывающих нефтегазоносные пласты и окаймляющих с периферии нефтегазоносный бассейн. Такое пространственное взаиморасположение углеводородных и рудных концентраций в пределах осадочного чехла Западно-Сибирской плиты свидетельствует об их тесной генетической связи [Каштанов, 1985].

Аналогичная картина характерна для всех нефтегазоносных бассейнов земного шара, причем на молодых платформах максимальные концентрации углеводородов (УВ) приурочены к положительным структурам, развитым в центральных, наиболее прогнутых их частях, а рудоносные формации тяготеют к их периферии.

На древних платформах наблюдается обратная картина. Каждой эпохе нефтегазообразования соответствует строго определенный набор металлов [Бескровный, 1986; Доленко, 1986; и др.]. При этом также наблюдается дифференциация оруденения по составу пород-коллекторов, вмещающих залежи УВ.

Карбонатно-галогенным образованиям свойственна полиметаллическая минерализация, карбонатным — редкоземельная, медистая, марганцовистая, фосфоритовая; терригенно-карбонатным — сульфидно-медно-никелевая, бокситовая, фосфоритовая; терригенным — железорудная, бокситовая, опало-халцедоновая, фосфоритовая и т. д.

Как отмечает Н. С. Бескровный [1986], «пространственная связь нефти и руд проявляется в существовании нефте- и битуминозных провинций с повышенным содержанием ванадия, никеля и других металлов, в наличии металлобитумных месторождений, в широком развитии парагенетических ассоциаций металлов в твердых битумах, нефтях, газах и водах нефтяных месторождений, а также твердых битумов, нефти и УВ газов в рудах и рудообразующих растворах».

Все исследователи, изучающие процессы нефтидо- и рудогенеза, указывают на то, что источник многих металлов и предшественников нефти находится в мантии и даже в верхней (жидкой) оболочке ядра [Бескровный, 1986; Доленко, 1986; и др.].

Наши представления о генетической связи углеводородов и рудогенеза базируются на предпосылке о пострудном перераспределении рудообразующих, в том числе породообразующих элементов, в результате миграции углеводородных и других природных газов из углеводородных залежей через перекрывающих их и, в частности, рудоносные толщцы. При таком воздействии в них менялась окислительно-восстановительная обстановка, приводившая к разложению алюмосиликатов, выносу хемогенного кремнезема из шамозитовых толщ, их обогащению минералами свободного глинозема, разложению рудного материала, образованию оторочек

магнетита вокруг алюможелезистых бобовин, частично обезвоживанию минералов глинозема и железа с новообразованием бемита, диаспора, корунда, маггемита, гематита, сидерита [Каштанов, 1985].

Хемогенный кремнезем, выносившийся за пределы рудных фаций, давал начало опало-халцедоновым, кремнисто-опоковым и кремнистым образованиям. Вверх по разрезу эта дифференциация проявлялась еще интенсивнее, и в прибрежных частях верхнемеловых и палеогеновых бассейнов происходила садка не только более подвижных соединений марганца, фосфора, кремнезема, но и осуществлялось широкое развитие в шамозитовых толщах стяжений пирита, вивианита, дюфренита, подтверждающих восстановительный характер растворов и мигрировавших с ними углеводородных газов [Каштанов, 1985].

Зональность вторичного минералообразования в результате миграции УВ через перекрывающие толщи с формированием восстановительных, переходных и окислительных условий их преобразования описали А. В. Петухов и Е. С. Тихомирова [1984] на месторождении Северный Варьеган (Западная Сибирь).

Обилие публикаций о вторичных изменениях пород, содержащих залежи УВ, и минеральных преобразованиях в перекрывающих их толщах [Влияние..., 1976; Влияние..., 1982; и др.] подтверждает установленную нами генетическую связь углеводородов и минералогенеза.

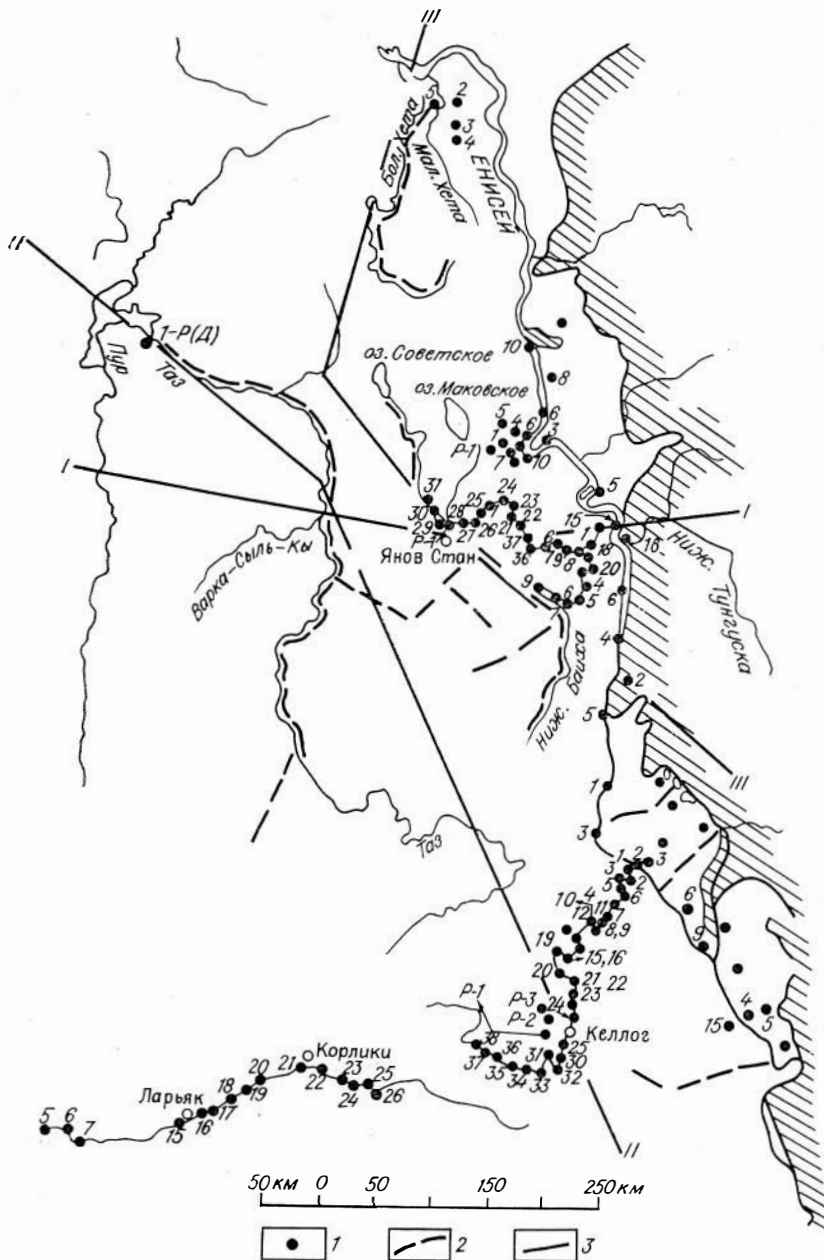
Наличие в одном разрезе осадочного чехла залежей УВ, бокситов, железных руд, фосфоритов, марганца и других полезных ископаемых определяется положением исследуемого района в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Граница и характер этого сочленения до сих пор достоверно не установлены. Большинство исследователей структуру Сибирской платформы распространяют к западу от Енисея примерно до верхнего течения рек Елогуй и Турухан, где по серии глубинных разломов, по которым впоследствии сформировались рифтовые системы и грабены, и осуществляется сочленение этих двух крупных элементов земной коры [Сурков, Жеро, 1981; Каштанов, 1983; Аплонов, 1987; и др.].

В структурном отношении область сочленения представляет собой сложно построенную систему прогибов и поднятий, ограниченную с запада Александровско-Вахской и Вахско-Тазовской антиклинорными зонами, с юго-востока — Енисейским кряжем и с востока — Туруханско-Норильской зоной байкалид. На севере Приенисейская система прогибов и поднятий отграничена от Енисейско-Хатангского мегапрогиба системой прогибов тройного сочленения типа «рифт-рифт-рифт», углы между лучами которых составляют 120° [Аплонов, 1987].

О глубинном строении региона, как и вообще о строении молодых и древних платформ, имеются различные точки зрения. Для объяснения позиции автора по этому вопросу остановимся на новейших из них.

В глубинном строении региона большинство исследователей выделяют складчатое основание, представленное метаморфизованными карбонатно-кремнистыми амфиболито-гнейсовыми и амфиболито-сланцевыми формациями архейско-протерозойского возраста, прорванными многочисленными интрузиями базитового состава и выраженными в рельефе в виде Енисейской антеклизы, Туруханско-Норильского авлакогена и западной окраины Тунгусской синеклизы. В строении осадочного чехла плиты участвуют отложения от рифея до мезозоя включительно. «Доплитный рифейский комплекс, сложенный в основном терригенными песчаниками и конгломератами, выполняет узкие авлакогены и байкальские перикратонные опускания. Вендские отложения образуют базальный горизонт плитного чехла, также распространенный в погруженных частях региона.

Нижний структурный этаж плитного чехла включает карбонатные и галогенно-карбонатные породы венд-кембрия. Среднепалеозойский этаж сложен терригенно-карбонатными породами силура — нижнего карбона. Верхнепалеозойско-нижнетриасовый этаж выполняет Тунгусскую синеклизу и грабеновые и рифтовые прогибы и представлен континентальными



Карта фактического материала.

1 — скважины, изученные автором; 2 — маршрутные исследования, проведенные автором; 3 — линии литолого-формационных профилей.

угленосными терригенными образованиями с базальтами, туфами и секущими интрузиями. В Енисей-Хатангском прогибе и приенисейской части региона верхний палеозой и мезозой образуют самостоятельный структурный этаж» [Розанов, Шарданов, 1983].

В. С. Сурков и О. Г. Жеро [1981], в свою очередь, в пределах региона, как и для всей ЗСП, выделяют три тектонических мегакомплекса:

1. Рифейский, состоящий из двух структурных комплексов: а) многоэпиклиналиного и б) орогенного.

2. Венд-силурийский, состоящий из трех комплексов: а) многоэпиклиналиного, залегающего в блоках с рифейским основанием, б) пост-орогенного, присутствующего фрагментарно, и в) плитного, широко развитого в районе.

3. Девон-нижнетриасовый, состоящий из четырех комплексов: а) миогеосинклинального и б) дейтерогенного, развитых в отдельных участках, в) плитного, широко развитого на венд-силурийском плитном основании, и г) рифтового, ограничивающего структуры ЗСП и СП в западной части района.

Таким образом, в пределах исследуемого района на складчатом основании архейско-нижнепротерозойских толщ залегают несколько плитных комплексов (чехлов), датируемых от венда до нижнего триаса [Сурков, Жеро, 1981] и от рифея до плиоцена [Розанов, Шарданов, 1983].

Поскольку объектом исследования в данной работе являются образования мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, и подстилающие толщи представляют интерес лишь с точки зрения их влияния на историю тектонического развития региона на юрско-меловом этапе, автор предлагает упрощенную схему строения региона: 1. **Комплекс основания**, датируемый возрастом, предшествующим датировкам перекрывающего плитного комплекса (например, кристаллическое основание архея — нижнего протерозоя для рифейского плитного комплекса). 2. **Плитный комплекс \***, датируемый возрастом, предшествующим датировкам перекрывающего осадочного чехла (например, рифейский плитный комплекс для архейско-нижнепротерозойского комплекса основания). 3. **Осадочный чехол**, датируемый по возрасту образований, залегающих на подстилающих породах комплекса основания или плитного комплекса (например, триас-плиоценовый для рифтовых зон и юрско-плиоценовый — для приенисейской части плиты). В этой схеме возможна достоверная фиксация всех сочетаний тектонических комплексов в любом разрезе, даже в случае выпадения из разреза как полного комплекса, так и его части.

В географическом отношении район исследований расположен в междуречье Таза и Енисея, ограничиваясь с севера субширотными структурами Енисей-Хатангского мегапрогиба, а с юга — широтными поднятиями так называемых Сибирских Увалов, хорошо выраженными в современном рельефе выходами меловых и палеогеновых пород на дневную поверхность (см. рисунок).

В основу монографии положены материалы результатов бурения Елогуйской и Туруханской опорных скважин [Булыникова и др., 1973; Каштанов, 1983; Геология..., 1975; Геология..., 1981; Каштанов, 1985], данные по Тазовскому, Заполярному, Русскому, Южно-Русскому, Сузунскому и Лодочному месторождениям углеводородного сырья, открытым в прилегающих и описываемом районах, а также результаты геолого-геофизических исследований, проведенных сотрудниками ПГО «Красноярск-геология» и «Енисейнефтегазгеология» в 1966, 1978 гг., в обработке которых автор принимал непосредственное участие.

---

\* Вулканогенные и осадочные породы рифейско-фанерозойского возраста, составляющие чехол Сибирской платформы, имеют широкое площадное распространение, характеризуются незначительными градиентами мощностей и в целом образуют непрерывное (исключая Алданский щит, Анабарский массив и Оленекское поднятие) тело плащеобразной формы, которое вполне отвечает понятию «плитный комплекс», принятому на совещании по составлению Атласа тектонических карт и опорных профилей Сибири (Новосибирск, 1978).

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

### 1.1. СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ И ФАЦИИ

В геологическом строении региона выделяются комплекс основания (нижний структурный этаж) архейско-раннепротерозойского возраста, плитный комплекс (промежуточный структурный этаж) рифея — нижнего триаса и мезозойско-кайнозойский осадочный чехол (верхний структурный этаж) [Булыникова и др., 1973; Каштанов, 1983, 1985; Савинский и др., 1987; и др.].

#### 1.1.1. ДОМЕЗОЗОЙСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Интенсивно дислоцированные и метаморфизованные толщи архейско-нижнепротерозойского возраста слагают комплекс основания на большей части исследуемого района. Породы, аналогичные протерозойским образованиям Енисейского кряжа (*удерейская свита*), вскрыты скважинами в приустьевой части р. Елогуй и на р. Комсе. Они представлены зеленовато-серыми с бурыми и малиновыми пятнами хлоритовыми, хлорито-серицитовыми, кварцево-хлорито-серицитовыми сланцами с прослоями голубоватых филлитов и вишнево-красных, иногда сургучных аргиллитов. Породы серпентинизированы, оталькованы и пропитаны гидроокислами железа. Углы падения пород составляют 80—90°. Мощность, вскрытая скважинами, не превышает 65—90 м.

В ряде районов Сибирской платформы в отложениях удерейской свиты известны залежи высокоглиноземистых, полиметаллических и железных руд [Минерагения..., 1970] (рис. 1.1).

Отложения **плитного комплекса**, предположительно отнесенные к рифею, вскрыты скважинами в нижнем течении р. Нижней Баихи, вблизи пос. Якуты, на Ермаковской и Костровской площадях и несколько южнее г. Игарки. Они представлены темно- и светло-серыми доломитами и известняками с большим количеством трещин, выполненных кальцитом. Изредка в виде маломощных прослоев отмечаются алевролиты и аргиллиты серого, зеленоватого и буроватого цветов. Углы падения слоев составляют 30—45°. Судя по литологической характеристике, эти породы напоминают отложения *нижнетунгусской* и *деревнинской* свит рифея Сухотунгусской и Летнинской площадей западной окраины СП, а также тунгусской серии среднего—верхнего рифея Енисейского кряжа [Геология..., 1981]. Мощность, вскрытая скважинами, около 200 м. В составе рифейских пород в пределах сопредельных районов Сибирской платформы установлены медистые породы, бокситы, фосфориты, марганец, залежи углеводородов рифейского нефтегазоносного горизонта (НГГ) (см. рис. 1.1). Отложения венда в районе не вскрыты, однако в Туруханском районе предполагается широкое их развитие с залежами УВ в пластах группы II мотского НГГ [Назимков, 1985].

**Кембрийская система** (см. рис. 1.1). В бассейне р. Елогуй глубокими скважинами вскрыта известково-доломитовая толща пород, которую по литологическому составу условно можно сопоставить с *летнинской* свитой [Петраков, 1964] среднего и верхнего кембрия западной окраины СП. Она представлена переслаивающимися серыми, светло-серыми и желтоватыми, реже — розоватыми и темно-серыми долами-

Система	Отдел	Ярус	Свита	Осадочные формации и минералогические горизонты	Нефтегазоносные горизонты	
Четвертичные отложения не исследовались						
Палеоген	Неогеновые отложения отсутствуют					
	Олигоцен	Общепри-	Новомихайловская	Тымский железорудный Людливорский апалоносный Худосейский марганцевый		
	Эоцен	нятых яру-	Алтайская			
Палеоцен	сов нет	Тюльинская				
Мел	Верхний	Датский	Эзлаевская	Туржунский аломжелезорудный		
		Маастрихт	Танамская			
		Кампан	Самойловская			
		Сантон	Самойловская			
		Коньяк	Самойловская			
	Нижний	Турон	Меркушинская	Танамский фосфоритовый Костровский железорудный Мессояжский фосфато-железорудный Коллашевский железорудный Нарымский железорудный		
		Сеноман	Маковский			
		Альб	Маковский			
		Алт	Маковский			
		Баррем	Маковский			
Юра	Верхний	Валанжис	Суходу- бинская	Маковский бокситовый, Далганский железорудный, пласты группы Пк <sub>2,3</sub> угаз, Кийский фосфоритовый; Пласты группы Пк <sub>2-3</sub> (газ)	Алт-сеноманский	
		Берриас	Берриас- валанжиская		Пласты группы Сд <sub>2,3</sub> , Сх <sub>1,2</sub> (газоконденсат)	Берриас-валанжисский
		Волжский	Волжская		Пласты группы Ю <sub>0</sub> (нефть)	Волжский
		Кимеридж	Яновская		Байкинский железорудный фосфорито-марганцевый	
		Оксфорд	Сиговская		Сиговский железорудный фосфори- товый, пласты группы Ю <sub>1-Ю<sub>4</sub></sub> (газ-нефть)	Келловей-оксфордский
	Средний	Келловей	Тоцинская	Пласты группы Ю <sub>2-Ю<sub>4</sub></sub> (нефть)		
		Бат	Малышевская			
		Байос	Левинская			
		Аален	Левинская			
		Тоар	Джангобская			
Нижний	Плинсбах	Левинская	Пласты группы Ю <sub>5-М</sub> (газ-нефть)			
	Синемюр	Зимняя				
	Гатманг	Зимняя				
Триас	Верхний	Рэтский	Тампейская	Нефть-газ (?) (Индексации пластов нет)	Триасовый (?)	
	Нижний	Аленский Индский	Тютюнчанская			
Пермь	Нижний	Наморский		Железные руды, бокситы, угли, графит, каолин. Нефть-газ (Индексации пластов нет)	Верхнепермский	
	Верхний	Визейский	Катская Брусская			
Девон	Средний	Живетский Зюгелский	Тынелская Юктинская	Железные руды, бокситы, фосфориты. Нефть-газ (Индексации пластов нет)	Юктинский	
	Нижний	Лудлов Венлок Лландов	Нимдинская Дьявольская Грапалитовая	Нефть-газ (Индексации пластов нет)	Венлокский	
Ордовик	Верхний	Мангазейский	Неручанская	Медистые породы, железные руды, фосфориты. Нефть-газ (Индексации пластов нет)		
	Средний	Криволучный	Криволучная		Байкитский	
	Нижний	Чунский	Байкитская			
Кембрий	Верхний		Челтыкская Летинская	Медистые породы, сланец, фосфориты		
	Средний		Летинская	Нефть-газ (Пласты группы К, по Г.Д. Назимкову, 1985)	Костинский	
Венд	Верхний		Костинская	Нефть-газ (пласты группы П, по Г.Д. Назимкову, 1985)	Верхнемотский Нижнемотский	
			Платоновская			
Рифей	Верхний		Нижнепуневская	Медистые породы, бокситы, фосфориты, марганец. Нефть- газ (индексации пластов нет)		
			Деревинская		Рифейский	
Протерозой	Средний Нижний		Удерейская	Колчеданно-полиметалли- ческие и железные руды		

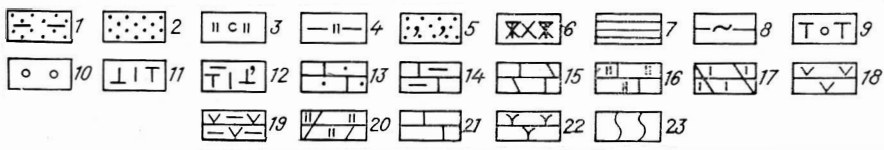
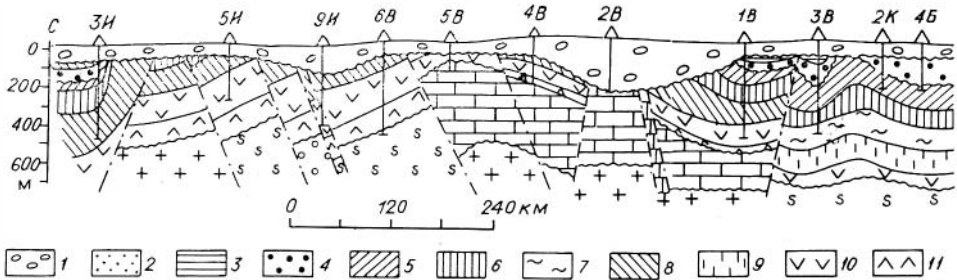


Рис. 1.1. Схема стратиграфии, осадочных формаций и минералогии области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

1—22 — формации: 1 — терригенно-угленосная, 2 — терригенно-сероцветная, 3 — известковисто-сидеритовая, 4 — глинисто-известковистая, 5 — кварцево-глаукогонитовая, 6 — железо-фосфато-марганцевая, 7 — глинисто-сероцветная, 8 — глинисто-пестроцветная, 9 — железобокситовая, 10 — бокситовая, 11 — опало-фосфато-железосная с бокситами, 12 — кварц-глаукогонито-опокосная с фосфоритами, марганцем и железными рудами, 13 — терригенно-карбонатная, 14 — карбонатно-глинистая, 15 — карбонатно-сланцевая, 16 — карбонатно-кременистая, 17 — слюдиисто-сланцевая, 18 — эффузивная, 19 — углистая, 20 — хлорито-сланцевая, 21 — карбонатная, 22 — углисто-кременистая; 23 — породы комплекса основания.





тами, известняками с прослоями глинистых мергелей. Известняки расчленены сетью различно ориентированных трещин, выполненных кальцитом, интенсивно брекчированы и пронизаны сетью сутуро-стилолитовых швов с тонким налетом глинистого материала по поверхности сочленений. Наибольшая вскрытая мощность около 650 м. В отложениях ленинской свиты в пределах СП известны медистые породы, свинец, фосфориты. В нижележащей костинской свите выявлены залежи УВ, в пластах группы К костинского НГГ [Назимков, 1985].

**Ордовикская система** (см. рис. I.1). Отложения ордовика вскрыты скважинами в правобережной части Енисея в районе р. Варламовки. Они представлены отложениями байкитской, криволучкой и неручандской свит [Геология, 1981].

*Байкитская* свита слагается светло-серыми, серыми кварцевыми мелко- и среднезернистыми песчаниками с глинисто-карбонатным цементом. Вскрытая ее мощность составляет от нескольких до первых десятков метров. В ее составе прогнозируются фосфориты, железные руды, залежи УВ байкитского НГГ.

*Криволучкая* свита сложена пестроцветными алевролитами и аргиллитами с фосфоритами, прослоями мергелей и песчаников. Мощность свиты достигает 10—20 м.

*Неручандская* свита [Петраков, 1964] представлена темно-серыми, серыми известковистыми аргиллитами с прослоями темно-серых мергелей и песчаников мощностью 20—30 м. В составе криволучкой и неручандской свит в пределах СП установлены медистые породы, железные руды, фосфориты.

**Силурийская система** (см. рис. I.1). Отложения силура вскрыты скважинами также в правобережье р. Енисей в районе р. Бахты, где они представлены темно-серыми и черными аргиллитами, алевролитами, известняками, доломитами и мергелями с фауной пелеципод, брахиопод, криноидей, трилобитов, отнесенной к граптолитовой свите нижнего — среднего лlandoвери. Мощность свиты не превышает первых десятков метров. В погруженных частях района предполагается наличие отложений дьявольской и нимдинской терригенно-карбонатных свит с залежами УВ венлокского НГГ.

**Девонская система** (см. рис. I.1). Отложения девона вскрыты единичными скважинами в юго-восточной части района, где они представлены пестроцветными песчано-алевритистыми и известковистыми осадками, которые по литологическому составу могут быть сопоставлены со среднедевонскими отложениями *юктинской* и *тынепской свит*. Скважинами вскрыта лишь часть отложений девона мощностью до 50 м. В их составе предполагаются железные руды, фосфориты, бокситы, залежи УВ юктинского НГГ.

**Каменноугольная система** (см. рис. I.1). Отложения карбона вскрыты скважинами в районе Туруханской и Курейской площадей, а также севернее, в районе оз. Налымьего. В первом случае это черные, темно-серые и серые плотные тонкослоистые аргиллиты и алевролиты с тонкими прослоями серых песчаников и темно-серых глинистых известняков. Наблюдаются следы подводно-оползневой деятельности. В районе оз. Налымьего вскрыты темно-серые и серые известняки. По литологическому со-

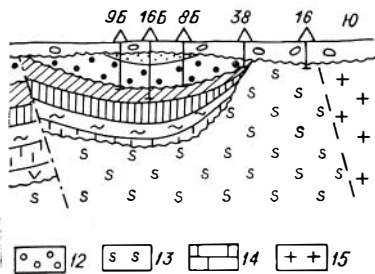


Рис. I.2. Геологический разрез вдоль Енисея.

1—11 — осадочный чехол, отложения: 1 — четвертичные, 2 — сенона (сымская свита), 3 — турона, 4 — бокситоносные альб-сеномана, 5 — апт-альба, 6 — готерив-баррема, 7 — валанжина (тарская свита), 8 — нерасчлененные верхней юры — валанжина, 9 — верхней юры, 10 — средней юры, 11 — нижней юры; 12—14 — плитный комплекс, отложения: 12 — среднего — верхнего карбона, 13 — нерасчлененные ордовика — силура — девона, 14 — рифея — кембрия; 15 — комплекс основания, нерасчлененные отложения архея — ранне-го протерозоя.

ставу эти отложения можно сопоставить с осадками *катской* и *брусской* свит западных окраин СП. Вскрытая скважинами мощность около 100 м. В отложениях карбона предполагается наличие залежей УВ верхнепалеозойского НГГ.

Пермская система (см. рис. I.4). Отложения пермской системы известны только в пределах Курейской впадины и на р. Фатъянихе. Они представлены чередованием тонкоплитчатых известняков, аргиллитов с графитом. В их составе предполагаются железные руды, бокситы, угли, графиты, каолин.

Протерозойские, рифейские и палеозойские образования по электрокаротажным свойствам четко обособляются от пород осадочного чехла. Для них характерны высокие кажущиеся сопротивления (КС) (300—400 до 6000 Ом·м) и слабодифференцированные кривые спонтанной поляризации (ПС) с отрицательным знаком.

Породы комплекса основания и плитного комплекса разбиты дизъюнктивными нарушениями на систему блоков, образующих серию грабено- и горстообразных сбрососдвиговых и надвиговых структур, создающих в доурском рельефе цепи поднятий и впадин (рис. I.2—I.4). Этим объясняется большая амплитуда колебаний глубины залегания докембрийских образований уже на сравнительно небольших расстояниях. Так, у пос. Туруханск они залегают на глубине 300—350 м, а в 150 км к запа-

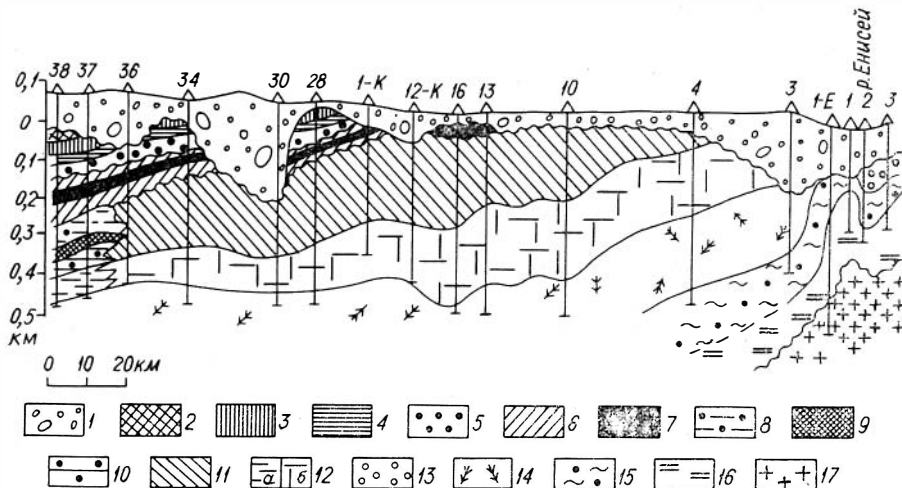


Рис. I.3. Геологический разрез Елогуйского профиля.

1 — четвертичные ледниковые отложения; 2 — лигнитоносные глины новомихайловской (?) свиты (средний олигоцен); 3 — песчано-глинистые отложения атлынской (?) свиты (нижний олигоцен); 4 — глины люлинворской (?) свиты (верхний эоцен — нижний олигоцен); 5 — кварц-каолиновые пески верхнесимской подсвиты (маастрихт-дат); 6 — туруханский железноносный горизонт (кампан-маастрихт); 7 — оолитовые железные руды туруханского горизонта; 8 — прибрежно-морские песчано-алевритовые отложения славгородской (?) свиты (сантон-кампан); 9 — оолитовые железные руды нарымского горизонта (коньяк-сантон); 10 — прибрежно-морские песчано-алевритовые отложения ипатовской (?) свиты (коньяк-сантон); 11 — континентальные песчано-глинистые отложения нижнесимской подсвиты (сенон); 12 — морские глинисто-алевритовые отложения турона (а) и континентальные песчано-глинистые отложения верхнесимоновской (турон) подсвиты (б); 13 — прибрежно-морские бокситосодержащие отложения альб-сеномана; 14 — континентальные песчано-глинистые угленосные отложения покурской свиты (апт-альб-сеноман); 15 — континентальные глинистые отложения киялинской свиты (готерив-баррем); 16 — песчано-глинистые отложения тарской свиты (верхняя юра — валанжин); 17 — породы комплекса основания.

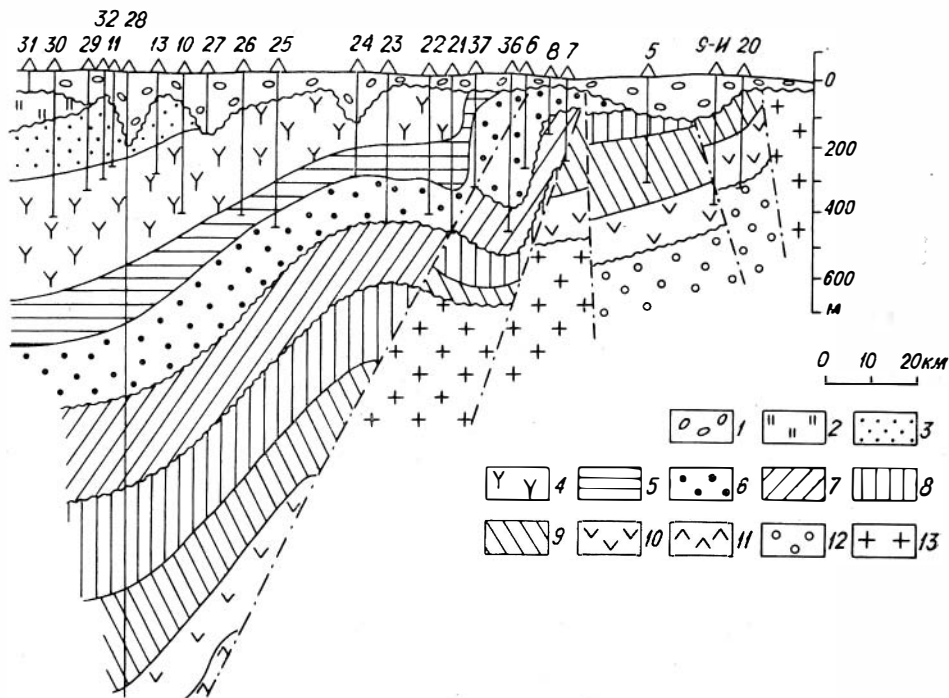


Рис. I.4. Геологический разрез по р. Турухан.

Отложения: 1 — четвертичные водно-ледниковые; 2 — палеогеновые (?) морские и прибрежно-морские; 3 — континентальные маастрихта и датского яруса; 4 — прибрежно-морские железоносные сенона, иногда с минералами свободного глинозема; 5 — морские, прибрежно-морские и аллювиально-озерные турона; 6 — бокситсодержащие прибрежно-морские и озерно-болотные альб-сеномана; 7 — существенно континентальные апт-альба; 8 — прибрежно-морские глинисто-алевритовые готерив-баррема; 9 — морские песчано-алевритистые верхней юры — валанжина; 10 — преимущественно морские алевритово-глинистые средней юры; 11 — аллювиально-озерные песчано-глинистые нижней юры; 12 — нерасчлененные среднего — верхнего карбона; 13 — нерасчлененные архея — раннего протерозоя.

ду у пос. Янов Стан опорная скважина I-P не вышла из юрских отложений на глубине 3000 м (см. рис. I.4). По сейсмическим данным, глубины залегания подошвы осадочного чехла здесь не меньше 3300—3500 м. В районе устья р. Елогуй, на правом берегу Енисея, домезозойские образования залегают на глубине 370 м, а в 125 км к западу Елогуйская опорная скважина вскрыла их на глубине 1467 м. Далее на запад образования комплекса основания и плитного комплекса, по-видимому, еще больше погружаются (см. рис. I.3, I.4).

В ряде случаев на поверхности доюрских образований фиксируются коры химического выветривания (устье рек Елогуй и Хахалевка и т. д.), а также плотные образования кремнисто-кварцевого, сидеритизированного и карбонатизированного состава, относимые многими исследователями к продуктам коры выветривания. По геофизическим данным, в ряде мест ожидается развитие эффузивных образований различного петрографического состава.

### I.1.2. МЕЗОЗОЙСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

На породах комплекса основания и плитного комплекса с угловым и стратиграфическим несогласием залегает толща мезозойско-кайнозойских отложений осадочного чехла, мощность которых в зависимости от их структурно-тектонического положения колеблется в широких пределах: от первых десятков до 4,5 тыс. м и более. Все мезозойско-кайнозойские осадки не метаморфизованы, но нижние их горизонты, включая альб-сеноман, смиты в пологие складки субмеридионального и субширотного простирания. Туропские и более молодые осадки в рассматриваемом районе лежат уже почти горизонтально.

Тампейская серия (Т). В основании осадочного чехла на севере Западно-Сибирской плиты залегают серые и темно-серые аргиллиты, алевролиты, туфопесчаники с прослоями серых и зеленовато-серых песчаников континентального генезиса, в которых определены триасовые спорово-пыльцевые комплексы. Предполагаемая мощность превышает 6000 м.

Отложения тампейской серии объединяются в триасовый (?) нефтегазоносный горизонт.

**Юрская система.** Юрские образования района представлены всеми тремя отделами. Осадки нижней юры установлены лишь во внутренних частях глубоких впадин, где они выражены переслаиванием серых песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями углей континентального генезиса. Сероцветные песчано-глинистые отложения среднего отдела юры прибрежно-морского генезиса развиты достаточно широко, исключая сводовые части крупных поднятий в приплатформенной части района, где они размыты. Верхнеюрские прибрежно-морские образования представлены песчано-глинистыми осадками с примесью пирокластического материала и залегают в виде сплошного чехла, за исключением мест, подвергшихся послееюрской эрозии.

**Нижний отдел.** Заводоуковская серия ( $J_1^h + J_3^{cl}$ ). Отложения заводоуковской серии залегают в основании осадочного чехла и лишь в районе Усть-Енисейской впадины — на отложениях тампейской серии. В ее составе выделяются терригенно-угленосные, терригенно-нефтегазоносные и терригенно-сероцветные формации (см. рис. 1.1). Заводоуковская серия подразделяется на пять горизонтов — шеркалинский, джангодский, лайдинско-вымский, леонтьевский и малышевский [Геология..., 1975].

*Шеркалинский горизонт* (геттанг-плинсбах) в районе представлен отложениями зимней, левинской и низов тюменской свит. Мощность отложений шеркалинского горизонта достигает 500 м.

*Зимняя свита* (геттанг-плинсбах) вскрыта скважинами на Семеновской, Тампейской, Зимней и Тундровой площадях Усть-Енисейского района. Свита представлена прибрежно-морскими сероцветными песчаниками с прослоями глин и алевролитов с микрофауной. Мощность свиты до 350 м.

*Левинская свита* (плинсбах) развита в Усть-Енисейском районе и согласно залегает на породах зимней свиты или с размывом перекрывает домезозойские толщи. Отложения свиты представлены преимущественно сероцветными глинами с линзовидными прослоями алевролитов и песчаников прибрежно-морского генезиса.

*Джангодский горизонт* (плинсбах-гоар) в районе представлен тремя пачками прибрежно-морских осадков *джангодской свиты*. Нижняя пачка (плинсбах) состоит из песчаников с маломощными прослоями глин. Средняя (нижний тоар) — преимущественно серыми и темно-серыми глинами и верхняя (верхний тоар) — чередованием песчаников и алевролитов с прослоями глин. Мощность горизонта достигает 400 м. В составе отложений нижней юры вскрыты залежи УВ (пласты группы Ю<sub>5</sub>—М).

**Средний отдел.** *Лайдинско-вымский горизонт* (аален) представлен темно-серыми, реже буровато-серыми глинами с редкими прослоями песчаников и алевролитов, иногда гравелитов *лайдинской свиты* мощностью до 220 м, согласно залегающих на породах джангодской свиты. *Вымская свита* согласно залегает на породах лайдинской свиты и представлена серыми мелко- и среднезернистыми известковистыми песчаниками с линзовидными прослоями серых и зеленовато-серых глин. Мощность свиты достигает 320 м.

*Леонтьевский горизонт* (байос) включает в основном отложения тюменской свиты, сложенной в районе осадками костровской и верещагинской пачек. В приенисейской части в основании тюменской свиты выделяется *костровская пачка*, представленная чередованием сероцветных глин и алевролитов с прослоями песчаников. Восточнее она залегает в изо-

лированной депрессии фундамента на правом берегу Енисея в разрезе скв. 6-к Верещагинского профиля (гл. 349—500 м). Аналогом этой пачки является *верещагинская*. Она представлена ритмично чередующейся флишеподобной толщей серых, светло- и темно-серых, палевых, голубовато-серых алевритистых и мелкозернистых песчаников с тонкими прослоями туфоалевролитов и углей. Мощность прослоев от 5 до 50 см с преобладанием мощностей 5—10 см. Часты продукты размыва каолиновых кор выветривания, обломки сургучных глин, следы древних оползней. В самом верху толщи — 10-сантиметровый прослой грязно-серого гравелитового песка с галькой кварца. Среди обломков пород преобладают кислые и средние эффузивы. Аргиллиты имеют гидрослюдистый состав. Минералы тяжелой фракции представлены в основном цирконом, гранатом, титансодержащими минералами и турмалином.

*Мальшевский горизонт* (байос — нижний келловей). В его составе выделяются аллювиально-озерные и прибрежно-морские отложения тюменской свиты ниже- и среднеюрского возраста. Свита сложена серыми и темно-серыми песчаниками (реже гравелитами), аргиллитами, алевролитами и глинами с прослоями бурого угля в верхней части разреза. Порода неравномерно известковистые и содержат местами скопления обугленного растительного детрита и стяжения сидерита.

Состав ниже- и среднеюрских осадков, по данным минералогических исследований, характеризуется преобладанием в легкой фракции (выход которой составляет 94,2—99,9 % от породы) кварца (50—80 %) над полевым шпатом (10—40 %) и большим количеством слюд (до 28 %), в том числе биотита, часто совершенно свежего мусковита и зеленой слюды. Кроме того, в легкой фракции присутствуют хлориты, глауконит, отмечаемый в среднеюрских отложениях р. Турухан, и обломки кремнистых пород. В тяжелой фракции, составляющей 0,1—5,8 % породы, преобладают минералы группы магнетита — ильменита (10—60 %). Значительно меньше здесь минералов группы эпидота — цоизита, количество которых не превышает 13 % веса фракции. В единицах процента содержится циркон, турмалин, гранат, а в единичных зернах встречаются рутил, хлорит, амфиболы, пироксены и шпинель.

Интересно отметить, что в осадках нижней — средней юры бассейна р. Елогуй почти совершенно отсутствуют метаморфические минералы (дистен, ставролит, андалузит), в то время как в бассейне р. Турухан они отмечаются в синхронных отложениях в количествах от единичных зерен до долей процента.

В Усть-Енисейском районе на породах леонтьевской свиты залегают отложения *мальшевской свиты* (бат), представленные преимущественно песчаниками с прослоями алевролитов и глин, количество которых увеличивается в западном направлении. Породы отлагались в прибрежно-морских условиях и имеют мощность до 400 м. В отложениях средней юры вскрыты залежи преимущественно нефти в пластах группы Ю<sub>2</sub> — Ю<sub>4</sub>.

Отложения заводокувской серии объединяются в нижне-среднеюрский нефтегазоносный горизонт.

Верхний отдел. Полудинская серия ( $J_3^{cl} + K_1^y$ ). На отложениях ниже- и средней юры залегают морские и прибрежно-морские песчано-глинистые осадки в е р х н е й ю р ы. В отличие от ниже-, среднеюрских, они имеют более светлую окраску, часто с зеленоватым оттенком, и характеризуются повышенной карбонатностью всего разреза. В составе полудинской серии развиты терригенно-сероцветные и терригенно-нефтегазоносные формации. Они накапливались в основном в морских условиях.

В отложениях, соответствующих по возрасту кимеридж-вожскому ярусу, отмечается пирокластический материал. Судя по минеральному составу, вулканические частицы являются производными кислой магмы липарито-дацитового состава [Ван, Каштанов, 1971]. Угли в отложениях верхней юры отсутствуют. В нижней половине разреза верхней юры преобладают песчанистые фации, вверху — глины. В бассейне р. Елогуй

для келловей-оксфордской части разреза характерно наличие обугленного растительного детрита и бурых углей, для отложений верхней юры — подводно-оползневых образований. Минералогический состав осадков верхней юры довольно своеобразен. В легкой фракции, составляющей 98,2—99,5 % породы, доминируют кварц (40—68 %) и полевые шпаты (27—46 %). В бассейне р. Елогуй содержание полевых шпатов местами достигает 59 %. Резко возрастает количество слюд (до 35 %), глауконита и хлорита. В тяжелой фракции (0,5—1,8 % породы, в единичных случаях до 17 %) преобладают минералы группы магнетита — ильменита и эпидота — цоизита. Резко возрастает, особенно в бассейне р. Турухан, содержание амфиболов, а также циркона (7—37 %), граната (2—26 %), сфена (1—19 %), зеленого (до 10 %) и бурого (до 18 %) биотита. Вверх по разрезу количество рудных минералов уменьшается, но увеличивается количество слюд и амфиболов. В единичных зернах присутствуют метаморфические минералы и пироксены.

*Нижневасюганский горизонт* (келловей-оксфорд) в северо-восточной части района представлен отложениями точинской (келловей) и сиговской (оксфорд-кимеридж) свит.

*Точинская свита* слагается темно-серыми и серыми глинами с прослоями песчаников и алевролитов, количество которых увеличивается вверх по разрезу. В направлении к Малохетскому валу и восточным окраинам бассейна в составе осадков возрастает роль песчано-алевритистого материала. Мощность свиты достигает 230 м. Отложения формировались в условиях мелководного морского бассейна.

*Сиговская свита* подразделяется на две подсвиты. Нижняя подсвита расчленяется, в свою очередь, на три пачки. В состав нижневасюганского горизонта входит нижняя (оксфордская) пачка, представленная преимущественно серыми и темно-серыми глинами с прослоями песчаников и алевролитов с галькой глинистых пород, конкрециями пирита, прослоями глауконита, лептохлоритов и желваками фосфоритов, выделяемая в сиговский железорудный фосфоритовый горизонт [Каштанов, 1985]. В оксфордской части разреза вскрыты залежи УВ в пластах группы Ю<sub>1</sub> — Ю<sub>1</sub><sup>I</sup>. Мощность пачки, накапливающейся в прибрежно-морских условиях, 50 м.

*Верхневасюганский горизонт* (оксфорд) включает среднюю и верхнюю пачки сиговской свиты. Средняя пачка представлена серыми и темно-серыми алевролитами с прослоями песчаников, увеличивающимися в восточном и южном направлениях. В алевролитах встречаются гнезда глинистого материала, обугленная древесина. Мощность пачки до 30 м. Верхняя пачка представлена серыми глинами с прослоями алевролитов, реже — плохо отсортированных, разнозернистых песчаников, накапливающихся в мелководно-морских условиях. Мощность пачки до 70 м.

*Георгиевский горизонт* (кимеридж) включает в себя верхнюю подсвиту сиговской свиты, представленную преимущественно песчаниками и алевролитами с прослоями глин. В северном направлении в разрезе преобладают глауконито-лептохлоритовые песчаники и алевролиты Баихского фосфорито-марганцевого и железорудного горизонта [Каштанов, 1983]. Отложения накапливались в прибрежно-морских условиях. В состав георгиевского горизонта также входит нижняя кимериджская часть яновстановской свиты (кимеридж-берриас), представленная существенно глинистыми породами с многочисленными включениями песчано-алевритового материала. Глины, накапливавшиеся в прибрежно-морских условиях, окрашены в темно-серые и серые, иногда зеленовато-серые тона и содержат обугленные растительные остатки. Отложения ниже- и верхневасюганского и георгиевского горизонтов объединяются в келловей-оксфордский нефтегазоносный горизонт.

*Баженовский горизонт* (волжский ярус) включает верхнюю подсвиту яновстановской свиты кимеридж-берриаса. Отложения ее широкой полосой прослеживаются от Усть-Енисейского района до г. Колпашево и

представлены серыми и темно-серыми глинами с редкими прослоями алевролитов и песчаников морского генезиса. Мощность отложений достигает 300 м. Отложения баженковского горизонта составляют волежский нефтегазоносный горизонт (пласты группы Ю<sub>0</sub> — нефть).

**Верхняя юра — валанжин.** В южной части района от устья Подкаменной Тунгуски до с. Нижне-Имбатского на коре выветривания пород основания и плитного комплекса, а также на продуктах кремнисто-кварцевого, сидеритизированного и карбонатизированного состава залегают толща сероцветных, местами зеленоцветных, песчано-глинистых отложений с обилием растительного детрита и богатой фауной. Иногда осадки слабоуглисты. Мощность их колеблется от 35 м на юге до 150 м в северной части. В сторону Сибирской платформы эти отложения постепенно выклиниваются. В непосредственной близости от склонов Сибирской платформы (от Подкаменной Тунгуски до Бахты) она устанавливается по смене сероцветных прибрежно-морских отложений красноцветными глинами готерив-баррема. Еще севернее эти отложения постепенно сменяются близкими по литологическому составу осадками валанжина [Чупахин, 1960].

В приплатформенной части Западно-Сибирской плиты (скв. 9 — пос. Бор; скв. 62 — р. Сумарочиха; скв. 15 — р. Сарчиха; скв. 1, 2 — р. Комса, скв. 7 — с. Нижне-Имбатское) в разрезе отложений верхней юры и валанжина преобладают песчаные породы. Алевролиты и аргиллитоподобные глины играют подчиненную роль. В более погруженных частях (во впадинах) песчано-глинистые отложения сменяются темно- и зелено-серыми аргиллитоподобными глинами и алевролитами. Характерны подчиненные прослои известковистых песчаников и ракушечника (скв. 18 — р. Комса и скв. 18 — р. Сарчиха). Все породы известковистые и содержат много пирита. Обилие в прибрежно-морских осадках верхней юры — валанжина ильменита вплоть до промышленной концентрации (нижнее течение р. Бахты) А. Я. Чупахин [1960] связывает с размывом доюрской и средне-, верхнеюрской коры химического выветривания. О существовании этих кор выветривания и их размыве свидетельствуют также наличие выветрелых каолинизированных пород основания под осадками средней юры в разрезах скв. 4 и 5 Верещагинского профиля, Елогуйской скв. 1 и др., а также широко распространенная в северной части района верхнеюрско-валанжинская терригенно-глауконитовая железоносная формация с горизонтами оолитовых лептохлорит-гидрогетитовых руд [Гольберт, 1963, 1968].

Автор монографии полагает, что на условия образования пород этой формации повлияли не только продукты размыва, переотложения и хемогенного накопления железорудных компонентов, но в значительной степени — массовая миграция углеводородов из нефтематеринских толщ, сформировавшая юрский нефтегазоносный комплекс.

**Меловая система. Нижний отдел.** Осадки валанжина, судя по разрезам Туруханских и Елогуйских скважин, формировались в прибрежно-морских условиях. Они слагаются часто чередующимися прослоями песчаников, алевролитов, глин. Песчаники и алевролиты полимиктовые, известковистые и иногда содержат маломощные прослои известняка. Встречаются прослои сидеритовых туффитов, туфосидеритов, туфопесчаников и туфогенных силицитов [Ван, Каштанов, 1972]. Сортировка осадков валанжина по сравнению с юрскими более совершенная, а мощность их колеблется от 100—120 м в южной части до 230 м на севере. В морских осадках валанжина более значительное место занимают полевые шпаты и слюды, содержание которых местами достигает более 50 % легкой фракции и глины, составляющей 96,3—99,9 % породы. В тяжелой фракции снижается содержание минералов группы магнетита — ильменита, причем преобладающими становятся минералы группы эпидота — цоизита (19—48 %), что характерно для осадков нижнего мела. Появляются пирит, содержание которого иногда достигает 50 % тяжелой фракции,

и сидерит (до 5 %). В единичных зернах присутствуют тремолит, дистен, хлоритоид, анатаз. В несколько меньших количествах, чем в осадках юры, содержатся циркон, турмалин, гранат, сфен.

Морские отложения валанжина по скважинам Туруханского и Елогуйского профилей вверх по разрезу постепенно сменяются прибрежно-морскими (р. Турухан), опресняющихся лагун (р. Елогуй) и озерно-континентальными (р. Дубчес) угленосными осадками готерив-баррема. Это преимущественно серые, реже зеленовато-серые песчано-алевролитовые породы с прослоями глин, аргиллитов с растительным детритом и углями в верхней части разреза. Песчано-алевролитовый материал в осадках, готерив-баррема плохо отсортирован. Цемент пород обычно глинистый, глинисто-карбонатный или кремнисто-глинистый. В верхней части разреза в цементе много каолинита. Отмечаются туфопесчаники и туфогенные силициты [Ван, Каштанов, 1971]. Минералогический состав осадков готерив-баррема и валанжина довольно сходен и характеризуется значительной ролью полевых шпатов в легкой фракции, количество которых достигает 50 % и более. Среди полевых шпатов преобладают микроклин и плагиоклаз. Зерна их обычно не окатаны и не изменены. Ортоклаз обычно пелитизирован. В тяжелой фракции преобладают минералы группы эпидота — цоизита, значительно меньше — магнетита — ильменита. В нижней (морской) части разреза очень много анатаза (до 23 %), апатита (11—14 %), граната (1,5—10 %), несколько меньше, чем в осадках валанжина, циркона (1,5—3,0 %), сфена и совершенно отсутствуют пироксены. Коррелятивными минералами для готерив-баррема являются, таким образом, анатаз, апатит, сфен. Осадки готерив-баррема характеризуются также почти полным отсутствием сидерита и пирита.

В пределах юго-восточной части района прибрежно-морские осадки верхней юры — валанжина без следов перерыва переходят в лагунные и озерно-континентальные песчано-глинистые осадки готерив-баррема. Границу между ними К. В. Боголепов [1961б] проводил условно — по исчезновению фауны пелеципод, остракод и гастропод. Вблизи д. Сумароково, у пос. Бор и в бассейне р. Сумарочихи отложения готерив-баррема представлены пятнисто-окрашенными глинами красного, фиолетового, лилового и зеленовато-серого цвета с небольшими прослоями песков и глинистых алевролитов. К северу количество красноцветных пород в разрезе готерив-баррема постепенно убывает. В приустьевой части р. Бахты они встречаются лишь в виде маломощных прослоев и только вблизи склона Сибирской платформы. Здесь в разрезе готерив-баррема доминируют зеленовато-серые пески, переслаивающиеся с аргиллитоподобными глинами. Характерно обилие растительных остатков, а также наличие маломощных прослоев бурого угля, т. е. осадки готерив-баррема этой территории аналогичны таковым бассейна р. Елогуй. Мощность отложений готерив-баррема увеличивается с юга на север от 10—30 до 110 м на р. Сарчихе и 127 м у д. Комса. В Елогуйской опорной скважине их мощность достигает 291 м, в бассейне р. Турухан — 130—400 м. В пределах северного погребенного продолжения Енисейского кряжа осадки готерив-баррема неизвестны. Здесь на породах основания залегают отложения апт-альб-сеномана.

В составе нижнемеловых отложений района выделяются:

*Куломзинский горизонт* (берриас-валанжин). В него входят: нижняя пачка зеленовато-серых и серых алевролитов и глин *елогуйской* свиты с обилием обломков пелеципод, гастропод, аммонитов и рострами белемитов, опесчаняющаяся в восточном направлении. Мощность пачки 80 м; *юрацкая* свита (берриас-готерив) (нижняя подсвита), развитая в Туруханско-Ермаковском районе, представленная чередованием сероцветных алевролитов и глин с прослоями песчаников с фауной аммонитов и фораминиферами. Мощность подсвиты 170 м; *нижнехетская* свита (берриас-валанжин), развитая в Усть-Енисейском районе, сложенная чередованием серых и зелено-серых алевролитов и глин с фауной аммонитов, мощность ее до 300 м.



Отложения куломзинского горизонта объединяются в берриас-валанжинский нефтегазоносный горизонт.

*Тарский горизонт* (валанжин), включает: верхнюю подсвиту *елогуйской* свиты, представленную чередованием серых и зеленовато-серых глин, алевролитов, известковистых песчаников и мергелей с фауной пелеципод. Мощность подсвиты 20—30 м; среднюю подсвиту *юрацкой* свиты (берриас-готерив), сложенную песчано-алевролитовыми породами с редкими прослоями угля, накапливающимися в мелководной зоне моря. Мощность ее 300 м; *суходудинскую* свиту (валанжин-готерив), развитую в Усть-Енисейском районе и распространяющуюся на запад, возможно, до районов р. Таз. В состав тарского горизонта входит нижняя подсвита, представленная сравнительно выдержанными пластами сероцветных песчаников и глин. Мощность отложений подсвиты, накапливающихся в морских условиях, достигает 300 м. В отложениях куломзинского и тарского горизонтов залежи УВ встречены в пластах группы СД<sub>8-11</sub> и НХ<sub>1-5</sub> (газоконденсат).

С *аргатская* серия ( $K_1^v + K_1^{ap}$ ) подразделяется на четыре горизонта: нижневартовский, черкашинский, нижнеалымский и кошайский.

*Нижневартовский горизонт* (валанжин-баррем) в районе включает в себя отложения *юрацкой*, *суходудинской*, *вартовской* и *киялинской* свит. Юрацкая свита входит в состав горизонта осадками низов средней подсвиты, представленными линзовидными прослоями сероцветных песчаников, алевролитов и глин с углистым детритом по плоскостям наслаения. Мощность отложений до 200 м. На северо-востоке района в состав горизонта входят отложения средней подсвиты *суходудинской* свиты, представленные чередованием сероцветных песчаников, алевролитов и глин с прослоями бурых углей и линзами сидерита. Мощность подсвиты до 130 м. Отложения *вартовской* и *киялинской* свит, развитые в южной части района, описаны выше.

*Черкашинский горизонт* (готерив-баррем) включает пестроокрашенные породы *киялинской* свиты (валанжин-апт), описанные выше и распространенные в южной приелогуйской части района и верхней подсвиты *суходудинской* свиты, представленные неравномерным переслаиванием сероцветных песчаников, алевролитов и глин мощностью до 350 м.

*Нижнеалымский горизонт* (апт) в пределах района включает низы верхней подсвиты *киялинской* свиты, развитой в южной части и представленной серыми, зеленовато-серыми и пестроцветными на юге глинами, реже — алевролитами и песчаниками мощностью до 100 м. На северо-востоке в состав горизонта входит *малохетская* свита (баррем-апт), трансгрессивно залегающая на различных горизонтах *суходудинской* свиты. Отложения свиты представлены сероцветными породами с прослоями темно-серых, буроватых и черных углистых глин, бурых углей, конкреций сидерита. В основании свиты, как правило, залегают прослой конгломератов или гравелитов.

*Кошайский горизонт* (апт) в районе представлен лишь на крайнем северо-востоке отложениями описанной ранее *малохетской* свиты. Отложения черкашинского, нижнеалымского и кошайского стратиграфических горизонтов объединяются в готерив-аптский нефтегазоносный горизонт с залежами УВ в пластах групп СД<sub>1-7</sub>, СХ<sub>1-12</sub> (газоконденсат) и ЯК<sub>1-21</sub>, МХ<sub>1</sub> (газ).

*Апт-альб-сеноман*. Отложения апт-альб-сеномана в пределах описываемого района имеют различный генезис, вещественный состав и облик, зачастую связаны взаимными переходами, что наряду со слабой изученностью палеонтологических и палинологических комплексов затрудняет их корреляцию.

*Покурская серия* ( $K_1^{ap} + K_2^{cm}$ ) подразделяется на четыре горизонта: викуловский, нижнеханты-мансийский, верхнеханты-мансийский и уватский.

*Викуловский горизонт* (апт-альб) представлен отложениями покурской свиты (апт-сеномана), нижнесимоновской и яковлевской свит (апт-альба) и симоновской (сеноман-турона).

Поскольку отложения покурской и симоновской свит имеют широкий стратиграфический диапазон и входят в состав других горизонтов, их описание приводится ниже.

*Яковлевская свита* (апт-альб) распространена в Усть-Енисейском и Туруханском районах, где залегает на отложениях малохетской и перекрывается осадками долганской свиты. Литологически она представлена серыми и темно-серыми, местами буроватыми глинами с редкими прослоями песчаников и алевролитов. Встречаются пласты бурых углей. Породы заполнены углистым материалом, обломками лигнитизированной древесины, галькой кварца, кремнистых и известковистых пород. В южном направлении песчаность разреза увеличивается.

*Нижнеханты-мансийский горизонт* (альб) включает среднюю часть покурской, а также маковскую и долганскую свиты.

*Долганская свита* (альб-сеноман) распространена в Усть-Енисейском районе, где согласно залегает на отложениях яковлевской и перекрывается глинами кузнецовской свиты. Сложена преимущественно песками зеленого, зеленовато-желтого цвета с немногочисленными прослоями зеленых песчаников, алевролитов и темно-серых тонкослоистых глин. В песках и песчаниках многочисленны обломки лигнитизированной древесины, линзы оолитовых сидеритов, зерна янтаря. По всему разрезу присутствуют глауконит и лептохлориты. В подошве свиты обычно залегает довольно мощный пласт лептохлоритовых песчаников, выделяемый в долганский железорудный горизонт [Каштанов, 1985].

*Уватский горизонт* (сеноман) включает кийскую, верхи покурской, маковской, долганской и среднюю часть симоновской свит. Горизонт представлен сероцветными, преимущественно песчано-алевролитовыми породами с прослоями глин.

Многочисленные исследователи считают, что большая часть аптского века ознаменовалась перерывом в осадконакоплении, пенеппенизацией горного обрамления Западно-Сибирской равнины (ЗСР) и формированием на нем кор химического выветривания. Глубокому химическому выветриванию способствовал и влажный климат, сменивший засушливый климат неокома. Выветриванию также подвергались осадочные образования юры и неокома в пределах ЗСР [Казаринов, 1958; Боголепов, 1961а; Каштанов, 1983; и др.]. На приподнятых участках горного обрамления формировалась латеритная кора химического выветривания, останцы которой известны сейчас в правобережье Енисея (реки Лебяжка, Сумарочиха) [Шевцов, 1965; Родин и др., 1967]. Латеритные коры формировались и на поднятиях в пределах собственно ЗСП [Каштанов, 1971а].

В непосредственной близости от поднятий в результате переотложения латеритных кор химического выветривания формировались пестроцветные бокситоносные отложения с пластами и линзами бокситов, накопившихся в небольших озерных водоемах и мелких водотоках в окислительных условиях. Этому типу осадков соответствует *кийская свита альб-сеномана*, распространенная в виде отдельных узких пятен вдоль горного обрамления, где ее мощность составляет 15—60 м. В ее составе выделен кийский бокситовый горизонт [Каштанов, 1985]. По мере удаления в глубь ЗСР пестроцветные осадки на коротких расстояниях сменяются сероцветными угленосными отложениями покурской свиты апт-альб-сеномана. В северо-восточной части Западно-Сибирской плиты верхним горизонтам покурской свиты соответствует толща прибрежно-морских бокситосодержащих отложений с пластами и линзами бокситов, имеющих лептохлоритовый, лептохлорит-гиббситовый цемент, выделяемая в *маковскую свиту* [Булыникова и др., 1973].

Отложения апт-альб-сеномана в приплатформенной части района залегают с размывом на подстилающих породах, начиная от неокома вплоть до протерозоя. В их основании наблюдается горизонт базаль-

ных галечников, особенно в краевых частях, близких к обрамлению. В более погруженных участках этот горизонт выражен слабее, и граница устанавливается условно по исчезновению характерных красно- и зеленоцветных известковистых пород неокома. Верхняя граница определяется лишь по спорово-пыльцевым спектрам.

В юго-восточной части района (реки Бахта — Подкаменная Тунгуска) пестроцветные отложения кийской свиты подразделяются на две пачки: нижнюю, представленную кварцево-каолининовыми и кварцевыми песками и линзами пестроцветных глин, и верхнюю — существенно глинистую. В приустьевой части р. Бахты и севернее пестроцветные глины из разреза исчезают, однако двухчленное строение толщи сохраняется. При этом нижняя пачка представлена серовато-зелеными каолинизированными песками, верхняя — серыми тонкими алевритистыми глинами. Такой разрез прослеживается вдоль западной окраины Сибирской платформы от р. Бахты до г. Игарки. Мощность отложений кийской свиты колеблется от 62 м в краевых частях (с. Верхне-Имбатское) до 162 м (р. Комса).

Пестроцветные осадки апт-альб-сеномана в глубь ЗСР сменяются сероцветными (покурская свита). По р. Елогуй вскрыт полный разрез последней, однако в бассейне р. Турухан, как уже отмечалось, верхняя часть разреза (маковская свита) сложена совершенно своеобразными осадками. Это прибрежно-морская песчано-глинистая толща, содержащая в своем составе горизонты гравелистых бокситовых пород и бокситов, а также многочисленные прослои туфогравелитов, туфопесчаников, туфосидеритов, туфогенных аргиллитов и туфов трахит-андезитового состава. В зависимости от количества бобовин и гальки бокситов в породе и от наличия минералов свободного глинозема в цементе, среди гравелистых пород выделяются пласты и линзы бокситоносных и бокситовых песчаников, песчаных, песчанистых и каменистых бокситов [Каштанов, 1983].

В разрезах скважин, пройденных в бассейнах рек Елогуй и Турухан, осадки апт-альб-сеномана с размывом залегают на породах готерив-баррема и представлены рыхлыми глинистыми песками серого, иногда зеленоватого цвета с прослоями плотных песчаников, алевролитов, глин и углей и обильно насыщены углистым детритом. Пески и песчаники разно- и мелкозернистые, полимиктовые, иногда с кальцитовым цементом. Глины гидрослюдистые, реже бейделлитовые. Все разновидности пород маковской свиты, за исключением прослоев, разделяющих бокситосодержащий материал, содержат то или иное количество минералов свободного глинозема. Минералогический состав песчано-глинистых отложений апт-альб-сеномана, вмещающих бокситосодержащие горизонты, приведен в табл. I.1.

Т а б л и ц а I.1

**Минеральный состав отложений апт-альб-сеномана, %**

Минерал	Бассейн р. Елогуй	Бассейн р. Турухан
<i>Легкая фракция</i>		
Кварц	50—83	40—45
Полевые шпаты	14—45	40—55
Микроклин	10—14	5
Обломки пород	15	5
<i>Тяжелая фракция</i>		
Магнетит — пльменит	3—58	10—20
Эпидот — цоизит	6—42	10—20
Лейкоксен	2—31	—
Циркон	0—15	5—7
Гранат	3—26	7
Сфен	Всегда, но мало	3—6
Апатит	—	3—4
Анализ	—	1—7
Спидерит	Нет данных	19—40

В спорои о-пыльцевом комплексе покурской свиты преобладает пыльца голосеменных. Покрытосеменные появляются лишь в верхней части разреза свиты и представлены пылью широколиственных теплолюбивых форм каштана и дуба. Мощность отложений покурской свиты достигает 400 м.

Возрастным аналогом верхней части покурской свиты, как уже указывалось выше, в бассейне р. Турухан является альб-сеноманская толща пород. Эта алевроито-глинистая толща трансгрессивно залегает на нижележащих осадках. В ее составе выделяется до восьми горизонтов гравелито-конгломератовых пород, песчаников и глин с галькой и бобовинами бокситов. Эти горизонты слагаются пластами и линзами бокситоносных и бокситовых пород, а также песчаных, песчанистых и каменистых бокситов мощностью свыше 2,0 м, содержащих различное количество минералов свободного глинозема [Каштанов, 1983]. Галька и гравий этих пород, помимо бокситов, представлены иногда обломками трахит-андезитов, редко гранитов и других кварц-полевошпатовых пород, кварцитов, халцедона, иногда окатышами глин, аргиллитов и ожелезненных осадочных пород. Сортировка и окатанность обломочного материала неравномерные. Наиболее хорошо окатан, как правило, гравийно-галечный материал. Цемент пород главным образом лептохлоритовый, реже гидраргиллит-лептохлоритовый, гидраргиллит-сидеритовый. Возраст отложений альб-сеномана определяется их положением в разрезе под фаунистически охарактеризованными морскими отложениями турона. Эту своеобразную по своим литологическим особенностям и нигде пока не имеющую аналогов 350-метровую толщу можно сопоставить с *бегичевской* свитой (альб-сеноман) Хатангской впадины, в составе которой также отмечается «наличие конгломератов с железисто-песчаным цементом с галькой основных пород, известняка, кварца и др.» [Сакс, Ронкина, 1960]. Бегичевская свита, по данным указанных авторов, является возрастным аналогом *долганской свиты* Усть-Енисейской впадины [Сакс, Ронкина, 1957].

В пределах области сочленения ЗСП и СП отложения альб-сеномана вскрыты скважинами на большой площади: от р. Таз (пос. Красноселькуп) на северо-западе района до р. Подкаменной Тунгуски на юго-востоке.

С е н о м а н - т у р о н (*симоновская* свита) в виде отдельных выходов отмечается в бассейне р. Дубчес, а также вскрывается скважинами, пройденными на левобережье Енисея от Бахты до Подкаменной Тунгуски. Отложения симоновской свиты мощностью 20—150 м представлены белыми, светло-зелеными песками, зеленовато-серыми и пестроокрашенными каолиновыми глинами. В бассейне р. Елогуй осадки сеноман-турона сложены преимущественно пестроцветными алевролитами, глинами с прослоями и линзами серых и зеленовато-серых песков и песчаников. Характерной особенностью пород наряду со слабо выраженной пестроцветностью является обилие стяжений сидерита. Изредка отмечаются мелкозернистые агрегаты пирита, развивающиеся главным образом по растительным остаткам. Терригенный материал осадков сеноман-турона бассейна р. Елогуй слабо окатан, не отсортирован и характеризуется следующим составом: кварц (50—70 %, иногда 30—20 %), полевые шпаты (25—30, иногда до 50 %). Тяжелая фракция: магнетит — ильменит (50 %), группа эпидота (от единичных знаков до 70 %), циркон (2,5—20 %), гранат (до 7 %). Повсеместно отмечается роговая обманка (2—3 %), количество которой иногда достигает 40 %. Увеличение содержания неустойчивых минералов в континентальных отложениях сеноман-турона бассейна р. Елогуй по сравнению с нижележащими осадками покурской свиты (эпидот до 70 %, роговая обманка до 40 %) свидетельствует о преобладании процессов физического выветривания в областях, поставлявших материал в бассейны седиментации. Слабая степень окатанности и довольно хорошая сохранность неустойчивых минералов свидетельствует о близости питающих провинций к области осадконакопления. Принадлежность описываемых отложений к сеноман-туронским определяется на основании их литологического сходства с более детально изученными осадками Чулымско-

Енисейского района (верхнесимоновская подсвита), а также по наличию в них сеноман-туронского спорово-пыльцевого комплекса, изученного А. В. Скуратенко и О. А. Баевой (СНИИГГиМС). Мощность осадков верхнесимоновской подсвиты в бассейне р. Елогуй достигает 170 м. Отложения викуловского, нижнеханты-мансийского, верхнеханты-мансийского и уватского горизонтов объединяются в апт-сеноманский нефтегазоносный горизонт с залежами УВ в пластах групп ПК<sub>3-21</sub> и ПК<sub>1-3</sub> (газоконденсат, газ).

Верхний отдел. Дербышинская серия. (K<sub>2</sub><sup>t</sup> + K<sub>2</sub><sup>d</sup>). Отложения дербышинской серии расчленяются на четыре горизонта: кузнецовский, ипатовский, славгородский и ганькинский.

*Кузнецовский горизонт* (турон). В бассейне р. Турухан туронские отложения представлены морскими темно-серыми, буроватыми и бурыми алевритистыми слюдистыми глинами, алевролитами с прослоями и линзами серых и зеленовато-серых песков и известковистых песчаников. Иногда в низах туронских отложений отмечаются линзы конгломератов и гравелитов с бобовинами бокситов. Минералогический состав туронских отложений в бассейне р. Турухан сходен с таковым для сеноман-турона р. Елогуй.

Отличительной особенностью их является присутствие в легкой фракции опала (1,8 %) и увеличение количества минералов группы слюд (до 40,5 %). В тяжелой фракции отмечается увеличение содержания магнетит-ильменита (30—70,6 %), значительное сокращение содержания эпидота (до 8—44 %) и роговой обманки (1,2—5 %). Из аутигенных появляются сидерит (0,18—2 %) и гидроокислы железа (0,2—1,55 %). В районе пос. Ермаково морские глинистые отложения турона становятся существенно песчанистыми, сохраняя прежний минералогический состав. Туронский возраст описываемых отложений устанавливается по единичным находкам фауны. Так, в районе пос. Ермаково из этих отложений А. С. Турбиной (СНИИГГиМС) определен *Inoceramus cf. labiatus* Schloth.

В бассейне р. Турухан из бурых глин скв. 22 В. К. Комиссаренко (ЗапСибНИГНИ) определен нижнетуронский комплекс фораминифер: *Bulimina ex gr imbicata* Reuss., *Bulimina* sp., *Gyroldina Anomalina* sp., *Neobulimina* sp. Мощность туронских отложений около 130 м.

Туронские осадки бассейна р. Турухан и пос. Ермаково по литолого-фациальным особенностям очень близки к одновозрастным отложениям Усть-Енисейской впадины, где они также представлены алевритами и глинами зеленовато-бурой и серой окраски с прослоями лептохлоритовых песков и известковистых песчаников. Они выделяются в *дорожковскую* и *насоновскую свиты* [Геология..., 1975], в составе которых на юге и западе района выделяется нарымский железорудный горизонт [Каштанов, 1985].

Отложения с е н о н а приенисейской части области сочленения ЗСП и СП представлены двумя литолого-фациальными комплексами:

1) прибрежно- и мелководно-морскими песчано-алевролитовыми осадками, широко развитыми в бассейне р. Турухан и в верховьях р. Елогуй с двумя горизонтами железных руд, и 2) песчано-глинистыми континентальными комплексами осадков нижнесымской подсвиты, распространенными в бассейне рек Елогуй и Дубчес.

Разрез сенона на всей территории венчается песчано-глинистыми каолинизированными отложениями верхнесымской подсвиты. В бассейне р. Елогуй отложения сенона трансгрессивно залегают на континентальных осадках сеноман-турона (верхнесимоновская подсвита). На Турухане наблюдается постепенная смена морских осадков прибрежно-морскими отложениями сенона.

Осадки низов сенона (коньяк — нижний сантон) первого фациального комплекса представлены серыми и зеленовато-серыми песками, иногда буроватыми алевритистыми, слюдистыми глинами и алевролитами с глауконитом *мергельтовской* свиты турон-сантона. В верхней части разреза этой толщи залегают горизонт оолитовых железных руд общей мощностью около 30 м, по литологическим признакам и стратигра-

фическому положению сопоставляемый с колпашевским горизонтом юго-востока Западно-Сибирской плиты. Вся эта толща по литологическому составу может сопоставляться с ипатовским горизонтом (коньяк-сантон) центральных районов плиты. Мощность отложений коньяк-сантона около 100 м.

В Усть-Енисейском районе развита мессоаяхская свита турон-кампана, залегающая на породах кузнецовской свиты и перекрывающаяся отложениями танамской свиты. Она подразделяется на три подсвиты, нижняя из которых входит в состав ипатовского горизонта. Представлена она серыми и зеленовато-серыми, часто глауконитовыми алевролитами с прослоями глин, песков, фосфоритов, слагающих мессоаяхский фосфато-железородный горизонт [Каштанов, 1985]. В отложениях подсвиты встречены многочисленные морские моллюски и фораминиферы, по которым выделяются верхнетуронские (50—100 м), коньякские (100—200 м), нижнесантонские (100—150 м) и верхнесантонские (70—100 м) слои, в основании каждого из которых залегает пласт фосфоритов мощностью от 1 до 3,5 м. Отложения кузнецовского и ипатовского стратиграфических горизонтов объединяются в турон-сантонский нефтегазоносный горизонт.

Выше в бассейне р. Турухан залегают полевошпатово-кварцевые алевролиты и алевролитовые лептохлоритовые слюдистые глины низов костровской свиты (сантон-маастрихта) от темно-зеленой до темно-серой и буроватой окраски с несколькими прослоями известковистых песчаников и алевролитов с лептохлоритовым цементом. Эти отложения по литологическим признакам и положению в разрезе могут сопоставляться со славгородским горизонтом (кампан) центральных районов плиты и по возрасту соответствуют верхнему сантону-кампану. Мощность отложений верхнего сантона-кампана около 100 м. В состав славгородского горизонта входят средняя и верхняя подсвиты мессоаяхской свиты турон-кампана, развитые в Усть-Енисейском районе. Средняя подсвита сложена светло-серыми опоковидными глинами, иногда с прослоями оолитовых лептохлорит-гидрогетитовых железных руд костровского железорудного горизонта [Каштанов, 1985]. В основании подсвиты отмечаются прослой фосфоритов. Мощность подсвиты 60 м. Верхняя подсвита сложена серыми и светло-серыми с зеленоватым оттенком алевролитами с редкими прослоями глин и песков мощностью до 60 м.

На отложениях верхнего сантона-кампана залегает мощная толща железородных руд туруханского горизонта [Каштанов, Гольберт, 1961, 1963] костровской свиты. В его составе принимают участие пласты оолитовых железных руд (2—16 м мощностью) с прослоями оруденелых песчаников и алевролитов, а также песчаников с глауконитом. В отдельных случаях в рудах, междурудных и подрудных отложениях встречаются как перотложенные, так и сформированные на месте бобовины бокситов и гравийно-галечный бокситовый материал. Почти повсеместно в отложениях туруханского горизонта отмечаются ядра пеллеципод плохой сохранности. Из этих отложений, вскрытых скв. 30, И. Г. Климовой (СНИИГГиМС) определен *Baculites* sp., характерный для маастрихта соседних районов. Ею же *Baculites anceps*. Lam., свойственный маастрихту, определен из валуна бокситов, найденного в устье р. Малой Баихи. Наличие в районе одновозрастных осадков, содержащих железные руды, бокситы, алюмо-железистые образования, позволило объединить их в туруханский алюможелезородный горизонт [Каштанов, 1985]. Мощность его около 100 м в бассейне р. Елогуй и 150 м в бассейне р. Турухан.

По положению в разрезе под каолинизированными песчано-глинистыми отложениями верхнесымской подсвиты возраст туруханского горизонта может быть принят как кампан-маастрихт. Широкое распространение железозносных фаций кампан-маастрихтского возраста далеко на северо-восток ЗСП (район Бол. и Мал. Хеты, где также отмечены бокситы [Вдовин, 1959]) и на юг в районы Томского Приобья (бассейны рек Вах,

Тым, Кеть, Парабель, Чузык, Парбиг, Чая и др.) позволяет выделить в восточной части ЗСП потенциально глиноземистый Западно-Сибирский железорудный бассейн [Каштанов, 1985].

Отложения туруханского алюможелезорудного горизонта костровской свиты вверх по разрезу постепенно сменяются отложениями *ганькинского горизонта*, включающего верхи костровской, сымской и танамскую свиты. Верхнесымская подсвита маастрихт-датского возраста сложена зеленовато-серыми лептохлоритовыми и белыми каолинизированными песками. Мощность отложений этой подсвиты в силу размыва верхней ее части, иногда и полного ее размыва различна и в среднем составляет около 100 м.

В Усть-Енисейском районе развита *танамская* свита маастрихта, представленная желтовато-серыми песками вверху с линзами и стяжениями сидеритов и фосфоритов с фауной аммонитов и пелеципод и желтовато-серыми, зеленоватыми алевролитами внизу, выделенная в танамский фосфоритовый горизонт [Каштанов, 1985]. Мощность свиты до 100 м.

Терригенный материал в отложениях сенона представлен кварцем (30—60 %), сильно ожелезненными слюдами (8—14 %), полевыми шпатами (15—30 %), амфиболами (5—10 %), пироксенами (3—5 %) и другими минералами. Полевые шпаты состоят из микроклина и кислых плагиоклазов (альбит и альбит-олигоклаз) (13—32 %), довольно часто встречаются зерна рудных минералов (магнетит-ильменит) (1—30 %), а также обугленный растительный детрит. Иногда отмечаются мелкие окатанные обломки ожелезненных трапшов, бобовины и галька бокситов, зерна микропегматов, кварцитов, глинистых и других пород. Постоянно в количестве 4—10 % в тяжелой фракции присутствует циркон в мелких (0,01—0,1 мм) окатанных зернах. В западной части района (Толькинская и Красноселькупская скважины на р. Таз) С. Б. Шацкий и А. А. Земцов в 1957 г. в осадках сенона отметили значительное содержание (до 20 %) циркона более крупной размерности (0,1—0,25 мм), имеющего идиоморфный облик. Повышенные содержания циркона зафиксированы автором настоящей работы при проведении маршрутных исследований на водоразделе рек Худосей — Верхняя Баиха (1982—1985 гг.).

Как уже указывалось выше, континентальные осадки коньяк-сантонкампа (нижнесымская подсвита), выделенные во второй литолого-фациальный комплекс, широко развиты в южной части района (бассейн рек Елогуй и Дубчес). Отложения этого комплекса представлены светло-серыми, серыми, мелко- и разнозернистыми полевошпатово-кварцевыми песками, иногда интенсивно каолинизированными, а также глинистыми алевритами с прослоями глин и единичными прослоями полимиктовых песчаников на глинисто-сидеритовом цементе. Мощность осадков нижнесымской подсвиты до 120 м. Обломочный материал континентальных отложений сенона характеризуется полимиктовым составом с некоторым преобладанием кварца над полевым шпатом. Значительное место занимают слюды. В составе минералов тяжелой фракции всегда отмечается преобладание магнетит-ильменита, существенное место занимают минералы группы эпидота. Иногда, особенно в верхней части разреза, заметно повышенное содержание циркона и роговой обманки. Обычны для континентальных отложений верхнего мела содержания граната, титансодержащих минералов и минералов, характерных для метаморфических пород. Из аутигенных минералов отмечается сидерит, реже — пирит. Мощность отложений сенона в бассейне р. Елогуй около 300 м, в бассейне р. Дубчес до 120 м. Возраст отложений определяется только по палинологическим комплексам, исследовавшимся в лаборатории СНИИГГиМСа. По сравнению с сеноман-туронским комплексом отмечается некоторое снижение содержания спор и пыльцы голосеменных растений и значительное увеличение пыльцы покрытосеменных, очень разнообразных по видовому составу. Все это позволяет сопоставить описываемые отложения с нижнесымской подсвитой Чулымо-Енисейского района.

Палеогеновая система. На континентальных осадках верхнесымской подсвиты в разрезах по рекам Елогуй и Турухан залегает толща зеленовато-серых и зеленых тонколистватых глин с примазками мельниковита и присыпками белого тонкозернистого кварцевого песка по плоскостям наслоения. Эта толща глин хорошо выдержана по простиранию. В бассейне р. Елогуй ее мощность составляет около 12 м, в разрезе р. Турухан — 30 м. Литологически отложения этой толщи напоминают чеганскую свиту, широко развитую в центральных районах плиты. Так как многие исследователи (Н. Н. Ростовцев, Ф. Г. Гурари и др.) эпохой максимального распространения морских отложений палеогена считают эоцен, нам кажется необходимым описанную выше толщу параллелизовать с осадками *люлинворской свиты* эоцена. В бассейне р. Худосей к осадкам этой свиты приурочены худосейский марганцевый (?) и люлинворский опалоносный горизонты [Кашганов, 1985].

На тонколистватых зеленых и зеленовато-серых глинах залегает толща дымчато-серых тонкозернистых песков кварцево-каолинитового состава с обилием темноцветных минералов. Пески имеют волнистую слоистость и литологически напоминают атлымскую свиту центральных районов плиты. Мощность отложений этой песчаной толщи уменьшается с запада на восток и в среднем составляет около 50 м. В бассейне р. Тым в составе синхронных отложений выделяется тымский железорудный горизонт [Каштанов, 1985].

Вверх по разрезу осадки атлымской свиты сменяются глинисто-алевритистой лигнитоносной толщей. Последняя представлена желто-серыми запесоченными алевролитами с прослоями лигнитизированных глин мощностью до 0,5 м. Лигнитизированные глины содержат обломки обуглившейся древесины. Алевролиты местами обохренны и содержат мелкие стяжения бурых железняков. Иногда отмечается мелкая косоволнистая слоистость. Мощность этой толщи составляет 30—50 м.

Четвертичные образования. На описываемой площади четвертичные отложения залегают в виде сплошного чехла на размытой поверхности мезозойских и реже — палеозойских отложений. Четвертичные осадки вскрываются всеми скважинами, но наибольшая их мощность вскрыта Туруханской опорной скважиной (206 м) [Булыникова и др., 1968, 1973]. В составе четвертичных отложений в районе известны образования плейстоценового и голоценового возраста.

*Плейстоцен* расчленяется на три яруса. Нижний слагается песками, глинами, суглинками с включением гальки изверженных пород, железистых песчаников и окатышей глин. Отложения нижнего яруса плейстоцена (досамаровский комплекс пород [Архипов, 1966]) отмечаются, как правило, во впадинах дочетвертичного рельефа, где их мощность достигает 120—130 м. На приподнятых участках — «материках» эти отложения имеют незначительное распространение, а мощности их не превышают 20—30 м.

Образования среднего яруса включают в себя осадки межледниковья и ледниковые отложения максимального самаровского оледенения. Нижние горизонты яруса сложены светло-серыми и серыми кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми песками с редкими прослоями супесей и суглинков. Суглинки и глины содержат моллюски *Portlandia fraterna* (Verrill at Buch), *Cylichna* sp., фораминиферы *Miliolina triarinata* Orb., *Glandulina laevidata* Orb., *Dentalina lobisherensis* Loeband Tap. и др. (определения Троицкого, Басова, Фрейман), характерные для среднечетвертичных отложений. Мощность описываемых отложений более 30 м.

Верхние горизонты представлены желтовато-серыми суглинками с прослоями супесей и многочисленными включениями гравия, гальки, щебня и валунов пород основного ряда в северной части района и основных, кислых и осадочных пород на юго-востоке. Валунно-галечный бокситовый материал в составе ледниковых отложений отмечается в центральной и юго-восточной частях района, что необходимо учитывать при оценке



перспектив его бокситоносности. Мощность ледниковых отложений в бассейне р. Турухан 0—50 м, на юго-востоке до 60 м. В бассейне р. Турухан значительная часть ледниковых отложений размыта, и на их поверхности залегают межстадиальные аллювиальные и аллювиально-озерные, песчано-глинистые осадки верхнего яруса плейстоцена с включением гравийно-галечного материала. Мощность их здесь достигает 80 м. Водно-ледниковые осадки тазовско-санчуговского горизонта [Архипов, 1966] распространены только на северо-востоке. Здесь они отделены от нижележащих ледниковых отложений, как уже указывалось, межстадиальными аллювиальными и аллювиально-озерными комплексами пород. Водно-ледниковые осадки сложены суглинками с примесью гравийно-галечного материала. Мощность этих образований достигает 50—60 м. В юго-восточной части района осадки верхнего яруса плейстоцена представлены флювиогляциальными и аллювиальными песчано-галечниковыми отложениями III, II и I надпойменных террас, среди которых встречается хорошо окатанная галька бокситов. Мощность этих отложений 60—80 м.

Отложения современного горизонта *голоцена* представлены желтовато-серыми разнозернистыми глинистыми песками и темно-серыми супесями с прослоями и линзами суглинков и торфа. Мощность современного горизонта 8—15 м. Кроме того, в юго-восточной части района в современных аллювиальных отложениях, представленных песчано-галечниковым материалом, отмечается обилие валунов и гальки бокситов.

---

## Г Л А В А II

### ТЕКТОНИКА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В тектоническом отношении исследуемый район расположен в зоне сочленения Сибирской платформы с Западно-Сибирской плитой. Вопрос о составе и возрасте этих сооружений, границе между ними и характере их сочленения до последнего времени является дискуссионным [Шатский, 1932, 1951; Наливкин, 1933; Фомичев, 1948; Мазарович, 1961; Зайцев, 1958; Ростовцев и др., 1956; Ростовцев, 1958; Оффман, 1959; Шейнман, 1959; Дербинов, 1958, 1960; Загороднов, Залипухин, 1960; Спичарский, 1958; Накаряков, 1961а, б; Кириллов, 1961, 1962; Косыгин и др., 1964; Гришин, Пятницкий, 1964; Жеро и др., 1979; Рудкевич, Латыпова, 1979; Булыникова и др., 1973; Каштанов, 1983; и др.]. Редкие, далеко расположенные друг от друга скважины, вскрывшие докембрийские образования, мало проясняют взаимоотношения этих структур. Основные тектонические построения базируются на данных аэромагнитных и гравиметрических съемок, незначительных по объему электроразведочных и сейсмических работ, проведенных на удаленных друг от друга участках. При этом учитываются и результаты бурения.

В связи с составлением Атласа тектонических карт и опорных профилей Сибири вышли в свет сборники научных трудов «Главные тектонические комплексы Сибири» [1979], «Тектонические комплексы Сибири и их латеральные ряды» [1980], где с учетом всего имеющегося материала рассмотрены вопросы выделения и характеристики главных тектонических комплексов Сибири и осуществлен анализ вертикальных и латеральных рядов ассоциаций формаций, слагающих геосинклинальные, орогенные и плитные тектонические комплексы в рамках выделяемых мегакомплексов Сибири.

Автор данной монографии, разделяя основные теоретические представления, изложенные в указанных сборниках о строении, пространственном размещении и взаимоотношениях тех или иных мегакомплексов, развитых

в районе, предлагает несколько упрощенную модель строения осадочной оболочки региона, заключающуюся, как уже указывалось ранее, в выделении **комплекса основания**, представленного образованиями консолидированной коры архей-раннепротерозойского возраста с обилием магматогенных образований преимущественно базитового состава; **плитного комплекса**, представленного осадочными, эффузивно-осадочными, вулканогенными и магматическими образованиями различного возраста (рифей — нижний триас) и различного вещественного состава, залегающими на комплексе основания; **осадочного чехла**, представленного преимущественно рыхлыми терригенно-глинистыми, реже — хемогенными и эффузивно-осадочными, существенно платформенными образованиями, перекрывающими нижележащие толщи практически на всей территории Западно-Сибирской равнины и образующими как унаследованные от подстилающих сооружений структуры облекания, так и новообразованные, особенно в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы пликативные структуры различного порядка.

Что касается характера сочленения структур ЗСП и СП и границы этого сочленения, то единого мнения на этот счет до сих пор нет.

О строении докембрийских образований и характере их распространения под чехол Западно-Сибирской плиты существует большое количество различных гипотез. Одни исследователи [Наливкин, 1933; Фомичев, 1948; и др.] предполагали далекое (до Урала и Казахстана) продолжение под чехлом Западно-Сибирской плиты складчатых сооружений Сибирской платформы. Другие [Шатский, 1932; Мазарович, 1961] распространяли погруженные структуры Сибирской платформы до системы р. Таз, к западу от которой выделяли область развития палеозойских складчатых сооружений. Наконец третьи [Дербиков и др., 1960; Ростовцев и др., 1956; Ростовцев, 1958] границу между Сибирской платформой и Западно-Сибирской плитой проводили по Енисею. В приенисейской части Западно-Сибирской плиты Н. Н. Ростовцев [1958] по характеру магнитного поля выделял салаирские структуры Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау, протягивая их до широты  $62^\circ$ , где по предполагаемому поперечному разлому они соприкасались с Обско-Тазовским кристаллическим массивом. В пределах последнего на докембрийских образованиях он выделял впадины, выполненные платформенными осадками палеозоя. К северу от Обско-Тазовского массива (до широты  $67^\circ$ ) Н. Н. Ростовцев предполагал развитие герцинских складчатых сооружений.

И. Я. Проводников [1957], по данным аэромагнитной съемки, прослеживал байкалиды Енисейского кряжа в фундаменте плиты от устья р. Сым в северо-западном направлении до нижнего течения р. Елогуй. Салаириды Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна он прослеживал далеко на север, вплоть до соединения с Туруханской складчатой зоной, отнесенной им к салаирской складчатости.

И. В. Дербиков [1958; Дербиков и др., 1960], ограничивая область развития складчатых сооружений Сибирской платформы р. Енисей, указывал на возможность наличия в составе основания Западно-Сибирской плиты лишь небольших участков развития древних образований в ядрах антиклинорий более молодой, чем докембрийская, складчатости. Он предполагал продолжение салаирид параллельно Сибирской платформе до широты  $62^\circ$ . Севернее им выделена позднегерцинская Вахская зона дислокаций, протягивающаяся вдоль Сибирской платформы и примыкающая с запада к меридионально ориентированным структурам восточной полосы салаирид.

А. М. Загороднов и М. И. Залипухин [1960] по материалам аэромагнитной съемки пришли к выводу о продолжении байкальской складчатости Енисейского кряжа под осадочный чехол Западно-Сибирской плиты вначале в северо-западном направлении, до среднего течения р. Елогуй, а затем в северо-восточном направлении к устью р. Сургутихи и далее на север вдоль Енисея до сочленения со структурами байкалид Игаро-Норильской складчатой зоны. По их мнению, байкальские сооружения

юго-западнее пос. Фарково, в междуречье Верх. и Ниж. Баихи, в пределах выделенной ими здесь крупной Пакулыхинской впадины погружаются на значительную глубину. Туруханское поднятие (в районе с. Туруханска) они рассматривают как крупную блоковую структуру, содержащую в цоколе архейские образования.

М. П. Гришин и В. К. Пятницкий [1964], проанализировав все имеющиеся геологические и геофизические материалы, пришли к выводу, что приенисейская часть Западно-Сибирской плиты сложена байкалидами, ограниченными с запада зоной тектонических разломов. Последние четко прослеживаются по цепочке линейных положительных аномалий магнитного поля, совпадающих по знаку и размерам с аномалиями силы тяжести. В пределах приенисейской части плиты они выделяют западную зону относительно погруженных блоков докембрия (Западный синклинорий), центральную приподнятую часть (Центральный антиклинорий) и Восточный синклинорий, отвечающий выходом позднего докембрия в Туруханском районе.

На тектонической схеме докембрийских образований севера приенисейской части Западно-Сибирской плиты [Булынникова и др., 1973] области докембрийского цикла консолидации прослеживаются далеко на запад. В их составе выделяются области приподнятого положения докембрийских сооружений, расположенные в восточной части района, совпадающими с центральным антиклинорием М. П. Гришина и В. К. Пятницкого [1964] и области их глубокого залегания, в пределах которых предполагается впадины, выполненные палеозойскими отложениями.

Мы при работе над настоящим разделом взяли за основу тектонические построения А. М. Загороднова и М. И. Залипухина [1960], А. А. Булынниковой и др. [1973], М. П. Гришина и В. К. Пятницкого [1964], В. А. Каштанова [1983, 1985], несколько видоизмененные с учетом последних данных аэромагнитных съемок и гравиметрических исследований, а также результатов ГСЗ, проведенного в последнее время по единичным профилям в северной части региона.

Как уже отмечалось выше, А. М. Загороднов и М. И. Залипухин [1960] пришли к выводу о северном погребенном продолжении байкальских структур Енисейского кряжа в пределах приенисейской части Западно-Сибирской плиты. Согласно их данным, Центральный антиклинорий Енисейского кряжа, сложенный протерозойскими (в ядре) и рифейскими (в крыльях) образованиями с нижне- и верхнепротерозойским магматическим комплексом пород, сохраняя ту же ширину, что и в обнаженной части, протягивается сначала в северо-западном, а затем в меридиональном направлении примерно до р. Сургутихи. Общая длина погребенной части антиклинория составляет более 300 км.

Эта погребенная структура выделялась целым рядом исследователей по геологическим данным по выходам верхнемеловых отложений в верховьях рек Дубчес и Таз, наличию высокой (250 м) моренной гряды СЗ простирания, отсутствию осадков юры и неокома в пределах этого поднятия [Лебедев, 1956; Зубаков, 1956; Боголепов, 1961, 1963; и др.]. В литературе эта структура получила название Келлог-Теульчесского вала.

На схематической карте распределения магнитных масс по минимальным глубинам залегания [Загороднов, Залипухин, 1960] погребенное продолжение Енисейского кряжа вырисовывается как узкая и протяженная зона поднятий (Приенисейская), полностью оконтуривающаяся изогипсой в 5 км. В пределах южной части этой зоны наблюдается два типа положительных аномалий. Одни характеризуются сравнительно плавным характером графиков  $\Delta T_a$ , относительно большими размерами и значительной протяженностью по простиранию. Другие аномалии имеют в плане изометрические очертания. Источники первого типа аномалий, по данным А. М. Загороднова, М. И. Залипухина [1960], располагаются на глубинах порядка 5—7 км, т. е. значительно глубже кровли кембрийских отложений, вскрытых скважинами в бассейне р. Елогуй (1200—1800 м) [Острый, Резапов, 1959], источники второго типа аномалий располагаются на

Т а б л и ц а П.1

## Плотностные характеристики стратиграфических единиц района по данным ПГО «Красноярскгеология»

Система	Тектонический комплекс	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Четвертичная Меловая Юрская	Осадочный чехол	1,80—2,25
		1,97—2,19
		2,06—2,30
Каменноугольная Девонская Силурийская Ордовикская Кембрийская, вендская, рифейская	Плитный комплекс	2,54
		2,55—2,65
		2,60—2,70
		2,60—2,70
		2,65—2,75
Архейско-раннепротерозойская	Комплекс основания	2,78

Т а б л и ц а П.2

## Плотностные характеристики структурных комплексов района

Структурный комплекс	Возраст	Плотность, г/см <sup>3</sup>	
		средневзвешенная	избыточная
Осадочный чехол	Мезо-кайнозойский и четвертичный	2,0—2,35	—
Плитный комплекс	Рифейско-палеозойско-нижнетриасовый	2,60—2,70	0,35—0,60
Комплекс основания	Архейско-протерозойский	2,75—2,80	0,10—0,15

глубинах от 1—2 до 3 км. Следовательно, и последние залегают ниже кровли кембрийских отложений и прорывают, очевидно, более древние докембрийские образования. Сопоставляя данные расчетов глубин залегания магнитных пород с материалами глубоких скважин, вскрывших кровлю кембрийских отложений выше кровли возмущающих масс, А. М. Загороднов и М. И. Залипухин [1960] сделали вывод о том, что минимальные глубины в 2—3 км относятся к кровле рифейских образований, а магнитные породы, располагающиеся на глубинах порядка 5 км и более, связаны, вероятно, с более древними, возможно, архейскими образованиями комплекса основания. Данные аэромагнитной и гравиметрической съемки, результаты ГСЗ позволяют несколько уточнить эти выводы, а также детализировать структурно-тектонические построения, предложенные рядом исследователей, взятые нами за основу.

Плотностные характеристики стратиграфических подразделений района, полученные по отдельным, удаленным на значительные расстояния площадям (Ермаковская, Костровская, Нижне-Баихская и др.), представлены в табл. П.1.

Как видно из таблицы, плотностные границы для большей части разреза можно выделить лишь условно. Наиболее четко они устанавливаются в подошве осадочного чехла, в подошве плитного комплекса и между плитным комплексом и комплексом основания. В обобщенном виде мы их представили в табл. П.2.

**Источники гравитационных аномалий.** Возможные источники гравитационных аномалий в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы локализованы А. П. Четверговым, Ю. М. Шульгиным и В. А. Каштановым в 1978 г. с учетом многолетнего опыта их интерпретации (табл. П.3).

Возможные источники и характеристики гравитационных аномалий района

Источники аномалий	Аномалии					
	I порядка		II порядка		III порядка	
	Положительные	Отрицательные	Положительные	Отрицательные	Положительные	Отрицательные
<b>Глубинные факторы</b>						
Рельеф поверхности М и К, плотностные неоднородности верхней мантии и нижних частей земной коры	⊕	⊕	⊕	⊕	—	—
<b>Приповерхностные факторы</b>						
Рельеф поверхности комплекса основания	⊕	⊕	+	+	—	—
Состав образований комплекса основания	⊕	⊕	+	+	—	—
Мощность и состав плитного комплекса	⊕	⊕	+	⊕	—	—
Мощность мезозойского осадочного чехла	—	⊕	—	⊕	⊕	+
Плотностные неоднородности мезозойского осадочного чехла	—	—	—	—	⊕	—
<b>Интрузивные образования</b>						
В составе комплекса основания основные гранитоидные	⊕	—	⊕	—	—	—
Щелочные в составе плитного комплекса	—	—	—	⊕	—	+
Основные в составе мезозойского осадочного чехла	—	—	⊕	—	⊕	—

Примечание. Вероятность аномалиеобразующего фактора: + может создавать аномалии; — не может создавать аномалии; ⊕ наиболее вероятное соответствие.

**Глубинные факторы.** Количественная оценка влияния глубинных факторов на аномальное поле силы тяжести может быть дана лишь весьма приближенно, так как в районе не производились глубинные сейсмогеологические исследования. Ближайшие профили ГСЗ расположены в 200 км к северу и 300 км к югу. Южный профиль, проходящий через Касскую наложенную впадину, свидетельствует, что наблюдаемая здесь отрицательная аномалия обусловлена не только структурным эффектом, но и дополнительно разуплотнением нижних частей разреза земной коры. В области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы процессы глубинного разуплотнения земной коры можно предполагать в приенисейской ее части, где интенсивная отрицательная аномалия никоим образом не может объясняться близповерхностными особенностями геологического строения, а свидетельствует о наличии здесь краевого прогиба (рис. II.1, II.2).

С другой стороны, количественные расчеты показывают, что подавляющее большинство аномалиеобразующих объектов расположено в верхних частях разреза земной коры и не связано с глубинными источниками. В силу этого они создают контрастные, четко ограниченные аномалии и не могут быть сколько-нибудь существенно искажены за счет влияния глубинных объектов.

Изменение состава пород комплекса основания представляется одним из важнейших факторов, обуславливающих аномальное поле силы тяжести. Это особенно ярко проявляется при сопоставлении Туруханско-Игарского и Фатьянихинско-Баихского блоков. В пределах первого комплекса основания залегают на глубинах 0,5—1,0 км, а второго — свыше 3 км. Однако аномалия, обусловленная вторым объектом, по интен-

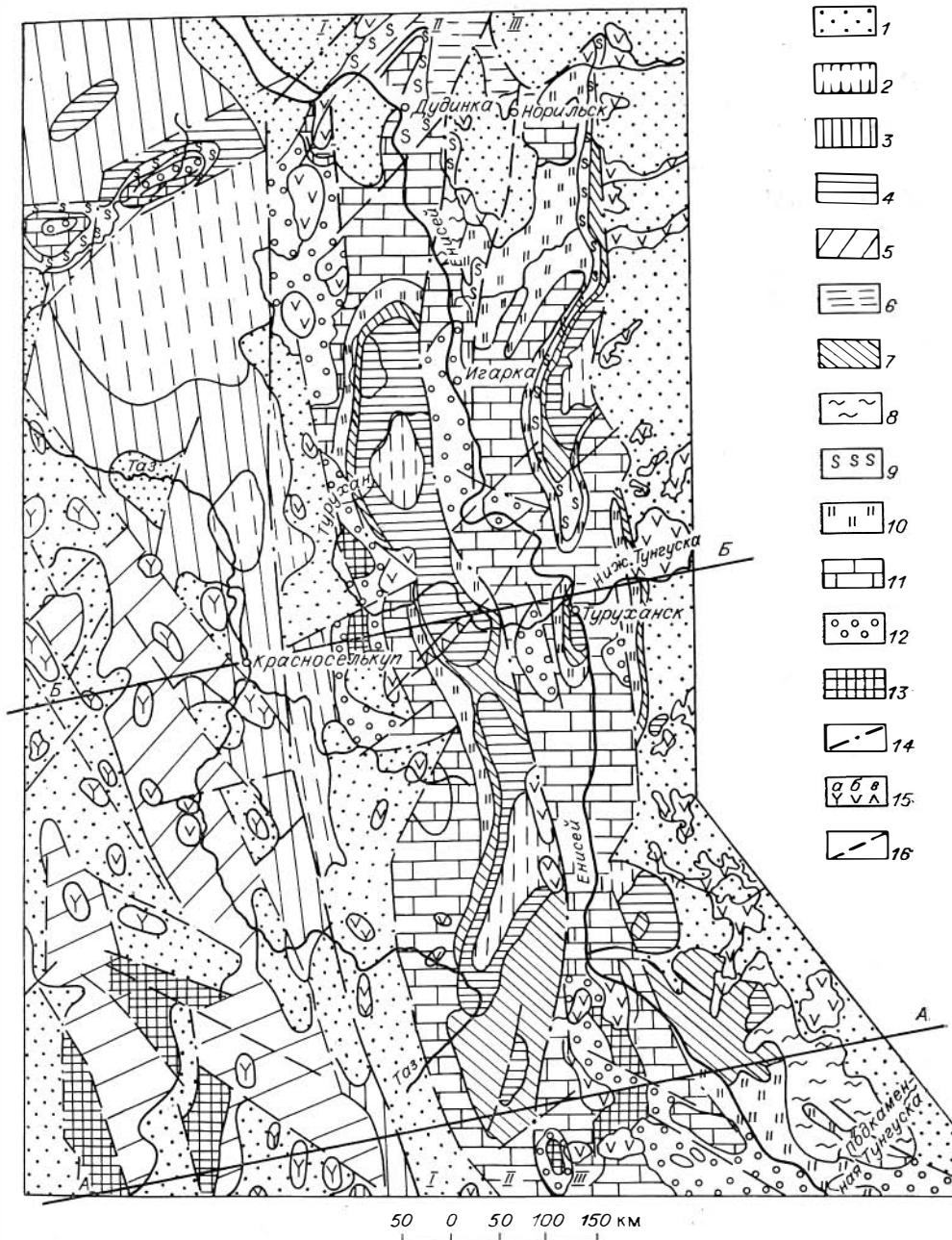


Рис. II.1. Схема геологического строения домезозойских образований области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы по данным работы [Геология..., 1975] с изменениями автора.

1—12 — плитный комплекс: 1 — нижний триас; 2 — верхняя пермь; 3 — средний и верхний карбон и пермь; 4 — карбон; 5 — силур, девон и нижний карбон; 6 — верхний девон и нижний карбон; 7 — нижний и средний девон; 8 — силур; 9 — ордовик; 10 — ордовик и силур; 11 — венд и кембрий; 12 — рифей; 13 — комплекс основания, архей и протерозой; 14 — дизъюнктивные нарушения, разграничивающие блоки I порядка и структуры разного возраста заложения; 15 — интрузивные образования кислого (а), основного (б) и щелочного (в) состава; 16 — дизъюнктивные нарушения разного порядка.

сивности значительно превышает аномалию над первым объектом. Очевидно, в данном случае имеются два блока архейско-раннепротерозойского комплекса основания различного вещественного состава.

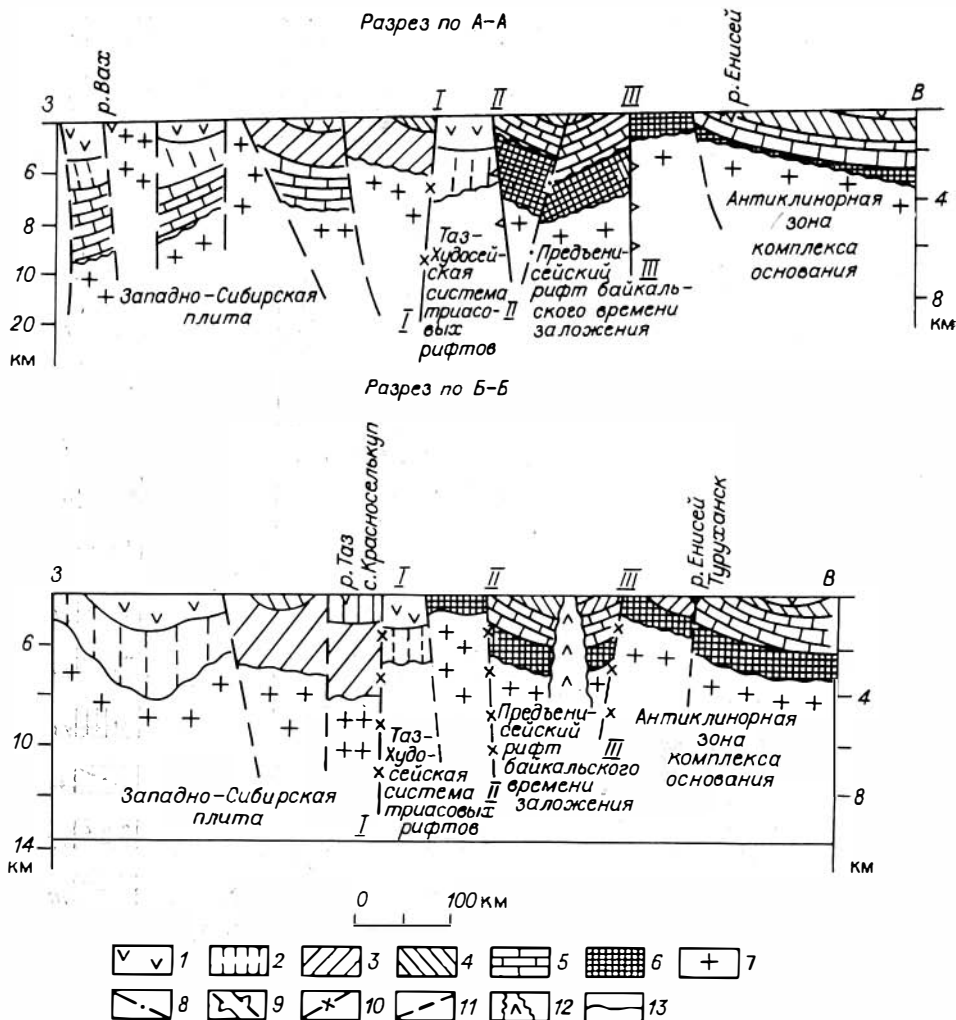


Рис. II.2. Геологические разрезы области сочленения ЗСП и СП.

1—6 — плитный комплекс: 1 — нижний триас; 2 — верхняя пермь и нижний триас; 3 — силур, девон и нижний карбон; 4 — нижний и средний девон; 5 — венд и кембрий; 6 — рифей; 7 — комплекс основания, архей и протерозой; 8, 9 — разломы; 8 — разграничивающие Западно-Сибирскую плиту и Сибирскую платформу, 9 — ограничивающие Предьенейский рифт; 10 — Худосейская, Касско-Раттская, Ермаково-Дубчесская зоны разломов; 11 — дизъюнктивные нарушения разного порядка; 12 — интрузия щелочного состава в системе Предьенейской рифтовой зоны; 13 — границы структурно-формационных комплексов.

### II.1. РЕЛЬЕФ КОМПЛЕКСА ОСНОВАНИЯ

О рельефе доплитного комплекса данных, кроме гравиметрических, на изучаемой территории очень мало. К ним относятся материалы буровых работ по Туруханскому и Нижне-Баихскому профилям, сейсмические профили вдоль долины Енисея и в северной части региона до пос. Ермаково. В последнее время в районе по редким региональным профилям проведено глубокое сейсмическое зондирование (рис. II.3, II.4). Эти материалы свидетельствуют, что кровля комплекса основания погружается от Туруханско-Игарского блока в западном направлении на 2,5—3,0 км, затем в виде резкой ступени — на 10—12 км, а в восточном — погружается на незначительную глубину на отдельных участках. Последнее достаточно убедительно видно на региональных профилях (см. рис. II.3, II.4). Гравитационный эффект на границе «фундамент — чехол» при избыточной плотности 0,4 г/см<sup>3</sup> составляет первые десятки миллигал. Однако только колебаниями рельефа кровли комплекса осно-

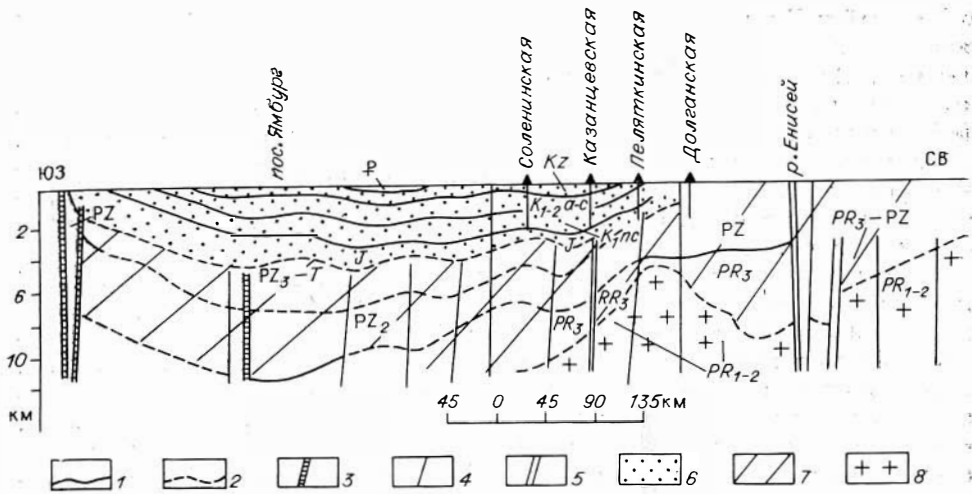


Рис. II.3. Сейсмогеологический профиль Ямбург — Енисей [Рудкевич, Латыпова 1979].

1, 2 — сейсмические границы установленные (1) и предполагаемые (2); 3 — линии дизъюнктивных нарушений (глубинные); 4, 5 — зоны разломов локальные (4) и региональные (5); 6 — осадочный чехол; 7 — плитный комплекс; 8 — комплекс основания.

вания не объяснить аномальное поле силы тяжести. Характер аномального поля после исключения из наблюдений значений эффекта вышеуказанной границы в региональном плане остается одинаковым, поэтому для его объяснения приходится привлекать структурно-вещественные особенности строения комплекса основания и плитного комплекса. В области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы отложения плитного комплекса вскрыты единичными скважинами. В основном они устанавливаются по гравиметрическим данным по аналогии

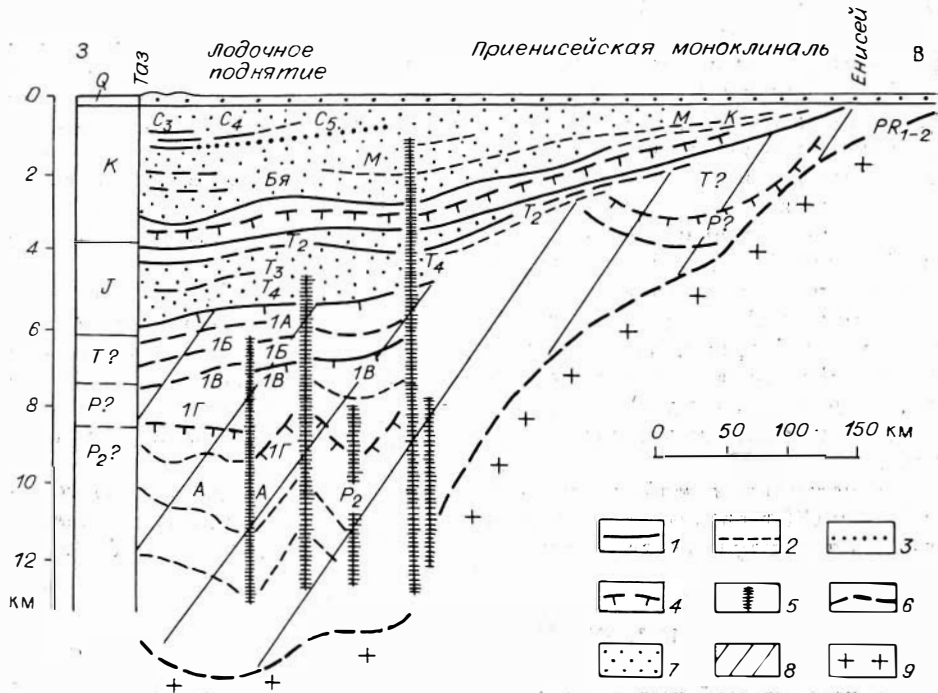


Рис. II.4. Сейсмогеологический профиль Таз — Енисей [Савинский и др., 1987].

1—4 — сейсмические границы достоверные (1), намечающиеся (2), предполагаемые (3), внутри структурно-формационных комплексов (4); 5 — линии дизъюнктивных нарушений; 6 — границы структурно-формационных комплексов; 7 — осадочный чехол; 8 — плитный комплекс; 9 — комплекс основания.



с Касской и Дубчесской впадинами, находящимися в единой структурной зоне с выделяемыми в районе Пакулихинской и Фатьянихинской впадинами. Судя по характеру гравитационного и магнитного полей, они выполнены немагнитными карбонатными и терригенно-карбонатными рифейско-палеозойскими образованиями с плотностью 2,60—2,65 г/см<sup>3</sup>. В гравитационном поле эта структурная зона отображается отрицательной аномалией интенсивностью первые десятки миллигал, что по расчетам позволяет предполагать мощность образований плитного комплекса свыше 5,0 км.

По результатам бурения и сейсмических работ мощность отложений мезозоя колеблется от 0,2—0,4 до 5 км и более. Установлено уверенное нарастание мощности мезозоя от центральной части Туруханско-Игарского блока в западном и северо-западном направлениях (см. рис. II.4). В региональном плане мезозойские образования приводят к понижению аномального поля силы тяжести. Детализация исследований показывает, что многие особенности морфологии и интенсивности наблюдаемого поля обусловлены именно мезозойскими структурно-вещественными свойствами. Наглядным примером этому является Приенисейский и Худосейский блоки, выраженные в структурном отношении как краевой прогиб и грабен-рифт соответственно, характеризующиеся чрезвычайно сложным строением самых верхних частей разреза земной коры, т. е. в образованиях плитного комплекса. Здесь широко развиты горсто- и грабенообразные сбрососдвиговые и взбросонадвиговые структуры, четко прослеживаемые и по сейсмическим данным (см. рис. II.1—II.4). Худосейская, Касско-Раттская, Ермаково-Дубчесская и Приенисейская зоны разломов, ограничивающие указанные блоки, по геолого-геофизическим данным, активно жили и в мезозойское время. Высокая тектоническая активность области сочленения ЗСП и СП в мезозойскую эпоху подтверждается юрско-меловым вулканизмом, широко развитым в районе [Каштанов, 1972б, 1983, 1985].

Нами установлено, что архейско-раннепротерозойские образования комплекса основания Сибирской платформы продолжают далеко на запад от Енисея под толщей мезозойских отложений (см. рис. II.1—II.4). Гравиметрические исследования, проведенные на этой территории, показывают, что гравитационное поле, характерное для Сибирской платформы, прослеживается примерно до верхнего течения Турухана. В настоящее время выяснено, что на северо-востоке Западно-Сибирской плиты положительные значения гравитационных полей соответствуют областям неглубокого залегания комплекса основания.

Геолого-геофизические данные свидетельствуют о продолжении структур Сибирской платформы в восточную часть Западно-Сибирской равнины под покровом мезозойско-кайнозойских отложений. Западная граница структур Сибирской платформы может быть проведена по верхнему течению рек Турухан, Елогуй и далее на юг. С запада структуры Сибирской платформы ограничены зоной глубинных разломов (Касско-Раттская, Худосейская и др.), представляющих собой систему рифтов и прогибов, по которой они сочленяются со структурами Западно-Сибирской плиты.

По материалам геофизических и буровых работ в области сочленения ЗСП и СП в образованиях домезозойского плитного комплекса можно выделить ряд крупных структурных элементов (см. рис. II.1, II.2).

## II.2. КОМПЛЕКС ОСНОВАНИЯ

По геолого-геофизическим данным в зоне сочленения ЗСП и СП комплекс основания архейско-раннепротерозойского возраста развит повсеместно, подстилая образования плитного комплекса и осадочного чехла, фрагментарно выступая под отложения последних (см. рис. II.1). В структурном отношении комплекс основания представлен серией син-

Рис. II.5. Схема триасовых рифтов области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. 1 — разломы, ограничивающие рифтовые зоны; 2 — западная окраина Сибирской платформы; 3, 4 — контуры структур I и II порядков соответственно; 5 — граница современных выходов докембрийских образований на дневную поверхность.

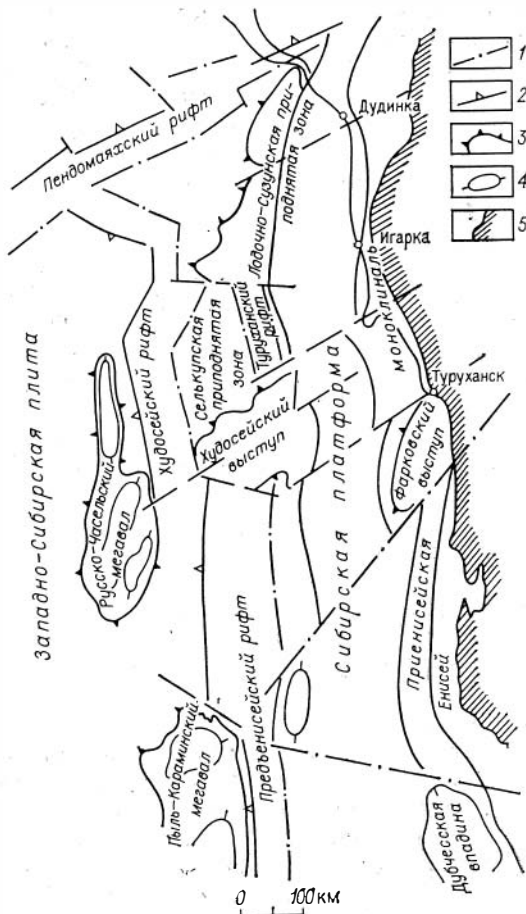
клинорно-антиклинорных зон, перекрытых почти повсеместно, как уже отмечалось, образованиями плитного рифейско-фанерозойского комплекса и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. В Приенисейской зоне вдоль Енисея от устья р. Подкаменной Тунгуски до г. Игарки комплекс основания слагает антиклинорную зону, срезаемую к западу субмеридиональным Худосейским разломом I—I (см. рис. II.1), где образования комплекса основания погружены на значительную глубину (4—8 км). Худосейский разлом представляет собой шовную зону (предрифейский рифт), по которой впоследствии, начиная с рифея, развивался Предъенисейский краевой прогиб со свойственным ему набором структурно-формационных и тектонических комплексов.

К западу от Предъенисейского прогиба развита зона триасовых рифтов, где образования архейско-протерозойского возраста отсутствуют, и в основании рифтового комплекса по геолого-геофизическим данным предполагается базитовая кора (рис. II.5). Еще далее на запад распространены структуры Западно-Сибирской плиты, где комплекс основания представлен протоорогенными образованиями [Жеро и др., 1986].

### II.3. ПЛИТНЫЙ КОМПЛЕКС

Слабодислоцированные и почти неметаморфизованные породы рифейско-палеозойского возраста в зоне сочленения ЗСП и СП широко развиты в областях с погруженным комплексом основания, выполняющая так называемые наложенные впадины [Жеро и др., 1979] в пределах Предъенисейского прогиба (см. рис. II.1, II.2), где они залегают с угловым несогласием на породах архейско-нижнепротерозойского возраста.

По данным гравиметрических исследований, здесь выделяются Курейская, Усть-Туруханская и Сарчихинская впадины, располагающиеся непосредственно на приподнятых блоках комплекса основания, в силу чего мощность осадочных образований выполняющих их отложений плитного комплекса не превышает 1—2 км. Маковская, Пакулихинская и Фатьянихинская впадины приурочены к Фатьянихинско-Баихскому погруженному блоку комплекса основания (Предъенисейский прогиб), в силу чего мощность осадков, слагающих плитный комплекс, составляет в них 4,0—5,0 км и более (см. рис. II.1, II.2). Все вышеперечисленные впадины в гравитационных полях отрисовываются как зоны региональных гравитационных минимумов. Наличие Курейской, Усть-Турухан-



ской, Сарчихинской и Маковской впадин подтверждается материалами электроразведочных и буровых работ.

Геологическая природа гравитационных минимумов объясняется наличием на данных участках мощных неметаморфизованных толщ рифейско-палеозойского возраста, так как сейсмогеологическое профилирование, проведенное через Маковский минимум, показало пологое погружение мезозойских осадков в западном направлении на протяжении всего профиля. Это положение подтверждается данными аэромагнитной съемки, установившей глубину залегания возмущающих магнитных масс в пределах зон гравитационных минимумов до 7—9 км, в то время как максимальная мощность осадков мезозоя и кайнозоя здесь, по-видимому, не превышает 4 км, а также данными ГСЗ (см. рис. II.3, II.4).

Строение впадин в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы почти не изучено. Палеозойские осадочные образования вскрыты лишь одиночными скважинами в Курейской, Усть-Туруханской, Сарчихинской и Маковской впадинах, более древние осадочные толщи предполагаются только по геофизическим данным.

Курейская впадина выделена по геолого-геофизическим данным и результатам буровых работ. В пределах описываемого района она изучена лишь в южной части, где широко развиты терригенно-карбонатные отложения среднего и верхнего палеозоя и угленосные отложения катской свиты среднего и верхнего карбона.

Усть-Туруханская впадина была выделена по данным электроразведочных работ как крупный грабенообразный прогиб. Последующие гравиметрические и буровые работы, проведенные здесь, подтвердили ее наличие. Размеры впадины около 130 км в длину и свыше 40 км в ширину. На востоке она ограничена выходами на поверхность верхнепротерозойских образований, а на западе — крупным выступом комплекса основания, отделяющим Усть-Туруханскую впадину от Пакулихинской. Отложения карбона, выполняющие данную структуру, вскрыты колонковыми скважинами вблизи с. Туруханска и сопоставляются с катской свитой среднего и верхнего карбона, развитой на Сибирской платформе.

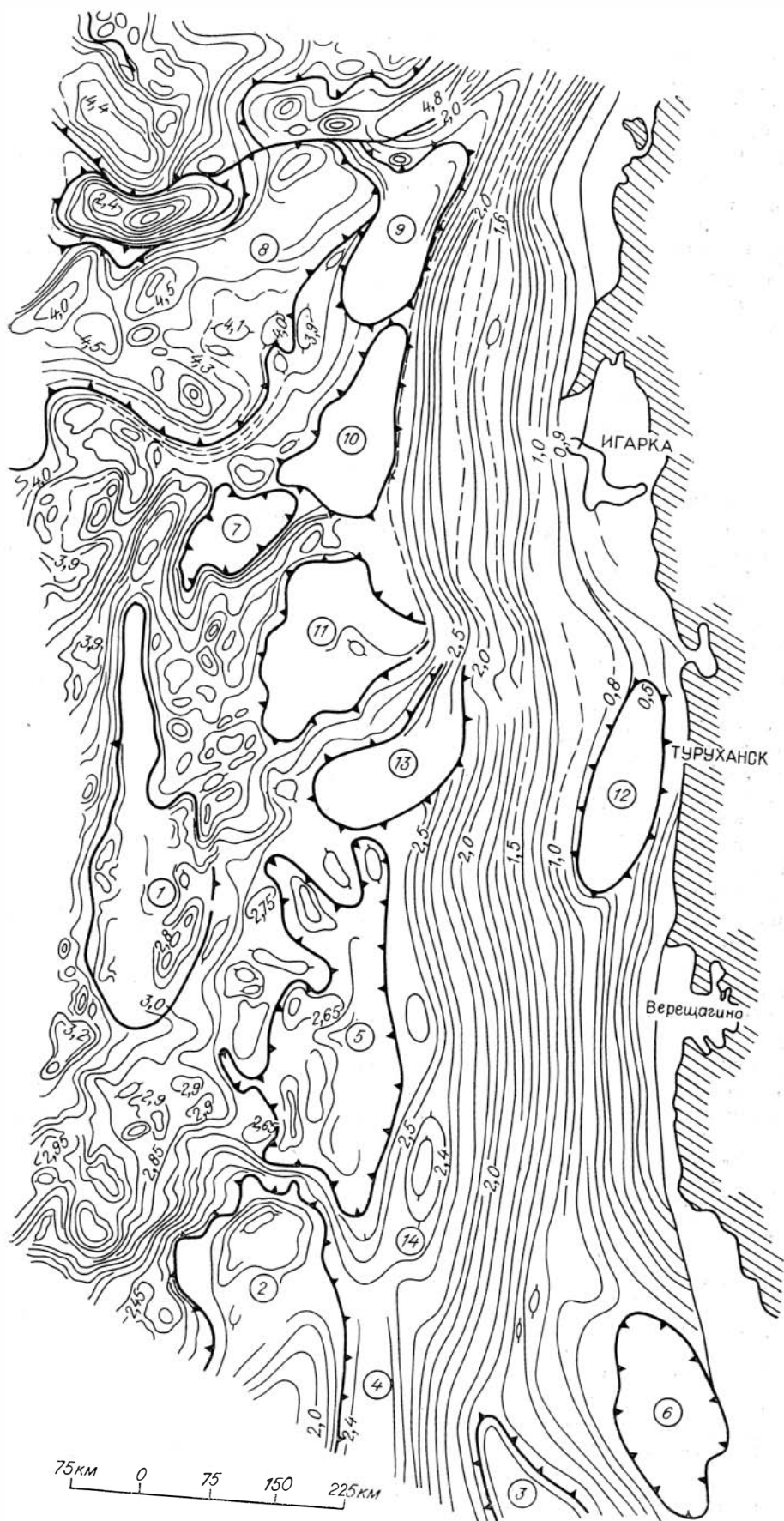
Фатьянинская впадина выделяется по геолого-геофизическим данным в юго-восточной части района и данным бурения в районе рек Комсы, Бахты, Варламовки. Это крупная структура, включающая в себя, по-видимому, ряд более мелких впадин. В районе р. Фатьянихи она выполнена известковисто-глинистыми отложениями девона и угленосными осадками карбона и перми. В районе Комсы, Бахты и Варламовки впадину выполняют известняки силура и отложения девона, представленные красноцветными песчаниками, аргиллитами и серыми известняками.

Сарчихинская впадина выделяется по геолого-геофизическим данным и результатам бурения в приустьевой части р. Сарчихи, где под мезозойским осадочным чехлом небольшой мощности (300 м) вскрыты красноцветные отложения девона.

Пакулихинская палеозойская впадина намечается по данным гравиметрической и аэромагнитной съемок. На гравиметрической карте она вырисовывается в виде зоны крупного минимума. Пакулихинская впадина располагается к западу от р. Ниж. Баихи, простираясь в субмеридиональном направлении от р. Турухан на севере (являясь как бы южным продолжением Маковской впадины) до верхнего течения р. Келлог на юге на расстояние более 350 км. С востока она ограничена Туруханско-Игарским блоком комплекса основания. В районе Пакулихи она сливается с примыкающей к ней Фатьянинской впадиной (см. рис. II.1, II.2),

Рис. II.6. Структурная карта мезозойско-кайнозойского чехла области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

1—3 — мегавалы: 1 — Русско-Часельский, 2 — Пыль-Караминский, 3 — Сымский; 4, 5 — прогибы: 4 — Альсымский, 5 — Верхне-Тазовский; 6—8 — впадины: 6 — Сарчихинская, 7 — Средне-тазовская, 8 — Пендоманская; 9—11 — приподнятые зоны: 9 — Сузунская, 10 — Ванкорско-Русско-Реченская, 11 — Мангазейско-Черничная; 12, 13 — структурные мысы: 12 — Фарковский, 13 — Худосейский; 14 — Ширтинское куполовидное поднятие. Здесь и на рис. IV.1 цифры при изогипсах — абсолютные отметки кровли отложения горизонта II<sup>a</sup> (км).



о чем свидетельствует одинаковый характер гравитационных полей этих двух структур.

Маковская палеозойская впадина установлена в районе оз. Маковского по материалам гравиразведочных работ. Она простирается в субмеридиональном направлении от широты г. Игарки и прослеживается далеко на юг на расстояние около 400 км при ширине 80—100 км. В юго-восточной ее части пройдена Западно-Ермаковская скважина, вскрывшая толщу черных аргиллитов, сопоставляемых с катской свитой среднего и верхнего карбона Сибирской платформы. Геолого-геофизические данные, полученные в последнее время, позволяют значительно расширить ее границы и выделить на ее месте Предъенисейский краевой прогиб. В пределах Худосейского блока по геолого-геофизическим данным выделяется целая система рифтов (в том числе и Худосейский, установленный коллективом сотрудников СНИИГГиМСа под руководством В. С. Суркова [1970]).

#### II.4. МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИЙ ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ

Отложения мезозоя несогласно и с глубоким размывом перекрывают подстилающие их образования комплекса основания и плитного комплекса. Первые структурные и тектонические построения осадочного чехла восточной окраины Западно-Сибирской плиты осуществлены коллективом исследователей под руководством В. П. Казаринова и Д. В. Дробышева [1958], составивших тектоническую схему строения по подошве платформенных осадков мезозоя и кайнозоя. Группой ученых под руководством И. В. Дербикова и др. [1960] был установлен ряд региональных структур, к числу которых отнесен енисейский склон, охватывающий практически всю территорию исследования. В качестве структур I порядка они выделили Елогуйский свод, Верхне-Тазовскую впадину и др. Кроме того, они наметили целый ряд структур II порядка, большинство из которых были подтверждены впоследствии при проведении буровых и сейсморазведочных работ.

Как уже отмечалось, общая мощность мезозоя и кайнозоя в наиболее погруженных частях региона достигает 5—6 км и более. Однако мощности осадков отдельных стратиграфических подразделений, формировавшихся в различных структурных условиях, как правило, различны. Установлены большие колебания мощности осадков различных отделов и систем мезозоя, следы многочисленных размывов, внутриформационных перерывов, дизъюнктивные нарушения, проявления вулканизма. Мезозойская история характеризуется наличием эпох интенсивных колебательных движений преимущественно отрицательного знака, определяющих накопление мощных терригенных толщ, и эпох усиления активности, приводящих к формированию существенно обломочных и туфогенно-осадочных пород небольшой мощности, занимающих в разрезе мезозоя подчиненное положение. Неустойчивость тектонического режима осадконакопления подчеркивается также залеганием на породах, подстилающих чехол, отложений различного возраста. Однако унаследованность структурного плана мезозойского осадочного чехла от структур комплекса основания и плитного комплекса прослеживается довольно четко. На структурной карте (рис. II.6), построенной по кровле заводуковской серии по данным геолого-геофизических исследований, выделяются Енисейская моноклираль, осложненная Фарковским, Худосейским структурными мысами, Ширтинским куполовидным поднятием, Сымским мегавалом и Сузунской, Ванкорско-Русско-Реченской и Мангазейско-Черничной приподнятыми зонами. На западе моноклираль через систему прогибов (рифтов) и впадин (Альсымский, Верхне-Тазовский, Худосейский прогибы, Пендомаяхская впадина) сочленяется с Пыль-Караминским и Русско-Часельским мегавалами (см. рис. II.6).

Русско-Часельский мегавал расположен в западной части района на водоразделе рек Таз и Пур и является отражением в осадочном чехле

миогесинклинальных сооружений поздних герцинид [Мегакомплексы..., 1986], протягивающихся с юга из области Средне-Васюганского и Александровского мегавалов. Он ориентирован в субмеридиональном направлении и имеет длину более 300 км при ширине 60—80 км. Амплитуда по отражающему горизонту II<sup>a</sup> составляет 200—250 м.

К юго-востоку от него располагается Верхне-Тазовский прогиб субмеридиональной ориентировки длиной более 250 км при ширине 90 км, тяготеющий к области сочленения структур Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты. Протяженность прогиба по отражающему горизонту II<sup>a</sup> превышает 250 км, ширина 50 км и глубина 150 м. Вместе с Туруханской впадиной размером 120×30 км Верхне-Тазовский прогиб объединяется в Предъенисейский краевой прогиб (см. рис. II.1, II.2). К северо-востоку от Русско-Часельского мегавала расположена Средне-Тазовская впадина северо-восточного простирания размером 90×60 км и глубиной более 300 м, представляющая вместе с системой расположенных к югу мелких впадин современное выражение в юрском рельефе Худосейского рифта (см. рис. II.5). В северной части района выделяется Пендомаяхская впадина, являющаяся наиболее прогнутой частью сложной региональной депрессии северо-западного и северо-восточного простирания. Максимальная глубина Пендомаяхской впадины по отражающему горизонту II<sup>a</sup> составляет более 880 м. Размер ее достигает 300×80 км. Она также является современным выражением в юрском рельефе сложной системы рифтов (см. рис. II.5).

Сузунская, Ванкорско-Русско-Реченская, Мангазейско-Черничная приподнятые зоны, Фарковский и Худосейский структурные мысы представляют собой осложнение структурного плана северо-восточной и субширотной ориентировок, свидетельствующие о сложном, фестончатом характере границы сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, напоминающей в плане сутурные швы глубокого облекания молодыми отложениями более древних структур (см. рис. II.6).

В контурах Худосейского структурного мыса по данным геофизических исследований выделяется своеобразное сооружение, представленное породами щелочного состава, верхняя кромка которых отмечается в отложениях осадочного чехла [Каштанов, 1983].

Фарковский, Худосейский структурные мысы и Ширтинское куполовидное поднятие (КП) осложнены каждый одним локальным поднятием, ориентированным в северо-восточном направлении.

Сузунская приподнятая зона включает три локальных поднятия, а Ванкорско-Русско-Реченская — пять. Мангазейско-Черничная сложно построенная зона входит в состав Красноселькупского выступа и ограничена с запада, севера и востока системой прогнутых зон (рифтов). В ее составе выделяется большое количество локальных поднятий и впадин (см. рис. II.6).

Кроме этого в пределах района выделяется ряд локальных поднятий, приуроченных к различным структурным элементам чехла.

## II.5. РАЗЛОМЫ

Блоковый характер строения региона отражает значительную роль разломов. Выделение разломов осуществлено, как правило, по данным гравиметрических и аэромагнитных исследований. Однако имеются и прямые данные о наличии дизъюнктивных дислокаций в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Так, в районе пос. Верхне-Имбатского бурением устанавливается ступенеобразное погружение комплекса основания, а в районе с. Туруханска образования комплекса основания выходят на дневную поверхность. В нижнем течении р. Нижней Баихи под маломощным чехлом юрских, а иногда, возможно, и нижнемеловых отложений (апт-альбская кора выветривания) резко приподнятые породы протерозойского возраста контактируют с отложениями палеозоя. Аналогичная картина отмечается и в юго-восточной

части района, где по данным аэромагнитной съемки породы протерозоя на отдельных блоках приподняты и на них сохраняется апт-альбская кора химического выветривания и местами осадки верхней юры — валанжия. Только блоковыми подвижками можно объяснить неглубокое залегание кембрийских пород в устье р. Сухой Тунгуски. Соседними скважинами на большой глубине вскрыты осадки карбона. Имеются многочисленные свидетельства наличия тектонических нарушений и в мезозойской толще. Сейсмическими исследованиями выявлен сброс между скважинами 7к и 5к Игарского профиля, захватывающими юрские и меловые отложения [Булынникова и др., 1973]. В бассейне р. Турухан по данным аэромагнитной и гравиметрической съемок, сейсморазведки и геоморфологических исследований установлена серия разломов северо-восточного и северо-западного простирания, разбивающих домезозойские образования и чехол на ряд блоков, имеющих в плане ромбовидные очертания. Интенсивно разбиты дизъюнктивными нарушениями Русское месторождение, Тагульское, Западно-Красноселькупское, Черничное и ряд других локальных поднятий. Система рифтов строго ограничена различно ориентированными разломами.

В соответствии с размерами ограничиваемых структур разломы можно разделить на следующие типы (см. рис. II.1, II.2):

1. Зоны региональных разломов, ограничивающие структуры разного возраста заложения, и разломы, разграничивающие блоково-складчатые структуры I порядка и крупные блоки II порядка;

2. Разломы, ограничивающие структуры II и более высоких порядков;

3. Магмовмещающие разломы.

Первая группа разломов может быть отнесена к категории мантийных, так как они прослеживаются на многие сотни километров. Вторая и третья группы, по-видимому, в основном внутрикоровые.

В аномальном поле силы тяжести разломы выделяются по обычным признакам: это гравитационные ступени, зоны высоких градиентов, узкие линейные высокоградиентные зоны отрицательных аномалий, торцевые сочленения аномалий, резкие изгибы изоаномал.

К первой группе можно отнести Касско-Раттскую зону разломов II—II (см. рис. II.1, II.2), выделенную ранее целым рядом исследователей. По этой зоне разломов бокситоносные отложения альб-сеномана, согласно предположениям Ю. А. Лаврушина, Е. А. Щукиной [1958], К. В. Боголепова и Е. И. Пельтека [1957], выведены на дневную поверхность и размываются в верховьях левых притоков р. Енисей и правых притоков р. Таз.

Разломы, разграничивающие блоково-складчатые структуры I порядка, крупные блоки II и более высоких порядков, имеют меньшие длины простирания и характерные северо-восточную и северо-западную ориентировки. Они очень хорошо картируются по геолого-геофизическим и геоморфологическим данным. Магмовмещающие разломы, имеющие обычно северо-восточную ориентировку и редко проникающие в осадочный чехол, можно считать оперяющими более крупные региональные разломы. От Енисей-Хатангского мегапрогиба район отделен мощной зоной уступообразных сбросовых ступеней и сложно построенной Пендомаяхской системой рифтов (см. рис. II.5).

## II.6. МАГМАТИЗМ

Интрузивные образования в районе предполагаются в составе трех тектонических комплексов.

1. **Интрузивные образования в составе комплекса основания выделяются в западном (Келлог-Верхнебайхском) блоке повышенной плотности.** Положительные гравимагнитные аномалии позволяют говорить об

основном составе этих образований. По данным расчетов, глубина залегания верхних кромок тел 3—5 км, а нижних — 6—7 км. В гравитационном поле предполагаемые объекты дают аномалии порядка единиц миллигал.

2. **Интрузивные образования предположительно щелочного сиенитового состава залегают на глубинах 2—3 км** [Сурков и др., 1981]. Одна из интрузий данного типа выделяется в среднем течении р. Турухан (см. рис. П.1, П.2) у северной границы Фатянихинско-Пакулихинской наложенной впадины в пределах контура Худосейского структурного мыса. Наличие магматических образований пониженной плотности определяется по сочетанию отрицательной гравитационной аномалии интенсивностью до десятка миллигал с положительной магнитной аномалией. Судя по расчетным данным, интрузия располагается либо в кровле плитного комплекса, либо в подошве мезозойского чехла. Мощность интрузии по расчетным данным около 2—3 км.

3. **Интрузивные тела в мезозойском осадочном чехле обуславливают целый ряд гравимагнитных локальных тел, залегающих на глубинах 0,6—1,0 км и создающих аномалии интенсивностью до единиц миллигал в гравитационном поле и до 3—4 мЭ в магнитном.** Расчетная вертикальная мощность этих тел порядка 1 км. Характер гравитационных и магнитных аномалий позволяет однозначно говорить об их обусловленности интрузивными телами, а глубины залегания верхних кромок тел — о приуроченности их к мезозойским платформенным отложениям. Эти интрузивные тела рассматриваются как очаги наибольшей интенсивности мезозойского вулканамагматического этапа [Каштанов, 1972б, 1980, 1985; Каштанов, Ван, 1971].

## П.7. ИСТОЧНИКИ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

**Комплекс основания.** Материалы по магнитным свойствам комплекса основания имеются только для территории Сибирской платформы (Енисейский кряж, Игарский выступ, Анабарский щит). Они свидетельствуют о том, что высоконамагниченные тела, способные вызывать крупные аномалии, сложены кристаллическими сланцами, амфиболитами и пироксенитами. Интенсивность намагничения этих пород достигает  $3000—4000 \cdot 10^{-6}$  СИ. Такие тела развиты на Анабарском щите и Енисейском кряже, причем характерной для обоих регионов является вытянутая форма аномалий с соотношением длинных и коротких осей до 10 : 1. Иная картина наблюдается на Игарском выступе. Здесь развиты слабомагнитные разновидности пород, поэтому территория Игарского выступа в аномальном магнитном поле сколько-нибудь выразительно не выделяется.

Судя по морфологии магнитного поля рассматриваемой территории, аномалий анабарского и енисейского типов в ее пределах нет.

**Плитный комплекс.** В плитном комплексе подавляющее большинство осадков практически немагнитно. Лишь в девоне в южных частях Западно-Сибирской плиты известны эффузивы, создающие положительные аномалии  $\Delta T_a$  в пределах контуров наложенных впадин (Касская, Дубчесская и др.). Интенсивность их намагничения достигает  $1500—2000 \cdot 10^{-6}$  СИ, а создаваемые аномалии  $\Delta T_a$  — до 6—8 мЭ. Однако, судя по магнитному полю, предполагать наличие таких магнитных образований в пределах других выделенных наложенных впадин оснований нет.

**Осадочный чехол.** Считалось, что единственными магнитными разновидностями пород в составе мезозойского чехла являются бокситы [Загороднов, Залипухин, 1960; Дербигов, Каштанов, 1967; и др.]. Однако материалы, полученные в последнее время, позволяют предполагать в районе наличие юрско-меловых вулканических образований, способных создавать повышенное магнитное поле  $\Delta T_a$  [Каштанов, 1983, 1985], а также наличие магнетита, сформированного в результате воздействия УВ газов на вышележащие шамозитовые толщи [Каштанов, 1985, 1987].



О широком развитии мезо- и кайнозойского магматизма в пределах эпипалеозойских платформ (Африканская, Австралийская, Южно- и Северо-Американская) известно из обширной геологической литературы. Западно-Сибирская эпигерцинская плита в этом отношении до последнего времени оставалась практически неизученной, хотя предпосылки к установлению мезозойской магматической активизации были заложены в тектонических построениях элементов ее глубинного строения [Дербигов и др., 1960; Наливкин, 1965; Сурков, 1970; Каштанов, 1971б, 1972б, 1983, 1985].

## II.8. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОМ ЭТАПЕ

Мезозойский и кайнозойский этапы тектогенеза области сочленения ЗСП и СП характеризуются различными проявлениями тектонической активности. Этапы усиления интенсивности тектогенеза приходится на келловей, кимеридж, готерив-баррем, сеноман, даний, поздний палеоцен, поздний эоцен и неоген (рис. II.7).

Анализ истории развития пликвативных структур этого района в мезозое и кайнозое [Каштанов, 1972б] показал, что к концу средней юры (бат) наиболее приподнятой частью сопредельного района являлся свод Уренгойского вала. Превышение отметки его вершины над наиболее погруженной областью составляло 640 м. Самые глубокие прогибания в это время осуществлялись в районе Туруханской опорной скважины, в южной части Туруханского рифта.

К концу неокома (готерив-баррем) палеоструктурный план региона претерпел значительные изменения. На севере прилегающего района произошло воздымание Малохетского вала. Одновременно с этим районы Тазовского куполовидного поднятия и Уренгойского вала (восточный борт Колтогорско-Уренгойской рифтовой системы) испытали значительные опускания с амплитудой погружения 520—820 м, несколько меньшее погружение испытали районы Заполярного куполовидного поднятия и Костровской приподнятой ступени, отделенные от наиболее прогнутых частей рифта трансформными разломами. В районах Русско-Часельского мегавала и Туруханской рифтовой системы произошли значительные воздымания с образованием бескорневых (навешенных) структур (см. рис. II.3, II.4).

Палеорельеф к концу сеномана приобретает более сглаженный характер. Относительные превышения кровли осадков в пределах смежных структур противоположного знака составляли 200—250 м. Палеоструктурный план региона к концу палеоцена не претерпел значительных изменений [Каштанов, 1972].

Таким образом, наибольшая контрастность мезозойско-кайнозойских структур наблюдается в конце средней юры и неокоме. При этом за позднеюрско-неокомский этап произошло значительное изменение палеоструктурного плана с инверсией целого ряда структур. Такая разнонаправленность тектонических движений в мезозое в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы с размахом палеорельефа до 820 м и инверсией ряда структур свидетельствует о возобновлении тектонической активности, связанной с блоковыми подвижками региона по глубинным разломам и рифтовым зонам (см. рис. II.1, II.2, II.5).

Усиления мезозойской тектонической активности, установленные во всех смежных областях, подтверждаются и для исследуемой территории. Они сопровождаются внедрением позднемезозойских трещинных интрузий, приуроченных к региональным разломам. Эти разломы прослежива-

ются во внешнем поясе байкалид, далее на Сибирской платформе и структурах Верхоянской складчатой области. Предполагается, что мезозойская магматическая активизация захватила весь пояс байкалид в целом [Малых, 1970].

О юрско-меловом вулканизме Арктической области имеется ряд публикаций [Дибнер, Агеев, 1960; Дибнер и др., 1962; и др.]. В последние годы появились данные о наличии тефроидного, в том числе явно пирокластического материала (алевроитовой размерности), и в мезозойских отложениях севера Западно-Сибирской плиты [Ван, Каштанов, 1974; Процветалова, Лагутенкова, 1968].

Туфогенно-осадочные породы выявлены в керне колонковых скважин, пробуренных в бассейне р. Ниж. Баихи, правого притока р. Турухан в отложениях верхней юры, неокома, апт-альба и альб-сеномана [Каштанов, 1983].

В отложениях кимеридж-волжского яруса тефроидный материал наблюдается в виде примеси в известняках либо образует отдельные прослой мощностью 2—4 м. Судя по минеральному и химическому составу, тефроидные частицы являются производными кислой магмы липарит-дацитового состава. Среди пород валанжина, готерив-баррема и апт-альба встречаются многочисленные прослой туфогравелитов, туфопесчаников, туфосидеритов, туфогенных аргиллитов, туфов трахиандезитового состава, а также силицитов.

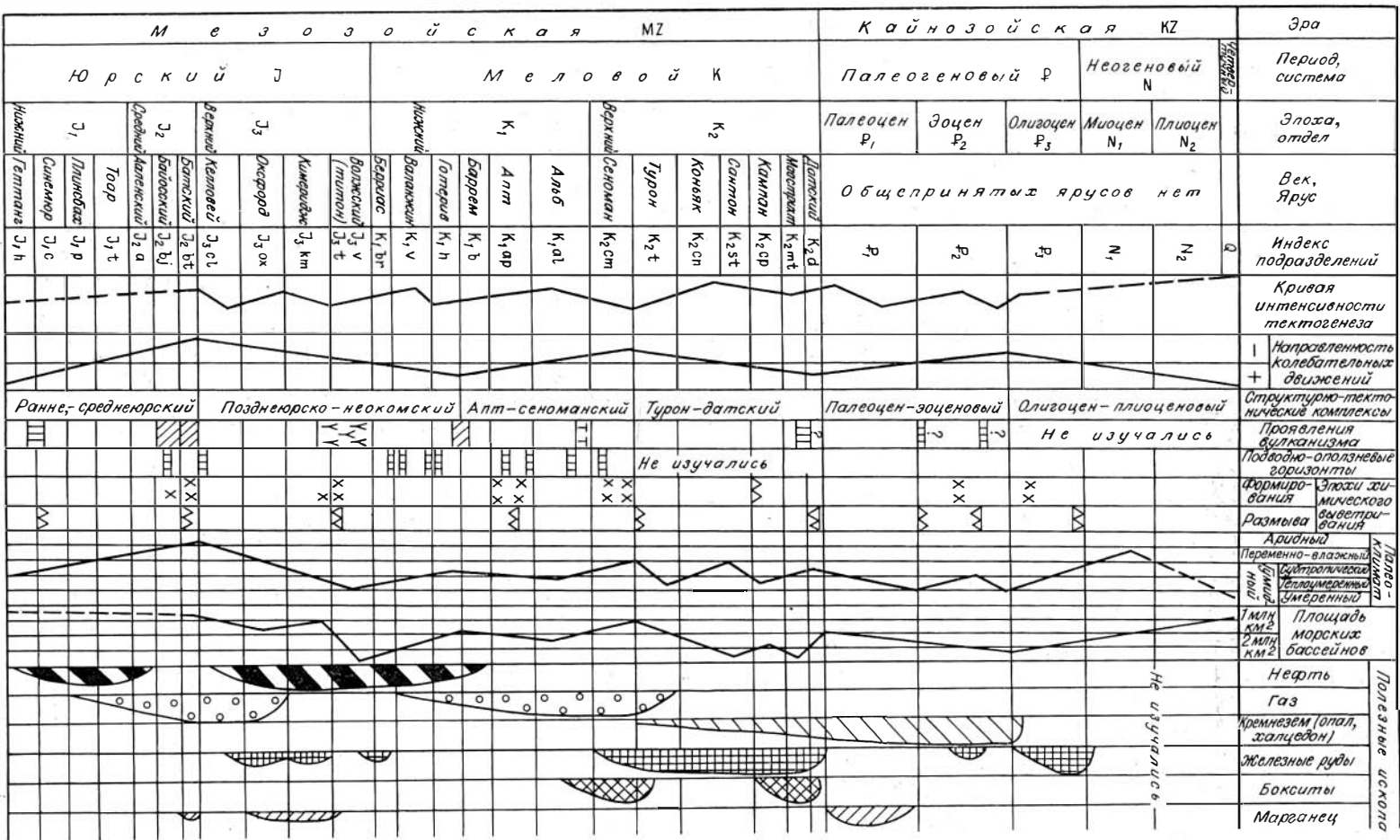
Кроме этого в отложениях средней юры (батский ярус) обнаружены «сварные» шлаки (скв. 1 Нижне-Баихского профиля) и обрывки базальтовой лавы в отложениях верхней юры (келловей-оксфорд) (скв. 20 Нижне-Баихского профиля). Тефroidный материал установлен в осадках кимеридж-волжского яруса на Костровской площади и альб-сеномана Туруханского профиля (см. Приложение 1, табл. I, рис. 1).

Можно высказать лишь предположения об источниках тефroidного материала в отложениях мезозоя области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, так как вулканические аппараты бурением не вскрыты. Вулканогенно-осадочные породы сформированы либо за счет размыва и переотложения пород трапповой формации Сибирской платформы (в этом случае в ее составе необходимо предполагать и наличие кислых эффузивов, например липарит-дацитов), либо за счет юрско-мелового вулканизма, имевшего место в непосредственной близости от изученных разрезов в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы (см. рис. II.1, II.2). Не исключена возможность привноса пепловых частиц из вулканических аппаратов, активно действовавших в синхронное осадконакопление время на островах Арктического архипелага [Дибнер, Агеев, 1960; Дибнер и др., 1962; Процветалова, Лагутенкова, 1968; и др.].

Центры вулканизма в пределах Западно-Сибирской плиты пока надежно не локализованы. Предположительно о них можно судить по наличию высокоинтенсивных магнитных аномалий изометричной формы размерами от  $2 \times 2$  до  $8 \times 10$  км, фиксируемых в отложениях мезозойского осадочного чехла. Возможно также, что они располагались в непосредственной близости от изученных разрезов, в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы в пределах контуров выделяемых здесь рифтовых зон (см. рис. II.5).

В составе осадочного чехла Западно-Сибирской плиты многочисленными аэромагнитными съемками различной детальности в последние годы выделяются так называемые микромагнитные аномалии  $\Delta T_a$ , вызываемые объектами, залегающими, как показывают расчеты, на глубинах до 150—300 м и имеющими в рассматриваемом районе интенсивность до 150 нТл, иногда более. В плане их распределение имеет различную группируемость и конфигурацию, что позволило нам [Каштанов, 1983] локализовать их с бокситами, залегающими в осадочном чехле.

В осадочном чехле области сочленения ЗСП и СП открыты залежи углеводородов, прибрежно-морские бокситы, оолитовые железные руды,



емые		Осадочные формации	Минералогические группы, формаций и субформаций	Минералогические горизонты	Минералогические бассейны
Фосфориты	Асбестовые районы и асбестовые элементы				
		S S S S S S S S S S S S S S S	Гипсоносная	Гипсоносная	Не определялись
		II II II II II II II II II II II II II II II	Угленосная	Опало-железистая	Чограйский, хантыйский, знаменский железорудные Кутанбулакский железорудный Куртамышский железорудный Люлинборский опалосный
		II II II II II II II II II	Опалосная	Опало-железистая	Бакчарский железорудный Приполярный фосфоритовый
		II II II II II II II II II	Опалосная	Опало-железистая	Ивдельский марганцевый Марятский марганцевый
		X X	Рудосная	Алюможелезо-фосфатно-марганцевая	Фадюшинский фосфоритовый Туржунский атомжелезорудный Коллашеский, Нарымский железорудные Танамский фосфоритовый Костровский железорудный Мессояжский железорудный фосфоритовый Камышловский фосфоритовый Мувайский, аятский железорудные
		Мысовской, кийский, маковский бокситовые. Долганский железорудный. Пласты группы Пк 1-3 (газ)	Бокситосная	Газосная	Россыли редкоземельных элементов Притургайский, Приенисейский, боксито-железорудные бассейны
		Пласты групп Пк 3-21, ПП 1-12 (газ) Синоро-Теченский железорудный, бокситовый	Газосная	Газосная	Северо-Сибирский газосный бассейн Приуральский боксито-железорудный бассейн
		Пласты групп Як 1-5 (газ), Мк 1 (Г), Ав 1-2 (Н); МП 1-10 (ГКН); ПП 13-24 (ГК) Пласты групп СД 1-3 (ГК); СХ 12 (ГК) Б 5-9; Б 8-17; Б 6-9 (нефть)	Нефтегазосная	Нефтегазосная	Центрально- и Северо-Сибирский нефтегазосные бассейны
		Пласты групп СД 8-11; НХ 125; Б 10-13; Б 13-10 (ГК), Б 8-10; Б 6-10-13 (нефть)	Угленосная	Нефтегазосная	Центрально- и Северо-Сибирский нефтегазосные бассейны
		Федоровский железорудный Пласты группы Ю 6 (нефть)	Рудосная	Нефтегазосная	Приуральский железорудный, Центрально-Южно- и Северо-Сибирские нефтеносные бассейны
		Бахтинский железорудный, фосфоритовый, марганцевый	Рудосная	Нефтегазосная	Приенисейский фосфатно-железо-марганцевый бассейн
		Шаимский железорудный Сиговский железорудный, фосфоритовый Пласты группы Ю 1-Ю 1 (газ-нефть)	Угленосная	Нефтегазосная	Шаимский, Еловуйский фосфатно-железорудные бассейны Центрально- и Южно-Сибирский газонефтеносные бассейны
		Пласты группы Ю 2-Ю 4 (нефть) Пласты группы Ю 3-М (газ-нефть)	Угленосная	Нефтегазосная	Западно-Сибирский нефтегазосный, угленосный бассейн Россыли ильменита, рутила

Рис. II.7. Схема минерации осадочного чехла Западно-Сибирской плиты.  
Усл. обозн. см. на рис. III.3.

сидериты, россыпи циркона и ильменита, фосфориты, проявления марганца и ванадия, а в континентальных отложениях — бурые угли, строительные и формовочные пески, а также огнеупорные глины [Каштанов, 1983, 1985]. Залежи углеводородов приурочены к западной части района, а рудные концентрации — к его восточным границам, локализуясь в виде пластов и линз, слагая единый мезозойско-кайнозойский минералогический комплекс.

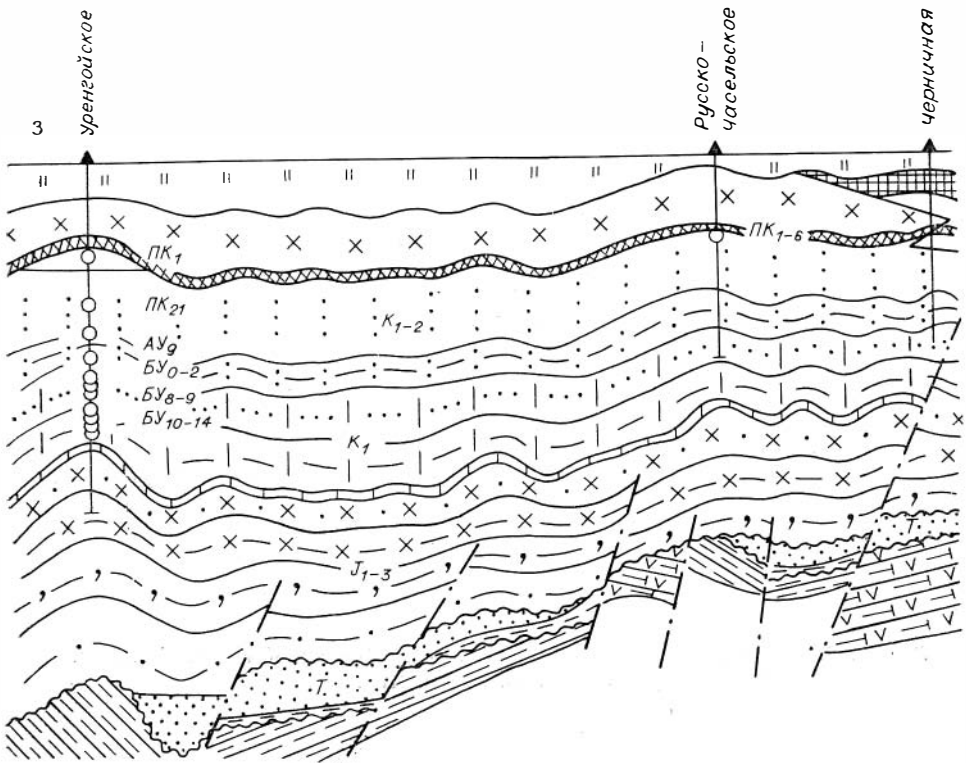
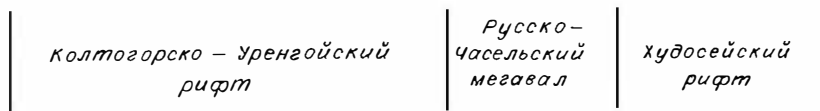
## Г Л А В А III

### ФОРМАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ МИНЕРАГЕНИЯ

#### III.1. ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

В литолого-формационном отношении образования комплекса основания, плитного комплекса и осадочного чехла могут быть подразделены на следующие группы (рис. III.1—III.3).

1. Комплекс основания слагается: а) карбонатно-кремнистой, амфиболо-сланцевой, базальтовой и гнейсовой формациями архея — раннего



протерозоя, развитыми в составе Игарско-Туруханского и Елогуй-Енисейского блоков в Приенисейской зоне СП; б) глинисто-сланцевой, спилито-порфировой и терригенно-карбонатной формациями протерозоя — рифея, предположительно развитыми в области перехода складчатых сооружений Сибирской платформы к структурам Западно-Сибирской плиты; в) существенно базитовыми формациями перми-триаса, выполняющими рифтовые зоны в западной части района (см. рис. II.5, III.1—III.3).

2. Плитный комплекс представлен: а) углито-кремнистой, хлоритосланцевой, известковистой формациями рифея и венда — кембрия и карбонатно-кремнистой, слюдисто-филлито-сланцевой формациями ордовика + силура с эффузивами разного состава, развитыми в пределах Фатьянинско-Байхского блока Предъенисейского прогиба (см. рис. II.1, II.2, III.1—III.3); б) терригенно-красноцветной и терригенно-карбонатной формациями девона, терригенно-карбонатной, карбонатно-глинистой и глинисто-сланцевой формациями девона, терригенно-угленосной и терригенно-карбонатной формациями карбона и терригенно-угленосной, эффузивно-осадочной формациями карбона — перми, выполняющими впадины в пределах этого же структурного элемента (см. рис. II.1, III.1—III.3); в) терригенно-эффузивной формацией нижнего триаса, терригенной формацией среднего — верхнего триаса с эффузивами в основном базитового состава, развитыми в западной притазовской части в составе рифтовых систем.

3. В мезозойско-кайнозойском осадочном чехле Западно-Сибирской эпигерцинской плиты большинство исследователей [Геологическое строение..., 1958; Казаринов, 1958, 1960; Гольберт, 1968; Геология..., 1975;

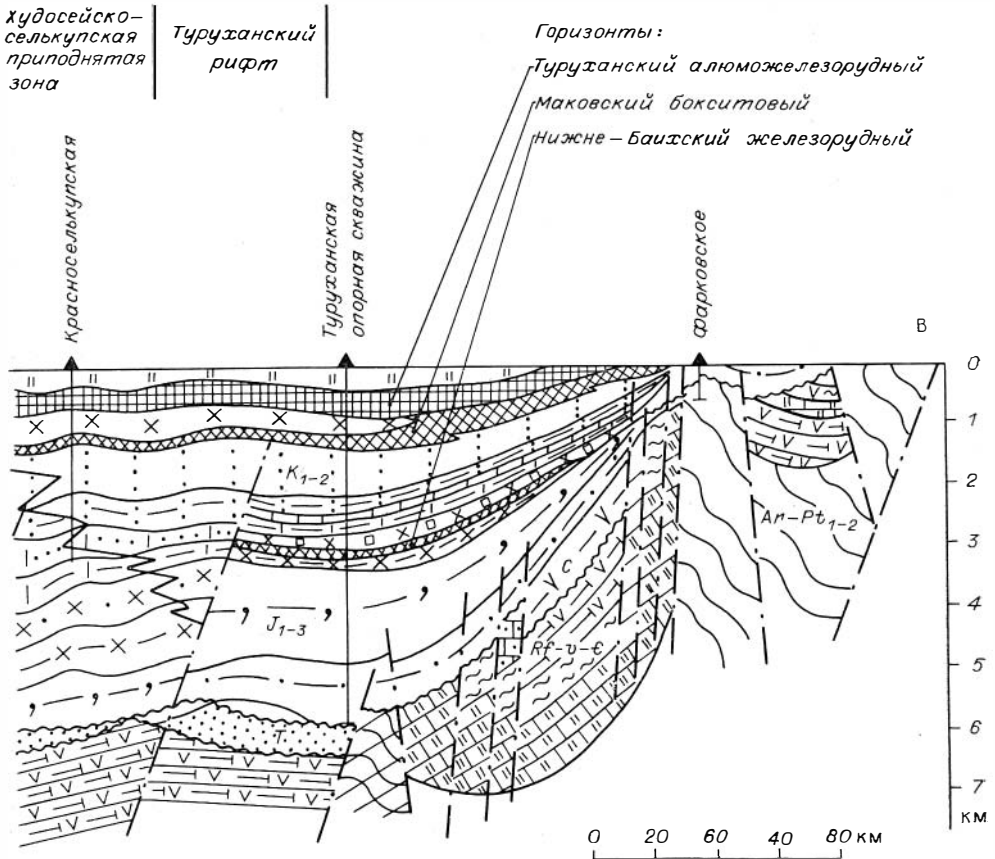
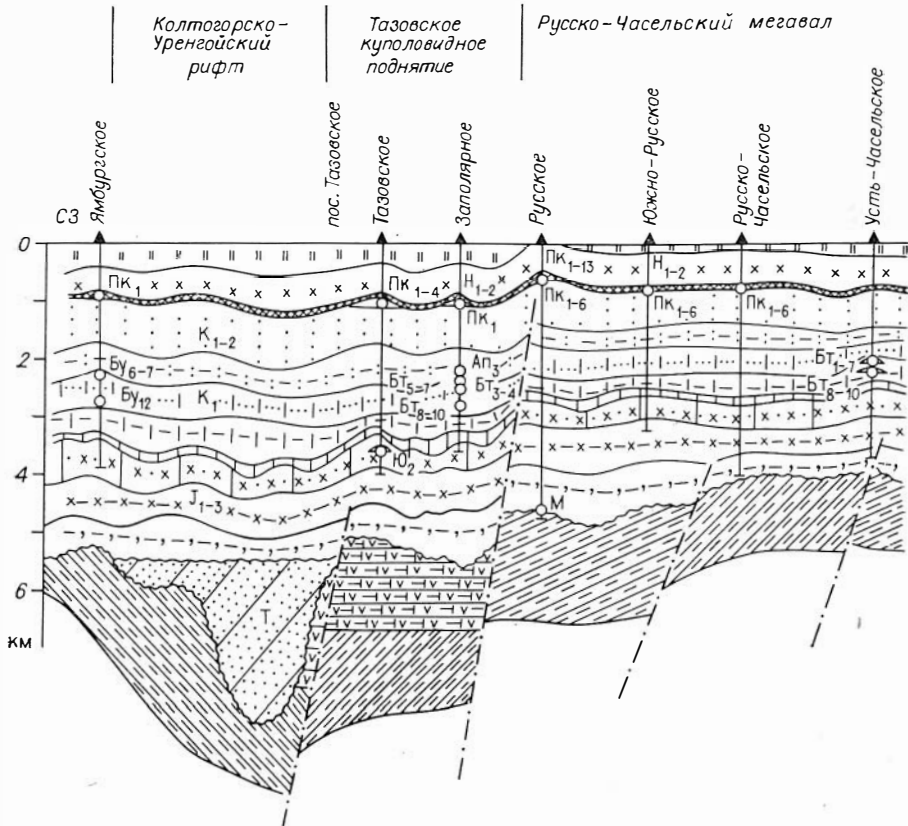


Рис. III.1. Геологический разрез по линии I—I (см. рис. I).  
Усл. обозн. см. на рис. III.3.



и др.] выделяют несколько крупных осадочных комплексов, сформированных за определенные тектонические этапы развития плиты и получившие название тектоно-седиментационных циклов [Гольберт, 1968].

Нижепредлагаемая схема вещественно-формационного расчленения осадочного чехла Западно-Сибирской плиты учитывает структурно-тектонические, палеоклиматические, ландшафтные и фациальные построения предшественников, концентрируя особое внимание на закономерностях размещения минерагенических ассоциаций или групп минерагенических формаций в разрезе и на площади. Как видно из схемы на рис. II.7, установленные ранее в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты ниже-среднеюрский, позднеюрско-неокомский, апт-сеноманский, турон-датский, палеоцен-эоценовый и олигоцен-плиоценовый структурно-тектонические комплексы можно объединить в три трансгрессивно-регрессивных цикла осадконакопления: 1) раннеюрско-неокомский, 2) апт-датский, 3) палеоцен-плиоценовый продолжительностью 70, 55 и 65 млн лет соответственно [Каштанов, 1985].

Раннеюрско-неокомский и палеоцен-плиоценовый циклы осадконакопления характеризуются довольно активными тектоническими движениями, заключающимися в частом усилении и ослаблении интенсивности тектогенеза, что предопределило большую частоту проявлений вулканизма и подводно-оползневых образований (см. рис. II.7).

Апт-датскому циклу осадконакопления с относительно спокойным тектоническим режимом свойственны длительные (по времени существования) эпохи формирования кор химического выветривания.

Климатическая дифференциация наиболее четко проявилась в раннеюрско-неокомский цикл осадконакопления, в течение которого климат менялся от аридного в бат-келловейское время до теплоумеренного в волжско-берриасский этап. Апт-датский цикл осадконакопления характеризовался субтропическим климатом, сменившимся теплоумеренным в палеоцен-плиоценовое время (см. рис. II.7).

Верхне- Газовский прогиб	Ширтин- ское купо- видное подняtie	Предъенсейский прогиб	Приенсейская моноклиналь
--------------------------------	--	--------------------------	-----------------------------

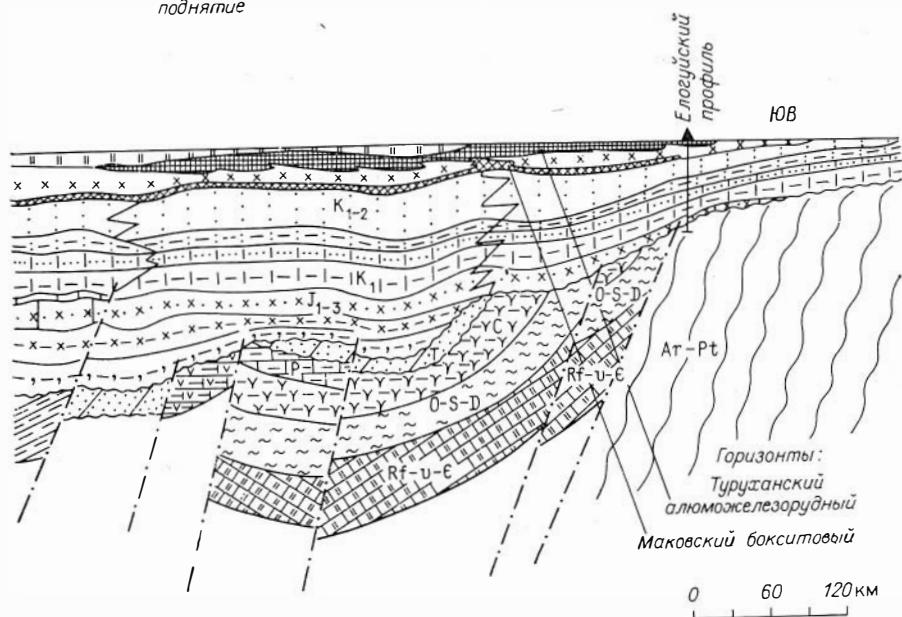


Рис. III.2. Геологический разрез по линии II—II (см. рис. 1).  
Усл. обозн. см, на рис. III.3.

Увеличение площади морских бассейнов происходило в предзавершающие этапы двух нижних циклов осадконакопления.

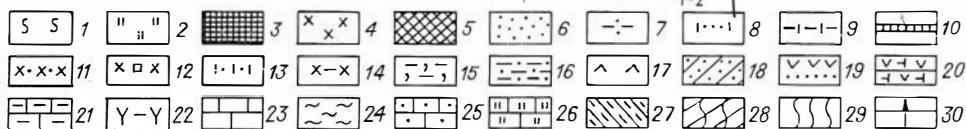
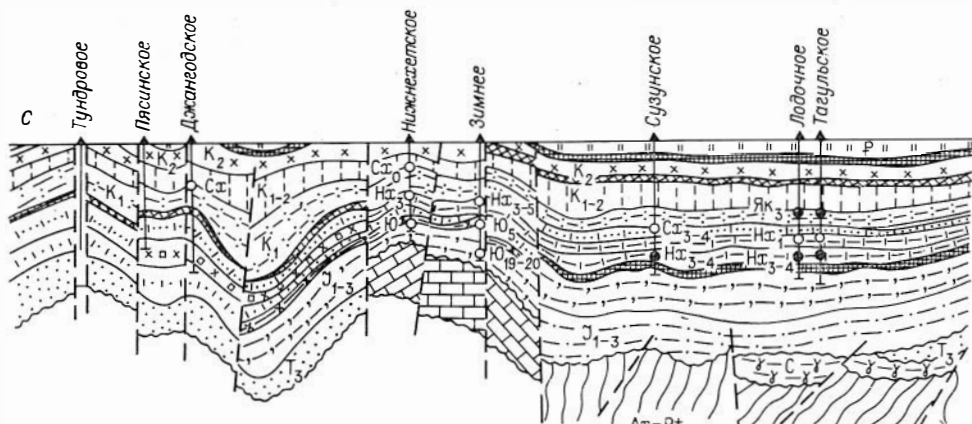
Все вышеуказанные факторы предопределили закономерности размещения во времени и пространстве полезных ископаемых в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты (рис. II.7, III.4).

Прежде всего наблюдается четкая дифференциация в разрезе залежей углеводородов, хемогенного кремнезема, осадочных железных руд, бокситов, фосфоритов и марганца. Залежи углеводородов приурочены к раннеюрско-неокомскому и трансгрессивной части апт-датского циклов осадконакопления. При этом основная масса газовых залежей приурочена к регрессивным, а нефтяных — к трансгрессивным этапам упомянутых циклов, что, вероятно, обусловлено характером катагенетических преобразований органического вещества (ОВ) и миграцией углеводородов из областей газонефтеобразования в области газонефтеанакопления. Подобная закономерность установлена для всего фанерозоя [Вышемирский, 1980; Неручаев, 1986].

Локализация газовых залежей в ловушках осуществлялась, как видно из схемы, в этапы с незначительной дифференциацией колебательных движений, в то время как формирование нефтяных месторождений происходило при усилении интенсивности тектогенеза, обеспечивающего большую контрастность структуроформирующих факторов, лучшую деструкцию ОВ за счет теплового потока на больших глубинах, способствующую более интенсивной миграции жидких УВ.

Размещение хемогенно-осадочных концентраций кремнезема, железных руд, бокситов, фосфоритов, марганца над углеводородными залежами в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты и по ее периферии вне пределов нефтегазоносных земель также может быть объяснено влиянием перераспределения как рассеянных, так и слагающих залежи, углеводородных газов в постсеноманское время. Первичные хемогенно-осадочные и латеритные бокситы, оолитовые шамозит-гидрогетитовые железные руды формировались, как это явствует из схемы, в прибрежно-морских



Рассошинский  
мегавалБольшешетский  
рифтМессояхско-  
Малозетский  
мегавалСузунская приподнятая  
зонаВанкорско-Русско-Речен-  
ская приподнятая зона

фациях и латеритных профилях за счет кор химического выветривания, располагаясь по периферии, островам и берегам морских бассейнов в результате физико-химической дифференциации осадков. Затем в процессе массового перераспределения углеводородных газов в системе осадок — органическое вещество — порода и их транзита через слаболитифицированные прибрежно-морские рудоносные отложения осуществлялась конвергенция процессов рудогенеза, приводившая к перераспределению (окислению — восстановлению) исходного материала, разложению алюмосиликатов, выносу хемогенного кремнезема из шамозитовых толщ, их обогащению минералами свободного глинозема, образованию оторочек магнетита вокруг алюможелезистых бобовин, частичному обезвоживанию минералов глинозема и железа с формированием новообразованных бемита, диаспора, корунда, маггемита, гематита, сидерита.

Вторичные преобразования алюмосиликатов осуществлялись по следующей схеме:

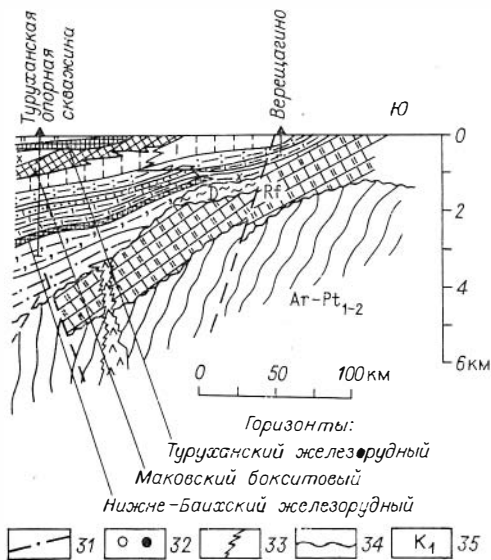
- реакции разложения под воздействием восстановителей ( $\text{CH}_4$ ), приводившие к образованию гетита, бемита, диаспора, корунда;
- реакции карбонатизации под воздействием  $\text{CO}_2$ , в результате которых образовывались доломит, кальцит, сидерит;
- реакции гидратации под воздействием  $\text{H}_2\text{O}$ , приводившие к образованию гидраргиллита, гидрогетита, каолинита и гидрослюда;
- реакции окисления водой с образованием гетита, гидрогетита, шамозита, сидерита, магнетита.

По мнению В. И. Молчанова [1981], эти процессы приводят к генерации водорода.

Таким образом осуществлялась конвергентность процессов рудогенеза\*. Хемогенный кремнезем выносился за пределы рудных фагий, давая начало опало-халцедоновым и кремнистым образованиям. Выше по разрезу эта дифференциация проявлялась еще резче, и в прибрежных частях морей происходила не только садка более мобильных, химически несмешиваемых соединений марганца, фосфора, кремнезема, но и осу-

\* Хемогенно-осадочный, диагенетический и метасоматический процессы боксито-, железо-, карбонатообразования.

Рис. III.3. Геологический разрез по линии III—III (см. рис. I).



терригенно-сероцветная, газонефтеносная, терригенно-пестроцветная, угленосная (нижняя + средняя юра); 17—26 — формации плитного комплекса: 17 — эффузивы щелочного состава; 18 — терригенно-сероцветная (средний + верхний триас); 19 — терригенно-эффузивная (нижний триас); 20 — терригенно-угленосная, эффузивно-осадочная (карбон-пермь); 21 — карбонатно-глинистая, карбонатно-угленосная (карбон-пермь); 22 — терригенно-угленосная и терригенно-карбонатная (карбон); 23 — терригенно-карбонатная, карбонатно-глинистая и глинисто-сланцевая (девон-карбон); 24 — терригенно-красноцветная и терригенно-карбонатная (девон); 25 — карбонатно-кремнистая, слюдито-филлитно-сланцевая, с эффузивами разного состава (ордовик-силур); 26 — углисто-кремнистая, хлорито-сланцевая, известковистая, с эффузивами разного состава (рифей-венд-кембрий); 27—29 — образования комплекса основания: 27 — девонско-нижнетриасовые, 28 — кембрийско-силурийские, 29 — архейско-протерозойские; 30 — нефтегазовые месторождения и разбуренные структуры; 31 — линии дизъюнктивных нарушений; 32 — основные залежи УВ; 33 — фациальные границы комплексов; 34 — границы и 35 — стратиграфический диапозон формационных комплексов.

ществлялось новообразование в шамозитовых толщах магнетита, гематита, пирита, виванита, железо-марганцевого фосфата (дюфренита) и фосфатов редких и рассеянных элементов (монацита и ксенотима), подтверждающих восстановительный характер мигрировавших через них углеводородных газов.

Установлено, что в плане рудоносные толщи окаймляют с периферии Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн (см. рис. III.4). Такое размещение нефтегазо- и рудоносных фаций позволяет более достоверно оконтурить внешний пояс малоперспективных в нефтеносном отношении земель (см. рис. III.4).

На ряде газовых месторождений — Ныдинском, Медвежем, Комсомольском, Уренгойском и др. [Ежова, Ушатинский, 1973] в кровле сеноманского газоносного горизонта ПК<sub>1</sub> вскрыты прослой бокситовых пород, резко отличающиеся по повышенным содержаниям двуокиси титана и незначительным содержаниям окисного железа от бокситовых пород бокситов Турухана, что свидетельствует об их местном образовании в результате воздействия УВ на вышележащие толщи. Аэромагнитная съемка, проведенная на Уренгойском участке, установила обилие микромагнитных аномалий  $\Delta T_a$  интенсивностью до 0,15 мЭ, вызванных объектами, залегающими в осадочном чехле над газовыми месторождениями и представленными боксит- и железосодержащими отложениями с повышенными содержаниями магнетита [Каштанов, 1987].

В размещении оолитовых шамозит-гидрогетитовых руд, как видно из рис. II.7, также намечаются определенные закономерности. Так, верхнеюрская (оксфорд-волжская) рудоносная формация залегает над нижне-

1—16 — формации осадочного чехла: 1 — гипсоносная (неоген); 2 — кварц-глауконитопочковая, сидерит-фосфатная, марганцево-железоносная (палеоген); 3 — хемогенная железоносная (верхняя юра, верхний мел, палеоген); 4 — глинисто-известковистая, кварц-глауконитовая, диатомитоопочковая, опало-фосфато-алюможелезоносная (туронский + датский ярусы — верхний мел); 5 — хемогенно-бокситоносная (альб-сеноман — верхний мел); 6 — терригенно-полиминитовая угленосная, терригенно-известковисто-глауконитовая газоносная, глинисто-пестроцветная, каолинит-железисто-бокситоносная (апт-сеноман — нижний + верхний мел); 7 — глинисто-известковистая нефтегазоносная, глинисто-пестроцветная угленосная (готерив-баррем — нижний мел); 8 — глинисто-известковистая, глинисто-пестроцветная, терригенно-сероцветная нефтегазоносная (валанжин-готерив — нижний мел); 9 — глинисто-сероцветная, известковисто-сидеритовая, битуминозная, нефтегазоносная (берриас-валанжин — нижний мел); 10 — глинисто-битуминозная, кварц-глауконитовая, железо-фосфатноносная, нефтеносная (волжский ярус — верхняя юра); 11 — глинисто-пестроцветная, кварц-глауконитовая железоза, газонефтеносная (кимеридж — верхняя юра); 12 — фосфато-марганцево-железоносная (келловей — оксфорд — верхняя юра); 13 — каолинит-сидеритовая, кварц-глауконитовая (келловей-оксфорд — верхняя юра); 14 — глинисто-известковистая, газонефтеносная (келловей-оксфорд — верхняя юра); 15 — терригенно-сероцветная, известковисто-сидеритовая, полиминитовая, угле-, газонефтеносная (байос-келловей — средняя + верхняя юра); 16 —

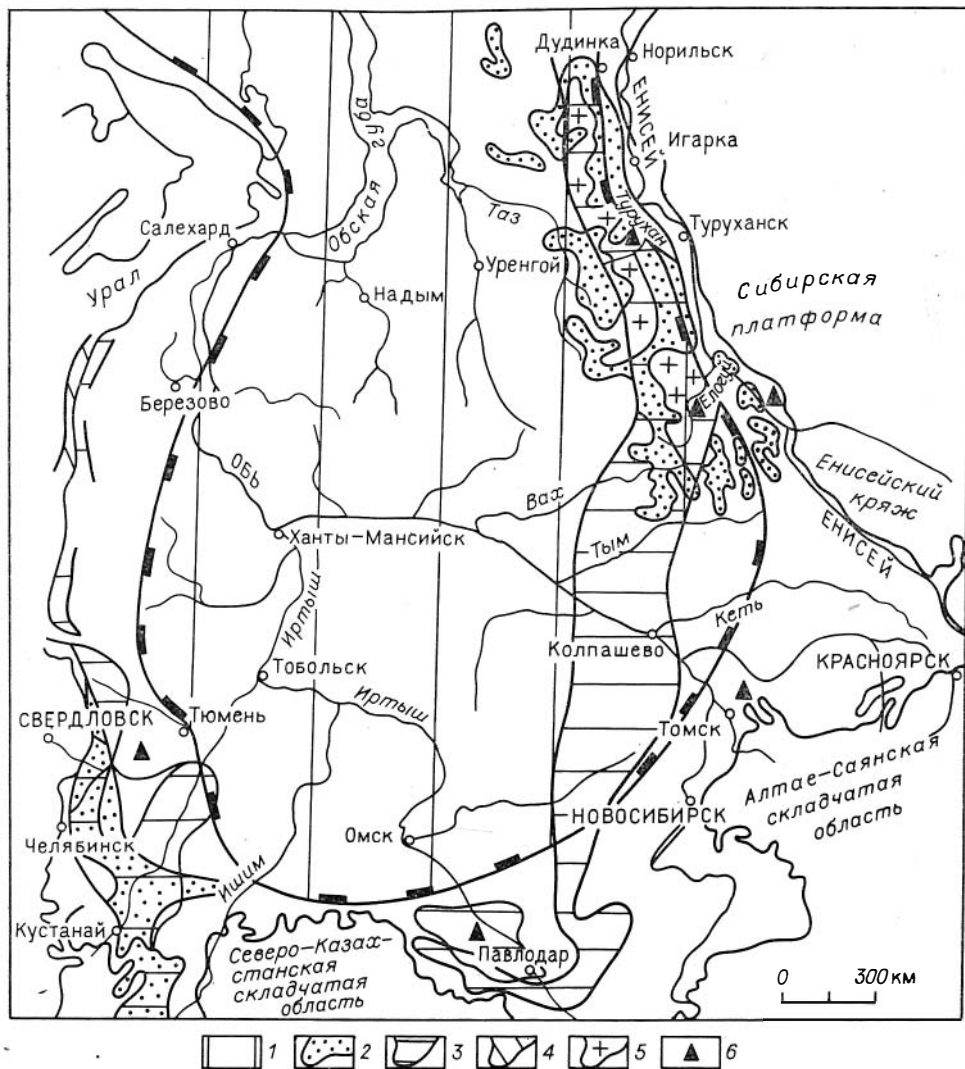


Рис. III.4. Минерагеническая карта перспективных площадей Западно-Сибирской плиты.

1 — нефтегазоносные; 2 — бокситоносные; 3 — железозносные; 4 — марганценозные; 5 — фосфатозносные; 6 — россыпей редкоземельных минералов.

верхнеюрской (докимериджской) нефтегазоносной формацией, а турондатская рудоносная формация — над апт-сеноманской газоносной, что, безусловно, подтверждает установленную закономерность и свидетельствует о влиянии диффузионного перераспределения углеводородных газов на рудогенез осадочного чехла, отражая таким образом конвергентность процессов рудогенеза. Подобная закономерность установлена и для разреза Русской платформы (рис. III.5).

Как видно из схемы (см. рис. II.7), в разрезе осадочного чехла Западно-Сибирской плиты выделены минерагенические ассоциации, объединенные в минерагенические группы формаций, показано стратиграфическое положение минерагенических горизонтов, приведена их индексация и выделены районы и области их локализации [Каштанов, 1985].

Осадочный чехол слагается снизу вверх (см. рис. III.1—III.3):

1. Терригенно-сероцветной, газонефтеносной, терригенно-пестроцветной, угленосной формациями нижней — средней юры, распространенными в наиболее прогнутых частях региона в составе рифтовых систем;

2. Терригенно-сероцветной, известковисто-сидеритовой, полимиктовой, угленосной, газонефтеносной формациями байос-келловей, распространенными практически на всей территории Западно-Сибирской плиты;

Геотектоническое время		Стратиграфическое подразделение	Формации	Полезные ископаемые					Минералогические формации
				Гумидных условий			Аридных условий		
Цикл	Этап		Геосинклинали	Орогены, краевые прогибы	Платформы	Геосинклинали	Орогены, краевые прогибы	Платформы	
Альпийский	Поздний	Неоген	— · · · X ·   ·   · X · —		+	□			
		Палеоген	· · X · · ~ · · · ·			+ X □		●	
	Средний	Верхний мел	· · X · · T · X ·    ~			+ X □		●	●
		Нижний мел	· · X · · ~ · · · ·			+ X		●	●
	Ранний	Мальм	· · X · · · · · · ·			+ X		●	●
		Доггер	○ · · · · · · · · ·	■ ■	■ +	■ X	▲		
Лейас		— ○ — — ○ —	■	■	■				
	Верхний триас	~ ~		■ X	X				
Герцинский	Поздний	Нижний и средний триас	· · · · · · · · · ·		+ X	X (?)			
		Верхняя пермь	— S —					▲	▲
		Нижняя пермь	~ · · · · — L —				+ X		
	Средний	Верхний карбон + башкирский + Маковский ярусы	· · · · · I · · · · · · · · ·	X	■	■ X □	●		
		Турне-намюр	— L I I — L	■ □	X	■ X	▲		
		Фамен	· · · · · · · · · ·	■	+	+ ★	▲		
	Ранний	Фран	· · · · · · · · · ·	X +	■ X +	X + □ ★			
		Живет	· · · · · · · · · ·	X +	□ X	X +		▲	
		Эйфель	· · · · · · · · · ·	★ X +			▲		
	Каледонский	Поздний	Нижний девон-людлоу	— S	■ X	■		▲	▲
Верхний-средний ордовик-нижний ордовик			○ I	■				▲	
Ранний		Пакерорт	· · · · · · · · · ·	■				●	
	Ижорские слои	~ ~					▲		
	Балтийская серия	~							

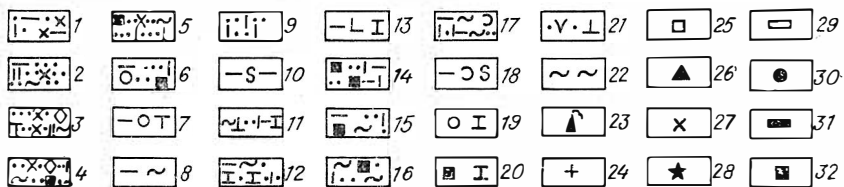


Рис. III.5. Схема минерации Русской платформы [Генетические типы..., 1973; Геология..., 1984]. Составил В. А. Каштанов.

1—22 — формации осадочного чехла: 1 — угленосная, терригенно-глауконитовая, кварцевых песков и глин; 2 — угленосная, глауконит-опоковая, коры выветривания, кварцевых песков и глин; 3 — терригенно-глауконитовая, глауконит-меловая, осадочно-вулканогенная, глауконит-опоковая коры выветривания; 4 — терригенно-глауконитовая, глауконит-меловая, кварцевых песков и глин, коры выветривания, битуминозных глин; 5 — битуминозных глин, терригенно-глауконитовая, коры выветривания, кварцевых песков и глин; 6 — угленосная, кварцевых песков и глин, порфиритовая, битуминозных глин; 7 — угленосная, порфиритовая (спилит-дацитовая), осадочно-вулканогенная; 8 — угленосная, коры выветривания; 9 — кварцевых песков и глин; 10 — угленосная, красноцветная; 11 — коры выветривания, углисто-кремнистая, кварцевых песков и глин, угленосная и карбонатная; 12 — угленосная, коры выветривания, терригенно-карбонатная, кварцевых песков и глин; 13 — угленосная, глинисто-кремнистая, терригенно-карбонатная; 14 — битуминозных глин, кварцевых песков и глин, угленосная; 15 — угленосная, кварцевых песков и глин, битуминозных глин, коры выветривания; 16 — коры выветривания, битуминозных глин, кварцевых песков и глин; 17 — угленосная, коры выветривания, спилит-кератофирировая, кварцевых песков и глин; 18 — угленосная, спилит-кератофирировая, красноцветная; 19 — порфиритовая (диабаз-альбитофирировая), карбонатная; 20 — битуминозных глин, карбонатная; 21 — органогенно-терригенная, отделено кремнистая; 22 — пестроцветная; 23 — нефть, газ; 24 — железз; 25 — марганец; 26 — медистые песчаники и сланцы, колчеданные залежи; 27 — бокситы; 28 — алмазы (в россыпях); 29 — редкометалльно-титановые россыпи; 30 — фосфориты; 31 — горячие сланцы, битуминозные глины; 32 — уголь.

3. Глинисто-известковистой, газонефтеносной (центральных районов плиты), каолинит-сидеритовой, кварцево-глауконитовой (Березовского района плиты) и фосфато-марганцево-железосодной (Шаимского и Туруханского районов плиты) формациями келловой-оксфорда;

4. Глинисто-пестроцветной, кварц-глауконитовой, железо-, газонефтеносной формациями кимериджа, развитыми в центральной, южной и приенисейской частях плиты;

5. Глинисто-битуминозной, кварц-глауконитовой, железо-фосфатоносной, нефтеносной формациями волжского яруса, широко развитыми в центральной, приуральской и приенисейской частях плиты;

6. Глинисто-сероцветной, известковисто-сидеритовой, битуминозной, нефтегазосодной формациями берриас-валанжина, развитыми в центральных и северных районах плиты;

7. Глинисто-известковистой, глинисто-пестроцветной, терригенно-сероцветной нефтегазосодной формациями валанжин-готерива, широко развитыми в центральных, южных и северо-восточных районах плиты;

8. Глинисто-известковистой нефтегазосодной формацией центральных и северных районов плиты и глинисто-пестроцветной, угленосной готерив-барремской формациями ее окраин;

9. Терригенно-полимиктовой угленосной, терригенно-известковистой глауконитовой, газосодной формациями альб-сеномана центральных и северных районов плиты, глинисто-пестроцветной, каолинит-железисто-бокситосодной формациями приуральской и чулымо-енисейской частей плиты;

10. Хемогенно-бокситосодной формацией альб-сеномана севера и северо-востока плиты;

11. Глинисто-известковистой кварц-глауконитовой, диатомито-опоковой формациями турон-датского возраста центральных и северных районов плиты; опало-алюможелезосодной формацией севера и северо-востока плиты;

12. Хемогенными железосодными формациями верхней юры, верхнего мела и палеогена, развитыми во внешнем поясе Западно-Сибирского нефтегазосодного бассейна;

13. Кварц-глауконито-опоковой, сидерит-фосфато-марганцевой, железосодной формациями палеогена, развитыми в приуральской, центральной, южной и частично северной областях Западно-Сибирской плиты;

14. Глинисто-пестроцветной, гипсосодной формациями неогена, развитыми почти повсеместно на юге Западно-Сибирской плиты.

Анализ закономерностей размещения полезных ископаемых в разрезе и на площади платформенных областей (Западно-Сибирской плиты, Сибирской и Русской платформ) показывает, что углеводородные формации приурочены к нижним частям разреза, рудоносные — как бы перекрывают их по вертикали. Рудоносные формации и рудоносные отложения в пределах платформ окаймляют с периферии нефтегазосодные бассейны.

Для осадочного чехла Западно-Сибирской плиты углеводородные формации приурочены к существенно трансгрессивно-регрессивно-трансгрессивным структурно-тектоническим комплексам с максимальными амплитудами прогибания нефтегазосодного бассейна, тогда как рудоносные формации, залегающие над ними и окаймляющие их по периферии, формировались в регрессивно-трансгрессивные этапы с минимальными значениями интенсивности колебательных движений (см. рис. II.7). Все это, безусловно, подтверждает генетическую связь рудогенеза с углеводородами.

### III.2. ЭВОЛЮЦИЯ УГЛЕВОДОРОДО- И РУДОГЕНЕЗА В ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ ПЛАТФОРМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

Эволюционные процессы развития Земли, начиная с момента ее образования, довольно многообразны и сложны.

Образование литосферы, формирование гидро- и атмосферы представляют собой систему закономерных преобразований, приведших к настоящему облику планеты, в недрах которой сосредоточены огромные запасы различных видов минерального сырья.

Основная масса углеводородов приурочена к платформенным областям земного шара. В них же локализованы осадочные железные руды, бокситы, фосфориты, руды марганца и ванадия, россыпи редких и рассеянных элементов и многие другие минеральные скопления.

До последнего времени образование и размещение залежей углеводородов, рудных и других полезных ископаемых платформенных областей рассматривались раздельно, без учета их генетической связи во времени и в пространстве, хотя публикации об их взаимосвязи изредка появлялись в геологической литературе.

Абиогенная гипотеза образования углеводородов, по представлениям некоторых исследователей [Кудрявцев, 1973; Молчанов, 1981; Бескровный, 1985; Доленко, 1986; и др.], предусматривает возможность влияния минеральных компонентов (особенно восстановленных) на нефтегенез.

С другой стороны, имеются публикации, в которых отражена попытка объяснения связи стратиформных свинцово-цинковых, сульфидных и других месторождений с кремнисто-углеродистыми, органогенно-доломито-известковистыми и иными углеродсодержащими формациями [Геохимия..., 1986; Бородаевская и др., 1987; Природные газы..., 1985; Шатков, 1986; и др.].

Особенно четкая связь рудогенеза с органическим веществом отмечена для медистых песчаников и сланцев [Наркелюн и др., 1977, 1983] и цветных и благородных металлов в осадочных процессах [Горжевский, 1987]. Американские ученые также отмечали связь золота, серебра, ванадия, урана и других элементов с углеродсодержащими и битуминозными толщами [Геология..., 1937].

Имеются публикации о содержании рудных (особенно редкоземельных и щелочных) элементов вплоть до промышленных концентраций в самих нефтях [Гуляева, Пунанова, 1978; Войткевич и др., 1983; и др.].

Наконец, существует целое направление, изучающее возможность нефтеобразования в результате сложных взаимодействий между породами и металлоорганикой [Schnitzer, 1971; Слободской, 1981; Маевский, 1983; и др.], а также значительную роль природных газов Земли в формировании полезных ископаемых [Природные газы..., 1981, 1985].

Вопросы металлогении молодых платформ, косвенно связанной через артезианские бассейны с залежами углеводородов, рассмотрены в работах Г. В. Грушевого с соавторами [1986].

Во всех перечисленных работах, однако, не изучен характер взаимодействия органического вещества пород, углеводородов и рудных компонентов, содержащихся в осадочных толщах.

Механизм инициирования химических превращений органического вещества тектонодинамическими (сейсмостектоническими) процессами разрабатан теоретически и экспериментально Э. М. Галимовым [1979], А. А. Трофимуком и др. [1983].

Оценку масштабов активации разложения органического вещества ударным сжатием за счет воздействия динамических нагрузок, возникающих при кавитационном схлопывании пузырьков газа, а также в результате присутствия природных катализаторов, например алюмосиликатов, дал Н. Н. Соловьев [1986].

Огромное влияние на химические превращения радикалов оказывают магнитные поля [Бучаченко и др., 1978]. Под воздействием переменных магнитных полей даже незначительной амплитуды, как отмечает Ю. Н. Молин [1981], возрастает вероятность рекомбинации радикальных пар за счет изменения ориентации спинов.

Изменение магнитной восприимчивости горных пород при упругих напряжениях было экспериментально воспроизведено А. Г. Калашниковым и С. П. Капицей в 1952 г. Они установили, что активизация тектонических процессов на поверхности Земли должна сопровождаться флуктуацией магнитного поля.

Механоэлектрические эффекты установлены экспериментально при деформации различных материалов, в том числе полевых шпатов и содержащих их пород. Эти явления свидетельствуют об их электромагнитной природе, возникающей при землетрясениях во время проявления

тектонической активности, приводящей к природной реализации радикально-магнитного механизма генерации углеводов в ореолах сейсмоактивных зон [Соловьев, 1986]. Таким образом, отмечается пространственно-временная взаимосвязь процессов механохимической активации пород и органического вещества с образованием свободных радикалов и возникновением электромагнитных полей тектонодинамической природы, обеспечивающих магнитное усиление химических реакций вплоть до образования рудных концентраций.

Вероятность возникновения механической энергии за счет тектонических процессов детально рассмотрена Ю. А. Пецюхой [1986]. Он показал возможность перескока электронов с одной орбитали на другую с разрывом первоначальных химических связей в результате активных колебательных возбуждений валентных связей и деформационных искажений молекулярных орбиталей. В этом случае нефтепроизводящая порода становится системой, состоящей из смеси электронов, атомов, ионов и свободных радикалов, выведенных из равновесия новообразованными микродислокациями [Пецюха, 1986].

Поскольку каждая неравновесная система в конечном итоге стремится к устойчивости, то новообразованная дуаль «породы — флюиды» трансформируется с изменением первоначальных петрофизических свойств пород и физико-химических характеристик флюидов. Такие преобразования неравновесных систем в геологической истории Земли мы относим к процессам геофлюидодинамики.

Все вышеизложенное позволяет рассматривать систему углеводороды — осадочные породы и руды генетически взаимосвязанной. Она обязана своим происхождением процессам механохимического и геофлюидодинамического разложения первичного материала.

Геохимическая концепция процессов углеводородо- и рудогенеза может быть представлена в следующем виде.

1. Из исходной породы, в том числе и из алюмосиликатов, посредством химического разложения (реакции окисления — восстановления, так называемое химическое выветривание) в условиях гумидного климата и в различных палеоландшафтных условиях образуются растворы, имеющие кислую по pH реакцию. В результате выноса легко растворимых соединений и коагуляции растворов формируются либо элювиальные, либо аллювиально-озерные скопления рудных (бокситовых, железорудных, марганцевых, фосфоритовых, сидеритовых) и нерудных (каолинит, кальцит) концентраций.

2. Оставшаяся часть растворов, не выпавшая в твердую фазу по различным физико-химическим причинам ранее, в результате морских трансгрессий выпадает в осадок за счет смены кислой по pH обстановки на континенте на щелочную — в прибрежной части моря. Таким образом, осуществляется первичный хемогенно-осадочный рудогенез с образованием комплекса полезных ископаемых: гидраргиллита, шамозита, гидрогетита, сидерита, фосфоритов, руд ванадия и марганца, а также карбонатов и металлов редкоземельной и щелочной групп. Эти процессы осуществляются в стадию седиментогенеза и начального диагенеза в верхней части литосферы. В это же время происходит захоронение органического вещества (ОВ).

3. Дальнейшие процессы диагенеза, эпигенеза и катагенеза обогащают первичные руды за счет частичной дегидратации, окисления, ресификации в условиях регрессии и воздействия углекислоты в прибрежной части моря. В это время формируются гидраргиллитовые и частично моногидратные бокситы, гетит-гидрогетитовые руды, руды марганца, ванадия, фосфора и других элементов. Минералы группы карбонатов (кальцит, сидерит, доломит), разлагаясь, переходят в углекислоту и радикалы, идущие на формирование рудных концентраций и цеолитов.

4. Одновременно или вслед за этим осуществляется генерация углеводов в нефтематеринских толщах.

5. Под воздействием восстановителей (в частности, углеводородных и других природных газов), мигрирующих через перекрывающие толщи (как первично-осадочные, так и диагенетически измененные), осуществляются реакции восстановления, перераспределения вещества без выноса его из материнских толщ\*, в результате чего образуются богатые руды бокситов (бемитовые, диаспоровые), железа (гематитовые, гетитовые, магнетитовые), прожилки и прослои опалов, халцедонов, кремней, руд марганца и, возможно, чистых металлических соединений различных элементов, а также корунда. Процессы перераспределения захватывают различные типы пород, через которые мигрируют углеводородные газы, поэтому в зависимости от вещественного состава переработанных толщ будет меняться состав новообразованных соединений. Примером переработанных таким образом первичных кварц-полевешпатовых пород могут служить мощные кварц-каолиновые отложения *сымской* и *симоновской* свит верхнего мела Западно-Сибирской плиты, ранее относимые к продуктам кор химического выветривания. Рудные (в том числе и богатые бокситовые концентрации), переработанные углеводородами, встречаются в приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Об их наличии свидетельствует огромное количество микромагнитных аномалий  $\Delta T_a$  высокой интенсивности [Каштанов, 1983].

6. В дальнейшем происходит разложение углеводородов (в процессе их миграции через перекрывающие толщи) на водород, углекислоту и воду и осуществляется окисление водой всех, в том числе и рудоносных продуктов, приводящее к новообразованию оксидов алюминия, железа, марганца, ванадия и других металлов. При этом магнетит, как правило, образует оторочки вокруг бобовин и гальки бокситов, что, как уже отмечалось, придает им повышенные магнитные свойства.

7. Одновременно или после этого осуществляется новая генерация водорода в осадочных толщах [Молчанов, 1981].

Вышеописанный механизм процессов углеводородо- и рудогенеза платформенных областей за фанерозойский этап развития Земли показан на рис. III.6.

Эпохи максимального углеводородообразования, особенно газообразования, приурочены в основном к регрессивным циклам осадконакопления с незначительными температурными градиентами акваторий полюс — экватор.

Эпохи осадочного рудообразования связаны с трансгрессивными циклами осадконакопления, характеризующимися значительными температурными градиентами акваторий полюс — экватор.

Они следуют сразу же за эпохами углеводородообразования, чередуясь с ними во времени и в пространстве. Это явление находит свое объяснение в том, что для углеводородообразования необходима восстановительная по Eh обстановка, тогда как для рудогенеза — окислительная, что было показано выше.

Таким образом, отмечая непрерывно-прерывистый характер углеводородо- и рудообразования в геологической истории Земли, можно выделить в этом эволюционном процессе два принципиально важных и отличительных этапа.

В ранний этап развития литосферы (катархей — архей), по-видимому, преобладал мантийный абиогенный метан [Монин, Сорохтин, 1984], и эпохи углеводородообразования и рудогенеза, вероятно, связаны с ним.

С накоплением органического вещества в литосфере преобладающими становятся процессы нефтидогенеза за счет преобразования органических компонентов. Одновременно или вслед за этим осуществляется рудогенез (см. рис. III.6).

Эволюционное развитие системы углеводороды — осадочные породы — руды в литосфере охватывает длительную геологическую историю

---

\* На геологическое подобие нефтяных и флюидогенных рудных месторождений впервые обратил внимание Г. Л. Поспелов [1967].



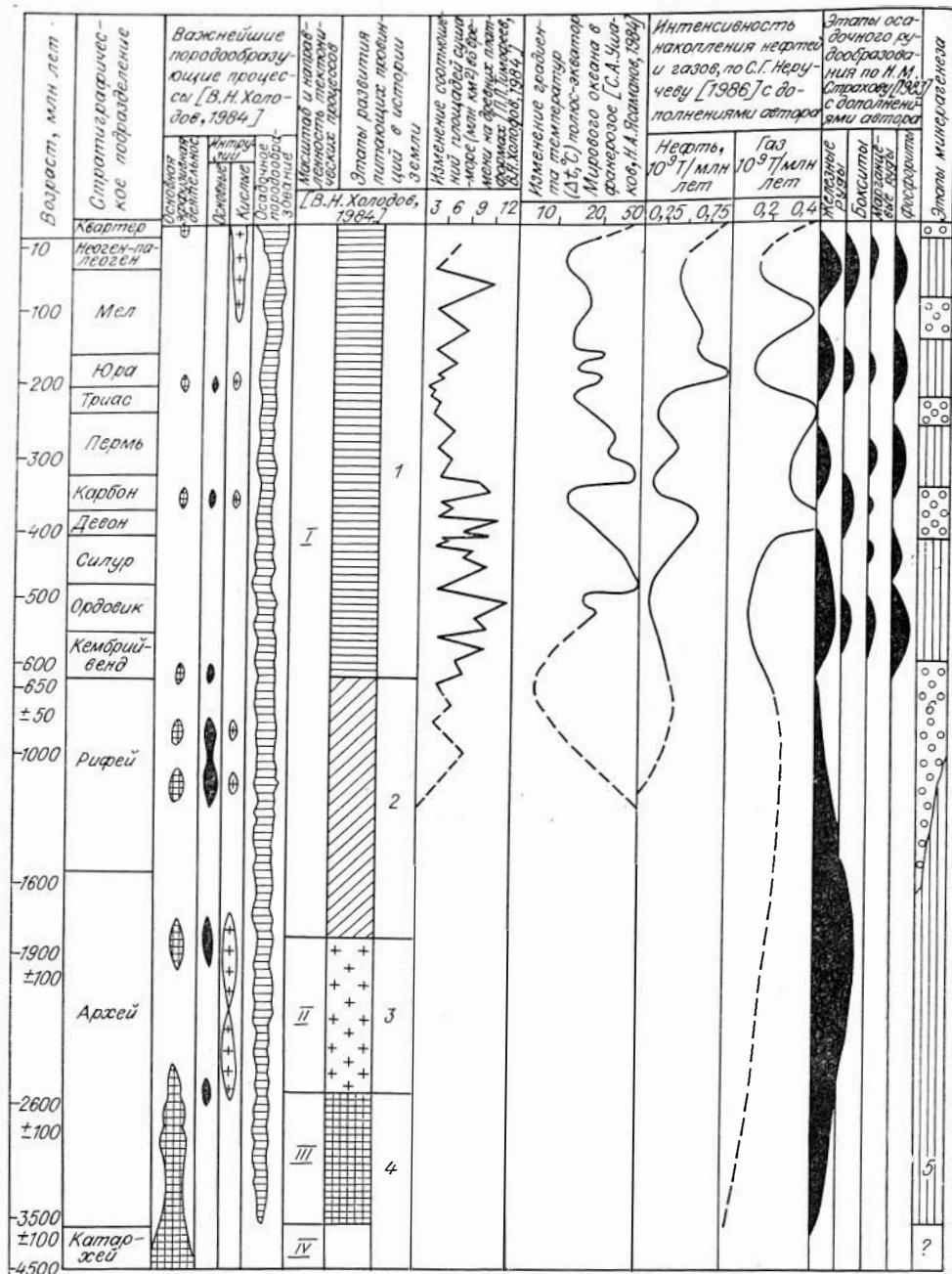


Рис. III.6. Эволюция углеводородо- и рудогенеза платформенных областей земного шара.

I — планетарное развитие чехла древних платформ, локальное развитие геосинклиналей и разрастание древних платформ за счет орогенов; II, III — планетарное формирование фундамента платформ (II) и ядер древних щитов (III); IV — океаническая стадия развития Земли.  
 1—4 — ведущее значение пород: 1 — осадочных, 2 — основных магматических ряда габбро — анортозит, а также основных эффузивов, кислых магматических и осадочных, 3 — кислых магматических типа чарнокитов, 4 — основных эффузивно-осадочных; 5, 6 — преобладание процессов: 5 — углеводородообразования, 6 — рудогенеза.

и продолжает осуществляться до сих пор, увеличиваясь в масштабах к настоящему времени.

Таким образом, возможность образования залежей углеводородов после палеогенового цикла железнакопления в пределах зоны сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы и с точки зрения сходимости процессов углеводородо- и рудогенеза, схема которых приведена выше, находит свое генетическое и геохимическое объяснение.

## МИНЕРАГЕНИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

### IV.1. ОСАДОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ \*

В пределах приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы месторождения и проявления осадочных железных руд установлены в прибрежно-морских отложениях верхней юры — валанжина, альб-сеномана и сенона. Кроме этого, в морских глинистых отложениях турона отмечены маломощные (0,6—1 м) пропластки глинистых сидеритов, характеризующихся значительными содержаниями валового железа (42—43 %). В континентальных отложениях существенных проявлений железных руд не установлено. Здесь встречаются многочисленные мелкие линзы и пропластки бурожелезняковых руд, связанных с угленосными осадками средней юры, и маломощные пропластки глинистых сидеритов в песчано-глинистых отложениях симоновской (сеноман-турон) и сымской (сенон-датский ярус) свит.

Прибрежно-морские железоносные отложения верхнеюрско-валанжинского возраста вскрыты скважинами 2, 5, 6, 7, 18, 19 Нижне-Баихского и скв. 6 Верещагинского профилей в северной части района.

Рудоносные отложения средней мощностью около 4,5 м полого погружаются на запад и залегают на глубинах 99 м в восточной части (скв. 6 Верещагинского профиля) и 375 м в западной (скв. 7 Нижне-Баихского профиля). Общая площадь распространения железоносных отложений в пределах этого участка (Нижне-Баихское месторождение) составляет около 630 км<sup>2</sup>. Железные руды на месторождении представлены плотными оолитовыми шамозит-гидрогетит-сидеритовыми разновидностями и цементуются сидеритовым, реже шамозит-сидерит-глинистым цементом. В глубь бассейна седиментации железоносные отложения переходят в глауконит-содержащие песчаники и алевролиты. Химический состав прибрежно-морских железоносных отложений верхней юры — валанжина Нижне-Баихского месторождения приведен в табл. IV.1. Для руд этого месторождения характерно повышенное содержание марганца (1,95—5,08 %). Ориентировочные прогнозные ресурсы Нижне-Баихского месторождения составляют около 6,5 млрд т рудной массы со средним содержанием валового железа 18,71 % [Каштанов, 1972а].

В прибрежно-морских отложениях альб-сеномана месторождений железных руд не известно. Однако для всей толщи характерно повышенное содержание железа (17,3 %), составляющего, как правило, цемент бокситовых пород и входящего в состав бобовин бокситов. Вместе с этим довольно часто встречаются многочисленные обломки образований типа «железной шляпы».

Прибрежно-морские железоносные отложения сенона слагают северную часть крупнейшего Западно-Сибирского железорудного бассейна. Здесь известны условно ограничиваемые Туруханское и Елогуйское месторождения железных руд, а также многочисленные рудопроявления, вскрытые скважинами Сымского, Елогуйского, Туруханского профилей и в районе Усть-Енисейского порта.

Сенонская железоносная толща мощностью до 250 м состоит из пластов и линз оолитовых железных руд, железистых песчаников и алевроли-

---

\* Осадочные железные руды верхнемелового возраста района изучались совместно с А. В. Гольбертом и А. Н. Резаповым [Западно-Сибирский железорудный бассейн, 1964].

## Химический состав железоносных отложений верхней юры — валанжина

№ скважины	Интервал опробования, м	H <sub>2</sub> O	П. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	S <sub>вал</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Fe <sub>вал</sub>
<i>Ниже-Байхский профиль</i>														
7	375,8—381,6	0,14	26,81	17,80	4,83	24,75	20,11	0,17	Не определены			0,10	1,95	33,41
6	320—322	1,00	5,91	56,62	11,79	4,69	9,41	0,45	2,17	1,68	0,04	0,29	0,02	10,81
5	283,5—292,5	3,99	8,70	50,60	14,49	6,64	6,96	1,13	1,82	1,84	1,05	0,11	0,03	10,22
<i>Верещагинский профиль</i>														
6	99—100	0,35	27,26	22,42	7,49	0,90	27,66	0,50	4,63	1,18	0,25	1,79	5,08	22,76

тов, а также прослоев шамозитовых песчаников, песков и алевролитов с глауконитом. Среднее содержание железа по всей толще составляет около 22 %. Коэффициент рудоносности сенонских прибрежно-морских отложений колеблется от 0,01 до 0,3 (отношение мощности пластов богатых железных руд к мощности всей железоносной толщи).

В составе сенонской железоносной толщи, как уже отмечалось, выделяются два железорудных горизонта: нижний — нарымский коньяк-нижнесантонского возраста и верхний — туруханский, относимый к кампан-маастрихту.

Нижний горизонт вскрыт скважинами, пройденными в западной части района. Глубины его залегания по кровле изменяются от 346 до 384 м в бассейне р. Елогуй и от 355 до 435 м в бассейне р. Турухан с постепенным погружением на запад (см. рис. I. 3, I. 4). Мощности рудных горизонтов составляют 1—2 м в восточной части в зоне выклинивания и 8—11 м на западе. Горизонт представлен гидрогетит—сидеритовыми рудами с примесью глинистого вещества и неотсортированного песчано-алевритистого материала.

Макроскопически руды буровато-серые, иногда зеленовато-серые, мелкозернистые, с едва различимыми оолитами, текстура руд обычно массивная, иногда с признаками слоистости. Как правило, они слабо сцементированы. Оолиты составляют около 60 % массы руды, и под микроскопом отчетливо наблюдается их концентрическое строение. Ядрами оолитов служат зерна гидрогетита, ожелезненных слюд, реже обломки других минералов. Периферическая часть и концентры оолитов сложены гидрогетитом, который образовался по шамозиту. Цемент руд базальный, реже поровый, сложен сидеритом, местами с примесью кальцита. В рудах встречается обугленная древесина и обломки раковин пелеципод. Терригенный нерудный материал размером 0,01—1,0 мм неравномерно распределен в цементе руд, совершенно не отсортирован, обычно угловат и представлен кварцем, реже калиевыми полевыми шпатами (см. Приложение 1, табл. I, рис. 2).

Верхний железорудный горизонт морской толщи верхнего мела позднесенонского возраста распространен от р. Турухан на севере до р. Елогуй на юге и вскрывается широкими профилями вдоль указанных рек на протяжении около 100 км. Южнее рассматриваемого района этот горизонт прослеживается в верховьях рек Вах и Тым и далее протягивается в район г. Колпашево на Оби, где сливается с Колпашевским месторождением. Площадь Западно-Сибирского железорудного бассейна определяется границами распространения этого горизонта.

В бассейне р. Турухан кампан-маастрихтский (туруханский) горизонт залегает на глубинах 32—330 и 50—200 м в бассейне р. Елогуй. Мощность этого горизонта, включая и безрудные прослои, колеблется от 30 до 100 м, причем суммарная мощность рудных пластов достигает 10—22 м в бассейне Турухана и 7—12,5 м на Елогуе (рис. IV. 1, IV. 2).

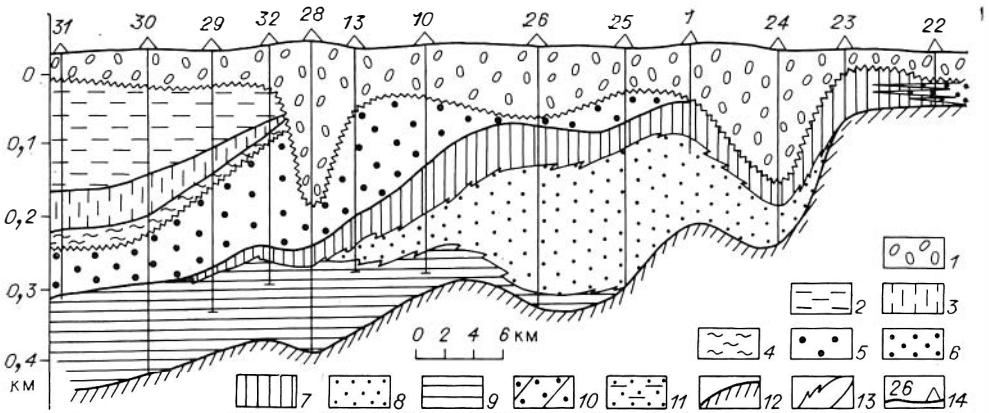


Рис. IV.1. Литофациальный профиль железоносной толщи сенона бассейна р. Турухан.

1—5 — отложения, перекрывающие железоносную толщу сенона: 1 — водно-ледниковые (четвертичные), 2 — аллювиально-озерные (новомихайловской свиты) ( $P_2^3 + P_3^3$ ); 3 — прибрежно-морские (корликовской свиты) ( $P_2^3 + P_3^3$ ); 4 — морские (чеганской свиты) ( $P_2^3 + P_3^1$ ); 5 — аллювиально-озерные и прибрежно-морские (верхнесымской подсвиты) ( $K_2^{m+u}$ ); 6—12 — осадки железоносной толщи сенона, сформированные в зонах род: 6 — пресных (фации литоральных песков, благоприятные для концентрации россыпей тяжелых, редких и рассеянных элементов); 7 — слабо солоноватых (песчано-алевритовые фации, благоприятные для концентрации существенно окисных оолитовых гидрогетит-шамозитовых руд); 8 — солоноватых (песчано-алевритовые карбонатные фации, благоприятные для формирования бедных шамозит-гидрогетитовых руд повышенной основности и, возможно, руд марганца); 9—11 — солоноватых морских (9 — алеврито-глинистые хемогенные фации, благоприятные для формирования закисных оолитовых существенно шамозитовых руд и минералов свободного глинозема; 10 — песчаные фации, безрудные, благоприятные для формирования россыпей редких и рассеянных элементов; 11 — песчано-алевритовые фации, безрудные, благоприятные для формирования фосфоритов); 12 — отложения, подстилающие железоносную толщу сенона; 13 — литолого-фациальные границы: а — несогласные, б — согласные; 14 — скважины колонкового бурения.

В рассматриваемом районе туруханский железорудный горизонт имеет сложное строение. В его составе отмечаются пласты и линзы оолитовых железных руд, железистых песчаников и алевролитов с глауконитом.

Все породы и руды туруханского горизонта по внешнему виду очень сходны. Это темно- или грязно-зеленовато-серые, иногда зеленовато-бурые массивные или неяснослоистые мелкозернистые породы. Оруденелые песчаники и алевролиты обычно более прочны, чем руды. Породы и руды содержат темно-зеленые или бурые железистые оолиты (см. Приложение I, табл. I, рис. 2, 3), местами — бобовины бокситов, единичные мелкие обломки выветрелых базальтоидов, гранитов и других пород. Песчаники и алевролиты туруханского железорудного горизонта обычно включают то или иное количество железистых оолитин.

По вещественному составу руды туруханского горизонта могут быть подразделены на преимущественно шамозитовые руды и руды существенно гидрогетитовые.

К шамозитовым относятся руды, состоящие в основном из минералов закисных форм железа (железистые хлориты). По минералогическому составу среди них выделяются следующие разновидности.

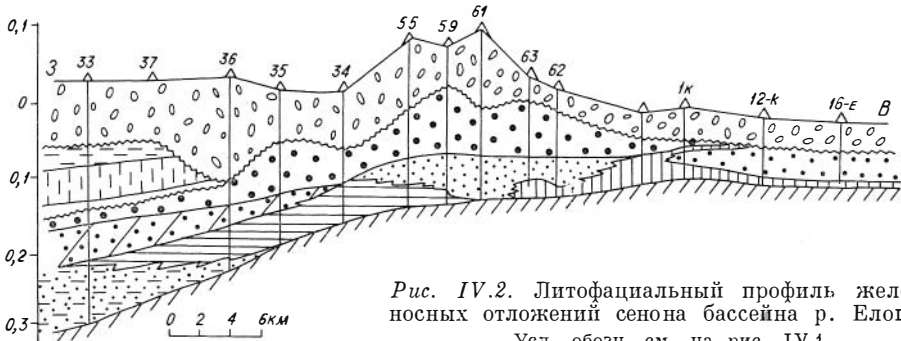


Рис. IV.2. Литофациальный профиль железоносных отложений сенона бассейна р. Елогуй.

Усл. обозн. см. на рис. IV.1.

**Руды шамозитовые**, сложены оолитами шамозита концентрически-зонального строения, размером 0,2—0,3 мм и цементируются шамозитовым, реже сидеритовым цементом. Ядрами оолитов служат железистые обломки, которые представляют собой окисленные до гидрогетита обломки шамозита. Часто ядрами служат ожелезненные зерна биотита и ожелезненные, корродированные с поверхности зерна фемических минералов. Очень редко в ядрах встречаются ожелезненные с поверхности зерна кварца, калиевого полевого шпата. Цемент руд шамозитовый, местами сидеритовый или кальцитовый, иногда шамозит-глинистый. Сидерит обычно замещает в отдельных участках первичный шамозитовый цемент или выкристаллизовывается в последнем в виде микрооолитов. Тип цементации в рудах обычно базальный или поровый.

**Руды гидрогетит-шамозитовые** (см. Приложение 1, табл. I, рис. 2), отличаются от предыдущих существенно гидрогетитовым составом оолитов. Гидрогетит здесь сформировался за счет окисления первичного шамозита. Цемент руд шамозитовый.

**Руды гетит-гидрогетит-шамозитовые с сидеритовым цементом** сложены оолитами гетит-гидрогетита, а также зернами гетита. Оолиты и зерна окаймлены оторочками шамозита, периферия оторочек обычно окислена до гидрогетита. Оолиты составляют примерно 80 % породы и цементируются сидеритом, а местами кальцитом. Тип цементации поровый.

Второй тип — **гидрогетитовые руды** — характеризуется преобладанием окисных форм железа. В этом типе руд может быть также выделено несколько разновидностей.

**Руды гетит-гидрогетит-сидеритовые** состоят из гетитовых или гидрогетитовых оолитин концентрического строения размером 0,12—0,3 мм и таких же по составу концентрических бобовин размером до 0,6 мм. Цемент руд сидеритовый или кальцитовый. Тип цементации базальный или поровый (см. Приложение 1, табл. I, рис. 4).

**Руды гидрогетитовые с гидрогетит-глинистым цементом.** Оолиты здесь сложены гидрогетитом, а наружные концентры и оболочки — шамозитом. Цементом породы служит глинистое вещество, интенсивно пропитанное гидрогетитом. Тип цементации базальный или поровый.

**Руды гетит-гидрогетитовые** состоят из оолитов неясного концентрического строения, сложенных маловодными окислами железа (гетит-гидрогетит). Размер оолитов 0,1—0,4 мм. Количество их в рудах иногда достигает 90 % и более. Цемент руд этого типа представлен гидрогетитом. Тип цементации обычно поровый, местами базальный.

Во всех перечисленных разновидностях руд туруханского горизонта содержатся аллотигенные минералы, обычно в виде редких зерен; местами они образуют небольшие гнездообразные скопления и тонкие прослойки. Руды переходят в железосодержащие песчаники и алевролиты, которые обособляются в виде различных по мощности и протяженности линз и прослоев. Указанный переход обычно постепенный.

По содержанию валового железа к железистым породам могут быть отнесены также песчаники и алевролиты с базальным сидеритовым цементом, которые встречаются изредка в разрезе железорудного горизонта.

Терригенный материал в рудах и оруденелых прослоях не окатан, иногда слабо окатан, не отсортирован, представлен кварцем, слюдами (обычно сильно ожелезненными), реже калиевыми полевыми шпатами, амфиболами, пироксенами, цирконом и другими минералами. Встречаются зерна плагиоклаза (альбит, альбит-олигоклаз), рудных минералов (магнетит, ильменит), а также обугленный детрит. Отмечаются мелкие окатанные обломки ожелезненных базальтоидов, окатыши ожелезненных глинистых пород, мелкие обломки микропегматитов, кварцитов и других пород.

Для пород железорудного горизонта характерно интенсивное замещение терригенного материала соединениями закисного и окисного железа (сидеритом, гидрогетитом и шамозитом). Особенно интенсивно процес-

Рис. IV.3. Характер зависимости содержаний окисного (1) и закисного (2) железа в рудах туруханского горизонта.

сы замещения проявляются по отношению к фемическим минералам (см. Приложение 1, табл. I, рис. 4).

О химическом составе руд туруханского горизонта дает представление табл. IV. 2. Необходимо отметить, однако, что данные пробы в силу низкого выхода керна (10—15 % от пройденного интервала), неполного его отбора по рудному горизонту и плохой сохранности не могут считаться достаточно представительными и характеризовать состав рудного горизонта в целом.

Судя по данным табл. IV.2, руды Туруханского профиля, и в частности Туруханского месторождения, характеризуются повышенным содержанием оснований ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ ), что приближает их к высокоосновным железным рудам лотарингского типа. Руды Елогуйского профиля повышено фосфористы (содержание пятиоксида фосфора от 0,22 до 7,23 %).

Окисные и закисные железные руды туруханского горизонта сохраняют идентичность химического состава по другим компонентам (табл. IV. 3).

Зависимость между содержаниями окисного и закисного железа в рудах туруханского горизонта показана на рис. IV. 3. Как видно, увеличение содержания в руде одной из форм железа не влечет за собой уменьшения содержания другой.

В окисных (гидрогетит-шамозитовых) рудах связь окисных и закисных форм железа с кремнеземом и глиноземом более компактна и упорядоченна. В закисных рудах такой упорядоченности не наблюдается (рис. IV.4).

Как показывает график зависимости окиси железа и особенно двуокиси железа и глинозема, увеличение содержания последнего наблюдается по мере увеличения количества закисных и окисных форм железа в шамозитовых рудах. Это подтверждает предположение М. П. Нагорского [1986] о возможности образования минералов свободного глинозема и руд бокситов в зоне прибрежно-морского шамозитового оруденения, что хорошо иллюстрируется приведенным в табл. IV. 2 результатом химического анализа пробы, отобранной по скв. 30 Туруханского профиля из железноносных отложений сенона в интервале 431—432 м, в которой содержание глинозема в 4 раза превышает значения, типичные для железных руд Турухана.

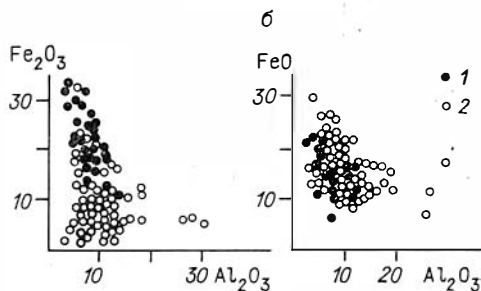
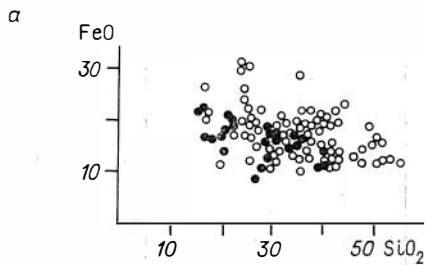
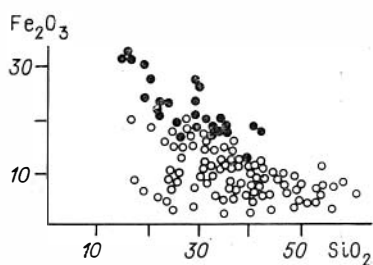
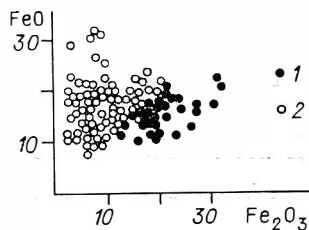


Рис. IV.4. Характер зависимости содержаний кремнезема (а) и глинозема (б) в окисных (1) и закисных (2) рудах туруханского горизонта.

№ п/п	Интервал опробования, м	H <sub>2</sub> O	П. п. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Туруханский профиль</i>							
<b>Скв. 30</b>							
1	410,55—416,55	2,37	13,93	30,46	9,94	10,60	19,03
2	416,55—418,25	2,13	14,43	31,60	9,06	13,41	17,38
3	426—431	1,48	12,11	32,08	9,40	12,25	15,34
4	431—432	He опр.	10,76	24,62	28,64	6,57	12,21
5	443—454,5	1,95	12,56	21,12	6,62	22,00	20,64
<b>Скв. 29</b>							
6	325,8—327,8	2,20	19,93	16,78	6,40	20,94	22,01
7	327,8—329,8	3,69	15,66	31,06	8,44	17,33	18,09
8	329,8—330,0	2,76	18,25	26,76	7,00	16,22	22,18
9	330,0—330,5	4,03	17,11	20,13	6,50	28,09	16,95
10	331,4—334,4	1,65	12,46	29,81	19,84	7,12	12,34
11	341,2—345,3	2,05	12,62	28,61	10,91	15,30	15,37
<b>Скв. 25</b>							
12	102,7—107,3	He опр.	14,44	29,00	3,85	28,04	16,33
13	107,3—109,1	4,41	13,68	29,17	8,16	26,67	13,47
14	109,1—112,0	2,31	16,40	15,55	4,28	31,67	22,98
15	112,0—118,5	3,50	13,64	34,01	5,56	20,80	16,85
16	134,8—142,4	0,93	16,11	18,88	15,13	5,92	11,71
<b>Скв. 21</b>							
17	100,0—101,1	He опр.	15,11	39,18	17,06	6,44	15,05
18	101,1—101,6	»	11,76	36,68	18,21	11,10	12,64
19	41,2—43,1	3,09	12,99	26,85	18,13	13,61	15,56
<b>Скв. 23.</b>							
20	42,2—43,1	3,14	13,18	29,59	14,01	16,94	16,37
21	43,1—49,0	2,59	15,94	22,44	30,26	4,87	17,53
<i>Туруханское месторождение (50 проб)</i>							
22	30—65 I горизонт (30—34) II горизонт (39—41) III горизонт (49—65)			20,61	9,32	18,6	15,70
<i>Елогуйский профиль</i>							
<b>Скв. 38</b>							
23	234,6—240,5		14,94	15,03	3,95	33,42	21,44
<b>Скв. 36</b>							
24	197,1—203,0	0,53	14,50	37,65	8,29	5,26	18,61
25	203,0—211,0	2,73	15,57	27,67	6,28	22,20	18,41
26	211,5—231,4	2,10	15,58	27,33	6,48	18,76	19,76
27	231,4—237,2	0,75	14,63	38,53	7,66	7,70	20,19
<b>Скв. 48</b>							
28	117,45—123,4	1,28	He опр.	24,83	5,83	6,75	30,92
<b>Скв. 47</b>							
29	98,75—104,9	2,30	13,09	36,09	9,40	14,18	17,24
30	104,90—112,5	1,25	He опр.	41,51	6,37	9,26	20,04
<b>Скв. 16</b>							
31	80—84	He опр.	19,00	He опр.	7,69	15,30	30,18
<b>Скв. 35</b>							
32	159,6—173,4	2,08	14,48	36,44	8,80	10,87	18,96

## отложенный сенона, %

TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	S <sub>вал</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>вал</sub>
9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Туруханский профиль</i>							
0,60	6,76	2,24	0,21	1,37	0,35	Не опр.	22,64
0,81	5,39	1,94	0,10	1,65	0,34	»	23,29
1,00	8,15	1,88	0,09	3,46	0,31	»	20,85
0,51	8,51	1,12	0,07	Не опр.	Не опр.	»	14,34
0,53	3,96	7,46	0,04	1,45	0,25	0,16	31,91
0,63	6,27	1,45	—	1,17	0,34	0,22	32,27
0,90	2,57	1,82	0,05	0,69	0,36	Не опр.	26,60
0,61	3,16	1,95	0,26	0,98	0,37	»	29,10
0,60	3,52	1,49	0,05	1,41	0,30	»	33,22
0,90	10,35	0,90	0,26	7,12	0,32	»	14,86
0,83	8,55	1,68	0,36	2,70	0,25	0,18	23,01
0,65	0,86	1,75	Не опр.	0,45	0,24	0,27	32,69
0,61	1,36	0,73	1,76	0,63	0,20	0,17	29,44
0,32	1,76	0,93	Не опр.	0,80	0,41	0,21	40,53
0,56	2,01	0,94	0,14	0,36	0,30	0,07	28,04
0,41	24,88	1,48	0,21	3,00	0,39	Не опр.	12,93
0,64	1,03	0,56	0,22	Не опр.	Не опр.	»	15,82
0,89	1,03	0,56	0,03	0,71	0,41	»	21,39
1,09	2,70	0,86	0,09	0,71	Не опр.	»	17,41
1,15	2,91	0,40	0,05	0,46	0,51	Не опр.	24,39
1,15	3,16	0,74	0,11	0,79	0,50	»	16,62
<i>Туруханское месторождение (50 проб)</i>							
Не опр.	4,35	1,56	Не опр.	1,05	0,40	0,16	25,58
							32,19
							32,22
							30,40
<i>Елогуйский профиль</i>							
0,57	3,42	2,34	Не опр.	1,23	0,58	0,15	39,05
0,70	7,08	1,88	0,05	2,27	1,12	Не опр.	18,57
0,77	2,49	1,88	0,77	0,24	0,62	»	30,32
0,80	3,36	2,14	0,19	1,35	0,93	»	28,12
1,95	2,59	2,79	0,15	0,49	0,42	»	21,54
0,44	1,51	1,18	Не опр.	0,22	0,49	»	29,46
0,82	2,49	1,14	0,06	0,80	0,50	»	23,72
0,78	2,96	0,76	Не опр.	0,32	0,40	»	22,51
Не опр.	1,57	0,83	0,16	Не опр.	Не опр.	»	34,85
0,65	3,46	1,77	0,04	0,61	0,50	»	22,78



1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>СКВ. 34</b>						
33	126,6—135,5	1,62	14,82	33,99	8,87	10,79	19,47
34	135,5—138,5	0,72	14,83	42,47	8,14	4,61	21,62
35	138,5—141,5	3,49	14,60	24,87	10,35	20,19	16,67
	<b>СКВ. 46</b>						
36	91,25—95,0	2,26	15,88	37,08	6,78	11,23	21,69
	<b>СКВ. 63</b>						
37	135,7—141,8	2,25	16,54	31,05	7,43	16,84	20,55
	<b>СКВ. 61</b>						
38	211,1—212,8	1,39	9,13	29,66	13,37	3,28	11,06
<i>Кыжвинская площадь</i>							
	<b>СКВ. 12 К</b>						
39	82—90	Не опр.	17,89	Не опр.	7,53	11,92	30,98
	<b>СКВ. 1 К</b>						
40	54—56	»	17,93	»	8,98	5,42	23,71
41	75—82	»	20,22	»	5,06	23,90	24,79
	<b>СКВ. 7 К</b>						
42	108—112	»	11,97	24,95	2,57	2,62	20,12
43	128—130	»	17,46	Не опр.	9,5	6,1	21,96
44	136—140	»	15,48	»	2,69	0,26	25,50
45	152—153	»	18,80	»	2,40	27,90	22,10
46	156—160	»	9,79	»	6,37	7,21	14,36
	<b>СКВ. 8 К</b>						
47	134—138	»	10,88	»	10,45	16,28	12,39
48	152—156	»	14,15	»	6,09	4,22	19,58
<i>Сызмский профиль</i>							
	<b>СКВ. 17</b>						
49	172,9—196,2 (верх)	0,44	16,22	50,04	7,06	7,60	21,19
50	172,9—196,2 (низ)	0,83	Не опр.	44,24	Не опр.	30,73	Не опр.
	<b>СКВ. 16</b>						
51	206—208	0,87	17,05	43,34	5,96	4,16	22,60
<i>Междухетский профиль</i>							
	<b>СКВ. 2</b>						
52	50,1—56,65	1,35	10,20	37,35	12,34	12,65	16,96
53	76,0—87,9	1,24	12,60	23,75	14,00	4,03	17,52
54	107—117	1,31	13,37	32,40	8,01	8,90	19,01
	<b>СКВ. 5</b>						
55	155,0	0,55	18,13	25,84	6,24	2,60	18,10
<i>Обнажение в устье р. Озерной (бассейн р. Большой Дубчес)</i>							
56	0—10,0	2,94	12,20	32,30	5,70	30,59	27,90

9	10	11	12	13	14	15	16
0,75	5,17	1,63	0,04	1,65	0,39	Не опр.	23,13
0,64	2,63	1,75	0,09	0,68	0,42	»	20,52
0,83	4,00	2,10	0,76	1,3	0,52	»	27,47
0,57	1,96	1,01	0,26	0,47	0,67	»	25,21
0,54	2,12	0,96	0,37	0,45	0,71	»	28,23
0,53	20,95	1,41	0,25	7,23	0,23	»	11,14 –
<i>Кыксинская площадь</i>							
Не опр.	2,01	1,16	0,72	Не определялись			33,13
»	4,98	1,52	0,24	»			22,76
»	1,45	0,58	1,27	»			36,51
»	1,23	0,72	0,02	»			17,63
»	2,01	1,03	0,14	»			21,84
»	2,24	0,84	0,03	»			20,50
»	2,35	0,91	0,08	»			37,21
»	1,23	0,55	0,07	»			16,53
»	1,01	0,52	0,03	»			21,31
»	2,01	1,45	0,06	»			18,62
<i>Сымский профиль</i>							
0,54	Не определялись			0,24	Не опр.	Не опр.	22,27
Не опр.	1,96	0,58	Не опр.	Не опр.	»	Не опр.	21,51
0,40	2,73	0,65	0,06	0,50	0,59	»	20,99
<i>Междуетский профиль</i>							
0,67	3,50	13,16	0,19	1,69	0,24	Не опр.	22,42
0,15	15,4	1,57	0,16	5,50	0,26	»	16,84
0,48	6,45	3,15	0,20	2,20	0,31	»	21,44
0,49	16,61	2,04	0,07	5,72	0,05	»	16,30
<i>Обнажение в устье р. Озерной (бассейн р. Большой Дубчес)</i>							
0,41	4,31	1,82	Не опр.	0,29	0,65	Не опр.	27,73

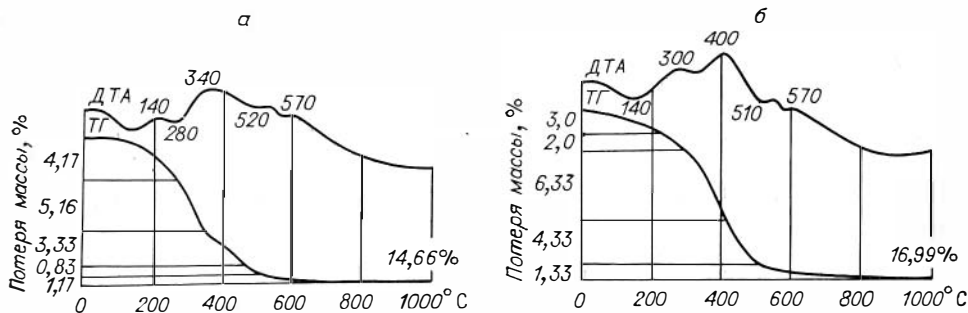


Рис. IV.5. Термограммы закисной шамозит-сидерит-гидрогетитовой руды, обр. К-33/73(а) и окисной гидрогетит-сидерит-шамазитовой руды, обр. К-33/73 (б). Обнажение в устье р. Озерной (Бол. Дубчес).

В результате термических\* и рентгенографических анализов (рис. IV. 5, табл. IV. 4, IV. 5) в рудах Туруханского района установлено наличие 4,06—4,32 % минералов свободного глинозема.

**Туруханское месторождение** расположено в среднем течении р. Турухан, в 90 км к западу от с. Туруханска, и является одним из неглубоко залегающих участков сенонской рудоносной толщи бассейна. Месторождение вскрыто колонковыми скважинами 22 и 23 (см. рис. IV. 1).

Сенонская железоносная толща в пределах месторождения залегает на туронских, турон-коньякских существенно глинистых породах и перекрывается четвертичными отложениями. Глубина залегания железоносных осадков 30 м по скв. 23 и 40 м по скв. 22 при мощности 70 и 35 м соответственно. Химический состав всей рудоносной толщи Туруханского месторождения (по 50 пробам) следующий (%):

$\text{Fe}_2\text{O}_3$	18,7	MgO	1,56
FeO	15,7	$\text{P}_2\text{O}_5$	1,05
$\text{Fe}_{\text{вал}}$	25,58	MnO	0,4
$\text{Al}_2\text{O}_3$	9,32	$\text{V}_2\text{O}_5$	0,16
CaO	4,35		

По данным каротажа и данным опробования, в разрезе железоносной толщи Туруханского месторождения выделяются три горизонта железных руд с содержанием железа более 30 %:

Содержание Fe, %	Мощность горизонта, м	Интервал залегания, м
32,19	4	30—34
32,22	2	39—41
30,4	16,0	49—65

Третий железорудный горизонт имеет коэффициент основности руд 0,33 (по данным семи проб). Для нижней части этого горизонта в интервале 63—65 м коэффициент основности еще больше — 0,61.

Как видно из приведенных данных, руды указанных горизонтов Туруханского месторождения по содержанию железа уступают рудам Колпашевского (35,9 %) и Бакчарского (36 %) месторождений Западно-Сибирского железорудного бассейна, но отличаются от них небольшой глубиной залегания (30—40 м против 150—180 м) и сравнительно высокими коэффициентами основности (0,33—0,61 против 0,05).

По ориентировочному подсчету прогнозные ресурсы железных руд Туруханского месторождения составляют 3,2 млрд т со средним содержанием железа 31,6 % [Каштанов, 1972а].

\* Термический анализ, результатами которого мы пользуемся здесь и далее, выполнен на дериватографе фирмы МОМ (ВНР) Т.А. Корневой (ИГиГ СО АН СССР) при следующих условиях эксперимента: скорость нагрева  $10^\circ/\text{мин}$ , ДТА — 1/5, ДТГ — 1/10, ТГ — 500 мг, навеска 500—1000 мг, эталон  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

**Елогуйское месторождение** расположено в среднем течении р. Елогуй в 90 км от устья, вблизи пос. Келлог, площадь его около 1300 км<sup>2</sup>.

Колонковыми скважинами Елогуйского профиля и Елогуйской и Кыксинской площадей вскрыта сенонская железоносная толща мощностью 50—70 м с кровлей на глубинах от 54 м в восточной части до 235 м в западной. Рудовмещающая толща залегает на глинистых отложениях сеноман-туруна (верхнесимоновская подсвита) и перекрыта кварцево-каолиновыми песками верхнесымской подсвиты маастрихт-датского возраста и четвертичными образованиями.

В составе железоносной толщи залегают пласти и линзы железных руд и в различной степени оруденелых пород (см. рис. IV. 1). По вещественному составу руды подразделяются на гидрогетитовые, шамозитовые и смешанные шамозит-гидрогетит-сидеритовые. Как видно из табл. IV. 2, руды Елогуйского района беднее руд бассейна р. Турухан и более фосфористы (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — до 7,23 %).

Ориентировочные прогнозные ресурсы Елогуйского месторождения составляют 37,7 млрд т рудной массы средней мощностью 12,5 м и средним содержанием железа 26,33 %.

В пределах Елогуйского месторождения выделен участок с глубиной залегания руд 70—80 м, средней их мощностью 7,0 м и средним содержанием железа 31,32 %. Прогнозные ресурсы руд этого участка составляют 4,4 млрд т.

Ориентировочные прогнозные ресурсы прибрежно-морских железных руд сенонского возраста приенисейской части Западно-Сибирской плиты составляют 40,9 млрд т, из них 7,6 млрд т представлены рудами с содержанием железа 31,32—31,6 % мощностью от 7 до 22 м и глубиной залегания от 30—40 до 70—80 м [Каштанов, 1972а].

Как видно из данных химических анализов, содержание железа в оруденелых породах туруханского горизонта сильно колеблется. Минералогические формы его нахождения в этих породах — гидрогетит, шамозит, сидерит, магнетит (см. IV. 5).

По данным спектральных анализов 37 проб в рудах и оруденелых породах туруханского горизонта отмечается присутствие ванадия (0,01—0,1 %),

Таблица IV.3

Химический состав руд по их типам, мас. %

Тип руды	Кол-во проб	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Feвал
Гидрогетит-шамозитовые	39	14,72—36,41	3,87—12,15	17,32—44,13	9,23—26,84	0,51—11,75	0,09—18,20	0,08—0,64	0,24—3,51	0,04—1,76	25,00—42,50
		24,00	7,12	24,61	16,87	3,89	1,96	0,34	0,96	0,48	29,51
Шамозитовые	22	13,72—35,67	3,79—11,41	0,55—20,03	18,11—40,09	0,66—12,48	0,16—2,32	0,30—2,00	0,12—4,17	0,01—0,83	25,35—33,72
		22,60	7,06	12,85	26,99	3,84	1,44	0,68	1,04	0,29	29,40
Гидрогетит-шамозитовые и шамозитовые	61	13,72—36,41	3,79—12,15	0,55—44,13	9,23—40,09	0,51—12,48	0,09—18,20	0,08—2,00	0,12—4,17	0,01—1,76	25,00—42,50
		23,49	7,10	20,37	20,52	3,87	1,77	0,46	0,99	0,39	29,47

Примечание. Здесь и в табл. IV.7, IV.12 в числителе — интервал значений, в знаменателе — среднее.

Результаты рентгенографических анализов оолитовых железных руд Турухана (обнажение против устья р. Озерной, притока р. Большой Дубчес)

№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав
<i>Руда окисная (обр. К-33/13)</i>			
1	18	4,29	Кварц
2	20	3,63	Сидерит
3	80	3,36	Кварц
4	8	3,26	Калиевый полевой шпат
5	8	3,21	» » »
6	90	2,81	Каппа-глинозем
7	6	2,72	Гидрогетит
8	3	2,624	Шамозит
9	4	2,586	Каппа-глинозем
10	10	2,466	Кварц
11	12	2,361	Сидерит
12	3	2,292	Кварц
13	13	2,145	Кварц, сидерит, каппа-глинозем
14	11	1,976	Кварц, сидерит
15	10	1,824	Кварц
16	7	1,807	Сидерит
17	18	1,741	»
18	4	1,676	Кварц
19	6	1,510	Сидерит
20	4p	1,430	Каппа-глинозем
21	5	1,384	Кварц
22	6	1,378	»

<i>Руда закисная (обр. К-33/73)</i>			
1	3	7,20	Шамозит
2	3	6,48	Калиевый полевой шпат
3	25	4,28	Кварц
4	15	4,22	Гидрогетит
5	11	3,62	Сидерит
6	3	3,54	Шамозит
7	100	3,35	Кварц
8	8	3,24	Калиевый полевой шпат
9	10	3,21	» » »
10	36	2,815	Каппа-глинозем
11	6	2,71	Гидрогетит
12	4	2,58	Каппа-глинозем
13	16	2,468	Кварц-гидрогетит
14	5	2,358	Сидерит
15	4	2,322	Каппа-глинозем
16	9	2,139	Кварц, каппа-глинозем
17	6	1,987	Кварц
18	7	1,971	Сидерит
19	12	1,825	Кварц
20	12	1,738	Сидерит
21	8	1,546	Кварц
22	7	1,511	Сидерит
23	3	1,430	Каппа-глинозем
24	4	1,380	Кварц, каппа-глинозем
25	7	1,377	Кварц

Примечание. Образцы сняты на приборе УРС-50 У,  $U = 27$  кВ,  $I = 10$  мА,  $FeK_{\alpha}$  — излучение (Mn-фильтр). Скорость съемки 1°/мин.

циркония (0,01—0,1), бериллия ( $< 0,001$ ), иттрия (0,003—0,1), иттербия (0,01—0,03), стронция (0,001—1,0), церия (0,1 %). Минеральная форма стронция пока не установлена. Германий спектральными анализами не обнаружен. По данным 10 химических анализов в железных рудах присутствуют редкоземельные элементы ( $\Sigma TR$ ) до 0,05 %.

Минералогическими исследованиями пород и руд туруханского горизонта установлены повышенные содержания содержания ильменита, цирконна, мона-

## Минералогический состав окисных и закисных руд Турухана, %

Минерал	Руда		Минерал	Руда	
	окисная	закисная		окисная	закисная
Гидрогетит	42,8	31,6	Химический анализ, %		
Шамозит	8,5	7,9			
Маггемит	6,5	22,7	SiO <sub>2</sub>	32,30	27,90
Сидерит	7,5	5,6	TiO <sub>2</sub>	0,41	1,20
Гаппа-глинозем	4,06	4,32	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,7	4,82
Микроклин	9,0	1,1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,59	34,52 *
Кварц	21,18	24,8	FeO	7,90	22,56
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,06	4,36
			П. п. п.	12,20	18,65

\* Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — общее.

цита в песчано-алевролитовых прослоях внутри железорудного горизонта, особенно в его подошве и кровле. Замечено, что в восточной части района в тяжелой фракции преобладает ильменит, а в центральной и западной постепенно возрастает роль циркона (табл. IV. 6).

## IV.2. БОКСИТОНОСНОСТЬ АЛЬБ-СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Туруханский район является первым районом, где установлены меловые бокситовые породы и бокситы платформенного типа прибрежно-морского генезиса, не известные до сих пор в мировой практике.

Таблица IV.6

## Содержания титансодержащих россыпных минералов в железоносных отложениях туруханского горизонта, усл. ед.

№ пробы	Интервал опробования, м	Ильменит	Рутил	Лейкоксен
<b>Скв. 22</b>				
2840	40,4—43,75	7,58	—	—
2841	43,75—48,00	43,40	—	—
2842	48,00—49,00	9,12	—	—
2843	60,6—61,2	4,2	—	—
<b>Скв. 23</b>				
2812	35,2—39,2	6,21	—	—
2813	39,2—41,2	12,72	—	—
2814	43,0—49,0	2,18	—	—
2815	49,0—55,0	3,07	—	—
2816	61,0—63,0	0,96	2,56	—
2817	63,0—66,0	4,30	—	—
2819	66,0—77,7	10,34	—	—
2810	77,7—84,4	6,05	—	0,36
2821	84,4—89,8	8,86	—	—
<b>Скв. 24</b>				
2829	270,2—272,2	—	—	—
<b>Скв. 25</b>				
2787	107,3—109,1	4,80	—	0,90
2789	112,0—118,5	0,90	—	0,88
2792	134,8—142,4	16,00	—	0,32
2794	187,7—195,3	12,16	—	1,00
2796	275,0—276,0	22,85	—	3,91
2800	308,0—310,9	1,14	0,11	—
2856	305,4—306,8	—	—	—
2857	306,8—309,8	21,95	0,70	3,97

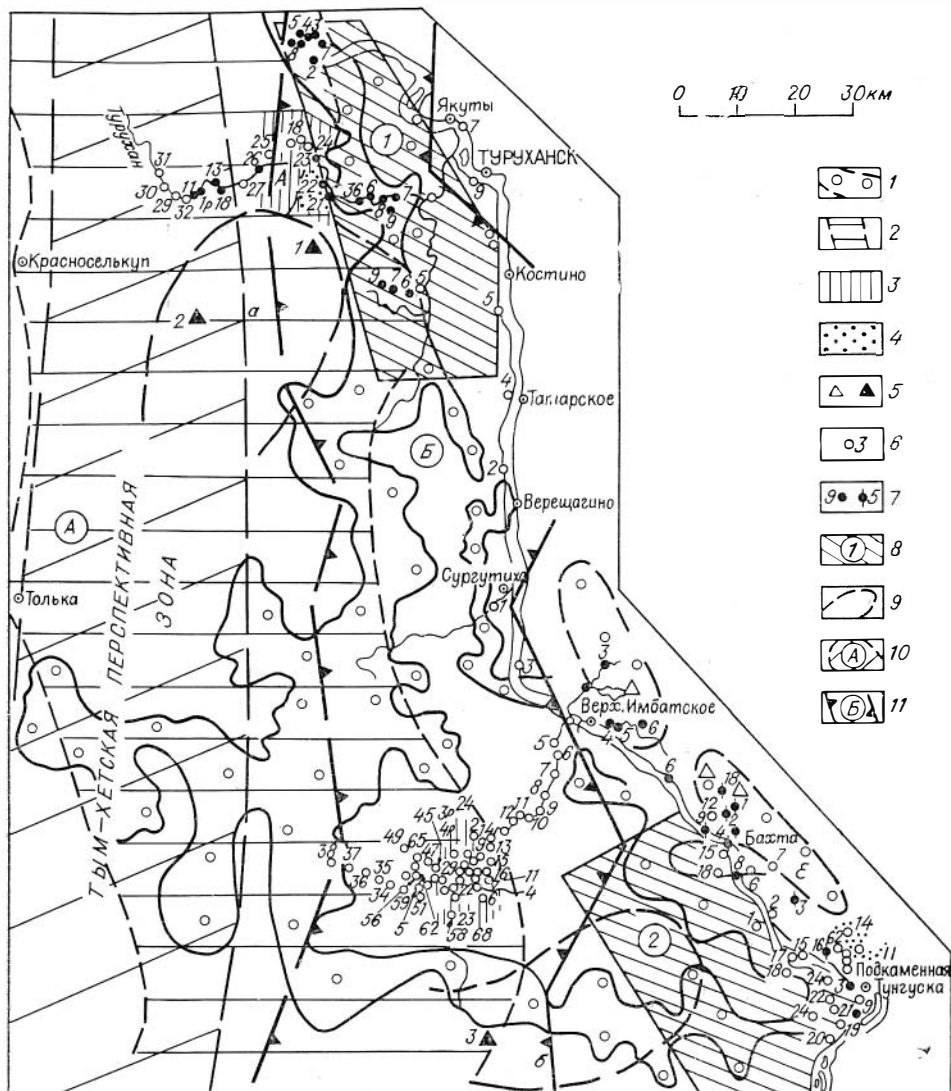


Рис. IV.6. Схема расположения скважин, участков специализированной на бокситы аэромагнитной съемки и распространения прибрежно-морских боксито- и железосодержащих отложений верхнемелового возраста и перспективных земель на поиски залежей УВ в отложениях осадочного чехла (А) и плитного комплекса (Б).

1 — область предполагаемого неглубокого (до 300 м) залегания прибрежно-морских бокситоносных осадков по данным аэромагнитной съемки и бурения; 2 — область предполагаемого распространения осадков сенона (Западно-Сибирский железорудный бассейн); 3 — участки с подсчитанными ресурсами железных руд (А — Туруханское и Б — Елогуйское месторождения); 4 — рудопроявления ильменит-циркониевых россыпей (I — Туруханское, II — Сумарочинское); 5 — коренные выходы бокситов и выходы гравийно-галечных бокситоносных отложений (реки Верх. Баиха, Худосей, Бол. Дубчес); 6 — скважины колонкового бурения; 7 — скважины колонкового бурения, вскрывшие бокситоносные осадки (прибрежно-морские, континентальные); 8 — участки детальной аэромагнитной съемки, специализированной на бокситы (цифры на рисунке: 1 — Туруханский 2 — Дубческий); 9 — участки с большим количеством бокситового материала в аллювии рек (а — Худосей — Верх. Баиха; б — Бол. Дубчес — Сарчиха; в — Фатыньиха — Имбак; г — Бахта — Варламовка); 10, 11 — земли, перспективные на поиски УВ в осадочном чехле (10) и в плитном комплексе (11).

Бокситоносные отложения вскрыты отдельными скважинами и группами скважин в северной части района (пос. Ермаково, реки Турухан, Ниж. Баиха), а также на юго-востоке (реки Комса, Бахта, Подкаменная Тунгуска) (рис. IV. 6). По данным аэромагнитной съемки и общегеологическим предпосылкам, площадь возможного распространения отложений оценивается примерно в 150 тыс. км<sup>2</sup>.

Бокситоносные отложения в приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы формировались

в озерно-болотных, мелководно- и прибрежно-морских фациях. Источниками бокситового материала служили продукты химического выветривания, в том числе размыва и переотложения кор выветривания, развивавшихся как на породах обрамления Западно-Сибирской плиты (трапповая формация Сибирской платформы), так и на поднятиях в пределах самой плиты. В зависимости от фациальных условий осадконакопления, удаленности от источников глинозема, характера диагенетических преобразований после формирования осадков и воздействия углеводородных газов в результате их миграции через вышележащие образования, бокситсодержащая толща на различных участках неоднородна по литологическому составу и качеству бокситсодержащих пород. Последнее зависит в основном от содержания бобового бокситового материала в песчано-глинистых и гравелито-конгломератовых осадках, слагающих бокситсодержащую толщу. Меньше всего свободного глинозема содержится в мелкозернистых песках, песчаниках и алевролитах, несколько больше в глинах и аргиллитах и максимальное количество приходится на песчаники и гравелиты. Количество свободного глинозема возрастает от озерно-болотных к прибрежно-морским фациям. В том же направлении происходит увеличение количества обогащенных горизонтов в разрезе толщи и их мощностей.

#### IV.2.1. Типы бокситовых пород и их вещественный состав

Бокситсодержащая толща альб-сеномана слагается в основном псефито-песчано-глинистыми осадками, содержащими минералы свободного глинозема. Эти осадки имеют темно- и зеленовато-серую окраску, содержат различные количества терригенного разномышного материала и цементируются шамотитовым, гидрогетитовым, сидеритовым цементом. Зачастую в цементе отмечается гидраргиллит. Псефитовый материал, составляющий до 90 % объема породы (см. Приложение 1, табл. I, рис. 5, табл. IV. 7—IV. 9), представлен бурыми и черными бобовинами и галькой бокситов (размером 1 см), обломками и гальками осадочных и эффузивных пород в основном базальтового состава (0,2—5 см в диаметре) (см. Приложение 1, табл. II, рис. 1). Бобовины, составляющие до 60—90 % всего псефитового материала, имеют идеально округлые формы, ровную поверхность и неповрежденные наружные слои, как правило, они редко обломаны, корродированы и иногда имеют радиально-концентрические трещинки, по которым развит гидраргиллит. Вокруг черных бобовин обычно формируется оторочка гидраргиллита и маггемита (см. Приложение 1, табл. V, рис. 1). По данным рентгенографического и термического анализов (табл. IV. 10, IV. 11, рис. IV. 7), бобовины бокситов состоят из гидраргиллита, гематита, гетита, маггемита, корунда, кварца, полевых шпатов и железистого алюмогеля. Галька, представленная окатанными обломками переотложенных бобовых бокситов (до 30 % от объема всего псефитового вещества), состоит из гематита, корунда, маггемита, гетита и кварца (см. табл. IV. 10, IV. 11). Обломки эффузивно-осадочных пород, составляющие до 20 % гравийно-галечного материала, окатаны различно и в различной степени изменены. В единичных случаях отмечаются обломки выветрелых базальтоидов\*, в основном же они интенсивно ожелезнены и бокситизированы вплоть до полного замещения гидроокислами железа и гидраргиллитом (см. Приложение 1, табл. II). Иногда отмечаются хорошо окатанные обломки гранитов, пегматитов, кремнисто-кварцевых пород, известняков, доломитов и ожелезненных осадочных пород. Мелкозернистый терригенный материал, заполняющий пространство между обломками и бобовинами (терригенный цемент), в осадках альб-сеномана составляет до 90 % объема породы. Он представлен угловатыми и окатанными зерна-

---

\* Здесь и далее под выветрелыми базальтоидами подразумеваются обломки пелитизированных окисленных пород, иногда с железистыми гидрослюдами.



Химический состав бокситовой гальки, бобовин и цемента бокситов бассейна р. Турухан, %

Материал	Кол-во определений	П. п. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
Галька бокситов	1	8,31	6,50	58,20	Не опр.	3,66	18,13	2,10
Бобовины								
бокситов	19	$\frac{8,31-23,62}{15,46}$	$\frac{5,60-12,64}{8,17}$	$\frac{29,71-42,30}{36,51}$	$\frac{28,05-39,22}{33,39}$	$\frac{1,85-16,50}{6,62}$	$\frac{10,13-42,98}{28,89}$	$\frac{0,14-4,74}{3,08}$
бурые	6	$\frac{9,81-22,6}{17,06}$	$\frac{5,60-9,60}{6,92}$	$\frac{34,02-42,30}{37,40}$	$\frac{29,16-39,22}{34,85}$	$\frac{2,51-16,5}{8,91}$	$\frac{26,73-36,24}{30,45}$	$\frac{2,60-4,60}{3,43}$
черные	5	$\frac{10,28-23,62}{16,10}$	$\frac{7,40-9,60}{8,19}$	$\frac{29,71-38,62}{34,74}$	$\frac{28,05-36,52}{32,57}$	$\frac{1,85-11,39}{5,95}$	$\frac{26,74-42,98}{32,86}$	$\frac{0,74-4,00}{2,45}$
Цемент								
хемогенно-терригенный	9	$\frac{7,14-17,32}{13,05}$	$\frac{22,4-40,60}{28,88}$	$\frac{16,83-31,05}{25,21}$	$\frac{5,23-26,90}{17,36}$	$\frac{2,07-11,49}{6,19}$	$\frac{10,0-27,58}{20,43}$	$\frac{0,88-2,30}{1,62}$
хемогенный	2	$\frac{12,50-13,04}{12,77}$	$\frac{22,4-27,80}{25,10}$	$\frac{29,2-31,05}{30,13}$	$\frac{16,86-21,61}{19,24}$	$\frac{3,63-4,73}{4,18}$	$\frac{24,10-27,58}{25,84}$	$\frac{1,84-2,00}{1,92}$
терригенный	2	$\frac{7,14-12,5}{9,82}$	$\frac{30,9-40,2}{35,55}$	$\frac{27,16-28,84}{28,00}$	$\frac{16,21-26,90}{21,56}$	$\frac{2,07-4,81}{3,44}$	$\frac{14,6-22,4}{18,50}$	$\frac{1,48-1,84}{1,66}$

П р и м е ч а н и е. В числителе — интервал значений, в знаменателе — среднее.

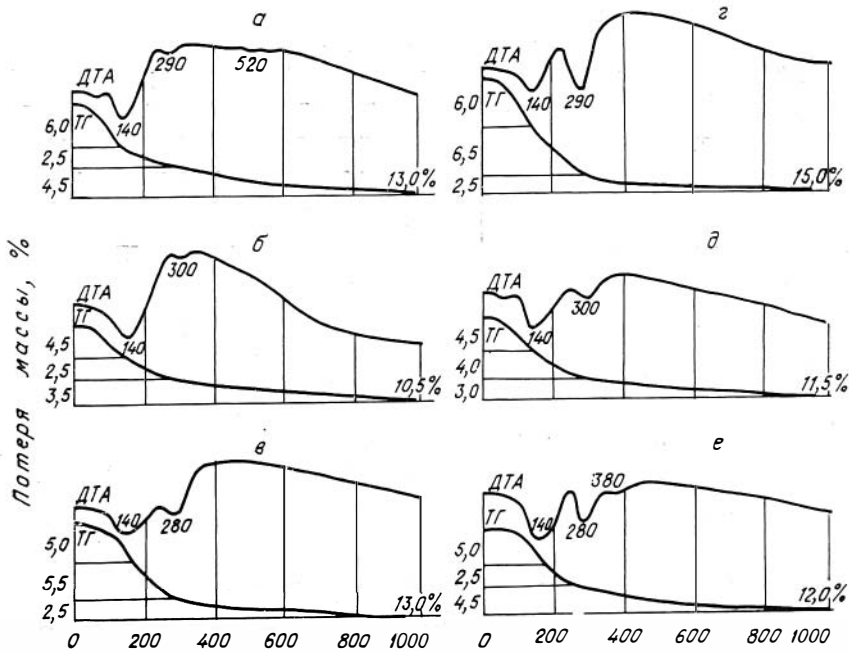


Рис. IV.7. Кривые ДТА и ТГ.

а — терригенного цемента (обр. К-11-81-5); б — хемогенного цемента (К-11-81-Х) бокситов; в — бурых и черных бобовин (К-11-81-2) бокситов; г — бурых бобовин (К-11-81-4) бокситов; д — гальки бокситов (К-11-81-3) из бокситов; е — бокситов (К-11-81-1).

ми кварца, калиевых полевых шпатов, плагиоклазов, гидрослюд, цеолитов, корунда, шпинели. В незначительном количестве отмечаются шамозит и маггемит (см. табл. IV. 8, IV. 10, IV. 11). Довольно часто встречаются обломки базальтоидного состава.

Хемогенный цемент песчаников и гравелитов шамозит-гетит-гидраргиллитовый, гетит-шамозитовый с новообразованиями корунда, альфа-глинозема и железо-марганцевого фосфата — дюфренита (см. табл. IV.10).

Довольно часто в цементе отмечается кальцит и гидраргиллит (см. Приложение 1, табл. V, рис. 4). В современной аллювии левых притоков Енисея (Сарчиха, Каменный и Бол. Дубчес, Пакулиха, Мангутиха, Верх. Баиха), а также правого притока р. Таз (Худосей) в значительных количествах иногда в виде небольших коренных выходов, как это установлено в бассейне р. Верхней Баихи (обнажение «У озера»), встречаются валуны и обильная галька пород, аналогичных охарактеризованным выше.

Минералы свободного глинозема отмечаются не только в грубозернистых породах, но и в глинах, песках, песчаниках и алевролитах, их разделяющих. Примесь свободного глинозема отмечается в перекрывающих бокситосодержащую толщу осадках турона, сенона и кампан-маастрихта (рис. IV. 8) бассейна р. Турухан, что может свидетельствовать о частичном размыве бокситоносной толщи после ее формирования либо о возможном образовании минералов свободного глинозема в зоне формирования прибрежно-морских шамозитовых руд в результате метасоматического

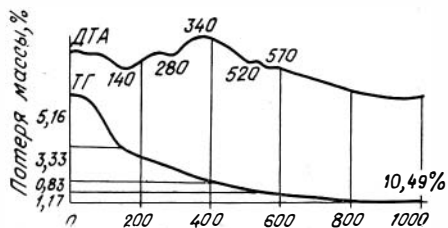


Рис. IV.8. Кривые ДТА и ТГ окисной гидрогетит-шамозитовой руды верхнего мела (обр. К-33-73, р. Бол. Дубчес, устье р. Озерной).

Результаты рентгенографического, химического и минералогического состава см. в табл. № 4, IV.5.

**Литолого-минералогическая классификация основных типов**

Основные типы боксит-содержащих пород	Минералогический состав				
	Галька, гравий и бобовины		Терригенный материал		
	% от объема породы	Состав	% от объема породы	Состав минералов	
				Аллотигенные	Аутигенные
Глина, песок, песчаник, гравелит бокситоносные	1—30	Магнетит, гидраргиллит, гематит, диаспор, базальтоиды, кремнисто-кварцевые, глинистые, ожелезненные породы	70—90	Кварц, ПШ, хлорит, каолинит, магнетит, ильменит, циркон, монацит, ксенотим, цеолит	Шамозит, гидрогетит, глауконит, сидерит, каолинит
Глина, песок, гравелит бокситовые	15—45	Магнетит, гидраргиллит, гематит, диаспор, галька выветрелых и ожелезненных базальтоидов	50—70	Кварц, ПШ, слюды, магнетит, ильменит, рутил, циркон, монацит, ксенотим	Шамозит, гидрогетит, глауконит, сидерит, вивнанит
Боксит песчаный	30—60	Магнетит, гидраргиллит, гематит, диаспор, реже галька выветрелых ожелезненных базальтоидов	30—50	Кварц, ПШ, слюды, магнетит, ильменит, циркон	Гидраргиллит, магнетит, гетит, шамозит, гидрогетит, сидерит, реже глауконит, вивнанит, гематит, диаспор, цеолит
Боксит песчанистый	45—75	Магнетит, гидраргиллит, гематит, диаспор, корунд	10—50	Магнетит, реже ильменит, рутил, циркон, гетит, шамозит, гидрогетит, цеолит, сидерит, глауконит, корунд	Гидраргиллит, диаспор, магнетит, гематит, гетит, шамозит, гидрогетит, пирит, реже цеолит, сидерит, глауконит, иногда корунд
Боксит каменистый	60—90	Магнетит, гидраргиллит, гематит, диаспор, корунд	0—10	Магнетит, реже ильменит, рутил, циркон, очень мало кварца	Гидраргиллит, диаспор, магнетит, гематит, шамозит, гидрогетит, реже цеолит, кальцит, сидерит, иногда пирит, корунд

Примечание. Источники бокситового материала — коры химического выветривания, платформы.

**Физические свойства, химический состав и технологические особенности бокситсодер**

Основные типы боксит-содержащих пород	Физические свойства		Химический состав		
	Магнитная восприимчивость, $10^{-6}$ СН	Плотность, г/см <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св
Глина, песок, песчаник, гравелит бокситоносные	165—815	2,05—3,28	40—54	15—28	1,4—5,0
Глина, песок, песчаник, гравелит бокситовые	1100—9800	2,05—3,06	40—30	16—30	3,8—26,9
Боксит песчаный	2400—13 000	2,26—3,01	20—30	17—31	9,4—24,7
Боксит песчанистый	4000—32 750	2,44—3,10	10—20	23,4—46,5	19,4—34,4
Боксит каменистый	6500—33 000	2,46—3,11	5—10	26,0—58,2	20,1—39,2

## бокситсодержащих пород области сочленения ЗСП и СП

Цемент		Тип цементации	Текстурно-структурные особенности	
% от объема породы	Состав минералов		Текстуры	Структуры
0—20	Шамозит, гидрогетит, сидерит, каолинит, кальцит	Поровый, пленочный, обрастания, соприкосновения	Слоистые, массивные, конгломерато- и брекчневидные	Псаммитовые, реже псефитовые и алевритовые
0—40	Шамозит, гидрогетит, глауконит, сидерит, кальцит, дюфренит	Поровый, пленочный, обрастания, соприкосновения	Слоистые, массивные, конгломератовидные	Псефитовые, псаммитовые
10—30	Шамозит, гидрогетит, гидраргиллит, сидерит, кальцит, бемит, диаспор, железистый алюмогель, дюфренит	Поровый, пленочный, обрастания, соприкосновения	Однородные, массивные, реже слоистые, конгломератовидные	Мелкобобовые, реже псефитовые, конкреционные
10—40	Шамозит, гидраргиллит, гидрогетит, сидерит, кальцит, бемит, диаспор, корунд	Базальный, поровый, пленочный, обрастания, соприкосновения	Массивные, конгломератовидные, реже слоистые	Крупно- и среднебобовые, пизолитовые
10—40	Гидраргиллит, шамозит, гидрогетит, иногда кальцит, сидерит, бемит, диаспор, корунд	Базальный, поровый, пленочный, обрастания, соприкосновения	Массивные, крапленые, реже слоистые	Крупно-, реже среднебобовые, пизолитовые

развитые на эффузивно-осадочных породах в пределах Западно-Сибирской плиты и Сибирской

Таблица IV.9

## жащих пород области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы

Марка по ГОСТу 978—82	Технологические особенности				
	Методы обогащения	Выход концентрата, %	Химический состав концентрата		
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св
—	Практически малопригодны. Некоторые разности обогащаются электромагнитной сепарацией в слабом магнитном поле	30—40	7—15	25—35	17—18
—		40—50	7—15	25—35	20—25
—	Электромагнитная сепарация в слабом магнитном поле	50—60	7—10	30—35	25—35
ЦБ-2; МБ	Некоторые разности пригодны без обогащения	—	—	—	—
ЦБ-2; ГБ; МБ	—	—	—	—	—

Результаты рентгенографических анализов гальки, бобовин,

Терригенный цемент К-11-81-5			Хемогенный цемент К-11-81-Х			Бурые+черные бобовины К-11-81-2		
J	d(Å)	Фазовый состав	J	d(Å)	Фазовый состав	J	d(Å)	Фазовый состав
4	10,1	Гидрослюда						
4	8,54	Цеолит						
7	7,18	Шамозит	3	7,23	Шамозит			
5	6,44	Полевой шпат						
2ш	5,01	Гидрослюда	10	4,88	Гидраргиллит	6	4,88	Гидраргиллит
5	4,56	»	9	4,38	»	4	4,37	»
48	4,27	Кварц	100	4,27	Кварц	7	4,28	Кварц
			6	4,19	Гетит	4	4,18	Гетит
3	4,04	Полевой шпат	2	4,04	Полевой шпат			
2	3,86	То же	3	3,82	То же			
4	3,79	»				5	3,69	Гематит
6	3,56	Шамозит	3	3,56	Шамозит			
100	3,35	Кварц	100	3,35	Кварц	17	3,36	Кварц
60	3,25	Полевой шпат	5	3,25	Полевой шпат	2	3,27	Полевой шпат
55	3,20	То же	3	3,20	То же			
						4	2,96	Маггемит
6	2,91	»	2	2,75	Ильменит?	10	2,71	Гематит
3ш	2,69	»	3ш	2,67	Гетит			
4ш	2,56	Корунд?	4	2,56	Магнетит, корунд, ильменит	4	2,56	Корунд?
6	2,52	Маггемит				20	2,52	Гематит, маггемит
90	2,46	Кварц	40	2,46	Кварц	7	2,45	Алюмогель?
4	2,406	Корунд	6	2,42	Дюфренит			
			5	2,397	Альфа-глинозем			
12	2,288	Кварц	2	2,368	Гидраргиллит			
			2	2,289	Кварц			
7	2,243	»	20	2,243	»	2	2,20	Гематит
10	2,135	»	2	2,134	»			
8	2,112	Корунд	2	2,098	Корунд	5	2,09	Корунд
2	2,027	Шпинель	2	2,053	Гидраргиллит			
10	1,985	Кварц	18	1,985	Кварц	4	1,843	Гематит
25	1,827	»	65	1,823	»			
2	1,805	»						
2ш	1,720	Корунд				7	1,697	»
30	1,676	Кварц	22	1,676	»			
2	1,574	Шпинель?	2	1,670	Кварц, корунд	5	1,607	Корунд? маггемит
			50	1,542	Кварц	2	1,541	Кварц
20	1,545	Кварц	10	1,454	»	4	1,479	Маггемит

Примечание. Здесь и далее образцы сняты на приборе УРС-50 У, U = 27 кВ, I = сита из аллювия р. Верхней Баихи.

взаимодействия углеводородных газов, мигрирующих из залежей УВ, подстилающих рудоносные толщи [Каштанов, 1985] (см. Приложение, табл. VII, рис. 1—3).

В составе бокситоносных отложений альб-сеномана выделяется до восьми горизонтов бокситовых пород и бокситов различного типа мощностью 3,5—24,5 м, прослеживающихся на довольно широких площадях.

Петрографы А. В. Разумова, А. В. Копелиович (ГИН АН СССР), Е. Н. Волхонина (СПК), В. А. Загниборода (КГУ), Ф. Г. Пасова (ВИМС), изучившие породы альб-сеномана (1956—1957 гг.), чаще всего выделяли:

## цемента и бокситов бассейна р. Турухан

Бурье бобовины К-11-81-4			Галка бокситов К-11-81-1			Боксит		
J	d(Å)	Фазовый состав	J	d(Å)	Фазовый состав	J	d(Å)	Фазовый состав
						80	7,13	Шамозит
20	4,88	Гидраргиллит				85	4,88	Гидраргиллит
5	4,39	»				16	4,39	»
3	4,21	Гетит	3	4,19	Гетит	8	4,29	»
						6	4,24	Кварц
						4	4,19	Гетит
4	3,69	Гематит	5	3,69	Гематит	6	3,71	Гематит
2	3,51	Корунд?	3	3,51	Корунд?	50	3,537	Шамозит
26	3,35	Кварц	2	3,36	Кварц	2	3,34	Кварц
3	3,25	Полевой шпат				3	3,26	Полевой шпат
2	3,21	»						
4	2,96	Маггемит	3	2,97	Маггемит	7	2,975	Маггемит
10	2,71	Гематит	10	2,70	Гематит	4	2,832	Сидерит
						20	2,708	Гематит
5	2,56	Корунд?						
17	2,52	Гематит, маггемит	17	2,52	Гематит, маггемит	40	2,531	Шамозит, гематит маггемит
6	2,46	Аллюмогель?				7	2,473	Гидраргиллит
5	2,42	Дюфренит	6	2,42	Корунд	7	2,412	Шамозит
4	2,39	Гидраргиллит				6	2,396	Гидраргиллит
1	2,25	Кварц				5	2,208	Гематит
3	2,209	Гематит	4	2,21	Гематит	4	2,156	Шамозит
			3	2,14	Маггемит	5	2,099	Корунд?
2	2,096	Корунд?	7	2,09	Корунд	2p	2,025	Гидраргиллит
3	1,837	Гематит	4	1,84	Гематит	5	1,845	Гематит
			2	1,75	Корунд	2p	1,754	Корунд?
5	1,697	»	2	1,75	»			
			6	1,69	Гематит	3	1,713	Гетит
3	1,609	Маггемит, гематит	6	1,161	Корунд	8	1,696	Гематит
3	1,479	То же	5	1,48	Гематит	5	1,609	Корунд
3	1,454	Гематит	4	1,45	»	2	1,560	Шамозит

= 10 мА, FeK $\alpha$  — излучение (Mn-фильтр). Скорость съемки 1°/мин. Проба К-11-81-1 — валун бок-

— песчаники неравномерно-зернистые гравелистые с ожелезненными бобовинами с сидеритовым, гидраргиллитовым, глинистым и карбонатным цементом;

— песчано-сидеритовые породы с железистыми бобовинами;

— бокситовые породы с железистыми бобовинами;

— бокситы каменистые, песчаные с сидерит-гидраргиллитовым цементом.

Эти исследователи отмечали запесоченность и грубозернистость большинства пород, содержащих ожелезненные бобовины бокситов. В недавнем прошлом за этими породами укоренился термин «бокситовые песчани-

**Химический и минералогический состав гальки, бобовин,**

№ образца	Материал	П. п. п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ
К-11-81-3	Галька бокситов	8,31	6,50	2,10	58,20
К-11-81-4	Бобовины бокситов	9,81	9,60	3,33	42,30
К-11-81-X	Цемент бокситов	9,50	36,50	1,00	18,40
К-11-81-1	Боксит	17,66	6,0	2,45	37,35

\* Минералогический состав здесь и далее рассчитан по данным химического, рентгенографи

ки», хотя последние составляют лишь часть бокситсодержащих пород района.

Существуют многочисленные классификации бокситов, основывающиеся в первую очередь на особенностях их образования и условиях залегания [Малявкин, 1937; Архангельский, 1937; Викулова, 1946; Пейве, 1947; Горецкий и др., 1949; Горецкий, 1960; Бушинский, 19586, 1971; Сапожников, 1971, 1974; и др.]. Бокситы также классифицируются по химическому и минералогическому составу [Бенславский, 1963; Левандо, 1956; Рожкова, Соболева, 1948; Валетон, 1974; и др.]. В последнее время обращено серьезное внимание на структурно-текстурные особенности различных типов бокситов как на основу генетических построений и оценки их технологических свойств [Гладковский, Шарова, 1953; Бушинский, 1964; Лисицина, Пастухова, 1964; Гипп, 1964; Пастухова, 1980; Михайлов, 1982; Каштанов, 1983; и др.].

К бокситам мы вслед за Б. М. Михайловым [1982] относим остаточную либо осадочную породу, состоящую преимущественно из минералов свободных гидроокислов алюминия (гидрагиллит, бемит, диаспор) обычно с гетитом, каолинитом, шамозитом и минералами двуокиси титана (табл. IV.12).

Вся бокситсодержащая толща альб-сеномана по содержанию кремнезема в первую очередь (см. табл. IV.8, IV.12) и структурно-текстурным

**Химический состав бокситсодержащих пород**

№ п/п	Литологический тип породы	Кол-во анализов	Колебания содержаний,		
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св
1	Бокситоносные породы	46	$\frac{40,3-54,52}{47,85}$	$\frac{15,47-28,30}{19,46}$	$\frac{1,41-5,05}{2,27}$
2	Бокситовые породы	54	$\frac{30,45-39,42}{36,56}$	$\frac{26,67-29,77}{22,43}$	$\frac{3,84-26,9}{10,12}$
3	Бокситы песчаные	43	$\frac{20,50-29,60}{23,08}$	$\frac{17,55-31,05}{25,71}$	$\frac{9,39-24,74}{19,62}$
4	Бокситы песчанистые	31	$\frac{10,18-19,75}{12,79}$	$\frac{23,40-46,50}{31,38}$	$\frac{19,39-34,36}{24,64}$
5	Бокситы каменистые	34	$\frac{5,1-9,84}{7,53}$	$\frac{26,04-58,20}{36,32}$	$\frac{20,14-39,22}{31,02}$

## цементы и бокситов бассейна р. Турухан, %

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3CB</sub>	Минералогический состав*, %
18,13	3,66	Не опр.	Корунд (58), гематит (15), маггемит (6), магнетит (5), кварц (5), ильменит (2), гетит (2)
26,73	4,56	Не опр.	Гидраргиллит (28), корунд (24), гематит (15), маггемит (9), кварц (8), гетит (5), алюмогель (5), ильменит (3)
17,26	10,38	Не опр.	Кварц (29), железистый алюмогель (?) (22), гетит, маггемит (20), шамозит (8), полевой шпат (5), гидраргиллит (6), гидрослюда (5), ильменит (2), бемит (1), корунд (1), цеолит (1)
23,67	10,73	36,35	Гидраргиллит (36), шамозит (20), гетит (15), маггемит (7), гематит (5), сидерит (5), ильменит (5), корунд (2), кварц (5)

ческого и термического анализов.

особенностям слагающих ее пород может быть подразделена на следующие литологические типы.

1. **Бокситоносные породы** как литологический тип (см. Приложение 1, табл. II, рис. 1) представлены гравелитами, песчаниками, алевролитами и глинами. В их составе присутствуют галька, гравий и бобовины бокситов, галька и гравий базальтов, кремнисто-кварцевых, глинистых и железных осадочных пород. Количество гравийно-галечного материала составляет 1—30 % объема породы (см. табл. IV.8).

Терригенный материал, заполняющий пространство между гравийно-галечными фрагментами и составляющий 70—90 % объема породы, представлен кварцем, калиевыми полевыми шпатами, плагиоклазом, амфиболами, пироксенами, турмалином, цеолитом, монацитом, маггемитом, шамозитом, гематитом, гидраргиллитом, диаспором.

Хемогенный цемент бокситоносных пород составляет 1—20 % объема породы и представлен железистым алюмогелем, гидраргиллитом, гидрогетитом, шамозитом с примесью глауконита, кальцита, каолинита и монтмориллонита (рис. IV.9, а, табл. IV.13). Текстуры их чаще всего слоистые, реже массивные и беспорядочные, структуры псаммитовые, реже псефитовые и алевритовые.

Магнитная восприимчивость бокситоносных пород составляет  $165-815 \cdot 10^{-6}$  СИ, плотность 2,05—3,28 г/см<sup>3</sup> (см. табл. IV.9).

Т а б л и ц а IV.12

## и бокситов бассейна р. Турухан

мас. %				Марни по ГОСТу 972—82
FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	П.п.п.	
<u>1,87—14,65</u> 7,43	<u>0,76—12,16</u> 6,79	<u>0,75—2,92</u> 1,32	<u>5,6—19,48</u> 9,69	ЦБ-2; МБ  ЦБ-2; ГБ, МБ
<u>4,02—19,74</u> 10,26	<u>3,46—22,40</u> 11,02	<u>0,91—2,92</u> 1,67	<u>6,9—18,82</u> 11,52	
<u>0,18—11,64</u> 7,41	<u>12,71—42,1</u> 22,93	<u>0,89—2,70</u> 1,67	<u>11,68—18,37</u> 11,88	
<u>0,59—25,5</u> 10,93	<u>3,17—43,31</u> 27,72	<u>1,45—4,74</u> 2,49	<u>10,1—19,0</u> 14,62	
<u>1,54—16,50</u> 8,80	<u>17,7—44,21</u> 31,75	<u>0,74—4,6</u> 2,66	<u>8,31—23,62</u> 16,42	



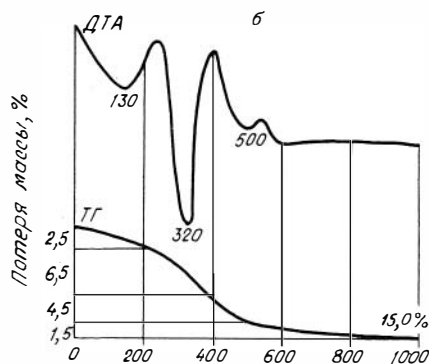
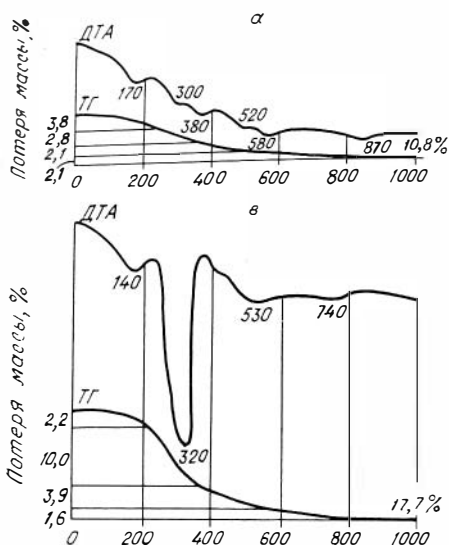


Рис. IV.9. Кривые ДТА и ТГ бокситоносного (а) и бокситового (б) гравелита, песчаного боксита (в). Туруханский профиль.

а — обр. К-5-136, скв. 5-к, инт. 134,3—138,3 м; б — обр. К-5-18, скв. 5-к, инт. 91,7—92,6 м; в — обр. 7480-к, скв. 6, инт. 189,0—190,0 м.

Общая мощность бокситоносных пород колеблется от 50—60 м в юго-восточной части района (бассейн рек Бахты, Подкаменной Тунгуски) до 350 м в бассейне р. Турухан.

Т а б л и ц а IV.13

Результаты рентгенографического, химического и термического анализов бокситоносного гравелита (обр. К-5-13<sup>б</sup>)

№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав	№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав
Рентгенографический анализ							
1	3	8,47	Цеолит	20	5	2,690	Полевой шпат
2	8	7,243	Шамозит	21	2	2,711	Гематит
3	2	6,520	Плагиоклаз	22	10	2,525	Маггемит
4	2	6,426	Калиевый полевой шпат	23	8	2,462	Кварц
5	6	4,858	Гидраргиллит	24	4	2,422	Шамозит
6	6ш	4,470	»	25	2	2,394	Гидраргиллит
7	20	4,266	Кварц	26	2	2,372	Полевой шпат
8	3	4,132	Плагиоклаз	27	4	2,285	Кварц
9	3	4,04	Калиевый полевой шпат	28	4	2,238	»
10	2	3,975	Диаспор	29	2	2,168	Полевой шпат
11	5	3,782	Калиевый полевой шпат	30	4	2,127	Кварц
12	6	3,542	Шамозит	31	2	2,095	Маггемит
13	8	3,346	Кварц	32	3	1,983	Полевой шпат
14	33	3,241	Полевой шпат	33	6	1,820	Кварц
15	18	3,197	Калиевый полевой шпат	34	1	1,698	Гематит
16	6	3,11	Монацит	35	5	1,673	Кварц
17	2	2,986	Калиевый полевой шпат	36	2	1,635	Полевой шпат
18	9	2,961	Маггемит	37	2	1,609	Маггемит
19	1	2,906	Полевой шпат	38	6	1,544	Кварц
				39	1	1,480	Маггемит

Химический анализ, %

SiO<sub>2</sub> ... 42,9      FeO ... 11,77  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>общ ... 16,4      Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>св ... 3,97  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ... 10,42      П. п. п. ... 9,66

Термический анализ

(минералы, содержащие воду)

1. Железистый алюмогель.
2. Гидраргиллит.
3. Гидрогегит.
4. Шамозит.

Результаты рентгенографического, химического и термического анализов бокситового гравелита (обр. К-5-13)

№ п/п	J	$d(\text{Å})$	Фазовый состав	№ п/п	J	$d(\text{Å})$	Фазовый состав
<i>Рентгенографический анализ</i>							
1	3	10,0	Гидрослюда	19	6	2,45	Кварц
2	9	7,1	Шамозит	20	4	2,38	Гидраргиллит
3	3	6,6	Калиевый полевой шпат	21	7	2,28	Кварц
4	3	6,4	» » »	22	4	2,23	»
5	13	4,84	Гидраргиллит	23	3	2,16	Шамозит
6	10	4,37	»	24	6	2,13	Кварц
7	31	4,25	Кварц	25	4	2,09	Гидраргиллит
8	6	3,64	Полевой шпат	26	3	2,04	»
9	7	3,52	Шамозит	27	1	1,997	Шамозит
10	8	3,48	Полевой шпат	28	1	1,981	Кварц
11	100	3,33	Кварц	29	8	1,817	»
12	73	3,23	Калиевый полевой шпат	30	1	1,802	Гидраргиллит
				31	1	1,752	»
				32	3	1,685	Гидрогетит
13	19	3,19	Анортит	33	6	1,673	Кварц
14	6	2,95	Маггемит	34	4	1,610	Полевой шпат
15	3	2,90	Плагиоклаз	35	4	1,541	Кварц
16	6	2,69	Гетит	36	6	1,480	Маггемит
17	6	2,58	Гидрослюда				
18	21	2,52	Маггемит				

*Химический анализ, %*

SiO <sub>2</sub> ... 35,7	FeO ... 13,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ ... 21,1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св ... 3,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... 7,33	П. п. п. ... 11,6

*Термический анализ*

(минералы, содержащие воду)

1. Железистый алюмогель.
2. Гидраргиллит.
3. Диаспор.
4. Кальцит.

2. **Бокситовые породы** (см. Приложение 1, табл. II, рис. 2) представлены глинами, песками, песчаниками, гравелитами и содержат гальку, гравий и бобовины бокситов (15—45 %), а также гальку выветрелых и ожелезненных базальтов, местами сохранивших следы первоначальной структуры (см. табл. IV.8).

Терригенное вещество, заполняющее пространство между бобовинами (50—70 % объема породы), состоит из зерен кварца, калиевых полевых шпатов, плагиоклазов, гидрослюда, реже амфиболов, пироксенов, хлорита и каолинита, а также из маггемита, ильменита, рутила, циркона, монацита, гидрогетита, шамозита.

Хемогенный цемент бокситовых пород (до 40 % объема породы) представлен железистым алюмогелем, гидраргиллитом, сидеритом, кальцитом. Иногда в цементе отмечается диаспор (см. Приложение 1, табл. IV, рис. 3; рис. IV.9, б; табл. IV.14). Типы цементации базальные и контактные, текстуры беспорядочные и слоистые, структуры пелитовые, алевроитовые, псефитовые и псаммитовые.

Магнитная восприимчивость бокситовых пород колеблется от 1100 до 9800 · 10<sup>-6</sup> СИ, плотность от 2,05 до 3,06 г/см<sup>3</sup> (см. табл. IV.9).

В составе горизонтов бокситовых пород по данным петрографических определений и редким химическим анализам локализуются песчаные, песчанистые и каменные бокситы, залегающие в виде линз мощностью 1—12 м, как правило, в центральных частях пачек бокситовых пород.

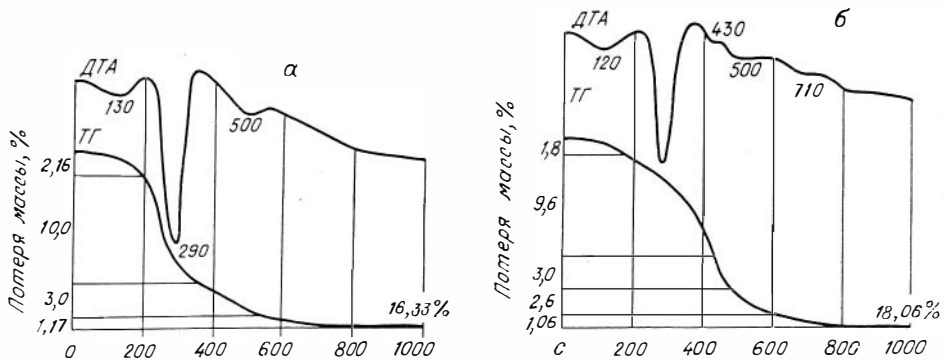


Рис. IV.10. Кривые ДТА и ТГ песчанистого (обр. К-39-6) (а) и каменистого (обр. К-39-7) (б) боксита.

Обнажение «У озера», р. Верх, Баиха.

3. **Бокситы песчаные** (см. Приложение 1, табл. III, рис. 3) состоят из бобовин и гальки бокситов (30—60 %) и единичных галек выветрелых базальтоидов (см. табл. IV.8).

Терригенное вещество (30—50 % объема породы) представлено зернами кварца, полевых шпатов, монтмориллонита и гидрослюд, в небольшом количестве (1—2 %) отмечаются пироксены и амфиболы. Значительную часть (20—30 %) составляют маггемит, гидраргиллит, гематит, шамозит, гетит. Отмечается также корунд.

Хемогенный цемент песчаных бокситов (10—30 % объема породы) состоит из железистого алюмогеля, гидрогетита, гидраргиллита с примесью сидерита и кальцита (см. рис. IV.9, табл. IV.15). Цемент контактный, реже базальный. Текстуры массивные, беспорядочные, реже слоистые. Структуры крупно- и среднебобовые.

Магнитная восприимчивость колеблется от 2400 до  $13000 \cdot 10^{-6}$  СИ, плотность от 2,26 до  $3,01 \text{ г/см}^3$  (см. табл. IV.9).

4. **Бокситы песчанистые** (см. Приложение 1, табл. III, рис. 4) содержат 45—75 % бобовин бокситов и единичные гальки выветрелых базальтоидов (см. табл. IV.8).

Терригенный материал (10—30 % объема породы) представлен зернами кварца, значительно реже — полевых шпатов и рудными минералами: маггемитом и гидраргиллитом, составляющими 40—70 % всего обломочного материала. Иногда отмечаются обломки гидрогетита, гетита, гематита, шамозита, диаспора и корунда.

Хемогенный цемент песчанистых бокситов (10—40 % объема породы) шамозит-, гидрогетит-гидраргиллитовый, иногда с примесью кальцита и сидерита (рис. IV.10, а, табл. IV.16). Текстурно-структурные особенности такие же, как и у песчаных бокситов.

Магнитная восприимчивость колеблется от 4000 до  $32750 \cdot 10^{-6}$  СИ, плотность от 2,4 до  $3,10 \text{ г/см}^3$  (см. табл. IV.9).

5. **Каменистые бокситы** (см. Приложение 1, табл. IV, рис. 2) содержат гальку и бобовины бокситов (60—90 %) и до 10 % терригенного материала, заполняющего пространство между бобовинами и представленного кварцем, гематитом, гетитом, маггемитом, шамозитом, диаспором и корундом. Цемент каменистых бокситов (10—40 % объема породы) гидраргиллит-шамозит-гидрогетитовый, иногда в цементе присутствуют бемит, кальцит и сидерит (рис. IV.10, б, табл. IV.17). Для каменистых бокситов характерны массивные текстуры и крупно- и среднебобовые структуры. Магнитная восприимчивость колеблется от 6500 до  $33000 \cdot 10^{-6}$  СИ, плотность от 2,46 до  $3,11 \text{ г/см}^3$ . Средние значения основных породообразующих окислов в различных типах бокситовых пород и бокситов показывают четкие различия по содержанию общего глинозема, кремнезема, окисного железа и свободного глинозема (см. табл. IV.12, рис. IV.11, а, б, г). По содержанию в породах двуокиси титана и потерь при прокаливании

**Результаты рентгенографического, химического и термического анализов песчаного боксита (обр. 7480-К)**

№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав	№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав
<i>Рентгенографический анализ</i>							
1	4	14,1	Монтмориллонит	11	2	2,95	Маггемит
2	3	9,8	Гидрослюда	12	5	2,68	Шамозит
3	28	7,0	Шамозит	13	8	2,51	»
4	5	4,82	Гидраргиллит	14	2	2,21	Гематит
5	100	4,43	»	15	1	2,17	Шамозит
6	5	4,25	Кварц	16	1	2,030	»
7	22	3,55	Шамозит	17	1	1,812	Кварц
8	14	3,33	Кварц	18	2	1,700	Гематит
9	7	3,23	Полевой шпат	19	4	1,580	Корунд
10	7	3,17	»	20	4	1,509	Гетит

*Химический анализ, %*

SiO <sub>2</sub> ... 21,68	FeO ... 18,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ ... 29,03	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св ... 26,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... 21,19	П. п. п. ... 16,46

*Термический анализ*

(минералы, содержащие воду)

1. Железистый алюмогель.
2. Гидраргиллит.
3. Диаспор.
4. Кальцит.

Т а б л и ц а I V.16

**Результаты рентгенографического, химического и термического анализов песчаного боксита (обр. К-39-6)**

№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав	№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав
<i>Рентгенографический анализ</i>							
1	80	7,16	Шамозит	11	40	2,529	Маггемит
2	2	5,32	Не опр.	12	10	2,464	Гидраргиллит
3	24	4,86	Гидраргиллит	13	6	2,400	Шамозит
4	16	4,40	»	14	3	2,270	Гетит
5	10	4,29	»	15	4	2,210	Гематит, гетит
6	5	4,19	Гетит	16	5	2,091	Маггемит, корунд
7	56	3,56	Шамозит	17	3	1,845	Гематит
8	14	3,37	Кварц	18	3	1,774	Шамозит
9	7	2,960	Маггемит	19	4	1,718	Гетит
10	13	2,703	Гетит	20	7	1,702	Гематит, гетит
				21	7	1,609	Маггемит
				22	3	1,563	Гетит, шамозит
				23	10	1,476	Маггемит

*Химический анализ, %*

SiO <sub>2</sub> ... 13,4	FeO ... 11,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ ... 29,7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св ... 24,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... 24,7	П. п. п. ... 15,45

*Термический анализ*

(минералы, содержащие воду)

1. Железистый алюмогель.
2. Гидраргиллит.
3. Диаспор.
4. Шамозит.

Результаты рентгенографического, химического и термического анализов каменистого боксита (обр. К-39-7)

№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав	№ п/п	J	d(Å)	Фазовый состав
<i>Рентгенографический анализ</i>							
1	80	7,10	Шамозит	16	4	2,456	Гидраргиллит
2	20	4,88	Гидраргиллит	17	4	2,402	Шамозит, гидраргиллит
3	24	4,83	»				
4	10	4,40	»	18	4	2,367	Сидерит
5	2	4,02	Диаспор	19	4	2,210	Гематит
6	3	3,69	Гематит	20	6	2,146	Шамозит, сидерит
7	5	3,62	Сидерит	21	5	2,098	Маггемит
8	20	3,54	Шамозит	22	4	1,976	Сидерит
9	5	3,37	Кварц	23	2	1,843	Гематит
10	6	2,97	Маггемит	24	4	1,746	Шамозит, сидерит
11	21	2,81	Сидерит	25	5	1,695	Гематит
12	14	2,70	Шамозит, гематит	26	5	1,612	Маггемит
13	8	2,59	Корунд	27	3	1,563	Шамозит
14	45	2,53	Шамозит, маггемит, гематит	28	2	1,527	»
15	16	2,480	Гетит	29	9	1,482	Гематит, маггемит

## Химический анализ, %

SiO <sub>2</sub> ... 8,6	FeO ... 14,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ ... 36,2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св ... 32,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... 17,7	П. п. п. ... 18,51

## Термический анализ

(минералы, содержащие воду)

- |                          |             |
|--------------------------|-------------|
| 1. Железистый алюмогель. | 4. Диаспор. |
| 2. Гидраргиллит.         | 5. Шамозит. |
| 3. Гидрогетит.           | 6. Кальцит. |

(см. рис. IV.11, *б, е*) не удается разделить бокситовые породы и песчаные бокситы.

По содержаниям закисного железа (см. рис. IV.11 *в*) различий между типами пород не наблюдается.

Наличие маггемита в бобовинах бокситов, образующего, как правило, оторочки вокруг них, придает бокситовым породам и особенно бокситам повышенные магнитные свойства по сравнению с вмещающими породами и, как видно из приведенных характеристик (см. рис. IV.11, *б, г, IV.12*),

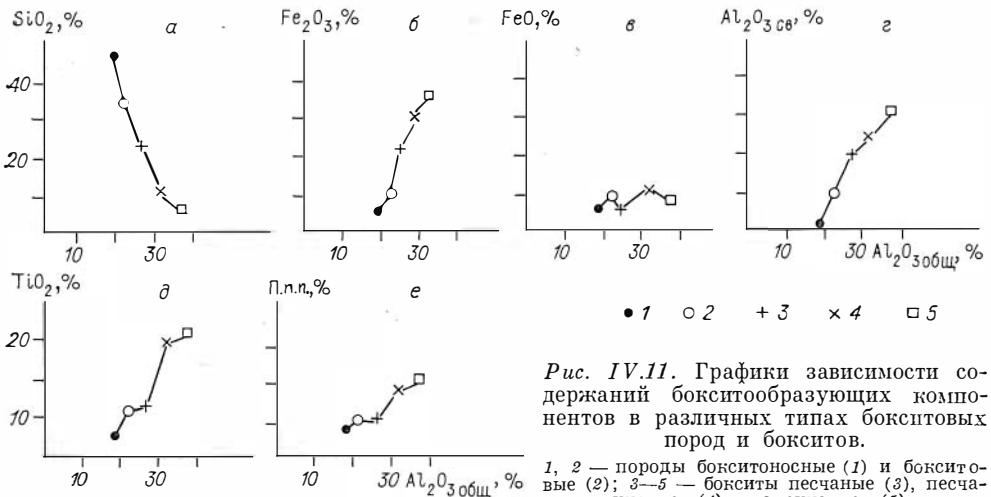
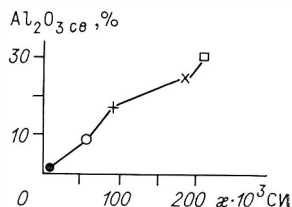


Рис. IV.11. Графики зависимости содержаний бокситообразующих компонентов в различных типах бокситовых пород и бокситов.

1, 2 — породы бокситоносные (1) и бокситовые (2); 3-5 — бокситы песчаные (3), песчаные (4), каменистые (5).

Рис. IV.12. График зависимости магнитной восприимчивости и содержаний свободного глинозема в бокситовых породах и бокситах Турухана.



качество бокситов и их магнитная восприимчивость находятся в прямой зависимости.

Изложенный выше материал свидетельствует о том, что минералы свободного глинозема в бокситовых породах и бокситах Турухана содержатся не только в бобовинах и гальке, но и в их цементе (см. табл. IV.10). Это подтверждает их сложный генезис, заключающийся в первичном хемогенно-осадочном отложении рудного вещества, его диагенезе и пострудном метасоматозе за счет миграции через рудоносные толщи флюидов, которые просачиваются с газовыми эманациями из нижележащих толщ, содержащих залежи углеводородов [Каштанов, 1985]. На это же указывает и различие в минералогическом составе бобовин, гальки и цемента бокситов. Для гальки существен в основном корунд-гематитовый состав, для бобовин — гидраргиллит-корунд-маггемитовый. Хемогенный цемент слагается железистым алюмогелем, гетитом, шамозитом, гидраргиллитом, иногда с диаспором, кальцитом, сидеритом.

Как видно из минералогической характеристики бокситоносных и бокситовых пород и бокситов Турухана (см. табл. IV.13, IV.17), для последних из них характерно полное отсутствие каолинита и незначительные содержания гидрослюда и глинистых минералов.

#### IV.2.2. Условия залегания, качественная характеристика и литолого-фациальные особенности бокситовых горизонтов

Бокситосодержащая толща альб-сеномана мощностью 50—376 м повсеместно с размывом залегает на подстилающих ее разновозрастных породах от протерозоя до апт-альба. Перекрывается она в северной части района морскими в основном глинистыми осадками турона и вышележащими прибрежно-морскими железосодержащими отложениями сеномана. На крайнем востоке бокситосодержащие фации перекрыты четвертичными образованиями (см. рис. I.4).

В южной части района бокситовые породы и бокситы залегают на коре выветривания отложений протерозоя, а также на верхнеюрских и апт-альбских песчано-глинистых осадках. Здесь они в пределах поднятий, по-видимому, перекрываются четвертичными водно-ледниковыми образованиями, а в понижениях — еще и песчано-глинистыми отложениями синовской и сымской свит верхнего мела.

Скважинами нефтепоискового бурения бокситосодержащие отложения вскрыты на трех участках: Ермаковском (Ермаковский профиль и площади), Туруханском (Туруханский профиль) и Нижне-Баихском, удаленных друг от друга на расстояния 60 и 40 км соответственно (рис. IV.13).

##### *Ермаковский участок*

В районе с. Ермаково мелководно-морские и озерно-болотные отложения альб-сеномана залегают под песчано-глинистыми прибрежно-морскими осадками турона и четвертичными образованиями на глубинах около 60 м в западной части, 90 м в центре и 60—80 м на востоке (рис. IV.14, IV.15). Они повсеместно подстилаются континентальными угленосными

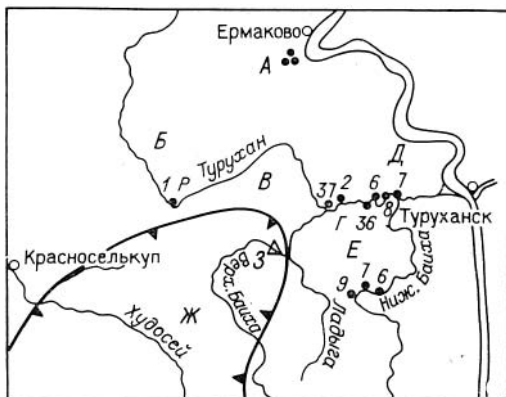


Рис. IV.13. Схема расположения участков бокситоносных отложений.

А — Ермаковский участок; Б — Д — Туруханский участок: Б — крайний запад, В — запад, Г — центр, Д — восток; Е — Нижне-Байхский участок; Ж — область распространения валунно-галечного бокситового материала в современном аллювии рек, 3 — обозначение «У озера», р. Верх. Байка близ устья р. Калтусной.

отложениями апт-альба и имеют мощность от 115 м в северо-западной части, в пределах Ермаковского поднятия, до 310 м на юге.

Бокситосодержащие отложения в разрезе альб-сеномана слагают восемь горизонтов, разделенных мелководно-морскими глинистыми осадками, практически не содержащими минералов свободного глинозема. Наиболее полный разрез их вскрыт в центре и на востоке Ермаковского участка. На западе нижние горизонты бурением не вскрыты. Условия их залегания, качественная характеристика, мощности и фациальная обстановка осадконакопления отражены на рис. IV.15 и IV.16 и в табл. IV.18 и IV.19.

Как видно из приведенных материалов, ни в одном разрезе Ермаковского участка не встречено горизонтов песчаных, песчанистых и каменистых бокситов. Вскрытые скважинами гравелиты, реже глины, содержащие 0,92—5 % свободного глинозема (см. табл. IV.19), слагают горизонты бокситоносных и бокситовых пород, сформированных в прибрежно-морских условиях. Они залегают в толще мелководно-морских глинистых осадков, насыщенных растительным детритом, и содержат каолинит, шамозит, монтмориллонит и гидрагиллит. Мощности горизонтов бокситоносных и бокситовых пород\* непостоянны и колеблются от 1 м (VIII горизонт бокситовых пород на востоке Ермаковского участка; см. рис. IV.15) до 34 м (I горизонт бокситоносных и бокситовых пород). Форма тел — пласты и линзы. Залегание горизонтальное.

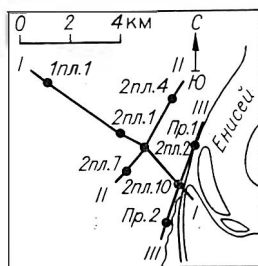
#### Туруханский участок

Прибрежно-морские бокситосодержащие отложения альб-сеноманского возраста мощностью до 400 м, залегающие с размывом на осадках от апт-альба в западной части района до протерозоя на востоке, вскрыты скважинами 1-Р, 2, 3, 4, 5к, 6, 7, 9, 21, 22, 23, 36 и 37 Туруханского профиля. Глубины залегания кровли бокситосодержащих отложений колеблются от 656 м на крайнем западе (Туруханская опорная скважина) до 14,5 м на востоке (скв. 7; см. рис. I.4).

В отличие от разрезов альб-сеномана Ермаковского участка здесь минералы свободного глинозема фиксируются почти по всей бокситосодержащей толще, где также выделяется восемь горизонтов бокситоносных, бокситовых пород и бокситов, содержащих более 3 % свободного глинозема (рис. IV.17, табл. IV.20). В составе этих горизонтов, как уже отмечалось, залегают пласты и линзы песчаных, песчанистых и каменистых бокситов.

Рис. IV.14. Схема расположения скважин Ермаковского участка.

I—III профили колонковых скважин.



\* Выход керна в процессе бурения составлял здесь в среднем 20—30 %, поэтому данные о мощностях условны. Приводится интервал проходки, в пределах которого вскрыты бокситоносные, бокситовые породы и бокситы.

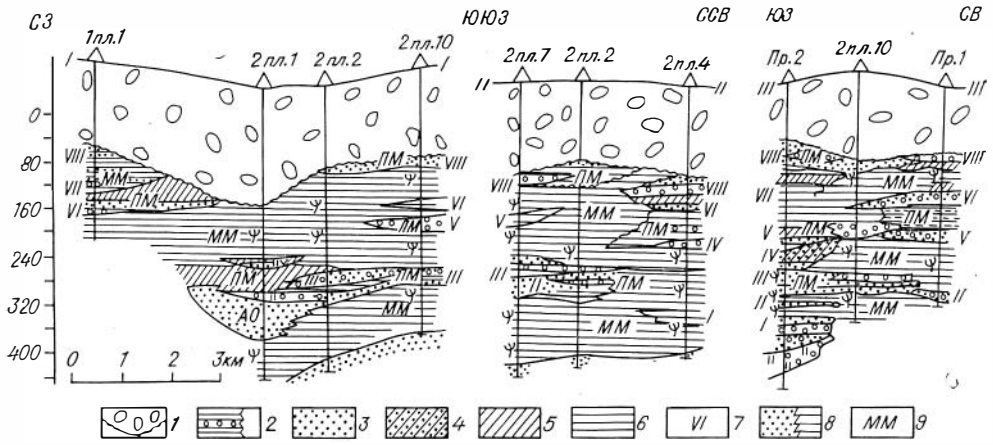


Рис. IV.15. Литофациальные разрезы альб-сеномана по скважинам Ермаковского участка.

1 — четвертичные водно-ледниковые отложения; 2—6 — мелководные и прибрежно-морские бокситосодержащие отложения альб-сеномана; 2 — гравелиты, 3 — пески, 4 — песчаники, 5 — алевролиты, 6 — глины; 7 — бокситовые горизонты и их номера; 8, 9 — фациальная обстановка осадконакопления; 8 — литофациальные границы, 9 — фации (ММ — мелководно-морские, ПМ — прибрежно-морские, АО — аллювиально-озерные, ОБ — озерно-болотные).

Наиболее полный разрез бокситосодержащих альб-сеноманских отложений вскрыт Туруханской опорной скважиной, пройденной в западной части района. Здесь они трансгрессивно залегают на угленосных осадках апт-альба и имеют мощность 376 м. В их разрезе зафиксировано восемь горизонтов бокситовых пород и бокситов, содержащих минералы свободного глинозема как в бобовинах, так и в цементе (см. рис. IV.17).

Горизонт I мощностью 1,5 м залегает на глинах апт-альба и перекрывается алевролитами. Он состоит из конгломератов и гравелитов с галькой глин, обломками базальтов, иногда нацело выветрелыми, бобовинами бокситов и окатышами глин.

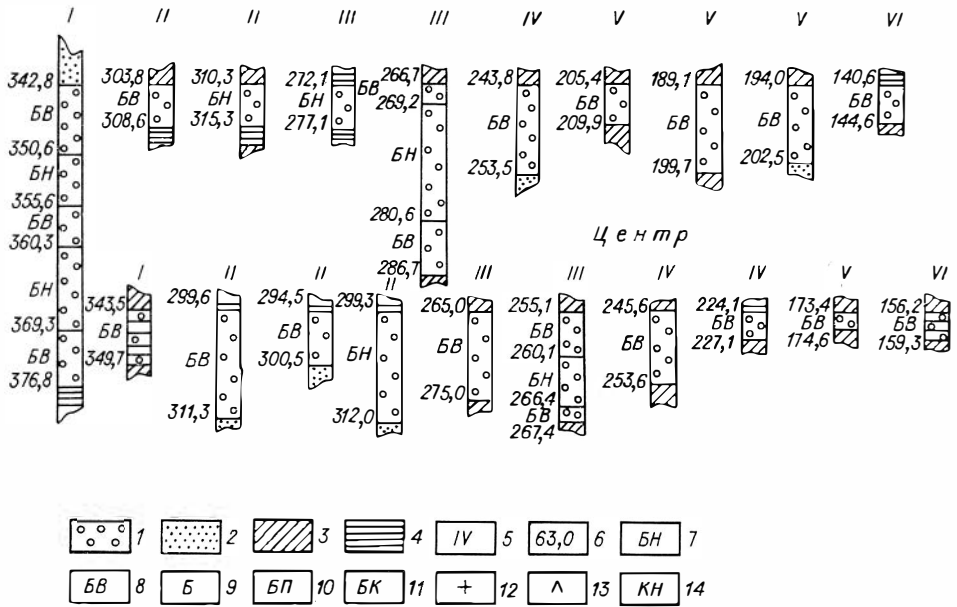
Горизонт II мощностью 2 м отделен от I горизонта 97-метровой толщей гидрослюдистых глин, шамозитовых песчаников и полевошпатовых алевролитов с углистой крошкой. Иногда в составе глин присутствуют пирит и сидерит. Горизонт слагают черно-зеленые песчаные бокситы, содержа-

Таблица IV.18

Абсолютные глубины залегания (м) и фациальный состав бокситоносных отложений Ермаковского участка

№ горизонта	Запад		Центр		Восток	
	Глубина	Фации	Глубина	Фации	Глубина	Фации
VIII	58,9—63,9	Прибрежно-морские	114,5—129,6	Прибрежно-морские	63,0—64,0 65,7—76,0 78,0—92,4	Прибрежно-морские
VII	110,2—119,2	Мелководно-морские	133,7—143,7	То же	110,6—125,9	То же
VI	163,2—170,2	Прибрежно-морские	156,9—161,2 156,2—159,3	»	140,6—144,6 156,4—159,3	»
V	—	—	173,4—174,6	Мелководно-прибрежно-морские	189,1—199,7 194,0—202,5 205,4—209,9	»
IV	—	—	224,1—227,7 245,6—253,6	Прибрежно-морские	243,8—253,5	»
III	—	—	265,0—275,0 255,1—267,7	То же	266,7—286,7 272,1—277,1	Морские
II	—	—	299,3—312,0 299,6—311,3 294,5—300,5	Прибрежно-морские	303,8—308,6 310,3—315,3	Прибрежно-морские
I	—	—	343,5—349,7	Мелководно-морские	342,8—376,8	То же





щие 50 % бобовин и гальки бокситов, 15 % терригенного материала и 35 % гидраргиллит-шамозитового цемента.

Горизонт III мощностью 4 м отделен от горизонта II 13-метровой пачкой алевритисто-глинистых хлоритовых пород. Он представлен темно-серыми гравелистыми бокситовыми песчаниками с бобовинами бокситов и галькой базальтоидов.

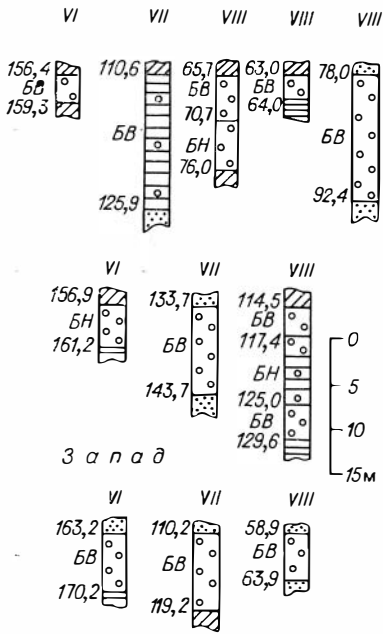
Горизонт IV мощностью 22,5 м имеет сложное строение. От предыдущего горизонта он отделяется почти 27-метровой толщей глинистых алевролитов с чешуйками слюд и каолином. В составе горизонта фиксируются снизу вверх: бокситовые гравелистые песчаники (1,3 м) с бобовинами бокситов; песчано-алевритовые бокситоносные породы (9,2 м по каротажу), бокситовые гравелиты (3 м) с редкими бобовинами бокситов с сидеритовым цементом; бокситоносные гравелиты (1 м) с галькой и гравием кварца, кремнисто-глинистых пород и бобовинами бокситов; бокситовые крупнозернистые песчаники (3 м) с обломками выветрелых эффузивов; песчаные бокситы (5 м) с галькой и гравием кварца, кремнистых пород и довольно частыми бобовинами бокситов (35—40 %).

Горизонт V мощностью 1 м отделен от IV горизонта 13-метровой пачкой каолинизированных песчано-алевритовых пород, содержащих обуглившуюся древесину. Горизонт слагается бокситовыми гравелитами с бобовинами бокситов (35 %), галькой кварца и выветрелых базальтоидов.

Горизонт VI мощностью 2 м отделен от нижележащего 53-метровой толщей песчано-алевролитовых пород, переслаивающихся между собой. Алевролиты полевошпатово-кварцевые, слюдястые с углистой крошкой, песчаники шамозитовые. Сам же горизонт слагают бокситовые конгломераты с галькой и гравием (50 %) базальтоидов, кварца и бобовинами бокситов.

Горизонт VII суммарной мощностью 8 м отделен от VI горизонта 32,5-метровой толщей полевошпатово-кварцевых разнозернистых каолинизированных песков и алевритов, в составе которых отмечаются обломки кремней и обугленная древесина. В самых низах этой толщи в кровле VI бокситоносного горизонта залегает 9-метровый прослой кварц-полевошпатовых песков с шамозитом и стяжениями сидерита. Сам же горизонт слагается темно-серыми алевритами с тремя прослойками бокситовых конгломератов суммарной мощностью 3 м.

Рис. IV.16. Колонки горизонтов бокситовых пород и бокситов Ермаковского участка.



1—4 — литологический состав бокситовмещающих пород: 1 — гравелиты, 2 — пески, песчаники, 3 — алевролиты, 4 — глины; 5 — номера горизонтов бокситовых пород и бокситов; 6 — интервалы глубин залегания горизонтов; 7—11 — состав горизонтов бокситовых пород и бокситов по типам: 7 — бокситоносные и 8 — бокситовые породы; 9 — бокситы песчаные и 10 — песчанистые; 11 — бокситы каменистые; 12, 13 — смесь тефроидного материала; 12 — липарит-дацитового состава, 13 — трахиандезитового состава; 14 — интервал, пройденный без отбора керна.

Горизонт VIII мощностью 7 м, венчающий разрез бокситсодержащих отложений альб-сеномана, отделен от предыдущего 46-метровой толщей разнозернистых и гравелитовых полевошпатово-кварцевых песчаников и глинистых алевролитов. Он складывается бокситовыми конгломератами, содержащими 35—40 % бобовин бокситов, гальку и гравий кварца, песчано-глинистых, кремнистых и эффузивных пород. Выше залегает 37-метровая пачка мелкозернистых полевошпатово-кварцевых песков с единичными зернами глауконита, слюд, пироксенов и циркона. Отложения

альб-сеномана перекрываются глинисто-алевритовыми осадками тулона.

Итак, в разрезе Туруханской опорной скважины встречено восемь горизонтов конгломератов и гравелитов, содержащих гальку эффузивных и интрузивных пород основного состава, бобовины и гальку бокситов. Горизонты I—IV залегают в глинисто-алевритовой толще мощностью более 160 м, содержащей углистую крошку, шамозит, сидерит и пирит. Такой характер осадков свидетельствует в пользу их принадлежности к прибрежно-морским фациям. Суммарная мощность гравелитовых пород, локализующихся в этой пачке, составляет 17,5 м.

Горизонты V и VI залегают в песчано-алевритовой толще мощностью около 60 м с каолинитом, шамозитом и углистой крошкой. Наличие шамозита и каолинита, а также песчанистый в значительной степени состав осадков свидетельствуют об их мелководно-морском характере. Суммарная мощность гравелитовых пород V и VI горизонтов незначительная — 3 м.

Горизонты VII и VIII, залегающие среди каолинизированных песков и алевролитов мощностью 61 м, имеют суммарную мощность 10 м и формировались, судя по характеру и составу вмещающих и перекрывающих их осадков, в озерно-болотных и мелководно-морских условиях.

Таким образом, на крайнем западе Туруханского участка наблюдается трансгрессивный характер разреза бокситсодержащих отложений альб-сеномана.

К востоку от охарактеризованного разреза пройдены скважины 23, 22 и 21 Туруханского профиля, вскрывшие осадки альб-сеномана, однако выход керна в бокситсодержащих отложениях был ничтожен, в силу чего не представляется возможным выделить бокситовые горизонты и дать характеристику условий их залегания.

Скважины 37 и 2, пройденные в 80 км к востоку от Туруханской опорной скважины, характеризуют разрез альб-сеномана западной части центрального участка бассейна р. Турухан (см. рис. IV.13). Здесь бокситоносные отложения мощностью 280 м трансгрессивно залегают на подстилающих их песчано-алевритовых породах апт-альба.

Горизонт I бурением не вскрыт.

Горизонт II мощностью 3,7 м (см. рис. IV.16) представлен темно-зелеными бокситовыми песчаниками и зеленовато-серыми песчаными бокси-

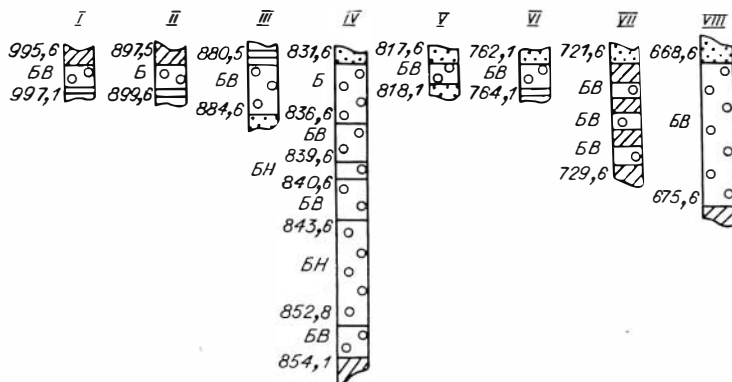
## Химический состав бокситоносных пород Ермаковского участка

№ горизонта	Интервал опробования, м	№ скважины, ее местоположение	Фацции	Химический состав, %					
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>
<i>Ермаковская площадь 2</i>									
VIII	123,1—129,6	№ 4, центр	Прибрежно-морские	Не опр.	Не опр.	5,0	Не опр.	Не опр.	Не опр.
	133,7—143,7		»	54,52	20,04	1,25	3,44	6,43	1,25
			»	43,81	28,30	0,92	2,46	7,22	1,74
VII			»	41,10	25,91	1,20	4,29	8,62	1,67
<i>Ермаковская площадь 1</i>									
VI	163,2—170,2	№ 1, запад	Прибрежно-морские	51,79	27,74	Не опр.	2,02	2,37	1,8
<i>Ермаковская площадь 2</i>									
V	156,2—159,3	№ 3, центр	Мелководно-морские	55,80	23,87	Не опр.	1,36	3,09	1,15
	173,4—174,6	№ 4, центр	Прибрежно-морские	48,46	15,36	Не опр.	4,07	12,86	2,01
	194,0—202,5	№ 10, восток	»	53,11	18,30	»	8,09	6,61	1,59
			»	50,57	14,75	»	4,08	10,35	2,52
IV	224,1—227,7	№ 4, центр	Прибрежно-морские	34,64	16,95	Не опр.	8,08	6,75	1,95
<i>Ермаковский профиль</i>									
	243,8—253,5	№ 2, восток	Прибрежно-морские	34,41	16,67	Не опр.	3,46	19,54	1,64

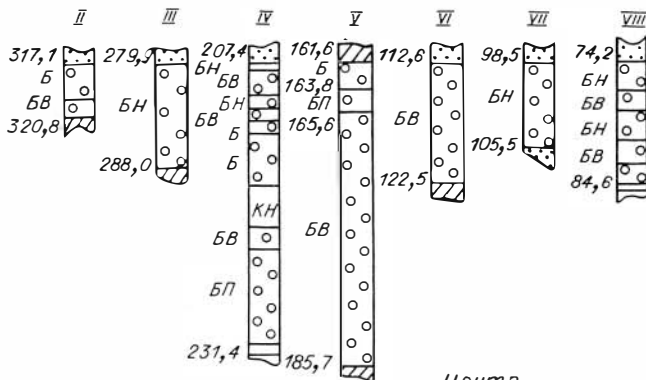
## Химический состав, глубины залегания бокситовых горизонтов по типам пород (запад Туруханского участка)

Интервал опробования, м	Мощность, м	Порода	№ пробы	Химический состав, %						Примечание
				П.п.п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	
<i>Скважина 2</i>										
<b>Горизонт V</b>										
161,6—163,8	2,2	Боксит песчаный		14,12	32,88	21,98	Не опр.	26,0	3,10	Бобовины (55—60 %)
163,8—165,6	1,7	Боксит песчанистый		12,64	12,64	37,77	»	26,4	4,74	Цемент (20—25 %)
165,6—174,3	8,8	Песчаник бокситовый		15,96	35,52	28,86	»	13,8	1,83	
174,3—185,7	11,4	» »		14,63	32,98	25,98	»	20,3	2,22	
<i>Скважина 37</i>										
<b>Горизонт IV</b>										
207,4—207,9	0,5	Глина бокситоносная	К-42	9,84	51,00	27,11	Не опр.	12,63	1,30	
207,9—208,9	1,0	Песчаник бокситовый	7450/1	14,05	34,87	26,14	7,52	19,1	2,10	
208,9—209,9	1,0	Песчаник бокситоносный	7450/2	Не определялись			3,07	Не определялись		
209,0—212,4	2,5	Песчаник бокситовый	7450/3	12,53	31,62	27,21	Не опр.	21,5	Не опр.	
212,4—212,8	0,4	» »	К-43	Не опр.	36,62	22,57	3,66	Не опр.	»	
212,8—213,8	1,0	Боксит песчаный	7451/2а	12,52	22,91	26,49	16,84	31,5	2,45	
213,8—217,4	3,6	» »	7451/2	12,88	21,44	31,38	17,82	27,54	2,42	
222,5—223,4	0,9	Гравелит бокситовый		12,53	31,62	27,27	Не опр.	22,6	Не опр.	
223,4—231,4	8,0	Боксит песчанистый	7452/2	13,73	17,54	30,35	20,34	25,06	2,16	

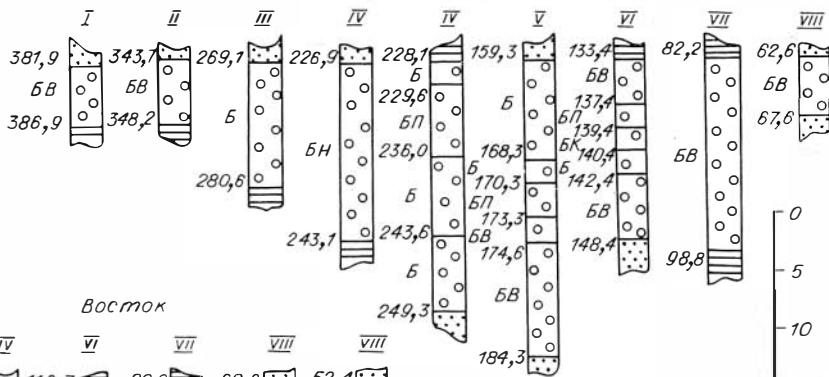
Крайний запад



Запад



Центр



Восток

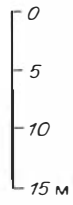
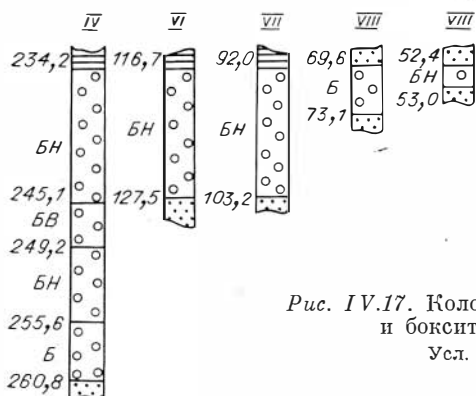


Рис. IV.17. Колонки горизонтов бокситовых пород и бокситов Туруханского участка.

Усл. обозн. см. на рис. IV.16

тами с бобовинами бокситов и галькой выветрелых базальтоидов. В его кровле залегают темно-зеленые шамозитовые песчаники.

Горизонт III мощностью 8,1 м отделен от нижележащего 29-метровой пачкой алевролитово-глинистых пород с двумя 0,5-метровыми пропластками кварцевых каолинизированных песчаников с сидеритовым цементом, залегающими на контактах с бокситовыми горизонтами. В составе этой пачки присутствуют бурые «шоколадные» каолинит-гидраргиллит-монтмориллонитовые глины и темно-серые алевриты с обилием углистой крошки, содержащие 1,17 % свободного глинозема. Горизонт слагается зеленовато-серыми разнозернистыми бокситоносными песчаниками с шамозитовым цементом и редкими бобовинами бокситов.

Горизонт IV мощностью 24 м отделен от III темно-серыми алевритистыми глинами мощностью 48,5 м с углистой крошкой и включениями пирита. Этот горизонт имеет неоднородное строение и представлен снизу вверх:

	Мощность, м
1. Темно-серыми песчанстыми бокситами . . . . .	8
2. Зелеными бокситовыми гравелитами . . . . .	0,9
Керн не поднят . . . . .	5,1
3. Буровато-зелеными песчаными бокситами с шамозит-сидерит-гидраргиллитовым цементом . . . . .	3,6
4. Зеленовато-серыми песчаными бокситами . . . . .	1
5. Бокситоносными песчаниками . . . . .	0,4
6. Бокситовыми песчаниками . . . . .	2,5
7. Бокситоносными песчаниками . . . . .	0,4
8. Бокситовыми песчаниками . . . . .	1
9. Буровато-коричневыми «шоколадными» бокситоносными глинами . . . . .	0,5

Выше скв. 37 пройдена с ограниченным отбором керна.

В 1 км севернее скв. 37 была пробурена скв. 2, вскрывшая верхнюю часть разреза бокситосодержащих толщ, что позволяет проследить его непрерывность на данном участке.

Бокситовый горизонт V суммарной мощностью 24,1 м (см. рис. IV.16, IV.20) слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Бокситовыми песчаниками . . . . .	20,2
2. Темно-бурыми песчанстыми бокситами . . . . .	1,7
3. Зеленовато-бурыми песчаными бокситами . . . . .	2,2

Выше залегают пачка песчано-алевритовых пород мощностью 43,4 м, содержащая углистое вещество и гидроокислы железа.

Горизонт VI мощностью 9,9 м представлен бокситовыми песчаниками, содержащими 60 % кварца, 10 % микроклина и плагиоклазов, 3 % гальки кремнистых пород и 2 % обломков выветрелых базальтов. Большинство обломков имеет тонкую корочку обрастания гидраргиллитом.

Горизонт VII мощностью 7 м отделен от нижележащего 7-метровой пачкой пород, представленных в нижней части разнозернистыми полимиктовыми песчаниками с сидеритовым цементом, в верхах — углистыми песчаными алевролитами сланцевой текстуры с давленным и сильно измененным обломочным материалом. Горизонт слагается бокситоносными гравелитами с бобовинами бокситов и глинистым цементом. Бобовины имеют овальную форму, заметно выщелочены и сложены губчатой алюможелезистой массой. В составе терригенного материала отмечаются циркон и ильменит.

Горизонт VIII бурением не вскрыт. Его характеристика дана условно по скв. 4 (рис. IV.18). Бокситоносные отложения альб-сеномана перекрываются 20,5-метровой толщей мелкозернистых песчаников с обломками глауконита, зернами фосфатов, эпигенетическими выделениями халцедона, с глинистым, каолинит-сидеритовым и фосфатным цементом.

Разрез альб-сеноманских бокситосодержащих отложений на западе Туруханского участка венчается 4-метровым пластом глинистого сидерита с примесью песчано-алевритового материала (20 %) и обугленного растительного детрита.

Химический состав бокситовых горизонтов по типам пород (центр Туруханского участка, скв. 6-Т)

Интервал опробования, м	Мощность, м	Порода	№ пробы	Химический состав, %											
				П. п. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> об	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>						
<b>Горизонт VI</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
133,4—137,4	4,0	Песчаник бокситовый	19,25а												
137,4—139,4	2,0	Боксит песчанистый	18												
139,4—140,4	1,0	каменистый	25в												
140,4—142,4	2,0	песчанистый	20												
142,4—148,4	6,0	Песчаник бокситовый	28												
Среднее по горизонту . . .				16,76	27,48	30,68	Не опр.	Не опр.	1,21						
<b>Горизонт V</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
159,3—168,3	9,0	Боксит песчанистый	20—30 КГУ												
168,3—170,3	2,0	»	7480/1												
170,3—171,3	1,0	Боксит песчанистый	ВИМС												
171,3—172,3	1,0	»	7480а/1												
172,3—173,3	1,0	»	7480-К												
173,3—174,6	1,3	Песчаник бокситовый	7480б												
174,6—184,3	9,7	»	КГУ												
Среднее по горизонту . . .										12,62	23,30	26,70	Не опр.	Не опр.	2,08
<b>Горизонт IV</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
228,1—229,6	1,5	Боксит песчанистый	7480в												
229,6—236,0	6,4	»	7480 <sub>1</sub>												
236,0—243,6	7,6	песчанистый	7480 <sub>2</sub>												
243,6—249,3	5,7	»	7480 <sub>3</sub>												
Среднее по горизонту . . .				11,17	28,13	22,84	7,7	29,23	2,60						
<b>Горизонт III</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
269,10—280,6	11,5	Боксит песчанистый	7480с												
Среднее по горизонту . . .				15,48	15,64	31,11	Не опр.	36,00	1,70						
<b>Горизонт IV</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
226,9—243,1	16,2	Песчаник бокситоносный	2802												
Среднее по горизонту . . .										15,46	19,68	29,03	26,66	30,26	2,38
Среднее по горизонту . . .										14,24	30,72	26,86	7,26	26,17	1,61
<b>Горизонт IV</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
226,9—243,1	16,2	Песчаник бокситоносный	2802												
Среднее по горизонту . . .										14,32	24,26	18,44	Не опр.	35,43	1,40
Среднее по горизонту . . .										12,68	27,88	26,11	8,22	25,80	1,90
<b>Горизонт IV</b>				Определялись по валовой пробе всего горизонта											
226,9—243,1	16,2	Песчаник бокситоносный	2802												
Среднее по горизонту . . .				19,48	46,65	14,82	Не опр.	14,54	0,98						

<b>Горизонт III</b>	260,8—262,1	Песчанник бокситовый	2803	12,82	38,18	20,48	Не опр.	22,43	0,92
	262,1—264,1								
	264,1—267,6								
	267,6—269,6								
	269,6—271,1								
	271,1—272,6								
	272,6—273,6								
	273,6—274,6								
	274,6—275,8								
	275,8—277,1								
<b>Горизонт II</b>	343,7—348,2	Песчанник бокситоносный	54-К	Не опр.	Не опр.	Не опр.	2,73	Не опр.	Не опр.
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
	349,7—360,7								
<b>Горизонт I</b>	381,9—386,9	Песчанник бокситовый	2808	11,66	36,58	21,44	Не опр.	29,51	0,91
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								
	381,9—386,9								

На основании вышеприведенной характеристики осадки альб-сеномана на западе Туруханского участка в фаціальном отношении могут быть подразделены на озерно-болотные и прибрежно-морские. Нижняя часть разреза, содержащая II и III бокситовые горизонты, представлена глинисто-алевритистыми осадками с обилием углистой крошки, прослоями сидеритов и конкрециями пирита. Она формировалась в основном в озерно-болотных, а бокситовые горизонты — в прибрежно-морских условиях (см. рис. IV.18).

Средняя часть разреза с IV и V горизонтами бокситовых пород, в составе которых отмечаются песчаные, песчанистые и каменистые бокситы (см. табл. IV.20, рис. IV.17, IV.18), характеризующаяся обилием шамотита в цементе, значительным количеством бобового бокситового материала, комплексом устойчивых минералов, отсутствием каолинита, формировалась в прибрежно-морских условиях. Наконец, верхняя часть разреза альб-сеномана, в которой залегают VI—VIII бокситовые горизонты, имеет все признаки мелководно-морских осадков: преобладание песчаников в разрезе, наличие окисленного шамотита, глауконита, фосфатов, карбонатных разновидностей пород (кальцит, сидерит), комплекса устойчивых минералов, а также присутствие каолинита и гидроокислов железа, развитых по сидериту и шамотиту.

Все вышеизложенное показывает, что на западе Туруханского участка средняя прибрежно-морская часть разреза альб-сеномана наиболее обогащена бокситовым материалом и имеет большую мощность и лучшее качество бокситовых пород и бокситов.

В центральной части Туруханского участка пройдены скважины 36 и 6 (см. рис. IV.18), пересекающие альб-сеноман на всю его мощность. Здесь бокситсодержащие отложения залегают на белых кварцево-каолиновых песках апт-альба, содержащих обильную обугленную древесину и прослой бурых углей. В низах разреза альб-сеномана, в отличие от других районов, здесь залегают буровато-коричневые «шоколадные» бокситоносные глины мощностью 14 м.



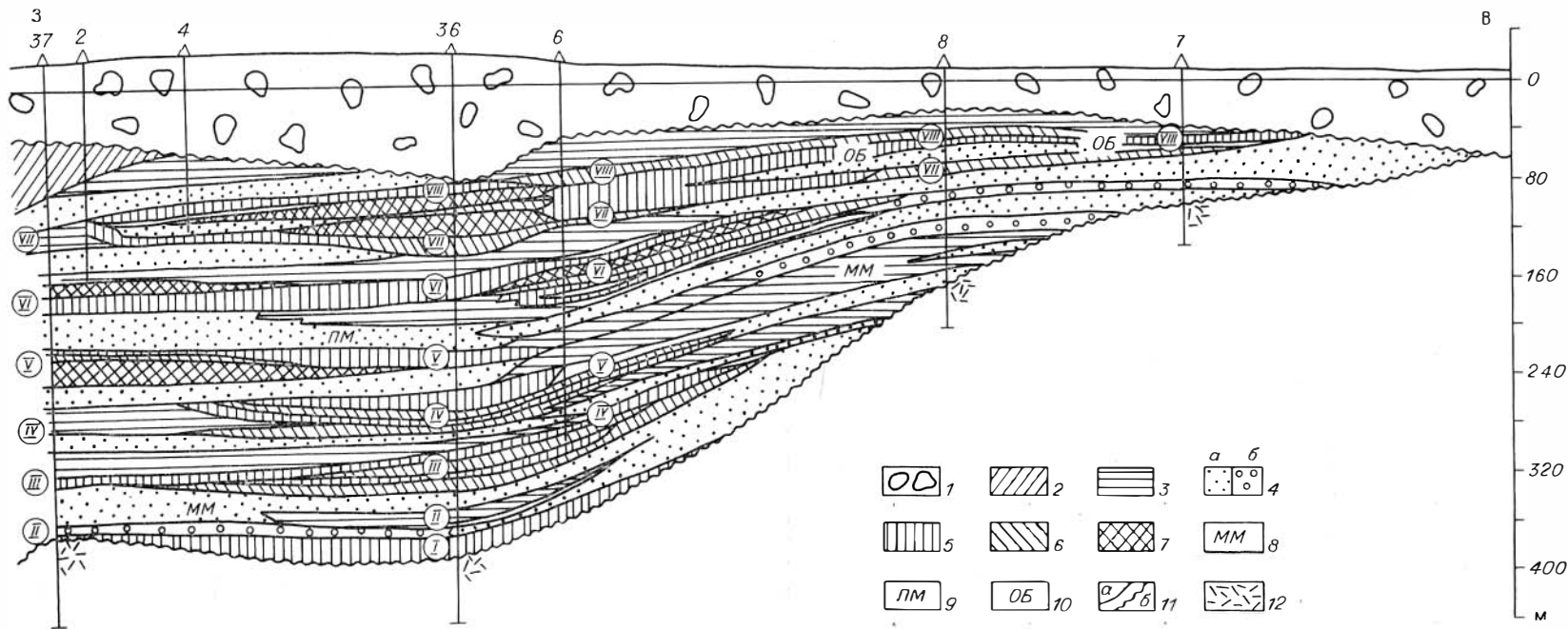


Рис. IV.18. Литофациальный разрез альб-сеномана по скважинам Туруханского профиля.

1 — четвертичные и 2 — туронские отложения; 3—7 — бокситоносные отложения альб-сеномана: 3 — глины, алевролиты, песчаники бокситоносные, 4 — песчаники (а) и гравелиты бокситовые (б), 5—7 — бокситы песчаные (5), песчанистые (6), каменистые (7); 8—10 — фации: 8 — мелководно-морские, 9 — прибрежно-морские, 10 — озерно-болотные; 11 — литологические границы: а — согласные, б — несогласные, 12 — отложения, подстилающие бокситоносную толщу.

Бокситовый горизонт I мощностью 5 м представлен темно-зелеными гравелистыми песчаниками с шамозит-глинистым цементом (табл. IV.21, рис. IV.18).

Выше залегает пачка буровато-коричневых «шоколадных» бокситоносных глин мощностью 28,2 м, содержащих 4,02—4,59 % свободного глинозема. По данным рентгенографического анализа в их составе присутствуют каолинит, монтмориллонит и гидраргиллит.

Бокситовый горизонт II мощностью 4,5 м, залегающий на этих глинах, представлен гравелистыми песчаниками с единичными бобовинами бокситов с глинисто-сидеритовым цементом. Выше залегает 68-метровая толща зеленовато-серых глин с обилием растительного детрита, не содержащая минералов свободного глинозема.

Бокситовый горизонт III, подошвой которого являются вышеописанные глины, вскрыт обеими скважинами (см. рис. IV.17, IV.18). В разрезе скв. 36 он слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Бокситами песчаными с шамозит-гидраргиллитовым, шамозит-глинистым цементом. Бобовины бокситов покрыты в низах тонкой пленочкой пирита, в верхах горизонта вокруг бобовин развиты шестоватые кристаллы гидраргиллита . . . . .	1,2
2. Песчаниками бокситовыми с уплощенными бобовинами . . . . .	1
3. Бокситами песчаными . . . . .	1
4. Песчаниками бокситовыми, содержащими 30 % бобовин бокситов, цементированными шамозит-гидраргиллитовым цементом. . . . .	1,5
5. Гравелитами бокситоносными с единичными бобовинами бокситов . . . . .	0,5
6. Бокситами песчаными крупнобобовыми с шамозитовым цементом . . . . .	7,5
7. Песчаниками бокситовыми с шамозит-сидеритовым цементом . . . . .	1,3
8. Зеленовато-серыми разнозернистыми кварцево-полевошпатовыми песчаниками с обуглившимся растительным детритом, с единичными бобовинами бокситов, с глинисто-сидеритовым цементом . . . . .	33,9

Еще выше скважина пройдена без отбора керна.

В 1,5 км к востоку от скв. 36 разрез альб-сеномана вскрыт скв. 6 (см. рис. IV.18). В самых низах здесь залегает 4, 4-метровая пачка алевроитовых пород с прослоями углистых глин и включениями янтаря, в средней части ее встречен пропласток гравелистого бокситоносного песчаника. В подошве III бокситового горизонта непосредственно на охарактеризованной толще лежит 10,3-метровый прослой кварцевого мелкозернистого песчаника с незначительной примесью обломков шамозита с сидеритовым цементом.

Бокситовый горизонт III мощностью 11,5 м слагается гравелистыми песчаными бокситами с сидеритовым цементом (см. табл. IV.21, рис. IV.17).

Бокситовый горизонт IV суммарной мощностью 24, 20 м отделен от нижележащего 19,8-метровой толщиной мелкозернистых песчаников с сидеритовым цементом. Он слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Песчаными бокситами с шамозит-сидеритовым цементом . . . . .	5,7
2. Песчаными бокситами с шамозит-гидраргиллитовым цементом . . . . .	7,6
3. Бокситами песчанистыми с гидраргиллитовым цементом . . . . .	6,4
4. Песчаными бокситами с шамозит-сидеритово-гидраргиллитовым цементом.	0,5

Между IV и V бокситовыми горизонтами залегают черные углистые глины с включениями янтаря и зернами пирита, с обилием растительного детрита. В подошве V горизонта отмечен прослой мелкозернистого кварцевого песчаника с углистыми остатками и включениями пирита.

Бокситовый горизонт V суммарной мощностью 25 м слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Песчаниками бокситовыми со светло-бурными бобовинами бокситов с небольшими пятнами чешуйчато-раскристаллизованного каолинита . . . . .	9,25
2. Песчаниками бокситовыми с обломками шамозита с глинисто-сидеритовым цементом . . . . .	1,75
3. Бокситами песчанистыми с черными бобовинами, с терригенным кварцевым материалом и шамозит-гидраргиллитовым цементом . . . . .	3

	Мощность, м
4. Бокситами песчаными с гидраргиллит-сидеритовым цементом . . . . .	2
5. Бокситами песчаными, содержащими обломки базальтоидов, сохранивших структуру и бобовины бокситов. . . . .	9

Перекрывается V горизонт шоколадно-коричневыми алевролитами. В подошве VI бокситового горизонта залегают светло-коричневые мелкозернистые сидеритовые песчаники. Этот горизонт суммарной мощностью 15 м слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Песчаниками бокситовыми с сидеритовым цементом, с пятнами раскристаллизованного каолинита и гидраргиллита . . . . .	6
2. Бокситами песчаными с аморфным, иногда частично раскристаллизованным гидраргиллитовым цементом . . . . .	2
3. Бокситами каменистыми, содержащими 60 % округлых бобовин боксита, 40 % полукатанных обломков кварца и выветрелых базальтоидов и 30 % кристаллического гидраргиллитового цемента. Отдельные бобовины сохраняют реликтовую структуру базальтоидов и несут по периферии концентры обрастания шамозитом и гидраргиллитом. . . . .	1
4. Бокситами песчаными с гидраргиллитовым цементом; гидраргиллит зачастую создает оторочку вокруг терригенных частиц . . . . .	2
5. Песчаниками бокситовыми с глауконитом и гидрогетитом с гидраргиллит-сидеритовым цементом, при этом гидраргиллит нарастает на сидерит . . . .	4

VI бокситовый горизонт перекрывается шоколадно-коричневыми глинами.

Бокситовый горизонт VII бурением пропущен. Предполагаемая его мощность составляет 16,6 м. От VI горизонта он отделяется пачкой глинисто-алевролитовых пород мощностью 34,6 м с прослоями полимиктовых песчаников с розетками каолинита. Горизонт VIII здесь также пропущен бурением. В его подошве залегает 1,5-метровый прослой мелкозернистых кварцевых песчаников с угловатыми зернами кварца, а в кровле — алевритистые глины с обилием растительного детрита и включениями янтаря. Между VII и VIII горизонтами залегают косослоистые алевритистые глины мощностью 14,6 м.

Исходя из приведенной литологической характеристики можно сказать, что разрез альб-сеномана центральной части Туруханского района также характеризуется чередованием мелководных и прибрежно-морских фаций. Нижняя часть разреза, включающая I и, возможно, II бокситовые горизонты, сложена в основном шоколадно-коричневыми глинами, содержащими каолинит, монтмориллонит и гидраргиллит. Формировалась она в мелководно-морских условиях.

Бокситовые горизонты III—VI, имеющие сложный литологический состав и содержащие различные количества бокситового материала (бокситовые песчаники, песчаные, песчанистые и каменистые бокситы), формировались в прибрежно-морской обстановке. Между собой эти горизонты разделены алевритистыми осадками, содержащими обилие растительного детрита, включения янтаря, присыпки кварцево-каолиновых песков по плоскостям наслоения и прослой глинистых сидеритов. Эти осадки, разделяющие бокситовые горизонты, несут все признаки озерно-болотных фаций. Верхняя часть разреза альб-сеномана, представленная переслаиванием глин, алевролитов и песчаников, формировалась в озерно-болотных и прибрежно-морских условиях (см. рис. IV.18).

В восточной части Туруханского участка пройдены скважины 7,8 и 9, вскрывшие отложения альб-сеномана сокращенной мощности. В последнее время здесь Левобережной партией ПГО «Красноярскгеология» пробурено пять скважин, подтвердивших наличие бокситовых пород и бокситов в разрезе альб-сеномана.

Скважина 8, пройденная в 19 км к востоку от охарактеризованного выше участка, расположена на периферии Фарковского поднятия. Здесь осадки альб-сеномана с размывом залегают на песчано-глинистых отложениях готерив-баррема на глубине 140,85 м (см. рис. IV.18).

Бокситовый горизонт VI мощностью 11,3 м, с которого начинается разрез бокситсодержащей толщи (см. рис. IV.17), слагается гравелистыми песчаниками с каолиновым цементом. В составе песчаников отмечается большое количество обломков измененных базальтоидов и других ожелезненных пород основного состава, а также образований шамозита, гидраргиллита и халцедона. Иногда отмечаются остатки растений, полностью замещенные пиритом.

Бокситовый горизонт VII мощностью 11,20 м (см. рис. IV.17) слагается гравелистыми песчаниками с переотложенными бобовинами бокситов с сидеритовым цементом. Размер обломков 0,1—3 мм. Состав обломочного материала: кварц с волнистым погасанием, в меньшем количестве микроклин и обломки средних и основных эффузивов. Последние сильно разложены вплоть до образования шамозита. Отмечается циркон, измененный биотит и зерна глауконита. Встречаются обломки обугленной древесины.

Бокситовый горизонт VIII мощностью 3;5 м слагается песчаным бокситом, состоящим из бобовин (30 %), терригенного материала — кварца, плагиоклаза, микроклина, ильменита, циркона (40 %) и гидраргиллит-глинистого цемента (30 %). Химический состав песчаного боксита следующий:

SiO <sub>2</sub>	29,83	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3об</sub>	30,78	TiO <sub>2</sub>	1,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3св</sub>	Не опр.	П. п. п.	10,87

Бобовины двух разновидностей: крупные (2—3 мм) со слабовыраженным зонально-концентрическим строением и мелкие (0,1—1,6 мм) монолитные, черные. Встречаются единичные обломки гальки бокситов сложного строения, состоящие из нескольких самостоятельных мелкобобовых образований (размером 0,1—0,2 мм). По трещинкам в терригенном материале развит гидраргиллит. Бокситы цементированы изотропным гидраргиллит-глинистым веществом, почти не содержащим гидроокислов железа. Отмечаются лишь редкие образования гетит-гидрогетита. Кое-где в цементе наблюдаются агрегаты глауконита размером 0,6—0,8 мм. Горизонт VIII перекрывается глинистыми сидеритами, содержащими 15 % терригенного материала, состоящего из кварца, полевых шпатов и шамозита.

Скважина 7, пройденная в восточной части Туруханского профиля, в зоне выклинивания осадков альб-сеномана вскрыла лишь VIII бокситовый горизонт мощностью 0,6 м. Он представлен гравелистыми песчаниками, залегающими среди мелкозернистых каолинизированных песков, содержащих обилие обугленного детрита. Нижняя часть разреза альб-сеномана, включающая VI и VII бокситовые горизонты, пройдена с ограниченным отбором керна.

Скважина 9 Туруханского профиля, пройденная в 3 км к югу от скв. 7, вскрыла в основании разреза альб-сеномана IV бокситовый горизонт, залегающий с размывом на железоносных отложениях верхней юры — валанжина.

Этот горизонт суммарной мощностью 26,6 м слагается снизу вверх (см. рис. IV.17):

Мощность, м

- |   |      |
|---|------|
| 1. Бокситами песчаными крупнобобовыми с гидраргиллит-шамозитовым цементом, в них встречаются обломки выветрелых и ожелезненных базальтоидов, сохранивших первоначальную структуру, некоторые обломки полностью превращены в буро-зеленую изотропную алюможелезистую массу . . . . . | 3,2  |
| 2. Песчаниками бокситоносными с сидеритовым цементом с обломками измененных базальтоидов, местами полностью перешедшими в шамозит . . . . .   | 6,4  |
| 3. Песчаниками гравелистыми, бокситовыми с гидраргиллит-сидеритовым цементом с бобовинами и галькой бокситов и обломками выветрелых базальтоидов размером 6 мм и более . . . . .  | 4,1  |
| 4. Песчаниками грубозернистыми, бокситоносными с сидеритовым цементом с обломками хлоритизированных базальтоидов, местами измененными до шамозита. (Выше керна нет). . . . .  | 10,9 |

Глубина залегания (м) и фациальный состав бокситовых горизонтов Туруханского участка

№ горизонта	Запад		Центр		Восток	
	Глубина	Фации	Глубина	Фации	Глубина	Фации
VIII	93,7—98,4	Мелководно-морские	95,9—106,4	Мелководно-морские и озерно-болотные	94,0—96,0	Мелководно-морские и альлювиально-озерно-болотные
VII	146,2—152,3	Прибрежно-морские	111,3—134,7	Прибрежно-морские	105,0—119,2	Прибрежно-морские
VI	183,7—189,1	»	140,9—147,9	Мелководно-морские	127,3—129,9	»
V	204,3—222,8	»	214,5—221,0	Прибрежно-морские	188,5—198,8	»
IV	240,7—253,0	»	—	—	—	—
III	286,4—291,4	Мелководно-морские	—	—	—	—
II	311,8—319,6	Прибрежно-морские	—	—	—	—
I	332,4—338,4	»	—	—	—	—

Как видим, в восточной части Туруханского участка формировались только верхние бокситовые горизонты альб-сеномана (VII и VIII; см. рис. IV.17). При этом наблюдается резкое сокращение доли прибрежно-морских осадков в разрезе. Доминирующее положение приобретают озерно-болотные фации. Различное структурное положение скважин, вскрывших бокситосодержащую толщу, показывает, что даже на такой небольшой площади (~10 км<sup>2</sup>) осадки альб-сеномана залегают на различных породах. Скважины 7 и 8 под отложениями альб-сеномана вскрыли осадки готерив-баррема, а скв. 9 — верхнюю юру и валанжин. Практически из разрезов выпали в первом случае образования апт-альба, а во втором — еще и готерив-баррема. Все это лишнее подтверждает значительную роль тектоники в формировании бокситосодержащих осадков.

Итак, на Туруханском участке скважинами вскрыты восемь бокситовых горизонтов, формировавшихся в мелководных и прибрежно-морских (нижние горизонты I и II), прибрежно-морских (III—VI горизонты) и озерно-болотных (VII, VIII горизонты) фациях (табл. IV.22). Наиболее богатые разности бокситовых пород и более полные разрезы характерны для горизонтов, отлагавшихся в прибрежно-морских условиях, испытавших тенденцию к медленному прогибанию и приуроченных к склонам выступов комплекса пород основания (см. рис. II.1, II.2), а также к областям с практическим отсутствием глинистых покровов, перекрывающих толщу, ранее содержащие залежи углеводородов.

#### Нижне-Баихский участок

В 40 км к югу от Туруханского участка бокситосодержащие отложения альб-сеномана вскрыты тремя скважинами (скв. 6, 7, 9) Нижне-Баихского профиля, пройденными на юго-западном склоне Фарковского поднятия (рис. IV.19, IV.20).

Скважина 9 (северо-западная часть профиля) находится в более погруженной части этого поднятия. Здесь бокситосодержащие отложения с размывом залегают на каолинизированных продуктах коры выветривания мощностью 5 м, перекрывающих угленосные осад-

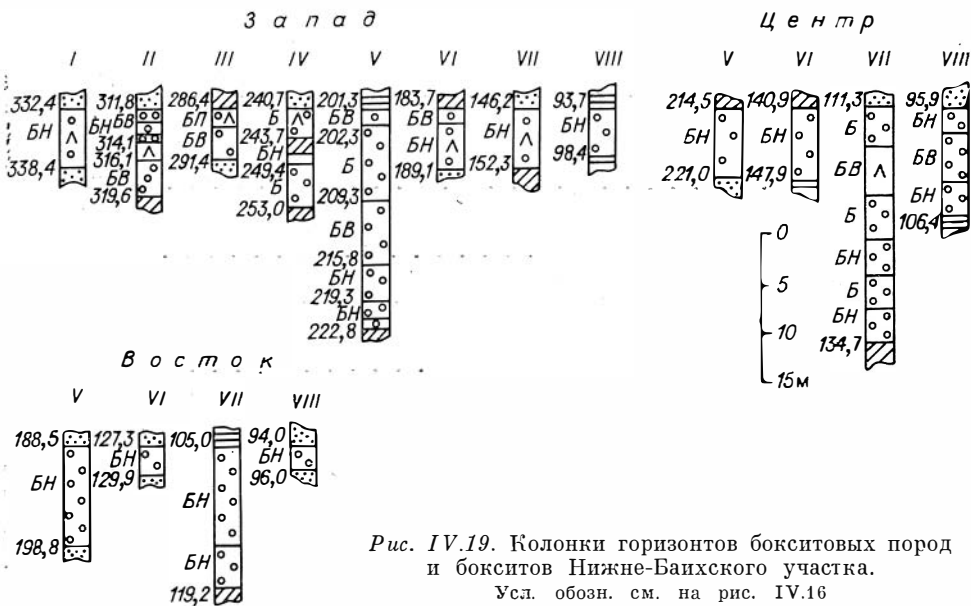


Рис. IV.19. Колонки горизонтов бокситовых пород и бокситов Нижне-Байкальского участка.  
Усл. обозн. см. на рис. IV.16

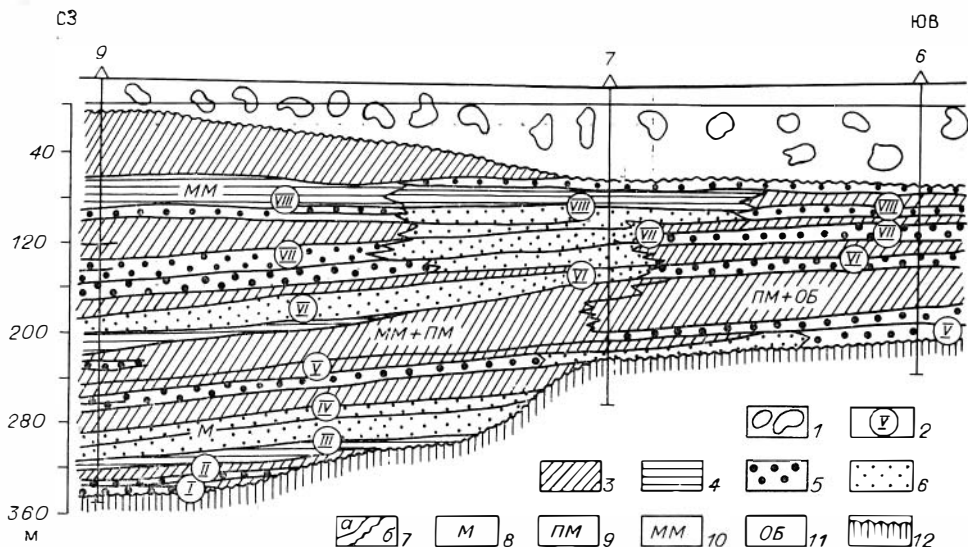


Рис. IV.20. Литофациальный разрез альб-сеномана по скважинам Нижне-Байкальского профиля.

1 — четвертичные отложения; 2 — бокситовые горизонты; 3 — алевролиты; 4 — глины; 5 — бокситы и бокситовые породы; 6 — пески и мелкозернистые песчаники; 7 — литологические границы; а — согласные, б — несогласные; 8—11 — фации: 8 — морские, 9 — прибрежно-морские, 10 — мелководно-морские, 11 — озерно-болотные; 12 — отложения, подстилающие бокситовосную толщу.

ки апт-альба. Кора выветривания представлена белыми интенсивно-каолинизированными гравелитами с обилием угловатой гальки кремнисто-кварцевых пород, каолинизированных песчаников, желваков сидерита и гальечкой пористых, каолинизированных пород. В нижней части много обуглившегося растительного детрита.

Горизонт I мощностью 6 м, залегающий на продуктах коры выветривания, слагают грубозернистые песчаники с примесью тефроидного трахиандезитового материала, с угловатой галькой кварца и незначительным содержанием гальки и бобовин бокситов, с растительным детритом и глинисто-сидеритовым цементом (см. рис. IV.19).

Бокситовый горизонт II отделен от первого песчано-алевритовой пачкой пород, содержащих растительный детрит и стяжения сидерита. Он имеет мощность 7,8 м и слагается снизу вверх:

1. Черными гравелистыми бокситовыми песчаниками с бурыми бобовинами бокситов, окатанной галькой кремнисто-кварцевых пород с глинисто-шамозит-сидеритовым цементом . . . . .	3,5
2. Серыми массивными, скрытокристаллическими карбонатными породами с примесью тефроидного материала трахиандезитового состава, с обугленным детритом, единичными оолитами окисленного шамозита и отдельными пятнами фосфатов . . . . .	2
3. Гравелистыми бокситоносными песчаниками с единичными бобовинами бокситов, галькой кремнисто-кварцевых пород, базальтоидов, известняков с шамозит-сидеритовым цементом . . . . .	1,2
4. Каолинизированными гравелистыми рыхлыми песками с бобовинами бокситов, галькой кварца, выветрелых базальтоидов . . . . .	0,5
5. Черными гравелистыми бокситовыми песчаниками с бобовинами бокситов, единичной галькой кремнисто-кварцевых пород, обломков выветрелых базальтоидов и шамозит-сидеритовым цементом . . . . .	0,7

Перекрывается II бокситовый горизонт пропластком (0,3 м) тонкозернистых кварцево-полевошпатовых песчаников с сидерит-глинистым цементом, выше которого залегают шоколадно-коричневые слабослюдистые алеволиты (0,12 м), перекрывающиеся прослоем обуглившейся древесины (0,13 м).

Между II и III бокситовыми горизонтами залегают крупно- и мелкозернистые кварцево-полевошпатовые песчаники с единичными оолитами шамозита и гидрогетита, с мелкими (2 мм) гнездами каолинового песка.

Бокситовый горизонт III слагается снизу вверх:

Мощность, м

1. Каолинизированными шамозитовыми песчаниками с мелкими зернами кварца и полевых шпатов . . . . .	3,5
2. Черными крупнобобовыми песчанстыми бокситами, состоящими из бобовин (60 %), терригенного материала (20 %) и шамозит-гидраргиллитового цемента (20 %). Бобовины бокситов (до 1—1,5 см в диаметре) имеют овальную форму и покрыты пленкой пирита. Терригенный материал угловатый и состоит из кварца (50 %), полевых шпатов (28 %), базальтоидов (10 %), магнетита, ильменита, обломков оолитов шамозита и гидрогетита (10 %). Гидраргиллит в цементе раскристаллизован по шамозиту . . . . .	1,5

Выше залегают алеволиты (6,4 м) с редкими оолитами шамозита и гидрогетита.

Бокситовый горизонт IV отделен от предыдущего толщей каолинизированных кварцево-полевошпатовых песков, содержащих редкие оолиты гидрогетита, полуокатанную гальку кварца и слабовыветрелых базальтоидов (до 3 см в диаметре). Эта толща песков перекрывается 5,9-метровым прослоем горизонтально-слоистых алеволитов с обилием углистой крошки. В подошве горизонта залегают пропласток бурого глинистого сидерита мощностью 1,2 м. Горизонт IV суммарной мощностью 12,3 м слагается снизу вверх (см. рис. IV.19):

Мощность, м

1. Черными гравелистыми песчаными бокситами, бобовины которых покрыты оторочкой голубовато-синего вивинанита . . . . .	3,6
2. Глинистыми сидеритами . . . . .	1
3. Песчаными алеволитами с обилием растительной углистой крошки . . . . .	4,7
4. Черными гравелистыми песчаными бокситами, содержащими хорошо окатанную гальку кварца, выветрелых базальтоидов и окремненной древесины до 3 см в диаметре . . . . .	3,0

Отмечается примесь обломков базальтоидного материала. В кровле горизонта залегают кварцево-полевошпатовые пески мощностью 4,9 м с угловатой и хорошо окатанной галькой кварца, с обломками оолитов гидрогетита и окисленного шамозита.

Горизонт V отделен от нижележащего 18-метровым прослоем каолинизированных алевритистых кварцево-полевошпатовых песков и алеволитов. В строении горизонта мощностью 24,5 м принимают участие (снизу вверх):

1. Гравелистые бокситоносные песчаники с угловатой галькой черных кремнистых пород, выветрелых базальтоидов с оторочкой вивианита и редкими бобовинами бокситов . . . . .	1
2. Бокситоносные песчаники с каолинизированными бобовинами бокситов и обугленной древесиной . . . . .	2
3. Бокситоносные песчаники с редкими бобовинами бокситов, галькой выветрелых базальтоидов и угловатыми обломками кремнистых пород . . . . .	3
4. Бокситовые песчаники с хорошо окатанной мелкой галькой выветрелых базальтоидов, черных кремнисто-кварцевых пород и бобовинами бокситов . . . . .	6,5
5. Черные равнобобовые песчаные бокситы с хорошо окатанной галькой выветрелых базальтоидов, кремнистых пород с шамозит-гидрагиллитовым цементом . . . . .	7
6. Гравелистые бокситовые песчаники с окатышами (до 5 см в диаметре) глинистого сидерита . . . . .	1

Повсеместно в составе этого горизонта отмечается обломочный базальтоидный материал. В кровле горизонта залегают шоколадно-коричневые алевролиты мощностью 0,8 м и тонкозернистые каолинизированные кварцево-полевошпатовые пески мощностью 12,2 м.

Горизонт VI слагается снизу вверх:

	Мощность, м
1. Глинистыми сидеритами . . . . .	0,1 м
2. Бокситоносными песчаниками (0,4 м) с единичными бобовинами бокситов . . . . .	0,4
3. Гравелистыми бокситовыми песчаниками с примесью обломочного базальтоидного материала, с угловато-окатанной галькой кварца, с округлыми бобовинами бокситов и валунчиками (до 10—15 см в диаметре) свежих пород основного состава . . . . .	5

Крупнообломочный материал повсеместно покрыт оторочкой вивианита. Горизонт VI перекрывается пачкой среднезернистых кварцево-полевошпатовых песчаников мощностью 0,5 м с включением обломков шамозита и прослоем (0,1 м) глинистых сидеритов.

Горизонт VII мощностью 6,1 м залегает на песчаных алевролитах с отпечатками обугленной древесины и представлен бокситоносными песчаниками с единичной полуокатанной мелкой галькой бокситов, базальтоидов и обломками оолитов гидрогетита. В нем встречена примесь тейфроида.

Выше вскрыта монотонная пачка песчаников мощностью 63,7 м с обломками оолитов шамозита, обилием растительного детрита. В интервале глубин 93,7—98,4 м этой пачки содержится 2,3—3,8 % свободного глинозема, что соответствует VIII горизонту (табл. IV.23). Выше VIII горизонта лежит толща алевролитоглинистых пород мощностью 63,6 м.

Как видно из приведенной литологической характеристики и данных химических анализов пород (см. рис. IV.20, табл. IV.23), альб-сеноманская бокситсодержащая толща, залегающая в интервале 130—350 м, формировалась в условиях частого чередования прибрежно- и мелководно-морских фаций за счет поступления материала из источников, расположенных сравнительно недалеко от бассейна седиментации. Об этом свидетельствует в основном грубозернистый состав осадков, постоянно повышенное содержание шамозита и гидрагиллита как в цементе, так и в обломках, наличие иногда крупных (до 10—15 см в диаметре) обломков базальтоидов и т. д. Верхняя половина разреза альб-сеномана, представленная в основном горизонтально-слоистыми каолинизированными алеврито-глинистыми осадками с углистой крошкой и прослоями шамозитовых песчаников, отлагалась в озерно-болотных и мелководно-морских фациях при возможном перекрытии осадками областей денудации.

В 7 км к юго-востоку от скв. 9, ближе к современному контуру Фарковского поднятия, пройдена скв. 7. Здесь бокситсодержащая толща альб-сеномана на глубине 240 м залегает с размывом на интенсивно каолинизированных гравелитах мощностью 40 м, которые могут представлять собой апт-альбскую кору химического выветривания. Последняя подстилается



## Глубины залегания, фациальные условия и качественная характеристика бокситонсных горизонтов Нижне-Баихского участка

№ горизон-та	Глубина, м	Фаши	Химический состав, %						
			П. п. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> св	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>1</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Скважина 9</i>									
VIII	93,7—98,4	Озерно-болотные и прибрежно-морские	Не опр. » » » 16,75	Не опр. » » » 47,11	Не опр. » » » 7,75	3,8 2,83 2,78 2,27 Не опр.	Не опр. » » » 27,84	Не опр. » » » 0,41	
VII	146,2—152,3	Озерно-болотные и мелководно-морские	Не опр. » 11,61 14,93	Не опр. » 53,84 49,76	Не опр. » 16,48 14,56	2,83 2,57 Не опр. »	Не опр. » 12,21 13,48	Не опр. » 0,94 0,97	
VI	183,7—189,1	Прибрежно-и мелководно-морские	6,66 Не опр. 12,45 7,81 Не опр.	51,32 Не опр. 41,22 42,89 Не опр.	16,78 Не опр. 16,82 19,59 Не опр.	» 9,39 1,87 Не опр. 10,03	18,04 Не опр. 20,8 21,44 Не опр.	1,50 Не опр. 1,20 2,00 Не опр.	
V	201,3—222,8	Прибрежно-морские	10,38 11,31 9,87 11,89 9,65 8,2	24,44 32,37 35,76 41,77 49,41 49,18	29,12 24,70 24,76 20,95 18,40 19,83	Не опр. 6,17 Не опр. 2,17 Не опр. »	29,54 15,00 21,70 19,00 16,00 14,85	1,15 1,96 1,60 1,44 1,10 1,05	
IV	240,7—253,0	Прибрежно-морские	12,40 7,40	21,86 47,62	29,48 18,95	Не опр. 14,97	33,91 17,71	1,35 0,95	
III	286,4—291,4	Мелководно-прибрежно-морские	9,37 14,96	40,83 37,40	19,75 17,14	Не опр. »	13,20 23,70	1,5 1,55	
II	311,8—319,6	Прибрежно-морские	16,22 10,28 21,44 11,64	37,25 42,03 27,41 33,87	22,94 21,49 15,42 25,58	Не опр. » » 6,47	18,40 19,68 17,10 21,63	1,70 1,70 1,38 1,82	
<i>Скважина 7</i>									
VIИ	95,9—106,4	Прибрежно-и мелководно-морские	16,18 18,32 9,52 7,77 8,32	37,74 30,45 37,83 43,20 46,00	19,40 18,95 16,89 16,38 17,93	2,61 3,22 1,07 Не опр. 0,95	20,64 25,14 27,34 24,10 20,01	1,70 1,76 2,92 3,90 1,92	
VII	111,3—134,7	Прибрежно-и мелководно-морские	8,61 12,40 11,87 11,46 8,25 9,50	43,03 32,27 34,20 33,73 48,10 43,24	17,07 26,00 25,66 25,26 18,97 17,06	Не опр. » 5,36 Не опр. 2,32 Не опр.	24,01 21,41 21,35 21,20 14,98 22,48	1,92 1,86 1,64 2,92 1,72 1,50	
VI	140,9—147,9	Мелководно-морские	7,68	48,71	14,66	1,08	20,74	1,44	
V	214,5—221,0	Мелководно-морские	Не определялись				1,40 1,58	Не определялись	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Скважина 6</i>								
VIII	94,0—96,0	Мелководно-морские	Не определялись					
VII	105,0—119,2	Прибрежно-и мелководно-морские	9,68 9,48 7,91 7,04	36,96 44,46 54,30 57,14	22,98 21,81 19,34 21,71	Не опр. 2,41 Не опр. »	19,74 18,05 8,08 6,06	1,80 1,68 1,75 1,35
V	188,50—198,8	Мелководно-и прибрежно-морские	15,79	40,72	21,26	0,43	16,04	1,75

верхнеюрско-валанжинскими прибрежно-морскими железоносными отложениями с горизонтами оолитовых бурожелезняковых руд.

Непосредственно на каолинизированных породах коры выветривания залегает V бокситовый горизонт мощностью 6,5 м, представленный гравелистыми бокситоносными песчаниками с единичными каолинизированными бобовинами бокситов с сидеритовым цементом (см. табл. IV.23, рис. IV.19). Горизонт V перекрывается 64,7-метровой толщей опоковидных глин и алевролитов, содержащих растительный детрит и каолинит по микротрещинам.

Бокситовый горизонт VI, залегающий на опоковидной толще, имеет мощность 7 м. Он сложен бокситовыми гравелитами с крупными гальками свежих и выветрелых базальтоидов, кремней с единичными гальками бокситов, иногда интенсивно каолинизированных. В составе VI горизонта принимают участие два прослоя (мощностью 2,3 и 1,7 м) гравелистых бокситовых песчаников с округлыми сплюснутыми бобовинами бокситов с шамозитовым цементом, локализующимися в средней части горизонта.

Выше залегает 45-метровая толща существенно шамозитовых песчаников с обломками оолитов шамозита, угловатой галькой (до 5 см в диаметре) выветрелых базальтоидов с редкими бобовинами бокситов и значительным количеством алеврито-псаммитового материала. Оолиты шамозита покрыты каолиновой «рубашкой», а вокруг гальки базальтоидов повсеместно развита оторочка вивианита. Эта толща соответствует VII и VIII бокситовым горизонтам, вскрытым на соседних площадях (см. рис. IV.20). Их характеристика (см. рис. IV.19) дана по результатам петрографического описания шлифов. Разрез альб-сеномана венчается шамозитовыми алевролитами (5,9 м) кварцево-полевошпатовыми, горизонтально-слоистыми алевролитами (15,3 м) и каолинизированными кварцево-полевошпатовыми песками мощностью 6 м.

Как видно из приведенной характеристики, бокситосодержащие отложения были сформированы в прибрежно- и мелководно-морских фациях вблизи источников терригенного материала, о чем свидетельствуют гравелистый состав осадков, обилие оолитов шамозита и их обломков, гальки выветрелых и свежих базальтоидов и кремнистых пород. На это же указывает постоянное присутствие мелкообломочного базальтоидного материала в значительных количествах. Невысокое содержание свободного глинозема (0,95—3,22; см. табл. IV.23) свидетельствует о его отложении в шамозитовых фациях.

Скважина 6, пройденная в 11 км к востоку от рассмотренной, в подошве альб-сеномана вскрыла гравийно-галечниковый горизонт мощностью 4,6 м, состоящий из полукатанных нецементированных галек кремнистых пород и выветрелых базальтоидов, залегающих на зеленоцветных песчано-алевритистых отложениях готерив-баррема. В основа-

нии разреза альб-сеномана непосредственно на галечниках залегает 10,3-метровый горизонт крупнозернистых каолинизированных песчаников с оолитами шамозита, обуглившимися стеблями растений и сидеритизированной древесиной. Он соответствует V бокситовому горизонту (см. рис. IV.19, IV.20). Содержание свободного глинозема в осадках горизонта незначительное (0,43—0,61 %; см. табл. IV.23). Выше залегает 40-метровая толща горизонтально-слоистых углистых алевритовых, сменяющихся вверх по разрезу 10,7-метровой пачкой тонкозернистых кварцево-полевошпатовых песчаников с единичными оолитами шамозита. Верхняя часть разреза альб-сеномана складывается песчанистой толщей в основном шамозитового состава, содержащей отдельные прослои каолинизированных гравелистых песчаников с галькой кварца, кремней, выветрелых базальтоидов, шамозитовых пород. Эти прослои выделены в VI, VII и VIII бокситовые горизонты, содержащие до 2,41 % свободного глинозема (см. табл. IV.23, рис. IV.19).

Можно считать, что альб-сеноманские отложения здесь представлены в низах мелководно-морскими гравелистыми осадками с шамозитом, в середине разреза — углистыми алевритистыми озерно-болотными отложениями и в самых верхах мелководно-морскими и озерно-болотными фациями, где наряду с шамозитом встречаются каолинит, растительный детрит и обугленная древесина. Незначительное содержание минералов свободного глинозема в них свидетельствует о его накоплении в шамозитовых фациях.

В пределах Нижне-Баихского участка бокситосодержащие отложения залегают с размытом на каолинизированных осадках готерив-баррема (скв. 9), коре выветривания апт-альба (скв. 7) и продуктах ее размыва (скв. 6). Наиболее полный разрез вскрыт в погруженной части района (скв. 9), где встречены все горизонты с I по VIII. В юго-восточной части в непосредственной близости к Фарковскому поднятию вскрыт V горизонт и мощная толща гравелистых пород с двумя прослоями бокситовых песчаников (скв. 7). На востоке (скв. 6) альб-сеноман представлен в основном шамозитовыми породами с гравийно-галечниковым материалом, не содержащим бобовин бокситов. По гипсометрическому положению эти осадки соответствуют верхним (с V по VIII) бокситовым горизонтам. Нижние и средние горизонты (с I по VI) в западной части района (скв. 9) залегают среди существенно песчанистых отложений и соответствуют мелководно- и прибрежно-морским условиям осадконакопления. Наиболее богатые разности бокситовых пород (см. рис. IV.19, IV.20, табл. IV.23) зафиксированы в середине разреза (III—V горизонты). На востоке нижние горизонты не формировались. По-видимому, в то время склоны Фарковского поднятия подвергались денудации, о чем свидетельствует почти полное отсутствие осадков апт-альба и готерив-баррема в районе скв. 7 и осадков апт-альба в районе скв. 6 Нижне-Баихского профиля.

Горизонт VI, с которого начинается непрерывный гравелистый разрез альб-сеномана, на востоке района формировался в мелководно- и прибрежно-морских фациях. В это время на западе района (скв. 9) отлагались вначале глинисто-алевритистые озерно-болотные, а затем песчаные и мелководно-морские разнозернистые осадки с шамозитом, галькой выветрелых и свежих базальтоидов. По-видимому, область денудации в это время была расположена в западной части района, о чем свидетельствует более грубозернистый характер осадков на этой территории, а наличие свежих базальтоидов и отсутствие бобовин бокситов указывает на полное прекращение процессов химического выветривания.

Бокситоносные горизонты VII и VIII в западной части района формировались в мелководно-морских и озерно-болотных фациях и представлены алевритисто-глинистыми интенсивно-каолинизированными осадками с углистым материалом. На востоке их аналоги отлагались в прибрежно- и мелководно-морских фациях, в песчаной толще с большим количеством шамозита и часто ассоциируются с шамозитовыми песчаниками (см. табл. IV.23, рис. IV.20).

Итак, можно предположить, что областями денудации во время формирования альб-сеноманских отложений были различные участки исследуемой территории, воздымание которых предопределяло глубину эрозионного среза вплоть до размыва предальбской коры выветривания и свежих пород досеноманского ложа.

К югу от Нижне-Баихского участка буровыми скважинами, пройденными вдоль Енисея до с. Нижне-Имбатское (см. рис. 1.2), бокситосодержащие отложения альб-сеноманского возраста не вскрыты. В районе с. Нижне-Имбатское они вскрыты скважинами 1 и 7 (Верещагинский профиль), отстоящими друг от друга на расстояние около 15 км. Скважина 7, пробуренная на правом берегу Енисея (с. Нижне-Имбатское), вскрыла отложения альб-сеномана мощностью 151 м, залегающие на песчано-глинистых угленосных осадках верхней юры. В составе песчано-глинистых, каолинизированных отложений альб-сеномана, сформированных в озерно-болотных условиях, здесь встречено два горизонта бокситоносных гравелистых песчаников с включениями янтаря и редкими бобовинами и галькой бокситов, нижний из которых мощностью 5 м залегает в основании альб-сеномана, а другой (6 м) — в верхах. Судя по их гипсометрическому положению, эти горизонты соответствуют IV и VIII бокситовым горизонтам, вскрытым в северной части района.

В 15 км к юго-западу пройдена скв. 1 Верещагинского профиля (см. рис. 1.2). Здесь альб-сеноманские отложения залегают на угленосных песчаных, каолинизированных осадках апт-альба на глубине 108,15 м. Альб-сеноман представлен 36,25-метровой пачкой разнозернистых кварцево-каолиновых песчаников с шамозитовым цементом и обломками выветрелых базальтоидов.

Эти осадки не содержат бобового бокситового материала и к альб-сеноману отнесены условно по сходству с осадками соседних разрезов: по наличию гальки выветрелых базальтоидов и шамозитовому цементу пород. Их формирование происходило в мелководно-морских фациях при значительном удалении от источника бокситового материала.

Южнее, в 25 км от скв. 1, у с. Канготово, скв. 3 Верещагинского профиля (см. рис. 1.2) вскрыты альб-сеноманские отложения мощностью 154 м, залегающие на угленосных осадках апт-альба. Здесь они представлены кварцево-полевошпатовыми, каолинизированными песками, песчаниками и алевролитами с глауконитом. Гравийно-галечниковый базальтовый материал и бобовины бокситов в разрезе не отмечены. Несмотря на это, наличие глауконита позволяет отнести их к мелководно-морским осадкам, формировавшимся в удаленных от источников бокситового материала районах.

Южнее бокситоносные отложения альб-сеномана в левобережной части Енисея скважинами не вскрыты. На правобережье они известны как в обнажениях (р. Комса, притоки р. Бахты), так и в картировочных и поисковых скважинах, пройденных ПГО «Красноярскгеология» (скв. 2—5 р. Комсы — с. Верхне-Имбатское; скв. 4 и 8 Бахтинского профиля; скв. 2, 3, 6, 7 Варламовского профиля и др.). В разрезе этих скважин в результате работ ПГО «Красноярскгеология» в 1958—1963 гг. установлены бокситоносные горизонты, залегающие в основании разреза альб-сеноманских отложений с размывом на подстилающих породах. Они представлены белыми и светло-серыми каолино-кварцевыми песками, содержащими большое количество угловатого и угловато-окатанного гравийно-галечного материала, состоящего из кварца, кремней, изредка выветрелых базальтоидов и известняков. Цементируются бокситоносные породы каолиновой глиной. В этой же глине содержатся единичные бобовины бурых железистых бокситов. Мощность бокситоносных горизонтов составляет 8—9 м на западе и постепенно уменьшается к востоку в сторону Сибирской платформы. В этом же направлении увеличивается количество бобовин в породе. Глубины залегания бокситоносных горизонтов различны в зависимости от структурного положения разрезов и колеблются от 61,7 м (скв. 4-В) до 161 м (скв. 5, с. Верхне-Имбатское).

Химический состав бокситов руч. Сухого, %

№ пробы	П.п.п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	FeO
102	10,12	13,22	2,63	33,46	34,27	4,80
103	10,53	18,20	2,26	29,37	32,62	4,86
104	10,50	13,49	2,64	32,52	34,31	4,56
117	20,13	9,96	2,80	35,26	29,91	1,37
116	16,64	8,32	2,23	33,28	32,55	5,33

Некоторое представление о строении бокситовых залежей можно получить по коренному выходу альб-сеноманских бокситов на руч. Сухом, притоке Мал. Бахтинки, описанному сотрудниками ПГО «Красноярскгеология» В. К. Кумцом, И. Я. Кальницким, Л. И. Бесединой и др., в 1960 г. Здесь рудное тело представлено слоистым красно-бурым бобовым бокситом мощностью 0,5—4 м. По простиранию бокситы замещаются алюможелезистыми и железистыми песчаниками и конгломератами. Бокситоносный горизонт прослежен вдоль склона долины руч. Сухого на расстояние около 1 км. Он залегает на кварцево-каолиновых песках, обогащенных ильменитом, и покрывается слюдистыми песками, выше которых лежат четвертичные ледниковые отложения. Среди бобовин бокситов встречаются образования, сохранившие реликтовую структуру пород базальтоидного ряда. В центральных частях отдельных образований этого типа устанавливаются псевдоморфозы мелкозернистого гидраргиллита по плагиоклазу, пироксену и, возможно, оливину. В составе цемента присутствуют гидраргиллит, гидроокислы железа и в подчиненном количестве шамозит. Среди кластогенного материала помимо зерен кварца встречаются пелитизированный калиевый шпат, плагиоклаз, доизит и гидратированные слюды. По данным сотрудников ПГО «Красноярскгеология», в бокситах установлены относительно невысокие содержания общего глинозема и повышенные содержания кремнезема, что приближает их к бокситам Турухана (табл. IV.24).

По простиранию бокситы замещаются алюможелезистыми песчаниками и конгломератами. В составе цемента постепенно снижается содержание глинозема и увеличивается количество гидроокислов железа. Среди галек преобладают в различной мере измененные обломки выветрелых, пелитизированных и замещенных алюможелезистыми гелями базальтоидов. Реже встречаются интенсивно выветрелые обломки кварцево-серицитовых и глинистых сланцев.

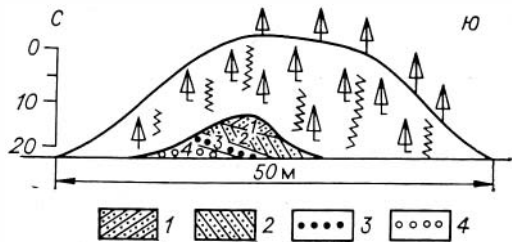
Таким образом, прибрежно-морские бокситосодержащие осадки альб-сеномана, содержащие до восьми горизонтов бокситовых пород, широко развиты на севере (р. Турухан). В центральной части района (р. Сургутиха — с. Нижне-Имбатское) они сменяются мелководно-морскими отложениями с двумя горизонтами бокситов, а в юго-восточной (р. Бахта — р. Варламовка) — аллювиально-озерными и озерно-болотными осадками с одним горизонтом бокситовых пород. При этом количество бобового бокситового материала, мощности горизонтов и их фациальный состав часто зависят от удаленности выступов в дорудном рельефе и от положения толщ с залежами углеводородов по отношению к площадям с рудными концентрациями.

Наличие гальки выветрелых базальтоидов, сохранивших нередко реликтовую структуру, в разрезах скважин по р. Турухан и в обнажениях по р. Бахте и ее притокам свидетельствует об интенсивности процессов химического выветривания, происходившего на приподнятых участках региона, откуда в бассейны седиментации могло поступать огромное количество алюможелезистого материала, впоследствии переработанного миграцией углеводородов через бокситосодержащие толщи.

Не менее интересен факт обилия валунов и гальки бокситов в современном аллювии верховьев левых притоков Енисея (реки Каменный Дуб-

Рис. IV.21. Обнажение «У озера» (р. Верх. Баиха, 10 км западнее фактории Ладыга).

1—3 — пески: 1 — серые мелкозернистые линзовидно-слоистые, 2 — серые крупнозернистые линзовидные; 3 — бурые грубозернистые с галькой выветрелых базальтоидов; 4 — темно-бурые плотные конгломераты с гравийно-галечниковым бокситовым материалом.



чес, Сарчиха, Мангутиха, Пакулиха, Верх. Баиха и др.). Пространственно они приурочены к областям сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. По мнению К. В. Боголепова и Е. И. Пельтека [1957], Ю. А. Лаврушина и Е. Н. Щукиной [1958], бокситоносные отложения альб-сеномана по зонам разломов здесь выведены на дневную поверхность и размываются указанными реками. Не исключена возможность поступления бокситового материала в современный аллювий и из отложений кампан-маастрихта. Подтверждением этому служит обнажение «У озера». Оно расположено в среднем течении р. Верх. Баихи (левый приток р. Турухан), в 0,5 км ниже устья р. Калтусной, в 10 км западнее фактории Ладыга (рис. IV.21). Обнажением вскрываются (сверху вниз):

Мощность, м

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Серые мелкозернистые линзовидно-слоистые кварцево-полевошпатовые пески   | 3     |
| 2. Серые средне- и крупнозернистые линзовидно-слоистые кварцево-полевошпатовые пески с обилием углистого материала и темноцветных минералов по плоскостям наслоения   | 5     |
| 3. Бурые грубозернистые ожелезненные пески с обилием мелкой каолинизированной гальки базальтоидов и осадочных пород, цемент песков гидрогетитовый   | 2     |
| 4. Темно-бурые очень плотные конгломераты, сцементированные гидроокислами железа с обилием гравийно-галечного бокситового материала и выветрелых базальтоидов с обилием халькозина и халькопирита (определения А. А. Тычинского, ИГиГ СО АН СССР, 1987 г.). (Ниже — урез воды.) | 1,5—2 |

В аллювии р. Верх. Баихи у подножия обнажения отмечается значительное количество валунно-галечного бокситового материала, вымытого из горизонта железистых конгломератов.

Аналогичные выходы конгломератов, сцементированных гидроокислами железа с обилием бокситового материала, встречены в бассейне рек Бол. Дубчес (обнажения К-23-73, К-73-73), Худосей (К-15-82; К-26-82, К-29-82) и других пунктах (см. рис. IV.6).

Маршрутные наблюдения автора в 1955—1985 гг. в левобережье Енисея, а также материалы предшественников позволили оконтурить район распространения валунно-галечного бокситового материала в современном аллювии рек (см. рис. IV.6). Основная масса валунов и гальки бокситов здесь имеет признаки прибрежно-морских образований (см. Приложение 1, табл. IV.) Приуроченность обломков бокситов к русловому аллювию этого района можно объяснить в основном перемывом реками местных продуктов ледниковой экзарации, в составе которых есть и бокситоносные отложения альб-сеномана и алюможелезистые валуны маастрихта. Не исключена возможность поступления бокситового материала и в результате размыва самой бокситоносной толщи, как это имеет место в обнажении «У озера».

Скважинами Туруханского профиля, пройденными ранее севернее этого обнажения, были вскрыты железоносные отложения кампан-маастрихтского возраста, содержащие бобовый бокситовый материал. Область распространения бокситового материала, пока не ограниченная с севера, а с юга условно ограничиваемая широтой рек Дубчес — Подкаменная Тунгуска, с запада — верховьями левых притоков Енисея и правых притоков р. Таз, с востока — нижними течениями правых притоков Енисея, подтверждает их принадлежность к прибрежно-морским бокситоносным

отложениям альб-сеномана и кампан-маастрихта, залегающим в пределах впадины Фатьянихинско-Байхского блока комплекса основания (см. рис. II.1, II.2).

#### IV.2.3. Условия образования меловых бокситов области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы

О происхождении бокситов существует множество гипотез. Основные из них, согласно классификации А. Г. Бушинского [1966], латеритная, терра-росса, обломочного переноса бокситового материала, латеритно-осадочная диагенетическая, коллоидная, химическая, эоловая. Остановимся вкратце на наиболее распространенных.

**Латеритная гипотеза** образования бокситов предусматривает:

- связь бокситовых рудных тел с подстилающими алюмосиликатными породами;
- постепенный переход от материнских пород через зону интеграции в бокситы;
- отсутствие солей щелочных металлов, карбонатов, гидрослюд и минералов группы монтмориллонита в бокситах;
- наличие не более одного бокситового горизонта;
- приуроченность глиноземных латеритов к районам жаркого влажного климата с засушливыми сезонами.

**Гипотеза терра-росса** предполагает:

- регрессию моря, выветривание и растворение карбонатных пород с алюмосиликатной примесью и накопление на их месте нерастворимого остатка (терра-росса), по составу соответствующего бокситу;
- трансгрессию и накопление карбонатных пород;
- захоронение бокситов в виде пластов и линз.

**Теория обломочного поступления бокситового материала** базируется на допущении существования латеритной коры выветривания в области сноса. В ее основу положено:

- механическое разрушение латеритных бокситов;
- водный перенос бокситового материала в виде тонких и грубых взвесей;
- отложение бокситового материала в водоемах.

**Латеритно-осадочная диагенетическая гипотеза** предусматривает дополнительно к предыдущей бокситизацию переотложенного материала путем выноса кремнезема и местами гидроокислов железа.

**Коллоидная гипотеза** поступления бокситового материала, предложенная С. Ф. Малявкиным [1937], в качестве основных факторов образования вещества осадочных бокситов предполагает:

- разрушение латеритного покрова;
- перенос продуктов разрушения в виде гелей и тончайших суспензий;
- выпадение твердого бокситового осадка в благоприятных условиях.

**Химическая гипотеза** поступления бокситового материала в отличие от предыдущей предусматривает:

- растворение глинозема при химическом выветривании пород;
- перенос растворенного глинозема в бассейны седиментации;
- химическую садку глинозема в озерах или морях.

Эта гипотеза детально разработана А. Д. Архангельским. Наиболее важным в проблеме происхождения бокситов он считал вопрос о степени подвижности окислов алюминия, железа и титана в процессе выветривания. По этому вопросу существуют различные мнения. Одни исследователи (Н. И. Архангельский, Ю. К. Горецкий и др.) считали, что перенос осуществлялся в виде растворов, другие (А. И. Кривцов) — в виде метал-

доорганических соединений, третьи (А. К. Шарова, А. К. Гладковский и др.) — в виде механических взвесей и обломочного материала.

А. Е. Ферсман [1959] отмечал, что растворение и осаждение глинозема осуществляется по следующей схеме:  $pH < 4$  — растворение (как катион);  $pH = 4-7$  — осаждение;  $pH = 7-11$  — фиксация в осадке;  $pH = 13-14$  — растворение (алюминаты).

При низких значениях  $pH$  алюминий подвижен и переносится в растворах. Это может иметь место в зонах окисления сульфидных месторождений, районах гуминовокислых вод и т. д. Выпадению глинозема при повышении водородного потенциала способствует попадание раствора в морскую среду с типичным  $pH = 6-8$ . Железо и марганец при этом в случае недостатка кислорода в восстановительной среде могут удерживаться в растворе в виде двухвалентных ионов вплоть до  $pH = 6-9$ . Около берегов должны осаждаться растворы глинозема, а дальше — железа и марганца с одновременной высадкой кремнекислоты и образованием шамотита. Наличие шамотита, как отмечает А. Е. Ферсман, будет прямым доказательством хемогенного бокситообразования, по А. Д. Архангельскому.

Гидрохимический перенос глинозема может быть связан либо с районами моря, аномально богатыми органическим веществом, либо с озерами и болотами, содержащими гуминовые кислоты, определяющие  $pH$  и  $Eh$  воды. Если растворы, содержащие алюминий, железо и марганец, попадают в водоем с высоким окислительным потенциалом, вначале выпадает марганец, несколько позже железо и затем глинозем. В этом случае шамотит не образуется, алюминий связывается с железом и происходит разрыв между осаждением марганца, с одной стороны, и алюможелезистого материала — с другой.

Таким образом, отмечал А. Е. Ферсман, с геохимической точки зрения находят обоснование высказывания А. Д. Архангельского [1937] о том, что бокситы представляют собой нормальные осадочные химические породы, среди которых по условиям образования, по минералогическому составу и по условиям залегания можно выделить два типа — морские и озерно-болотные бокситы. Бокситы морского типа залегают среди известняков, образуя выдержанные пласты, которые могут быть прослежены на большие расстояния. В минералогическом отношении они характеризуются тем, что нередко содержат шамотит и переходят в диаспор-шамотитовые, шамотитовые и гематитовые руды. Бокситы озерного типа залегают среди песчано-глинистых пород, нередко содержащих угли, и образуют линзы и неправильные пластообразные залежи. Шамотит в них встречается, по-видимому, лишь в редких случаях. Бокситы этого типа чрезвычайно часто переходят в бобовые железные руды.

Поставщиком глинозема для формирования бокситов предполагалось не только гумидное химическое выветривание, но и «сульфидное выветривание» [Архангельский, 1937], «сульфатное выветривание» [Яншин, 1937], «отбеливающее выветривание» под воздействием серной кислоты [Пустовалов, 1940], «подболотное серно-кислотное выветривание» [Горецкий, 1960; Казаринов, 1958; и др.]. А. Д. Архангельский [1937] предполагал в качестве возможного источника глинозема вулканическую деятельность, а также участие микроорганизмов в разложении алюмосиликатов с высвобождением окиси алюминия.

По А. И. Кривцову [1968], источником глинозема для формирования осадочных месторождений бокситов платформенного типа может быть кора выветривания основных или близких к ним алюмосиликатных пород на стадии монтмориллонитового профиля вне тропической и субтропической климатических зон.

М. П. Нагорский [1966] показал возможность хемогенно-осадочного образования бокситов в шамотитовой зоне верхнемелового Западно-Сибирского железорудного бассейна.

Осадочное происхождение бокситосодержащих отложений альб-сеномана Туруханского района обсуждалось в работах К. В. Боголепова



и Е. И. Пельтека [1957, 1958], В. П. Казаринова [1958, 1960], В. А. Каштанова, А. В. Гольберта [1961, 1963], И. В. Дербикова, В. А. Каштанова [1967] и других исследователей. Их образование связывалось с размывом и переотложением бокситового материала, ранее сформированного на трапах Сибирской платформы и поднятиях в пределах Западно-Сибирской плиты.

При дополнительном изучении вещественного состава валунов бокситов из современного аллювия рек и условий залегания альб-сеноманских бокситосодержащих отложений [Каштанов, 1968, 1971а, 1983] в них отмечена галька элювиальных (остаточных) бокситов и установлено некоторое сходство бокситов с геосинклинальными (по классификации Ю. К. Горецкого [1960]). Были высказаны предположения о возможном влиянии на условия их образования мелового вулканизма [Каштанов, 1971а; Каштанов, Ван, 1972; Ван, 1977; Резапов, Черкасов, 1976, 1977].

Имеющиеся материалы по бокситоносным районам земного шара [Богатырев, 1971; Боголепов, 1961; Броневова, 1974; Бушинский, 1971; Вольфенден, 1964; Вялухин, 1981; Сапожников, 1971; Хозе, 1964; и др.] показывают, что для бокситообразования необходимо благоприятное сочетание ряда факторов, таких, как тропический или субтропический переменнo-влажный климат, спокойная тектоническая обстановка и наличие благоприятного для химического разложения алюмосиликатного субстрата. Такие условия в пределах приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы существовали в апт-альбе, возможно, кампан-маастрихте и эоцене (см. рис. II.7) [Боголепов, Пельтек, 1957, 1958; Боголепов, 1961; Казаринов, 1958; и др.].

Существование апт-альбской коры выветривания латеритного типа устанавливается, как уже отмечалось, по ее продуктам, встречающимся в прибортовых частях региона (кийская свита; см. рис. I.1, II.7). В это время в пределах платообразных и слабовсхолмленных поверхностей выравнивания происходили процессы латеритообразования, снос и переотложение продуктов латеритизации в близрасположенные водоемы с образованием аллювиально-озерных и карстовых бокситов [Казаринов, 1958; Боголепов, Пельтек, 1958; Боголепов, 1961; и др.]. На этом, как указывают некоторые исследователи Западно-Сибирской плиты [Гольберт и др., 1968], процесс бокситообразования в пределах приенисейской ее части заканчивался.

Однако, согласно Н. М. Страхову [1960], химическое выветривание осуществляется стадийно. В первую стадию, протекающую в условиях щелочной среды, кора выветривания обогащается железом, алюминием и титаном, теряя кремнезем, калий, натрий, кальций, частично марганец.

Вероятно, на этом этапе и заканчивается эпоха апт-альбского латеритообразования в приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Существование щелочной среды обстановки выветривания можно объяснить сменой семиаридного климата готерив-баррема семигумидным климатом апт-альба [Гольберт и др., 1968].

В более позднюю по времени кислую стадию выветривания, по Н. М. Страхову [1960], продолжается разрушение алюмосиликатов с выносом оснований и кремнезема, перераспределением гидроокислов алюминия, железа и марганца внутри аллювия, с образованием их рудных концентраций и миграцией этих соединений из коры выветривания.

В результате этих процессов возникают образования двух принципиально разных типов: а) твердые фазы, остающиеся на месте и образующие так называемую кору выветривания и б) растворы ряда компонентов, в том числе алюминия, железа, марганца, выносимые из выветривающегося субстрата и начинающие мигрировать на площади гумидных зон [Страхов, 1960; Каштанов, 1983].

Кислая обстановка выветривания возникла в альб-сеноманское время в результате смены переменнo-влажного субтропического климата апт-альба гумидным климатом сеномана (см. рис. II.7) [Гольберт и др., 1968].

В этот же этап появляются покрытосеменные растения, которые в очень короткий промежуток времени (поздний альб — турон) полностью сменили голосеменные формы растительности. Основным фактором, предопределившим эту перестройку флоры планеты, было скачкообразное уменьшение содержания углекислого газа в составе атмосферы [Гольберт и др., 1968]. Возможно, в этот этап осуществлялась его массовая сорбция растительностью, перевод в углеводородные соединения в результате ее отмирания и захоронения, что и обусловило создание кислой среды в областях выветривания.

Тектоническая обстановка в альб-сеноманское время в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы была достаточно спокойной с незначительной тенденцией к прогибанию (см. рис. II.7).

Палеоструктурный анализ условий формирования бокситовых горизонтов, проведенный по скважинам Ермаковского, Туруханского и Нижне-Баихского участков по простиранию и вкрест простираения бокситосодержащей толщи альб-сеномана, показывает, что к моменту отложения I горизонта в северной части района началось медленное прогибание территории, продолжавшееся до начала образования III бокситового горизонта. В это время альб-сеноманская трансгрессия охватила Ермаковский, западную и центральную части Туруханского и западную часть Нижне-Баихского участков. Наступавший с севера бассейн был очень мелководным. Превышение наиболее поднятых частей его дна над погруженными вдоль береговой линии с севера на юг составляло 45 м, а с запада на восток не превышало 75 м (рис. IV.22). Продвижение морского бассейна на восток было медленным и растянутым во времени, поэтому на востоке Туруханского и Нижне-Баихского участков нижние бокситовые горизонты вплоть до VI горизонта не формировались (см. рис. IV.17, IV.20, IV.22).

К началу образования III бокситового горизонта произошло незначительное воздымание центральной части района и кратковременная регрессия моря. Последовавшая за этим трансгрессия обусловила формирование IV—VI бокситовых горизонтов. При этом имела место смена обстановки осадконакопления вдоль береговой линии.

Формирование VII и VIII бокситовых горизонтов относится к моменту стабилизации бассейна в пределах Ермаковского и центра Туруханского участков и продвижения его границы к югу от Нижне-Баихского участка. Для этой территории палеоструктурные построения затруднены из-за ненадежности корреляций бокситовых горизонтов, вскрытых скважинами ПГО «Красноярскгеология» в районе рек Комсы, Бахты, Вар-

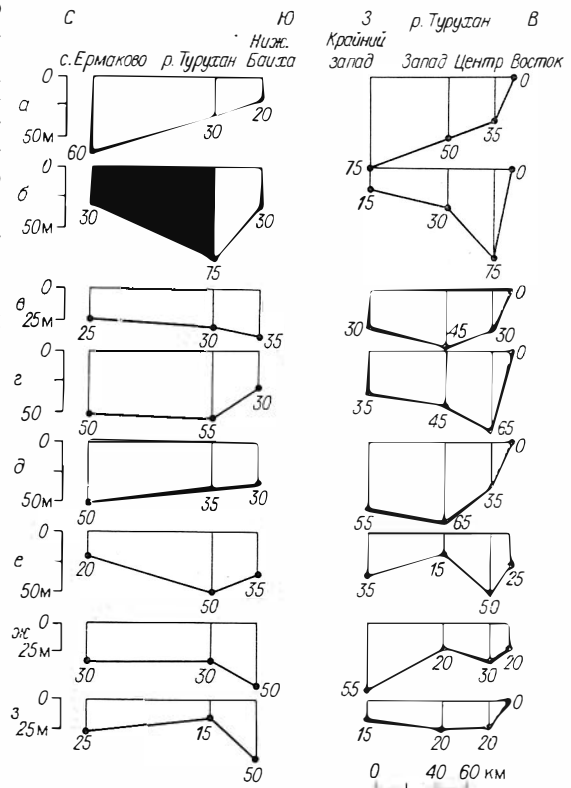


Рис. IV.22. Палеоструктурные профили времени формирования бокситовых горизонтов.

Положение поверхности: а — I горизонта к началу формирования II горизонта; б — II горизонта к началу формирования III; в — III горизонта к началу формирования IV; г — IV горизонта к началу формирования V; д — V горизонта к началу формирования VI; е — VI горизонта к началу формирования VII; ж — VII горизонта к началу формирования VIII; з — VIII горизонта к началу формирования отложения турона.

Распределение гравийно-галечного материала по типам пород различных боксито-держущих участков, %

Тип пород по грануломет- рип	Ермаково (центр)	Турухан				Нижняя Баиха (запад)	В среднем по району
		Крайний запад	Запад	Центр	Восток		
Песчано-алевритовые	78	86	67	68	75	71	74
Гравелитовые	22	14	33	32	25	29	26
Разновидности гравели- товых пород по содер- жанию бокситового материала							
бокситоносные	23	36	24	—	76	50	32,7
бокситовые	77	50	50	50	8	27	42
бокситы песчаные	—	14	15	40	16	20	19
бокситы песчани- стые	—	—	11	9	—	3	6
бокситы каменные	—	—	—	1	—	—	0,3

ламовки с горизонтами бокситовых пород р. Турухан. Однако принадлежность их к единому бокситоносному бассейну не вызывает особых сомнений. Возможно, здесь развиты верхние VII и VIII бокситовые горизонты, отвечающие максимальной трансгрессии альб-сеноманского бассейна.

Как уже отмечалось, бокситосодержащие отложения Туруханского района представлены пелитовыми, псаммитовыми и псефитовыми осадками озерно-болотных, мелководно- и прибрежно-морских фаций, сформировавшихся в условиях медленных колебательных движений на фоне альб-сеноманской трансгрессии.

Морем, наступавшим с северо-запада на область приморских болот и низменную сушу, заливались и частично размывались и переотлагались массы с терригенными и хемогенными осадками, растительным веществом и продуктами химического выветривания.

Теплый и влажный климат, обильная растительность обеспечивали благоприятный режим для гумидного химического выветривания, по Н. М. Страхову [1960].

У дна болот могла создаваться восстановительная среда, приводившая к появлению закисных минералов с образованием сидерита, пирита или марказита, вивьянита и др. Этот минеральный комплекс подтверждается разрезами скважин Нижне-Баихского, Туруханского и Ермаковского участков.

Наиболее благоприятными площадями для формирования на них продуктов химического выветривания могли быть низменные заболоченные пространства приморской равнины и низкие плоские острова, сложенные, как предполагается [Каштанов, Ван, 1972; Ван, 1977], тефроидами основного или среднего состава, в пределах которых могли формироваться как водно-осадочные, так и остаточные бокситы.

Химическому разложению могли подвергаться разные алюмосиликатные породы (глинисто-песчано-гравелистые отложения) береговой зоны, островов и ложа альб-сеномана.

Частая встречаемость в ядрах бобовин бокситов выветрелых обломочков базальтоидов подтверждает обилие тефроидного материала в перемывавшихся массах.

Наличие местных источников гравийно-галечного материала, подвергавшихся химическому выветриванию, устанавливается по распределению гравелитовых пород по площади (табл. IV.25). Наиболее обогащены псефитовым материалом разрезы центральной и западной частей Туруханского и Нижне-Баихского участков вблизи Волковского, Верхне-Баихского и Фарковского локальных поднятий (см. рис. II.6).

Приуроченность горизонтов песчаных, песчанистых и каменных бокситов к этим же участкам свидетельствует о поступлении бокситового

материала с поднятий, представлявших собой острова среди альб-сеноманского морского бассейна, и его осаждении в мелководно-прибрежной зоне, где концентрируется псефитовая фракция, в том числе и бобовины. Те же закономерности намечаются и вдоль береговой линии. Этим же можно объяснить отсутствие залежей УВ в пределах вышеуказанных локальных поднятий, так как весь углеводородный потенциал пошел на восстановление бедных разностей бокситовых пород до богатых разновидностей.

Хотя массовое поступление продуктов химического выветривания в приенисейскую часть области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы осуществлялось в верхнемеловое время (сиговский фосфато-железорудный горизонт), кимеридж-вожское (железные руды нижнебаихского горизонта), альб-сеноманское (бокситы Турухана) и сеноманское (железные руды нарымского и туруханского горизонтов) время, снос с траппов Сибирской платформы начался только в альб-сеноманское время. Поэтому в ее пределах могли формироваться осадочные толщи мезозоя вплоть до бокситосодержащих отложений альб-сеномана со всем комплексом рудных концентраций, установленных в пределах приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Это необходимо учитывать при оценке перспектив рудоности западной части Сибирской платформы.

В результате кислого гумидного выветривания образовывались истинные растворы солей алюминия, железа, титана и других минералов, которые, соединяясь с грунтовыми сильно разбавленными водами, создавали коллоидные растворы.

Трансгрессирующее море само приближалось к продуктам кислого гумидного выветривания, затопляя участки приморских болот и сокращая тем самым пути миграции коллоидных растворов.

Благоприятные условия для коагуляции растворов существовали на границе суша — море, в области смены кислой обстановки континентальных вод на щелочную морскую, где и происходило массовое осаждение коллоидных частиц.

Осаждаясь, этот тонкодисперсный материал в бассейне седиментации претерпевал некоторую дифференциацию при дальнейшем перемещении в зависимости от геохимической зональности состава вод.

К берегам островов и низменной суши тяготеют концентрации бокситового материала гидраргиллит-маггемит-гематитового состава, поступавшего частью и в виде взвесей (бокситовые фации).

На некотором удалении от береговой линии отлагались гидраргиллит-шамозитовые бобовники с шамозит-гидраргиллитовым цементом (шамозитовые фации). В составе шамозитовой фации можно выделить фосфатные, сидеритовые и глауконитовые субфации.

Коагулировавший в осадок алюможелезистый материал претерпевал диагенетические преобразования. В результате этих процессов могло происходить перераспределение вещества, приводившее к образованию новых мелких бобовин, замещению одних минералов цемента другими, образованию порового цемента при вытеснении из илов воды.

В процессе накопления и раннего диагенеза бобовники под действием в основном волноприбойных движений частично переотлагались. Однако форма бобовин в бокситовых породах и бокситах Турухана свидетельствует в пользу незначительного их переотложения в разных типах бокситов и усиления процессов переотложения бобовин в местах формирования бокситовых и бокситоносных пород (табл. IV.26).

Обычно в бокситах и бокситовых породах наблюдается совместное присутствие терригенных частиц и сингенетичных минералов, распределенных в разных ингредиентах пород неравномерно (табл. IV.27).

Вмещающие породы состоят в основном из явно терригенной компоненты — кварца и полевых шпатов. В незначительных количествах отмечаются магнетит-ильменит, эпидот-цоизит, циркон, анатаз, сидерит. Бок-

Характер формы бобовин и их количественных отношений  
(% от общего числа частиц размером 0,5 мм)

Порода	Кол-во наблюдений В т. ч. по скважинам	Бобовины		
		Неповрежденные	Угловатые обломки	Окатанные обломки
Бокситоносная	24	21	22	57
	17	20	23	57
Бокситовая	28	44	14	42
	13	48	10	42
Боксит песчаный	30	56	11	33
	7	58	8	34
Боксит песчанистый	36	63	9	28
	5	74	2	24
Боксит каменистый	47	70	7	23
	5	74	7	19
По всем типам пород	165	54	12	34
	47	44	13	43

Примечание. Совпадение результатов наблюдений по алеволу и по скважинам свидетельствует о полной идентичности исследованного бобового бокситового материала. Переотложенная галька бокситов не анализировалась.

ситы содержат как терригенную, так и аутигенно-хемогенную составляющие.

Бокситовая галька из бокситов сложена в основном корундом, минералами гидроокислов железа, маггемитом.

В бобовинах бокситов количество корунда уменьшается, появляются гидраргиллит и железистый алюмогель.

Цемент бокситов включает в себя терригенный кварц-полевошпатовый материал с примесью гидрослюды и цеолитов и хемогенное алюможелезистое вещество, состоящее в основном из алюмогеля, гидраргиллита, бемита, корунда, а также из гидроокислов железа и железо-марганцевого фосфата — дюфренита (см. табл. IV.8).

Основным железосодержащим минералом в бокситах Турухана является шамозит. Он входит в состав бобовин и цемента бокситовых пород и бокситов и обеспечивает до 60 % от общего содержания железа.

Как отмечают А. П. Никитина и В. И. Сиротин [1967], в бокситах КМА шамозит становится породообразующим и на многих участках основным кремнесодержащим минералом. Вклад его в общее содержание железа в бокситах здесь составляет 50—70 %.

Т а б л и ц а IV.27

## Содержание минералов во вмещающих породах, бокситах и их ингредиентах, %

Материал	Кол-во определений	Терригенные минералы						Существенно хемогенные минералы										
		Кварц	Полевой шпат	Маршизит, ильменит	Эпидот-цокизит	Циркон	Рутил, анатаз	Сидерит	Корунд	Гидраргиллит	Бемит	Железистый алюмогель	Гематит	Маггемит	Гетит	Шамозит	Гидрослюда	Цеолит
Глины, алевролиты, песчаники	9	40	50	5	1	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бокситы	6	5	—	5	—	—	—	5	2	36	—	—	5	7	15	20	—	—
Бокситовая галька из бокситов	1	5	—	7	—	—	—	—	58	—	—	—	15	6	2	—	—	—
Бобовины бокситов	1	8	—	3	—	—	—	—	24	28	—	5	15	9	5	—	—	—
Цемент бокситов	1	29	5	2	—	—	—	—	1	6	1	22	—	20	—	8	5	1

Наши представления о генетической связи углеводов и рудогенеза, заключающейся в метасоматическом (пострудном) преобразовании (перераспределении) рудообразующих элементов в результате миграции углеводов и других природных газов через перекрывающие (в том числе рудоносные) толщи, подтверждаются структурами перекристаллизации бокситов.

Эпигенетические преобразования гидроокислов глинозема в бокситовых породах и бокситах Турухана устанавливаются по структурам перекристаллизации диаспора и гидраргиллита.

Диаспор образует мелкокристаллические (0,005—0,01 мм) агрегаты из короткостолбчатых призм в кокардовых и петельчатых структурах цемента, а также выполняет трещины в бобовинах (см. Приложение 1, табл. IV, рис. 3).

Гидраргиллит образует кристаллизационные структуры в виде щеток вокруг бобовин, микрозернистые агрегаты в цементе и в поровом пространстве между бобовинами. Кристаллы гидраргиллита достигают 0,5 мм и более (см. Приложение 1, табл. V, рис. 1, 2).

Бемит развит крайне редко и встречается вместе с гидраргиллитом.

Корунд в бокситах установлен только рентгенографически.

Основная масса цемента бокситов сложена алюможелезистым гелем (см. Приложение 1, табл. V, рис. 3). Минералогическая форма слагающих его соединений не устанавливается ни рентгенографическим, ни термическим анализом.

В бокситах Турухана часто наблюдаются эпигенетические замещения кальцитом отдельных участков гидраргиллит-шамозитового и шамозитового цемента (см. Приложение 1, табл. V, рис. 4).

Наконец, весьма часто наблюдается окисление шамозитового и сидеритового цемента до гидрогетитового. Отмечается каолинизация алюмосиликатных минералов бокситовых пород в верхних частях горизонтов, что может быть связано с регрессией и осушением участков бассейна или с перераспределением рудного вещества в результате миграции через рудоносные толщи углеводородных и других природных газов.

Судя по данным бурения в бассейне р. Турухан, в альб-сеноманское время было около восьми этапов бокситообразования (рис. IV.23). Не исключена возможность размыва и переотложения некоторой части бокситосодержащих горизонтов, однако к обогащению осадков бокситовым материалом этот процесс не приводил.

Весь вышеизложенный материал свидетельствует об уникальности условий бокситообразования в приенисейской части Западно-Сибирской плиты. Здесь одновременно проявились следующие факторы, благоприятствующие процессам бокситообразования:

- 1) теплый гумидный климат с обильной растительностью, создававший условия устойчиво кислой среды на водосборной площади, способствовавшие химическому выветриванию;

- 2) благоприятная для выветривания палеоландшафтная обстановка на суше (наличие заболоченных приморских равнин и плоских островов, сложенных алюмосиликатными породами);

- 3) контакт кислых гумидных эпиконтинентальных вод со щелочными морскими, обусловивший коагуляцию алюможелезистого материала в прибрежно-морских условиях;

- 4) совмещение в прибрежной зоне моря хемогенной и терригенной отсадки бокситового материала;

- 5) воздействие массовой миграции УВ и других природных газов на рудоносные толщи;

- 6) вулканизм, синхронный осадконакоплению.

В кампан-маастрихте в процессе формирования туруханского железорудного горизонта вблизи береговой линии и островов аналогично могли отлагаться высокоглиноземистые железные руды и железистые бокситы (см. табл. IV.2, IV.5; см. Приложение 1, табл. IV, рис. 1).

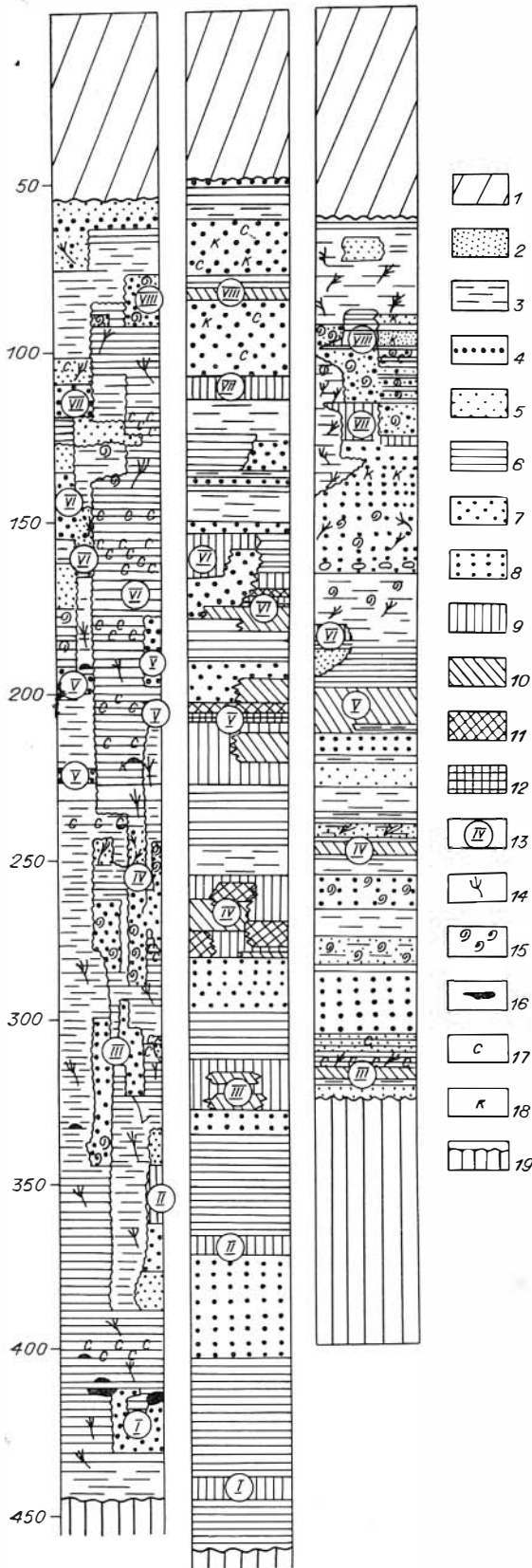


Рис. IV.23. Сводные литологические разрезы бокситосодержащих отложений альб-сеномана приенисейской части области сочленения ЗСП и СП.

1 — четвертичные отложения; 2—12 — альб-сеноманские отложения; 2 — песчаники, 3 — алевролиты, глины; 4—6 — бокситоносные гравелисты (4), песчаники (5), глины (6); 7—9 — бокситовые гравелисты (7), песчаники (8), алевролиты, глины (9); 10—12 — бокситы песчаные (10), песчанистые (11), каменистые (12); 13 — номера бокситовых горизонтов; 14 — растительные остатки; 15 — фауна; 16 — обугленная древесина; 17 — сидеритизация; 18 — каолинитизация; 19 — отложения, подстилающие бокситосодержащую толщу.

Анализ соотношений основных рудообразующих окислов ( $FeO$ ,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ ) в различных типах бокситовых месторождений СССР (рис. IV.24) показывает определенную их дифференциацию по группам в зависимости от химического состава, что позволяет классифицировать известные месторождения по общности вещественного состава и, возможно, условий образования.

Группу I в рассмотренной выборке (рис. IV.25) составили бемитовые и гидрагиллитовые пористые бокситы Ольховатской и Висловской залежей Воронежской антеклизы и гальки бокситов из сеноман-туронских отложений заполярной части Западно-Сибирской плиты. Эта группа по химическому составу характеризуется значительным преобладанием содержаний глинозема над окисным железом и преобладанием закисных форм железа над окисными.

Бокситы Воронежской антеклизы, по А. П. Никитиной [1975], являются латеритными, а наличие в них шамозита объясняется сменой окислительных условий латеритного профиля на восстановительные в результате регионального погружения и заболачивания, вызывавшего редукцию железа, его привнос и перераспределение.

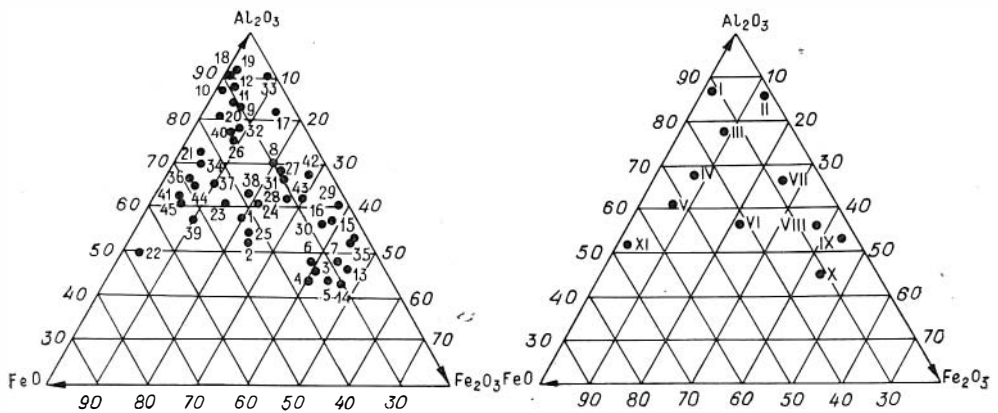


Рис. IV.24. Диаграмма химического состава бокситов различных месторождений СССР.

Туруханский район: 1 — бокситоносные (среднее из 46) и 2 — бокситовые (среднее из 54) породы; 3 — бокситы песчаные (среднее из 43), 4 — песчанистые (среднее из 31) и 5 — каменистые (среднее из 34); 6 — бурые (среднее из 6) и 7 — черные (среднее из 5) бобовины бокситов; 8 — галька бокситов из бокситовых пород и бокситов; 23 — глиноземисто-шамозитовая руда туруханского горизонта кампан-маастрихта. Заполярные Западной Сибири, газовые месторождения: 9 — Уренгойское, 10 — Медвежье, 11 — Юбилейное, 12 — Русское [Ежова, Ушатинский, 1973]. Руч. Сухой (Туруханский район), бокситы: 13 — песчанистые, 14 — песчаные, 15 — красные. Тиман, бокситы каменистые: 16 — красные, 17 — зеленые [Демина, Кузьмина, 1975]. Воронежская антеклиз: 18 — боксит гиббитовый пористый, Ольховатская залежь; 19, 20 — боксит бежевый пористый; 21 — боксит шамозит-бемитовый; 22 — бемит-шамозитовая порода, Висловская залежь [Никитина, 1975]. Северо-уральский бассейн (СУБР): 24, 25 — боксит красный маркий, содержащий незначительное количество амфибор (24), и обогащенный ими (25) [Гладковский п. др., 1975]. Карпинский район Урала, бокситы: 26 — серый, Богословский выход, 27 — красный, 2-е Талицкое месторождение, 28 — красный, Тотинское месторождение [Гипп и др., 1980]. Южный и Средний Урал: 29 — песчаный зеленоватосерый, Юрюзань-Айский участок; 30—35-бокситы (30 — красные, Папшинский участок, 31 — красные, 32 — зеленовато-серые, Кузьминский участок, 33 — светло-серые, 34 — темно-серые, Осинковский участок, 35 — красные, Колыхатовский участок [Шарков, 1980]). Средняя Азия: 36—39 — бокситы (36 — темно-серый, 37 — серый, 38 — темно-зеленый, 39 — черный); 40 — аллит светло-серый; 41 — снэллит зеленовато-серый, Кайракское месторождение [Коннов, 1958]. Боксонское месторождение: 42 — боксит темно-вишневый гематитовидный; 43 — аллит вишнево-красный микророслоистый; 44 — аллит зеленый; 45 — то же [Орлова, 1958].

Рис. IV.25. Диаграмма группировки бокситов различных месторождений СССР по химическому составу.

I группа — объекты № 9—12, 18—20; II группа — № 17, 33; III группа — № 26, 32, 40; IV группа — № 21, 23, 34, 37, 44; V группа — № 39, 41, 45; VI — группа № 1, 2, 24, 25, 38; VII группа — № 8, 27, 28, 31, 42, 43; VIII группа — № 16, 29, 30; IX группа — № 15, 35; X группа — № 3—7, 13, 14; XI группа — № 22. Номера объектов см. на рис. IV.24.

Галька бокситов заполярной части Западно-Сибирской плиты, хотя и считается некоторыми исследователями переотложившейся из осадков альб-сеномана р. Турухан [Ежова, Ушатинский, 1973; Резапов, Черкасов, 1976, 1977], на самом деле значительно отличается от всех известных здесь бокситовых пород и бокситов. Вероятно, она является продуктом переотложения латеритных бокситов, некогда сформированных вблизи от изученных разрезов, впоследствии измененных мигрировавшими из нижележащих залежей углеводородными газами.

К группе II отнесены светло-бурые бокситы Осиновского участка Среднего Урала и зеленые каменистые бокситы среднего Тимана. Шамозит-бемитовые зеленые бокситы Среднего Тимана формировались, по В. Н. Деминой и А. В. Кузьминой [1975], в восстановительной среде в слабо проточной или застойной обстановке за счет размыва и переотложения латеритных красных марких бокситов. Светло-серые бокситы Среднего Урала также являются переотложившимися в морской бассейн продуктами латеритной коры выветривания.

Группу III представляют зеленовато-серые бокситы Кузьминского участка Среднего Урала, светло-серые аллиты Кайракского месторождения Средней Азии и серые бокситы Богословского выхода Карпинского района СУБРА. Они слагаются диаспор-шамозит-гематитовыми, диаспор-шамозит-каолинитовыми и шамозит-бемитовыми разностями, сформированными в лагунных условиях за счет переотложения бокситового материала из латеритных кор выветривания.



Группа IV объединяет шамозит-бемитовые бокситы Висловской залежи Воронежской антеклизы, серые и темно-серые бокситы Кайракского месторождения Средней Азии и Осиновского участка Среднего Урала, зеленые аллиты Боксонского месторождения и глиноземисто-шамозитовые руды туруханского горизонта кампан-маастрихтского возраста. Все они представляют собой водно-осадочные продукты размыва и переотложения латеритных бокситов и, возможно, хемогенного осадконакопления (Боксон, Турухан).

Близки к ним по составу и условиям образования бокситы группы V, в которую входят зеленовато-серые сиааллиты и темно-зеленые бокситы Кайракского месторождения Средней Азии и зеленые аллиты Боксонского месторождения.

Все эти группы бокситов характеризуются повышенным содержанием шамозита, свидетельствующим о преимущественно восстановительном характере среды осадконакопления.

Группа VI (см. рис. IV.25) объединяет темно-зеленые бокситы Кайракского выхода Средней Азии, красные марки с амфипорами бокситы СУБРа, бокситоносные и бокситовые породы Турухана. Для них характерно равное содержание закисного и окисного железа и хемогенно-осадочное образование со значительным переотложением бокситового материала в бассейне седиментации.

Группу VII представляют гальки бокситов, бокситовых пород и бокситов Турухана, красные бокситы Талицкого и Тотинского месторождений Карпинского района СУБРа и Кусьинского участка Среднего Урала, темно-вишневые и вишнево-красные бокситы Боксонского месторождения. В них преобладают окисные формы железа над закисными, бокситы этой группы представляют собой водно-осадочные продукты переотложения латеритных бокситов в окислительной обстановке осадконакопления.

Группы VIII и IX объединяют зеленовато-серые песчаники Южного Урала, красные бокситы Среднего Тимана, Пашийского и Кольхматовского участков Среднего Урала и руч. Сухого Туруханского района. Бокситы этой группы отлагались в окислительной обстановке и характеризуются значительными превышениями содержаний окисного железа над закисным.

Наконец, группа X представлена хемогенно-осадочными бокситами Турухана, руч. Сухого и их ингредиентами. Эта группа характеризуется равным содержанием глинозема и окисного железа и постоянным присутствием шамозита. Они формировались в прибрежно-морских условиях в результате трансгрессии альб-сеноманского морского бассейна и смены кислой обстановки в условиях коры выветривания на щелочную в бассейне седиментации, а также воздействия УВ газов после литификации осадков.

Равные содержания глинозема и закисного железа характерны для бокситовых пород бемит-шамозитового состава Висловской залежи Воронежской антеклизы (группа XI). Они слагают самые верхние части латеритного профиля и, как указывает А. П. Никитина [1975], образование шамозита в них вызвано редукцией железа во время восстановительного этапа преобразования рудных залежей. Однако анализ приведенной диаграммы (см. рис. IV.25) не позволяет согласиться с этим высказыванием. Скорее всего, здесь имело место либо осаждение шамозита в восстановительной озерно-болотной обстановке в результате выноса железа и глинозема из коры выветривания, либо осуществлялся процесс конвергентного бокситообразования путем хемогенно-осадочного диагенетического и метасоматического преобразования за счет миграции УВ.

Имеющиеся данные позволяют все известные бокситовые месторождения разделить по условиям образования на три типа: остаточные, хемогенно-осадочные и переотложенные. Выделение этих типов не ново, их характеристики можно найти у многих исследователей [Архангельский,

1937; Малявкин, 1937; Горецкий, 1960; Бушинский, 1958; Пельтек, 1967; и др.]\*.

К остаточным относятся бокситы, сохранившиеся на месте своего образования в составе коры выветривания. Они формируются в условиях тропического влажного климата за счет разложения материнских пород обильными атмосферными осадками с периодическим чередованием сухих и влажных сезонов. Для них характерны сингенетичная раскристаллизация минералов свободного глинозема, отсутствие алюмосиликатных минералов и, в силу этого, высокое качество бокситов.

К хемогенно-осадочным относятся бокситы, отложившиеся из растворов в водном бассейне. Они формируются в условиях теплого влажного климата при разложении материнских пород кислыми растворами (гумидное выветривание), высвобождении, переносе и химическом осаждении компонентов боксита в конечных водоемах стока.

Для хемогенно-осадочных бокситов типичны колломорфные структуры алюможелезистого материала, диагенетически образованные минералы свободного глинозема, изоморфизм алюминия и железа, присутствие алюмосиликатов в виде каолинита или шамозита и в результате — постоянно повышенные содержания железа, иногда кремнезема и относительно невысокие, но кондиционные содержания глинозема.

Переотложенные бокситы составляют, вероятно, самый распространенный тип, однако промышленных скоплений они, как правило, не создают, так как имеют низкое качество или небольшие запасы. Они формируются в результате разрушения, механического переноса и отложения бокситового материала в благоприятной ландшафтной обстановке. При сочетании оптимальных климатических и физико-химических условий в местах отложения бокситового материала может произойти его обогащение минералами свободного глинозема в результате диагенеза, ресилификации, выноса железа и добокситизации за счет массовой миграции углеродородных и других природных газов через бокситоносные толщи.

Для бокситов этого типа характерны новообразованные формы минералов глинозема, выполняющих трещины, полости, каверны и пустоты как в бокситах, так и во вмещающих породах. В результате происходит улучшение качества бокситов вплоть до кондиционных разностей.

Каждый из указанных типов бокситов можно классифицировать по различным признакам.

Остаточные бокситы классифицируются: по составу исходных пород (на изверженных, осадочных, метаморфических и других породах); по структурно-морфологической приуроченности (на вулканических куполах, плато, пенебленах и т. д.). Например, остаточные бокситы на базальтах плато Моос-Вейл, Новый Южный Уэльс, Австралия [Валетон, 1974].

Хемогенно-осадочные бокситы можно классифицировать: по типу бассейна бокситонакопления (морской, озерный, речной и т. д.); по тектонической приуроченности бассейна бокситонакопления (платформенный, геосинклинальный, краевых, передовых, межгорных прогибов и т. д.). Например, хемогенно-осадочные морские геосинклинальные бокситы Салаирского кряжа [Нагорский, 1958]; хемогенно-осадочные прибрежно-морские платформенные бокситы Турухана [Каштанов, 1983].

Переотложенные бокситы можно классифицировать: по способу переноса бокситового материала (гравитационный, эоловый, атмосферный, в том числе пепловый, аллювиальный и т. д.); по условиям залегания бок-

---

\* Такое группирование позволяет снять спорные вопросы имеющих генетических классификаций и объективно подойти к промышленной оценке того или иного типа бокситов в зависимости от их генезиса. Однако наложение метасоматических процессов на каждый из этих типов бокситов в результате массовой миграции через них УВ и других природных газов приводит к образованию всего одного типа бокситов — конвергентного. Это обстоятельство необходимо учитывать не только при изучении вещественного состава и условий образования бокситов, но и при промышленной оценке перспектив бокситоносности того или иного района, особенно в областях со значительными запасами УВ.

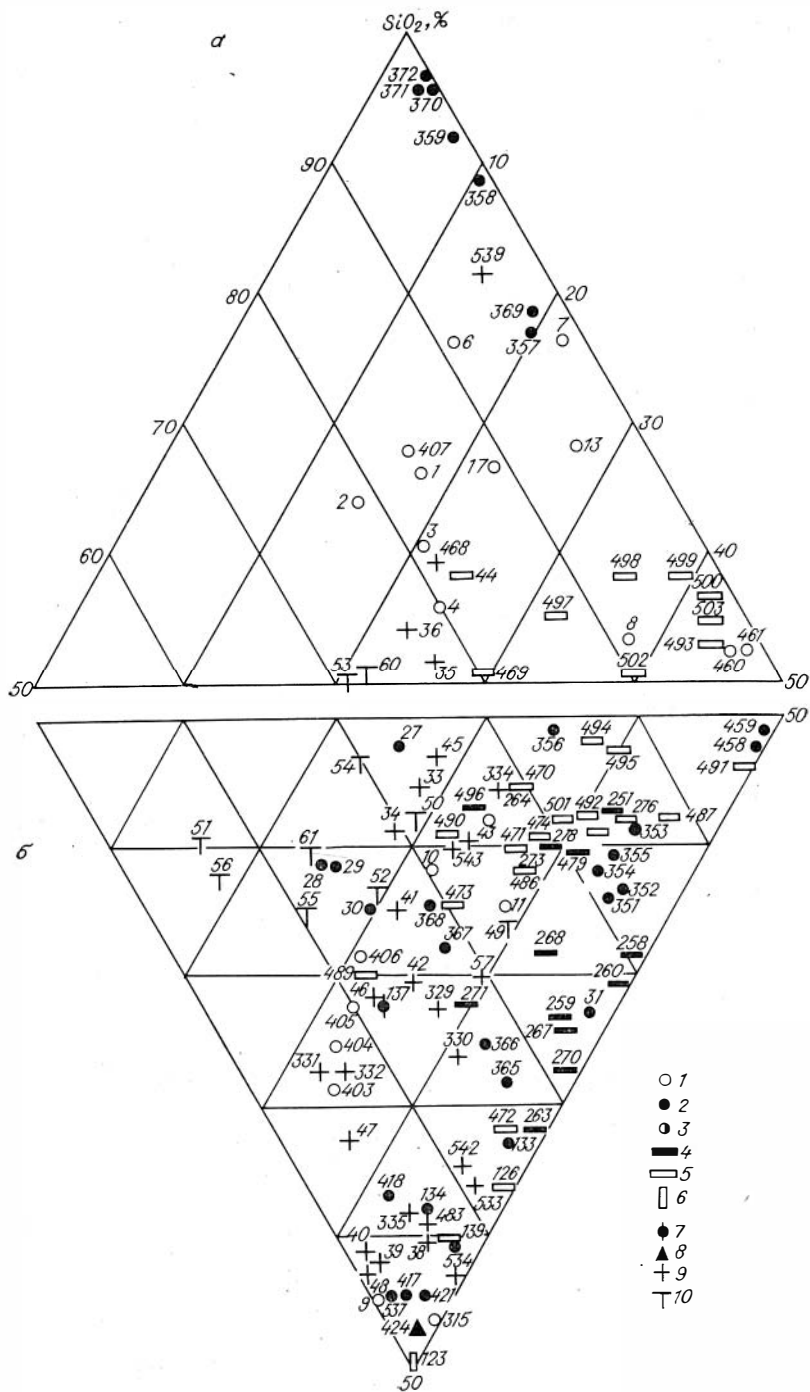
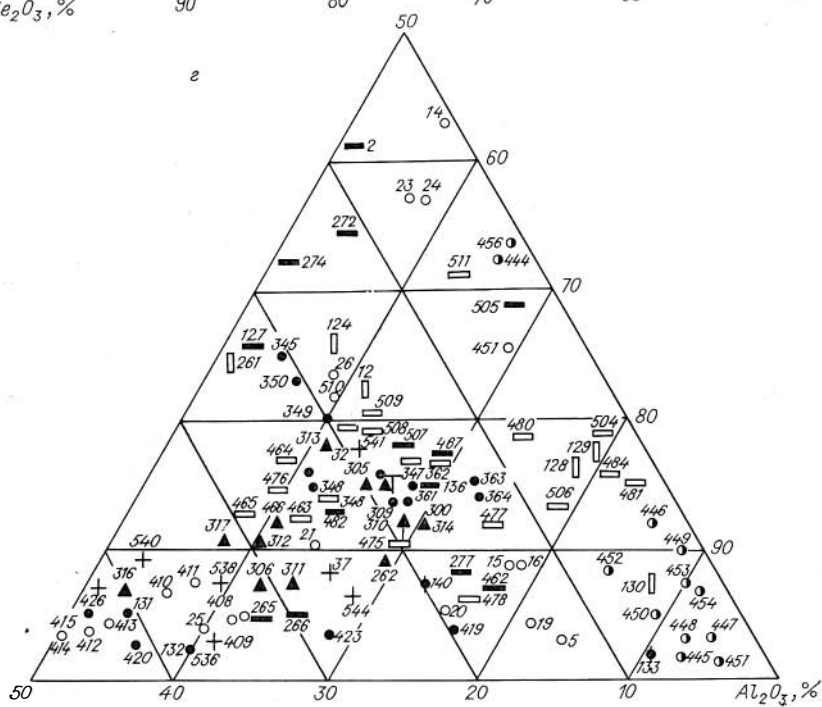
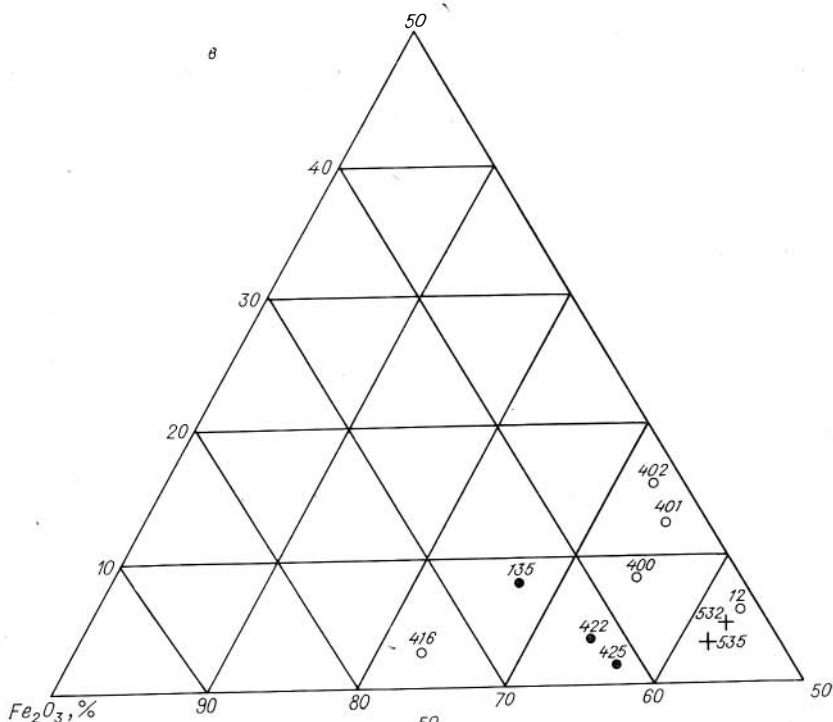


Рис. IV.26. Треугольные диаграммы химического состава пород. а — исходных для бокситообразования материнских; б — алюможелезо-кремнистых бокситовых; в — осадочных глиноземисто-железных руд в бокситовых месторождениях; г — бокситов. 1 — латериты, материнские исходные породы, бокситовые породы и бокситы различных месторождений земного шара; 2 — материнские исходные породы и бокситы Австралии; 3 — бокситы и каолины Арканзаса, США; 4 — бокситы и бокситовые поро-

ситов (склоновый, долинный, речной, озерный, карстовый, морской и т. д.); по проявлению диагенеза (диагенетический). Так, например, делювиальные карстовые диагенетические бокситы Енисейского края [Боголепов, 1961а] и — по их конвергенции — конвергентные бокситы туруханского типа.



ды Боксонского месторождения, Восточная Сибирь, СССР; 5—8 — бокситы и бокситовые породы на территории СССР, 5 — верхнего палеозоя восточного склона Урала, 6 — Северо-Онежского бокситоносного района, 7 — Среднего Тимана, 8 — апт-альба восточного склона Урала; 9 — вмещающие породы, бокситовые породы и бокситы альб-сеномана Таз-Енисейского междуречья, Западная Сибирь, СССР; 10 — глиноземисто-железные руды Таз-Енисейского междуречья, СССР.

Приведенные примеры не исчерпывают возможного многообразия классификаций, которые можно получить по различным параметрам, причем это многообразие может свестись лишь к одному конвергентному типу бокситов, о чем было сказано выше.

О многообразии процессов бокситообразования и его конвергенции

можно судить по анализу химического состава бокситов земного шара (рис. IV.26). Как видно из диаграмм, все бокситы и материнские, в том числе вмещающие их породы, достаточно надежно подразделяются на четыре группы 1) субстрат для латеритов, или вмещающие (для хемогенно-осадочных и переотложенных бокситов) породы; 2) алюможелезо-кремнистые (бокситовые) породы; 3) глиноземисто-железные руды, многими исследователями относимые к бокситам (см. Приложение II); 4) бокситы.

Основные месторождения СССР, в том числе и области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, входят во вторую (в основном) и частично в четвертую группы пород, что лишнее раз подтверждает вывод о хемогенно-осадочном и зачастую переотложенном генезисе основной массы месторождений бокситов СССР.

Как видно из диаграммы, основная масса исходных материнских пород, бокситовых пород и бокситов по абсолютному содержанию рудообразующих окислов характеризуется следующими значениями:  $\text{SiO}_2 < 70 \%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 > 30 \%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 70 \%$ . В случае перестройки диаграммы с началом отсчета по этим значениям из нее практически исключаются первая и третья группы и остается группа алюможелезо-кремнистых (бокситовых) пород (вторая) и бокситов (четвертая). К числу исключенных объектов в этом случае относятся материнские породы Австралии, Индии, Бразилии, Урала и Тимана, бокситоносные и часть бокситовых пород Турухана и глиноземисто-железные руды Кауаи, Тимана и Турухана (см. рис. IV.26 и Прил. 2).

Песчаные, песчанистые и каменистые бокситы области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, как видно из диаграммы, входят в основном в состав второй группы, характеризующейся относительно невысоким качеством руд. Незначительное количество бокситов Турухана входит в состав четвертой группы (см. рис. IV.26).

Улучшению качества бокситов, как уже неоднократно подчеркивалось, способствовали процессы диффузной и струйной миграции углеводородных газов через рудоносные толщи, приводившие к метасоматическим преобразованиям рудного вещества с новообразованием минералов свободного глинозема [Каштанов, 1985]. Кроме названного туруханского типа, в эти группы входят бокситы аллювиального, карстового, делювиального, озерного и других генетических типов. Таким образом, конвергентность процессов бокситообразования имеет достаточно широкое пространство.

#### IV.2.4. Проблема поисков кондиционных бокситов и обогащения бедных разновидностей бокситовых пород

Альб-сеноманские бокситсодержащие породы, как уже отмечалось, слагаются бокситовыми породами и бокситами, содержащими от 7,23 до 26,66 %  $\text{Al}_2\text{O}_{3\text{св}}$  (см. табл. IV.12). Однако не все эти породы в связи со значительным содержанием  $\text{SiO}_2$  и порой низким содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_{3\text{общ}}$  отвечают требованиям ГОСТа 972—82 (см. табл. IV.12). В то же время в разрезе альб-сеномана отмечаются каменистые бокситы (по петрографическим данным) с явно малым содержанием алюмосиликатов. Обнаружение каменистых бокситов в керне даже при большой удаленности друг от друга (2—16 км) пробуренных скважин в нефтепоисковых профилях и случайном характере (с точки зрения поисков бокситов) мест их заложения дает основание предполагать возможность обнаружения кондиционных разновидностей руд в приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

Систематические находки большого количества валунов и гальки богатых бокситов в аллювии левых притоков Енисея, поступивших сюда, вероятно, из отложений альб-сеномана и, возможно, кампан-маастрихта,

выходы которых установлены в бассейне р. Верх. Байхи и других пунктах, также подтверждают высокую перспективность района.

Возможность обнаружения богатых разностей бокситов подтверждается данными высокоточной аэромагнитной съемки, зафиксировавшей высокоинтенсивные магнитные аномалии на глубинах 50—250 м, связываемые с бокситовыми телами.

Благоприятное для бокситообразования сочетание палеоклиматических, палеолашафтных и физико-химических обстановок выветривания и осадконакопления в районе в альб-сеноманское и кампан-маастрихтское время дает основание предполагать в его пределах богатые разности бокситов.

По данным аэромагнитной съемки площадь возможного распространения бокситосодержащих отложений составляет около 150 тыс. км<sup>2</sup>. Наибольшая насыщенность локальными магнитными аномалиями, связываемыми с бокситоносными телами, наблюдается в северной и южной частях района.

В северной части бокситосодержащие отложения протягиваются вдоль Енисея двумя параллельными полосами шириной 50—125 км (восточная) и 40—75 км (западная) примерно до широты верхнего течения р. Ниж. Байхи (рис. IV.27). Эти полосы удалены друг от друга на 20—40 км. Южнее они сливаются в одну 90-километровую полосу на широте с. Татарское — устье р. Сургутихи. Южнее р. Сургутихи они вновь разделяются на две полосы. Восточная, шириной 12—40 км, в районе с. Нижне-Имбатское переходит в правобережную часть Енисея, захватывая верховья р. Фатьянихи. Далее на юг она прослеживается в нижнем течении р. Комсы, переходит в левобережную часть Енисея и вдоль него продолжается до широты Подкаменной Тунгуски. Западная полоса шириной до 200 км от устья р. Сургутихи протягивается на юг до верхнего течения р. Елогуй и далее, резко сузившись (20—40 км), до верховьев р. Сым. Затем в широтном направлении она прослеживается на восток до соединения с восточной полосой в районе Подкаменной Тунгуски. Такое размещение бокситосодержащих отложений альб-сеномана хорошо увязывается с тектоническим строением района (см. рис. II.1).

Бокситосодержащие осадки выполняют впадины в дорудном рельефе, как правило, приурочиваясь к склонам крупных структурных элементов. Однако в северной части, в пределах Ермаковского, Кедровского, Костровского локальных поднятий бокситосодержащие отложения неизвестны, хотя почти на всех этих структурах имеются отложения альб-сеномана \*. Они представлены здесь континентальными кварцево-каолиновыми песками и песчаниками и озерно-болотными угленосными алеврито-глинистыми осадками. Вместе с тем бокситоносные отложения вскрыты в Маковской, Курейской, Пакулихинской и Фатьянихинской впадинах, они приурочены к бортам Фатьянихинско-Байхского погруженного блока комплекса основания. В южной части района бокситоносные отложения окаймляются с периферии северное продолжение Енисейского кряжа, приурочиваясь к склонам Елогуй-Енисейского выступа комплекса основания (см. рис. II.1).

Таким образом, распределение бокситоносных отложений альб-сеномана в пределах области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы в значительной мере контролируется структурным планом комплекса основания и плитного комплекса, что находит отражение в распределении фаций и в расположении источников бокситового материала (рис. IV.28).

Хотя благоприятной на поиски бокситов является вся полоса распространения морских и озерно-болотных отложений альб-сеномана, основные перспективы связываются с бокситосодержащими отложениями, развитыми в среднем течении р. Ниж. Байхи и к северу от центра Турухан-

---

\* Возможно, в пределах этих структур сохранились проявления углевдордов, не мигрировавших в постсеноманское время.

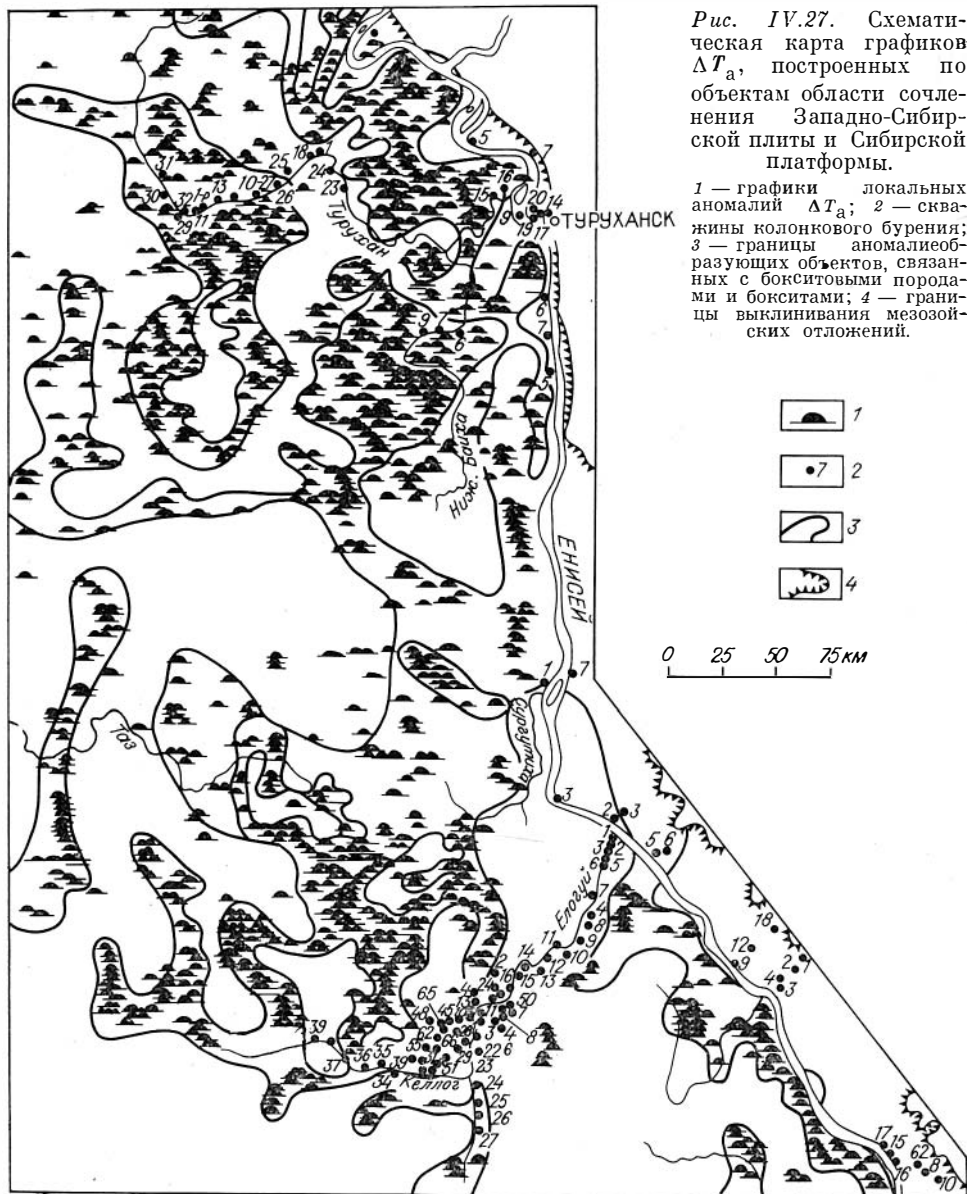


Рис. IV.27. Схематическая карта графиков  $\Delta T_a$ , построенных по объектам области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

1 — графики локальных аномалий  $\Delta T_a$ ; 2 — скважины колонкового бурения; 3 — границы аномалиеобразующих объектов, связанных с бокситовыми породами и бокситами; 4 — границы выклинивания мезозойских отложений.

- 1
- 2
- 3
- 4

0 25 50 75 км

ского участка, вблизи Верхне-Баихского, Волковского и Фарковского локальных поднятий. Здесь фиксируются высокоинтенсивные магнитные аномалии, а в современной аллювии рек — обилие валунов и гальки бокситов. Бокситосодержащие отложения в пределах этой территории вскрыты скважинами.

Большой интерес представляет полоса предполагаемого развития бокситосодержащих отложений к северу от Елогуйского профиля (см. рис. IV.27). Здесь отмечаются высокоинтенсивные аномалии, хотя прямых данных о бокситоносности нет.

Заслуживают внимания и участки вокруг предполагаемых островов, где возможно обнаружение высококачественных бокситов.

Район аномалий западной полосы, связываемых с бокситосодержащими отложениями альб-сеномана и с бокситовым материалом в рудах туруханского горизонта кампан-маастрихта, также представляет значительный интерес, так как в его пределах установлены выходы бокситовых гравийно-галечных пород на дневную поверхность в районе р. Верх. Баихи (обнажение «У озера») и намечена область концентрации бокситового

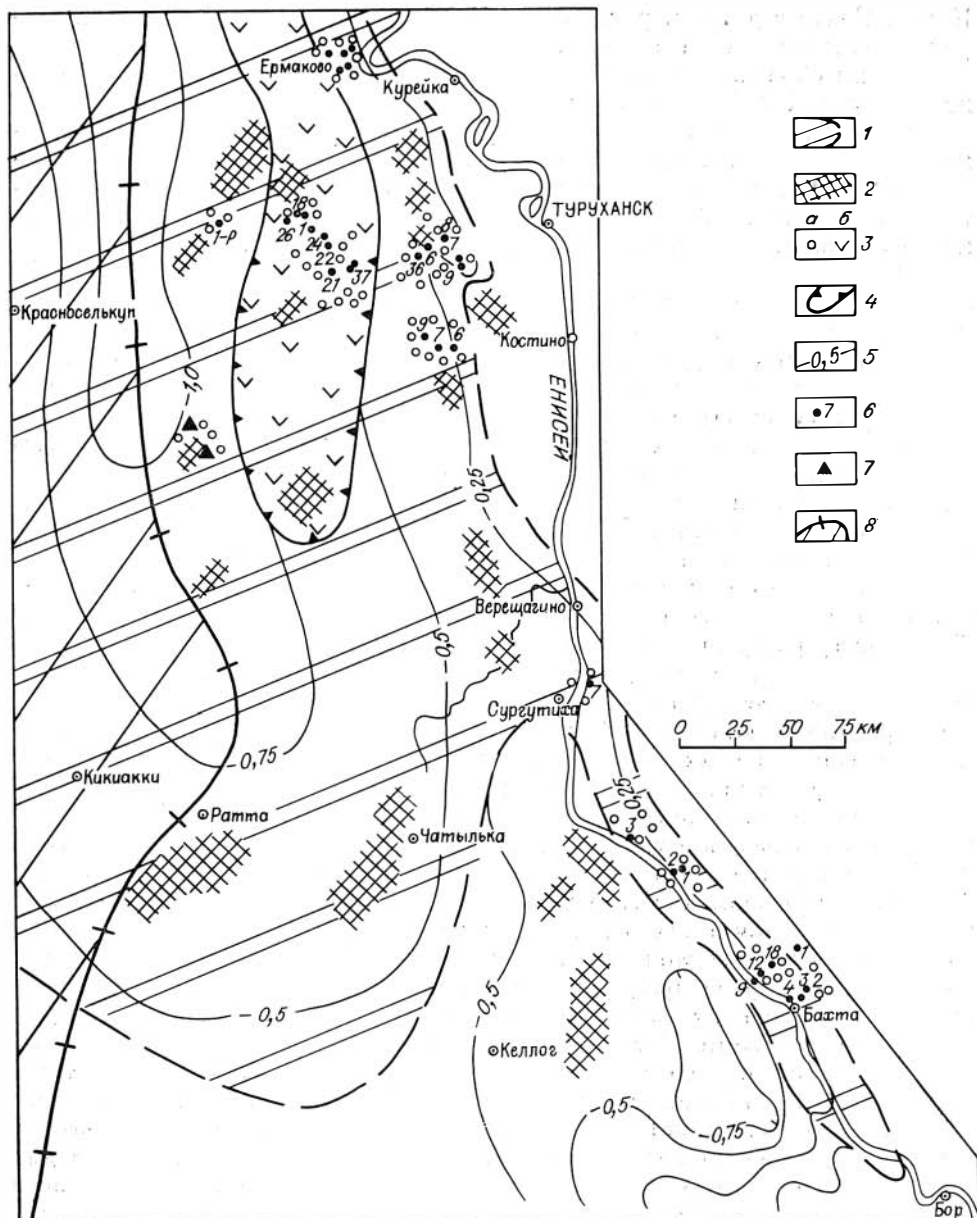


Рис. IV.28. Схематическая карта бокситоносности альб-сенонских отложений области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

1 — область распространения прибрежно-морских бокситосодержащих отложений; 2 — острова поднятия, служившие источниками бокситового материала; 3 — область развития преимущественно гидрагиллит-шамозитовых (а) и шамозит-гидрагиллитовых (б) фаций; 4 — область распространения валунно-галечного бокситового материала прибрежно-морского генезиса в современном аллювии рек; 5 — изогипсы подошвы альб-сенонских отложений; 6 — скважины, вскрывшие бокситосодержащие отложения и бокситы; 7 — выходы бокситовых валуников в обнажениях; 8 — область с сохранившимися залежами углеводородов в осадочном чехле.

материала в аллювии рек. При этом в валуне боксита здесь найдена фауна *Vaculites anceps* Lam., свойственной отложениям маастрихта (см. Приложение 1, табл. IV, рис. 1), что подтверждает бокситоносность отложений кампан-маастрихта этого района.

Перспективы бокситоносности не ограничиваются только левобережьем Енисея. В нижнем течении р. Фатьянихи и по ее притокам найдена многочисленная галька бокситов, аналогичных вышеописанным. Буровыми скважинами бокситосодержащие породы вскрыты в бассейнах рек Имбак,



Комса, Бахта и др. (см. рис. IV.6), что также выдвигает этот район в ряд перспективных на бокситы.

Таким образом, необходимость поисков кондиционных бокситов в зоне сочленений ЗСП и СП представляется вполне убедительной.

Подтверждением этому служат, как уже отмечалось, результаты аэромагнитной съемки, проведенной Северо-Енисейской геофизической экспедицией ПГО «Красноярскгеология» в 1968 г. По данным этой съемки установлено увеличение интенсивности магнитных аномалий  $\Delta T_a$  в зависимости от количества бокситов и глубины их залегания.

В отличие от районов Сибирской платформы, где широко развиты сильномагнитные трапповые образования, бокситоносные отложения, залегающие в осадочном чехле зоны сочленения ЗСП и СП среди практически немагнитных осадочных пород, высокоточной аэромагнитной съемкой выделяются и прослеживаются, как отмечалось, достаточно четко и уверенно. Эти бокситсодержащие породы имеют повышенную магнитную восприимчивость (от первых тысяч до  $33000 \cdot 10^{-6}$  СИ). Вмещающие их песчано-алевритистые отложения практически немагнитны и заметного влияния на характер магнитного поля оказывать не могут, поэтому участки с повышенной концентрацией ферромагнитных компонентов в осадочном чехле связываются с горизонтами прибрежно-морских бокситсодержащих отложений, вскрытых скважинами в пределах приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Такая дифференциация по магнитным свойствам вмещающих и бокситсодержащих пород, а также данные бурения позволяют проводить количественную интерпретацию более уверенно.

При интерпретации геофизических данных, кроме глубин до верхней кромки возмущающих объектов, определялись, по возможности, мощности тел и эффективная намагниченность.

Вопрос о характере остаточного магнитного поля, отображающего геологическую неоднородность осадочного мезозойско-кайнозойского чехла настолько актуален, что обойти его молчанием в данной работе нельзя. Тем более, что повышенную магнитность пород осадочного чехла мы связываем с наличием в них ферромагнетиков, обязанных своим происхождением не только и не столько их первичному хемогенному осадконакопленению, сколько перераспределению магнитных минералов в осадочных толщах, перекрывающих залежи миграцией углеводородов сквозь осадок, и метасоматическим (углеводородным) преобразованием пород чехла. В связи с тем, что участки специализированной на бокситы детальной аэромагнитной съемки, проведенной в районе, удалены друг от друга на расстояния более 500 км, а характер магнитного поля в их пределах тождествен, ниже приводятся результаты интерпретации материалов для Туруханского участка, пространственно тяготеющего к восточной части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

Для восточной части района характерно довольно спокойное, преимущественно положительное магнитное поле со значениями интенсивности, колеблющимися в пределах 20—50 нТл. В геологическом отношении оно отвечает площади развития континентальных среднеюрских и прибрежно-морских верхнеюрско-валанжинских отложений, перекрытых четвертичными аллювиально-озерными осадками. Скважинами, пройденными вдоль Енисея, указанные отложения вскрыты на глубинах 100 м и более (см. рис. I.2). Количественные расчеты глубин залегания возмущающих объектов по ряду аномалий этой зоны хорошо согласуются с данными бурения. С запада к рассмотренной области примыкает зона характерного резко дифференцированного магнитного поля с большим количеством локальных и линейно вытянутых аномалий различной интенсивности, отображающего выходы прибрежно-морских бокситсодержащих отложений альб-сеномана.

Скважинами нефтепоискового бурения 2, 6—9, 36 по р. Турухан (см. рис. I.4, IV.18) и скв. 6, 7, 9 по р. Ниж. Байхе (рис. IV.20, IV.23) альб-сеноманские бокситсодержащие отложения вскрыты непосредствен-

но под четвертичными — на глубинах 40—250 м. Мощность отложений альб-сеномана увеличивается в западном направлении от 0 до 400 м. Бокситсодержащие отложения перекрываются практически немагнитными породами. Массовые расчеты глубин до верхних кромок магнитных тел, проведенные для аномалий этой зоны, позволяют считать, что большинство аномалиеобразующих объектов расположено в толще альб-сеномана.

Величины аномалий и значения эффективной интенсивности намагничивания магнитных масс хорошо согласуются с данными лабораторных определений магнитной восприимчивости бокситовых пород и бокситов [Каштанов, 1983].

По геологическим данным в центральной части этой зоны, как уже отмечалось, выделено Фарковское поднятие (см. рис. II.6). Магнитное поле здесь представлено линейными и изометричными аномалиями от 60 до 250 нТл с интенсивностью намагничивания объектов до  $40 \cdot 10^{-6}$  СИ. Эти аномальные зоны огибают Фарковское поднятие по его периферии. Аналогичная ситуация фиксируется и на других положительных локальных структурах.

Наиболее перспективные по совокупности физических параметров аномалии группируются на обрамлении поднятий или в непосредственной близости от них. По мере удаления от Фарковского поднятия бокситсодержащие отложения погружаются и, вероятно, разубоживаются, на что косвенно указывает уменьшение интенсивности аномалий и их характер. Это обстоятельство подтверждает предположение о том, что источниками для формирования альб-сеноманских бокситсодержащих отложений района являлись коры химического выветривания, формировавшиеся на поднятиях в непосредственной близости от бассейнов седиментации, и о миграции углеводородов из близрасположенных ловушек.

Для самой западной зоны Туруханского участка характерно слабо дифференцированное поле с преобладанием довольно широких аномалий, что свидетельствует о значительных глубинах залегания возмущающих объектов. Это магнитное поле соответствует области погружения бокситсодержащих отложений альб-сеномана под более молодые немагнитные толщи. Скважинами, пройденными здесь, под четвертичными отложениями вскрыты песчано-глинистые осадки сенона и турона мощностью более 300 м (см. рис. I.4).

Выявленные в результате съемки аномалии по своим особенностям (геологической приуроченности, величине, интенсивности намагниченности объекта, форме в плане и пространстве, глубине до верхней кромки магнитных масс и т. п.) неравноценны и могут быть подразделены на три типа.

**Первый тип** — изометричные в плане высокоинтенсивные аномалии с относительно большими поперечными размерами. Эти аномалии, возможно, связаны с крупными массивами пород основного состава, выраженными в рельефе в форме конусов вулканов или некков, возвышающихся над поверхностью докембрийских образований. Расчетные глубины до верхних кромок этих объектов колеблются в пределах 500—1200 м, что подтверждает их геологическую интерпретацию. О том же свидетельствуют и расчетные интенсивности намагничивания возмущающих масс ( $\mathcal{I}_{\text{эф}} = 300 \cdot 10^{-5}$  СИ). Аномалии этого типа тяготеют к западной и центральной частям района и области сочленения Туруханско-Игарского и Фатьяхинско-Баихского блоков докембрийских образований района (см. рис. II.1, II.2).

**Второй тип** — характерные для всего участка мелкие вариации магнитного поля с небольшой амплитудой (20—50 нТл, редко более), придающие изрезанный «пилообразный» вид графикам  $\Delta T_a$ . Эти аномалии осложняют как спокойные магнитные поля, так и аномалии различной интенсивности.

В отдельных редких случаях эти аномалии группируются в линейно вытянутые узкие зоны, повторяющие контуры долин современных мелких

рек. Уловить какую-либо закономерность в их расположении не представляется возможным, так как они, как правило, не коррелируются от маршрута к маршруту и не характеризуются какими-либо определенными значениями. Природа аномалий этого типа связана, вероятно, с наличием валунно-галечного траппового материала в четвертичных отложениях. Это подтверждается глубинами залегания возмущающих масс, по расчетам не превышающими 50—100 м, а также слабой интенсивностью намагничивания ( $5-10 \cdot 10^{-5}$  СИ) объектов, вызывающих эти аномалии.

**Третий тип** — линейные и изометрические аномальные зоны и отдельные аномалии различной интенсивности (от 50 до 300 нТл), группирующиеся в зоны положительного относительно повышенного поля, приуроченные к полосе развития бокситосодержащих отложений альб-сеномана. Массовые вычисления глубин залегания верхних кромок возмущающих объектов, выполненные по аномалиям этого типа, указывают на их залегание в пределах 30—300 м (в среднем по площади 100—150 м) от поверхности, что при сопоставлении с данными бурения подтверждает их приуроченность к бокситосодержащей толще. Вычисленная интенсивность намагничивания объектов, вызывающих эти аномалии, характеризуется значениями от 20—30 до  $250 \cdot 10^{-5}$  СИ, что в принципе согласуется с лабораторными определениями магнитной восприимчивости бокситовых пород и бокситов [Каштанов, 1983]. Все аномалии третьего типа, связанные с бокситосодержащей толщей, по степени перспективности и очередности проверки могут быть разделены на три группы по совокупности следующих признаков:

1. Величине интенсивности аномалии, указывающей (при известной глубине залегания объекта) на увеличение суммарной мощности бокситовых горизонтов или на степень обогащенности бокситовым материалом аномалиеобразующего объекта.

2. Эффективной интенсивности намагничивания возмущающих масс, свидетельствующей о качестве бокситовых пород и бокситов.

3. Глубине залегания верхней кромки магнитного объекта.

4. Мощности эквивалентного бокситового горизонта.

5. Пространственной близости к предполагаемым источникам бокситового материала, в том числе и к газоносным площадям сеноманского возраста.

В первую группу включены аномалии величиной 70—250 нТл, в среднем 100—150 нТл. Эффективная интенсивность намагничивания возмущающих масс, вызывающих аномалии этой группы,  $80-250 \cdot 10^{-5}$  СИ. Глубина до верхней кромки объектов в среднем 100—200 м, редко более 200 м. Для ряда аномалий она составляет 50—80 м. Особняком в этой группе стоят довольно обширные аномальные зоны, осложненные аномалиями более высокого порядка, связанные с магнитными неоднородностями образованных, залегающих ниже бокситосодержащих толщ. Глубины до верхней кромки магнитных масс этих зон 500, 750, 1200 м. Глубины залегания пород домезозойского комплекса здесь определяются в 600, 700 и 1500 м соответственно, глубины до верхней кромки возмущающих масс, осложняющих эту аномальную зону, равны 100—110 м. Скважины 2—4, 37, пройденные в пределах одной из этих зон, вскрыли бокситосодержащие породы на глубине 110—120 м, что полностью подтверждает значения глубин, полученных расчетным путем. Аномальные зоны, связанные с магнитными неоднородностями внутри осадочного чехла, предположительно вызваны некками, или конусами вулканов, поставлявших пирокластический материал в бассейны седиментации во время осадконакопления. Эти выступы, вероятно, и служили одним из источников бокситового материала [Каштанов, 1983].

По совокупности геолого-геофизических признаков группа высокоинтенсивных аномалий может соответствовать наиболее богатым разностям бокситов, вплоть до кондиционных. Обогащение бокситовым материалом таких участков могло происходить как путем размыва и переотложения ранее сформированных бокситов на вышехарактеризованных выступах,

так и в результате метасоматических (углеводородных) преобразований бокситового вещества после его отложения. Аномалии этой группы весьма перспективны и должны быть проверены в первую очередь особенно на площадях, вскрытых скважинами (см. рис. IV.6).

Вторая группа представлена аномалиями величиной 50—100 нТл с эффективной интенсивностью намагничения возмущающих масс  $20—35 \cdot 10^{-5}$  СИ. Глубина до верхней границы объектов определена в 50—100 м. Хотя буровые скважины в пределах этих аномалий отсутствуют, совокупность физических параметров и приуроченность возмущающих их объектов к площадям развития бокситосодержащей толщи как в плане, так и в разрезе позволяют отнести их в разряд перспективных второй очереди.

Третья группа аномалий характеризуется величиной 30—60 нТл, глубиной залегания объектов от 100 до 350 м и эффективной намагниченностью возмущающих масс  $20—40 \cdot 10^{-5}$  СИ. Геологическая природа этих аномалий предположительно связана с горизонтами бедных бокситовых пород, залегающих на больших глубинах. Контролирующий фактический материал по этим аномалиям отсутствует.

По совокупности геолого-геофизических данных в бассейне р. Турухан можно выделить площади, рекомендуемые к наземной проверке с определением очередности работ (см. рис. IV.28).

При этом помимо критериев, рассмотренных выше, необходимо учитывать группировку аномалий с близкими физическими параметрами на небольшой локализованной площади, что немаловажно с точки зрения экономической целесообразности проверочных работ.

Качество бокситовых пород и бокситов, вскрытых скважинами в альб-сеноманских отложениях приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, может быть улучшено в результате обогащения. Автором совместно с И. В. Дербиковым в 1963 г. с этой целью был предложен метод электромагнитной сепарации. При этом мы исходили из следующих положений.

1. В бокситовых песчаниках, песчаных и каменистых бокситах количество бобовин — основного носителя минералов свободного глинозема — составляет в среднем 30—60 % от объема породы. В случае их выделения могут быть получены концентраты (табл. IV.28), содержащие значительные количества свободного глинозема.

2. Песчано-алевритовый материал бокситовых пород и бокситов, составляющий 20—60 % объема породы, представлен в основном немагнитными терригенными минералами: кварцем (10—70 % мелкообломочного материала) и полевыми шпатами (10—30 %), меньше — обломками железистых (10—30 %) и темноцветных (10 %) минералов.

Основным минералом, содержащим кремнезем в бокситовых породах и бокситах альб-сеномана, является кварц (30—46 % объема; см. табл. IV.8, IV.11).

Как уже отмечалось, наблюдается прямая связь между содержанием общего глинозема, валового железа, количеством бобовин и магнитной восприимчивостью в бокситовых породах, песчаных и песчанистых бокситах района (рис. IV.29, IV.30). Это открывает возможность применения электромагнитной сепарации для обогащения бокситовых пород и бокситов. Минеральный состав и структурные соотношения минералов не исключают и другие методы обогащения: флотации, гравитационной отсадки, предварительного обжига с последующей электромагнитной сепарацией и т. д. При решении этого вопроса целесообразно учесть возможность комплексного извлечения из бокситов не только глинозема, но и железа.

На возможность прямого восстановления металлов из руд плазмой методом указывает член-корреспондент АН СССР М. Ф. Жуков (ИТФ СО АН СССР): «В СССР и ряде зарубежных стран широким фронтом ведутся теоретические и экспериментальные исследования одного из перспективнейших высокопроизводительных процессов в металлургии —

## Результаты опытов обогащения

№ п/п	№ пробы	Материал	Вес, г	Выход, %	Извлечение, %		Содержание, мас. %				
					$\Gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ общ	$\text{Al}_2\text{O}_3$ св	$\text{Al}_2\text{O}_3$ общ	$\text{Al}_2\text{O}_3$ св	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_{\text{вал}}$	П.п.п.
<i>Скважина б</i>											
Горизонт VI (инт. 157,5—188,5 м)											
1	7480б	Бокситоносный песчаник	126	100			19,35	7,26	36,08	18,32	Не опр.
		Электромагнитная фракция	54	43	51,3	86,0	23,33	14,76	13,18	29,39	»
		Немагнитная фракция	72	57	48,7	14,0	17,50	1,61	43,31	10,63	»
2	7480г	Бокситоносный песчаник	250	100			23,51	7,05	30,24	Не опр.	Не опр.
		Электромагнитная фракция	80	32,0	36,0	88,0	26,45	26,45	9,35	»	»
		Немагнитная фракция	170	68,0	64,0	12,0	22,57	4,22	36,33	»	»
3	7480в	Бокситовый песчаник	65	100		Не опр.	Не опр.	11,50	Не опр.	Не опр.	Не опр.
		Электромагнитная фракция	32	49,2		83,0	26,20	19,40	15,47	28,2	11,28
		Немагнитная фракция	33	50,8		17,0	Не опр.	3,94	Не опр.	Не опр.	Не опр.
4	7480д	Бокситовый песчаник		100		Не опр.	25,03	Не опр.	25,1	24,5	Не опр.
		Электромагнитная фракция		31	34,0	»	27,5	»	7,15	37,1	»
		Немагнитная фракция		69	66,0	»	24,0	»	34,40	18,9	»
Алювий р. Сарчихи											
5	Р-14	Бокситовый песчаник	150	100			23,82	13,8	21,05	22,42	Не опр.
		Электромагнитная фракция	84	55,9	9,71	90,9	30,51	22,45	12,34	26,30	»
		Немагнитная фракция	66	44,1	29,0	9,1	18,56	6,99	21,70	25,40	»

## Скважина 37

## Горизонт V (инт. 200,0—232,5 м)

6	7451/2б	Боксит песчаный	68	100			26,40	13,84	22,80	22,14	12,52
		Электромагнитная фракция	48	70,6	77,7	90,8	27,58	17,27	17,98	24,62	11,90
		Немагнитная фракция	20	29,4	22,3	9,2	21,89	4,12	37,63	14,20	13,84
7	7452б	Боксит песчаный	114	100			28,76	16,98	20,56	21,44	12,93
		Электромагнитная фракция	84	73,7	76,6	85,3	29,89	19,66	16,03	21,85	13,18
		Немагнитная фракция	30	26,3	23,4	14,7	24,74	8,19	29,80	17,00	14,22
8	7451/2а	Боксит песчаный	50	100			31,38	17,82	21,44	19,27	12,88
		Электромагнитная фракция	35,5	71,0	77,1	95,2	34,11	23,9	15,21	21,91	11,73
		Немагнитная фракция	14,5	29,0	22,9	4,8	25,81	9,79	34,89	13,08	15,21
9	7452а	Боксит песчаный	90	100			30,35	20,34	17,54	22,54	13,73
		Электромагнитная фракция	71	78,9	80,0	90,0	30,75	23,27	14,37	24,64	13,63
		Немагнитная фракция	19	21,1	20,0	10,0	24,80	10,41	27,88	17,07	17,47
Алювий р. Сарчихи											
10	P-16	Боксит песчаный	180	100			30,75	19,40	19,75	21,8	Не опр.
		Электромагнитная фракция	117	65,0	Не опр.	88,0	Не опр.	26,30	7,05	Не опр.	»
		Немагнитная фракция	63	35,0	»	12,0	»	5,20	Не опр.	»	»

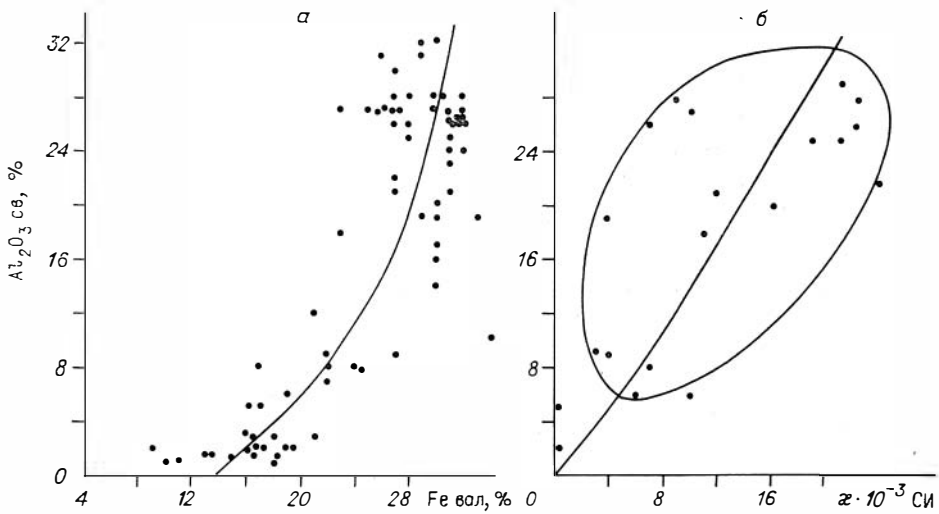


Рис. IV.29. График зависимости между содержаниями свободного глинозема и валового железа (а), а также свободного глинозема и магнитной восприимчивостью (б) в различных типах бокситсодержащих пород альб-сеномана.

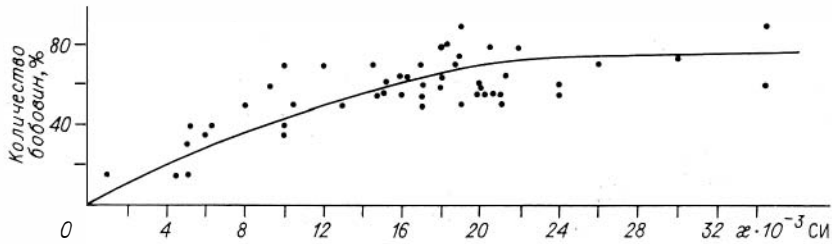


Рис. IV.30. График зависимости магнитной восприимчивости от количества бобовин в различных типах бокситсодержащих пород альб-сеномана.

прямого восстановления черных и цветных металлов из руд в низкотемпературной плазме. Для восстановления металла из окислов вместо дефицитного кокса используется синтез-газ или водород.

Плазменная металлургия, расширяя температурный диапазон, увеличивает тем самым скорости восстановления во много раз, а в ряде случаев даже на порядки по сравнению со скоростями в обычной домне. Кроме того, новый процесс может быть непрерывным и легко автоматизированным; он обладает высокой производительностью. Установки плазменные миниатюрны и не металлоемки. Имеются установки (плазменные печи) мощностью до 1000 кВт для восстановления концентратов гематита и магнетита до жидкого металла. Получают также губчатое железо и чугун из железорудных окатышей.

В области цветной металлургии перспективным является процесс двухстадийного получения алюминия из глиноземсодержащего сырья. На первой стадии в шахтной печи с плазменным нагревом прямым восстановлением получают алюминиево-кремниевый сплав, который затем подвергается плазменно-каталитической дистилляции.

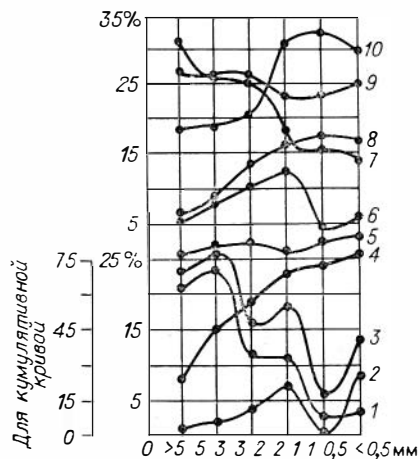
Использование плазмы позволяет создать автоматизированные и герметизированные агрегаты, большой мощности с малым загрязнением окружающей среды.

#### IV.2.5. Результаты опытов обогащения бокситсодержащих пород методами электромагнитной сепарации

Опыты обогащения проводились на роликовом электромагнитном сепараторе СЭ-138 на пробах, содержащих свободный глинозем в количестве 7,05—20,34 % (см. рис. IV.28).

Рис. IV.31. Результаты обогащения бокситовых пород Турухана.

1, 2 — выход фракций электромагнитной (1) и немагнитной (2); 3 — выход классов крупности; 4 — кумулятивная кривая для электромагнитной фракции; 5, 6 — содержание свободного глинозема в немагнитной фракции (5) и для классов крупности (6); 7 — содержание кремнезема для электромагнитной фракции; 8, 9 — содержание свободного (8) и общего (9) глинозема для электромагнитной фракции; 10 — содержание валового железа для электромагнитной фракции.



Полученный при дроблении на щековой дробилке материал пробы 7480а (рис. IV.31) крупностью меньше 6 мм был расситован на классы: +5, -5+3, -3+2, -2+1 и < 0,5 мм. Каждый класс подвергался электромагнитной сепарации при силе тока 1 А. Было установлено, что с уменьшением крупности классов увеличивается выход немагнитной фракции (см. рис. IV.31, кривая 2) и падает выход электромагнитной (кривая 1). Классы размера больше 2 мм (вероятный средний размер бобовин) составляет 69 % (кривая 4). Содержание свободного глинозема по мере уменьшения крупности растет до класса -2+1 мм, после чего оно резко снижается (кривая 6). Четко намечается по мере уменьшения крупности увеличение содержания свободного глинозема в электромагнитной фракции (кривая 8) и незначительное — в немагнитной (кривая 5). Содержание общего глинозема для электромагнитной фракции по мере уменьшения крупности медленно падает до класса -2+1 мм, после чего намечается рост его содержания (кривая 9). Неуклонно уменьшается в электромагнитной фракции по мере уменьшения крупности содержание глинозема (почти в 2 раза) в основном, видимо, за счет снижения содержания кварца (кривая 7).

Приведенные данные свидетельствуют, что:

1) намечается явная зависимость между крупностью дробления и содержанием основных компонентов в концентрате, что в принципе говорит о возможности регулирования схемы обогащения крупностью дробления;

2) некоторое нарушение указанной закономерности наблюдается в зоне класса -2+1 мм, который близко отвечает среднему размеру бобовин. Закономерное увеличение содержания свободного глинозема в электромагнитной фракции (более чем в 3 раза) по мере уменьшения крупности (см. рис. IV.31, кривая 8) и неизменно низкое его содержание в немагнитной фракции (кривая 5) убедительно свидетельствуют о целесообразности обогащения бокситовых пород методом электромагнитной сепарации.

На основе данных по охарактеризованной пробе были проведены первые опыты обогащения бокситоносных и бокситовых песчаных бокситов (см. табл. IV.28, № 1, 3, 6) при крупности дробления 0,2—2 мм, силе тока — 1,0—0,25 А.

В результате получены следующие данные: выход концентрата в исследованных пробах увеличивается от бокситоносных песчаников к песчаным бокситам с 43 до 78,9 % (см. табл. IV.28, № 1, 3, 6, 7, 9). Извлечение общего глинозема в концентрат также возрастает в указанной последовательности с 51,3 до 80 % (см. табл. IV.28, № 1, 6, 7, 9). Извлечение свободного глинозема значительно выше для богатых разностей и составляет в среднем 88 %.

Таким образом, при электромагнитной сепарации извлекается в концентрат преимущественно свободный глинозем, а связанный в алюмосиликатах глинозем, содержащийся в основном в цементе, уходит в хвосты\*.

\* Что объясняется упомянутой выше связью гидрагиллита с магнетитом.



Это подтверждается отношением содержаний свободного глинозема к общему в электромагнитной фракции, где максимальные значения этого соотношения достигают 75 % при среднем около 70 % (см. табл. IV.28). Содержание кремнезема в концентратах по сравнению с исходной рудой уменьшается для бокситоносных песчаников на 63,5 отн. %, для бокситовых — на 30 %, для песчаных бокситов — на 22 %, песчаных бокситов — на 18 %. Содержание кремнезема в немагнитных фракциях по сравнению с исходной пробой, наоборот, увеличивается от бедных к богатым разновидностям (см. табл. IV.28, № 1, 6—8) с 20 до 60 %. Содержание валового железа в концентрате по сравнению с исходной пробой увеличивается для бокситоносных песчаников довольно значительно — на 60 %, для песчаных и песчаных бокситов всего на 2—12 % (см. табл. IV.28). Это еще раз подтверждает большое содержание железистых алюмосиликатов в цементе бокситовых пород.

Приведенные режимы, очевидно, не являются оптимальными, поскольку в хвостах некоторых проб остается до 10,4 % свободного глинозема (см. табл. IV.28, № 9), или 51 % его содержания в исходной руде. Это обстоятельство заставило нас несколько видоизменить схему обогащения пробы 7480 г (см. табл. IV.28, № 2), создав путем повышения силы тока (5 А) условия для максимально чистого отделения нерудных минералов, главным образом кварца. Благодаря этому 16 мас. % пробы отошло в немагнитную фракцию, почти полностью лишенную свободного глинозема (0,53 %), после чего электромагнитная фракция (84 % пробы) крупностью 2 мм, содержащая свободный глинозем в количестве 7 %, подвергалась дальнейшему дроблению и расситовке на классы —0,5+0,25 и —0,25 мм и электромагнитной сепарации выделенных классов при силе тока 0,1 А.

В результате был получен концентрат переочистки с содержанием свободного глинозема 19,5 % против 7,05 % в первичном концентрате. Содержание кремнезема в полученном концентрате составило лишь 9,35 % (см. табл. IV.28, № 2). Выход концентрата составил 32 %, извлечение свободного глинозема 88 %.

Проведенные в ПГО «Запсибгеология» опыты магнитной сепарации пробы 7480д при напряженности поля 100 Э показали значительное снижение содержания кремнезема в концентрате по сравнению с исходной пробой (см. табл. IV.28, № 4). К сожалению, осталось неизвестным содержание свободного глинозема.

В результате всех опытов был установлен оптимальный диаметр дробления — 0,25 мм и сила тока 0,1 А. Проведенные по этой схеме последующие опыты обогащения бокситовых песчаников, песчаных и песчаных бокситов (см. табл. IV.28, № 5, 8, 10) позволили получить концентраты, выход которых составил соответственно 55,9; 71,0; 65,0 %, в среднем — 64 %, с высоким извлечением свободного глинозема (90,9; 95,2; 88,0 %, в среднем 91,4 %). Содержания свободного глинозема в этих концентратах значительно выше полученных ранее: 22,4; 23,9; 26,3 %. Содержания кремнезема в концентратах равны соответственно 12,34; 15,21; 7,05 %, (см. табл. IV.28, № 5, 8, 10).

Опыты позволяют сделать следующие выводы:

1. При проведении обогащения путем электромагнитной сепарации происходит порой значительное изменение содержаний отдельных компонентов в продуктах обогащения по сравнению с исходной пробой. Можно ожидать, что при соответствующем подборе технологического режима (крупность дробления, сила тока, вид сепарации и т. д.) будут получены значительно лучшие результаты.

2. Улучшение качества концентрата происходит в основном за счет значительного снижения в нем содержания кремнезема (почти в 2,8 раза) при незначительном изменении содержаний общего глинозема и железа. Это свидетельствует о том, что в концентрат извлекается главным образом свободный глинозем, а в хвосты — связанный.

3. Полученные концентраты в шести случаях из десяти содержат свободный глинозем в количестве 19,4—26,3 % при его хорошем извлечении (83—95,2 %).

4. Возможность обогащения бокситовых песчаников и песчаных бокситов, составляющих по известным в настоящее время разрезам 46 % всей бокситоносной толщи, дает основание рассматривать эту толщу как потенциальный глиноземсодержащий объект.

5. В случае промышленного решения проблемы обогащения бокситовых песчаников и песчаных бокситов в освоение могут быть вовлечены огромные массы этого пока еще некондиционного сырья.

Металлургическая переработка этих нетрадиционных видов глиноземистого сырья может быть осуществлена путем прямого восстановления металлов из руд плазмохимическим методом с получением чистого железа, алюминия и кремнезема. При промышленной потребности могут быть получены их различные сочетания (Si—Al—Fe; Si—Al; Fe—Al—C и др.).

#### IV.3. РОССЫПИ ЦИРКОНА И ИЛЬМЕНИТА В ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Район приенисейской части Западно-Сибирской плиты с точки зрения россыпной минерализации изучен крайне недостаточно. Следует заметить, что большинство исследователей так или иначе россыпное оруденение связывали с отложениями конкретных свит — кийской (апт-альбской) и верхнесымской подсвитой (маастрихт-дат), поскольку они формировались за счет перемыва и переотложения химических кор выветривания. Однако к настоящему времени россыпная минерализация установлена практически по всему разрезу осадочного чехла [Каштанов, 1985].

Повышенные концентрации ильменита от 46 до 150 кг/м<sup>3</sup>, при среднем содержании 80 кг/м<sup>3</sup>, глубинах залегания 129—130 м от поверхности и мощности продуктивного горизонта в 5 м отмечаются в юрских отложениях по отдельным точкам в районе Сумарочихинской россыпи (по данным А. П. Шевцова, КГУ, устное сообщение).

В результате работ 1959 г. автором установлена повышенная концентрация россыпных минералов в туруханском алюможелезородном горизонте, о чем сказано выше. В 1958 г. Казачинской экспедицией КГУ обнаружена россыпь ильменита в отложениях кийской свиты района р. Сумарочихи. Повышенные содержания редких и рассеянных элементов установлены автором в последние годы в отложениях, условно датированных палеогеном, на р. Худосей. Таким образом, в настоящее время достоверно установлена россыпная минерализация в прибрежно-морских отложениях юры, апт-альба, сенона, маастрихт-дания и палеогена северной части Приенисейского района. Несомненно, значительные перспективы в этом отношении представляют континентальные образования маастрихт-дания (верхнесымская подсвита), однако по масштабам россыпи аллювиального генезиса всегда уступают морским.

Осадки верхнеюрского, апт-альбского, сенонского и маастрихт-датского возраста в благоприятных для формирования россыпей фациях широко развиты на восточной окраине плиты (см. рис. IV.5, б).

В настоящее время в отложениях апт-альба известно одно россыпное месторождение — Сумарочихинское, описанное сотрудниками ПГО «Красноярскгеология» А. П. Шевцовым, В. А. Новиковым и Г. К. Пасашниковой в 1960 г. Оно расположено в юго-восточной части района и является как бы переходным звеном от латеритных кор химического выветривания, развитых на траппах Сибирской платформы, к продуктам их переотложения в прибрежно-морских условиях. Поскольку оно детально изучено, на его характеристике мы останавливаться не будем.

Перспективы приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы на ильменитовые россыпи доста-

точно высоки. Так, в районе с. Новоселово на правобережье Енисея в скв. 9 на глубине 234 м в основании кийской свиты отмечается горизонт кварцевых песков мощностью 2,0 м, значительно обогащенный ильменитом (до 157 кг/м<sup>3</sup>). Ближе к склонам платформы на этом же профиле в скв. 12 на глубине 60 м отмечается прослой песков с содержанием ильменита 12—40 кг/м<sup>3</sup>.

В пределах этой структурной полосы работами Зыряновской партии Казачинской экспедиции ПГО «Красноярскгеология» в долине руч. Сухого по р. Малой Бахтинке обнаружена продуктивная толща, отнесенная к кийской свите и представленная бокситосодержащим горизонтом, охарактеризованным выше. Он залегает среди песчано-глинистых кварцево-полевошпатовых отложений, обогащенных ильменитом, содержание которого достигает 70—115 кг/т при средних значениях 20 кг/т.

Повышенные концентрации ильменита отмечаются в целом ряде других пунктов в правобережье Енисея — от р. Подкаменной Тунгуски на юге до р. Верхний Имбак на севере и далее в бассейне р. Турухан в прибрежно-морских отложениях альб-сеномана. Повсеместное распространение ильменита свидетельствует о громадном выносе его в нижнемеловое время из районов питающих провинций.

Кварцево-кремнистый состав песков базального горизонта, значительный выход минералов тяжелой фракции, состоящей в основном из устойчивых минералов, каолиновый состав глин и т. д. — все это указывает на образование данных осадков за счет переотложения продуктов коры химического выветривания трапповых образований, а повышенные содержания ильменита в отложениях кийской свиты свидетельствуют о наличии в апт-альбский век условий, благоприятных для формирования промышленных россыпей ильменита.

Нижнемеловые отложения приенисейской части Западно-Сибирской плиты, распространенные к северо-западу от Сумарочихинской россыпи, представлены типичными прибрежно-морскими осадками. В их составе отмечаются прослой зеленых и буровато-зеленых гравелитов с бобовинами бокситов, галькой как выветрелых, так и хорошо сохранившихся диабазов, кремнистых пород, гидрослюдистых глин, сидеритов, цементированных шамозитовым цементом. Подобные гравелитистые породы вскрыты буровыми скважинами ПГО «Красноярскгеология» на широкой площади приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы и относятся, как уже отмечалось, к альб-сеноману. Характер терригенного материала этих отложений свидетельствует о массовом размыве продуктов апт-альбской коры выветривания и об их переотложении в прибрежно-морских условиях. В участках, примыкающих непосредственно к Сибирской платформе, отмечаются пестроцветные и бокситосодержащие отложения, которые также представлены горизонтами гравелитистых песчаников с бобовинами элювиальных бокситов, но цементуются глинисто-каолиновым, реже глинисто-сидеритовым, а не шамозитовым цементом. Подобные отложения могли формироваться в опресненных мелководных водоемах, часть их представляет собой осадки дельтовых фаций.

Таким образом, в приенисейской части района отложения апт-альба и альб-сеномана, несмотря на их внешнее литологическое сходство, выражены двумя различными фаціальными комплексами. Первый представлен типичными континентальными фациями с характерными для них признаками: пестроцветность, каолинизация и т. д., а второй — прибрежно-морскими шамозитовыми отложениями с глауконитом. Широкое развитие процессов химического выветривания, приведших к обогащению коры выветривания гаммой устойчивых минералов и элементов, способствовало накоплению последних в благоприятных фаціальных условиях в значительно повышенных концентрациях. Такие благоприятные условия существовали в прибрежной части альб-сеноманского бассейна, береговая линия которого почти вплотную подходила к выходам пород комплекса основания и плитного комплекса Сибирской платформы и окаймля-

ла выступы-острова в пределах области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

Железоносные отложения сенона в бассейнах рек Елогуй и Турухан повсеместно обогащены в той или иной степени цирконом и ильменитом (см. табл. IV.6), иногда с монацитом и ксенотимом. При этом наблюдаются определенные закономерности в распределении россыпной минерализации в зависимости от структур дорудного рельефа и фациальной обстановки осадконакопления. Так, основная масса повышенных концентраций россыпных минералов локализуется в области мелководно-морских фаций на склонах структур третьего порядка (локальных поднятий).

Циркон и ильменит широко распространены в составе песчано-алевритовых осадков в верхней части железоносной толщи, что, по-видимому, свидетельствует о накоплении тяжелых металлов в регрессивную стадию осадконакопления. Эти положения хорошо иллюстрируются данными по схеме минерагенических ассоциаций (см. рис. II.7).

Результаты минералогических анализов, проведенных Э. Б. Раевской и Н. С. Дубинкиной (СНИИГГиМС), показывают следующее: магнитная фракция, выход которой колеблется от 4 до 320 кг/м<sup>3</sup> при средних содержаниях 8 кг/м<sup>3</sup>, представлена полуокатанными и угловато-окатанными зернами магнетита размером 0,1—0,15 мм. Магнетит присутствует обычно в сростках с оолитами шамозита.

Электромагнитная фракция осадков сенона состоит из аутигенных и обломочных минералов. Сумма аутигенных новообразований часто составляет до 80 % электромагнитной фракции и выше. В ее составе присутствуют аутигенный сидерит, колломорфный пирит и шамозит. Сидерит представлен отдельными обломками и сферическими образованиями от медово-желтого до буровато-красного цвета. Часто сидерит цементирует зерна других минералов. Пирит образует стяжения и корковидные выделения серебристо-желтого цвета. Встречаются октаэдрические хорошо сформированные кристаллы. Шамозит в тяжелой фракции встречается весьма редко. Его количество здесь не превышает 1—2 %, тогда как в легкой фракции он присутствует в количестве 50—60 % от веса фракции.

Обломочные минералы, входящие в состав электромагнитной фракции, имеют меньшие размеры по сравнению с зернами аутигенных новообразований. Они представлены эпидотом, пироксеном, турмалином, роговой обманкой, сфеном, ильменитом, баритом, гетитом и гематитом.

Кроме того, в ряде проб, как в алевритовых (0,1—0,01 мм), так и в песчаных (0,25—0,1 мм) фракциях, в иммерсионном препарате (жидкость № 98,  $n = 1,780$ ) обнаружены единичные зерна редкоземельных фосфатов (ксенотима и монацита). Окатанность терригенных минералов средняя и ниже средней, причем отдельные минералы электромагнитной фракции (турмалин, ильменит и др.) обладают большей окатанностью, чем остальные.

Среди неустойчивых к выветриванию и промежуточных минералов отмечается угловатый и угловато-окатанный эпидот фишашково- и светло-зеленого цвета. В алевритовой фракции среднее содержание его достигает 20—25 %, в песчаной — 10—15 % от веса фракции. Встречаются сростки эпидота с пироксеном и хлоритом.

Пироксены представлены моноклинным диопсидом и реже ромбическим гиперстеном светло-зеленых, прозрачных тонов в форме полуокатанных и угловато-окатанных зерен. Их содержание не превышает 5 % от электромагнитной фракции. Амфиболы представлены обыкновенной роговой обманкой и реже актинолитом. Окатанность зерен слабая и плохая. Их содержание не превышает 1—2 % электромагнитной фракции.

Из гранатов отмечаются светло-розовые и густо-красные угловато- и хорошо окатанные разновидности. Группа устойчивых к выветриванию минералов присутствует в электромагнитной фракции в подчиненном количестве. В ее составе выделяется группа минералов железа (гетит и гематит). Обычно их содержание невысокое, 5—10 % электромагнитной фракции, но в отдельных пробах оно достигает 60 %. Обломки полуокатанные

и угловато-окатанные черного и буро-черного цвета. Часто встречается крошка их зерен. Цвет черты — вишневый у гематита и черный у гетита. Оба минерала слабо магнитны.

Группа редкоземельных фосфатов иногда достигает максимальных значений — 0,1—0,5 % от веса электромагнитной фракции. При извлечении ильменитового концентрата минералы этой группы ассоциируются с ильменитом. Спектральный анализ ильменитовых концентратов дает до 1 % Се и 0,5 % Y. Присутствие монацита и ксенотима обнаружено в иммерсионном препарате лишь в отдельных образцах.

Монацит представлен мелкими (0,01—0,03, реже 0,1—0,2 мм) полуокатанными, хрупкими, светло-зелеными зернами. Ксенотим встречается во фракции 0,25—0,1 и 0,1—0,01 мм и имеет форму тетрагональной дипирамиды желтовато-зеленого цвета с жирным блеском. Ильменит встречается в форме таблитчатых кристаллов и их обломков. Слабо лейкоксенизирован, зачастую довольно свежий. Содержания его колеблются от 0,90 до 43,4 кг/м<sup>3</sup> (см. табл. IV.6). Турмалин представлен обломками бурых до черных длиннопризматических кристаллов размером 0,1—0,25 мм хорошей окатанности. Часто встречаются полностью окатанные бурые лепешечки. Содержание турмалина составляет 1—3 % электромагнитной фракции. Сфен встречается в виде желто-бурых и светло-желтых полуокатанных зерен и их обломков. Часто довольно интенсивно лейкоксенизирован. Его содержание незначительно и составляет 0,5—1 % электромагнитной фракции. Барит хорошо диагностируется в иммерсионной жидкости № 68 по характерному показателю преломления ( $n = 1,630$ ), высокому дву-преломлению и прямому погасанию. Он представлен пластинчатыми бесцветными и желтоватыми выколками. В электромагнитной фракции барит встречается лишь в незначительных количествах. Несколько выше его содержание в немагнитной фракции (до 10—15 %). В единичных количествах в осадках сена отмечаются октаэдрические черные кристаллы и полуокатанные обломки кристаллов хромита.

Выходы немагнитной фракции в среднем весьма незначительны — 4—8 кг/м<sup>3</sup>. В отдельных пробах они достигают значений 40—115 кг/м<sup>3</sup>.

Группа устойчивых к выветриванию минералов (циркон, шпинель, рутил, лейкоксен, сфен, андалузит, дистен, силлиманит и др.) в немагнитной фракции составляет 98—99 %. В незначительном количестве (0,05—0,1 %) присутствует апатит, относящийся к группе промежуточных минералов. Из неустойчивых отмечается барит.

Циркон составляет 30—50 % немагнитной фракции, редко увеличиваясь до 95 %. Встречены следующие разновидности циркона: 1) светло-розовый призматический и короткопризматический, часто в сростках с рутилом. Поверхность кристаллов часто тонко выщербленная, трещиноватая. Размер зерен 0,05—0,15 мм. Попадаются обломки крупных (0,5—0,25 мм) угловато-окатанных светло-розовых кристаллов. Составляет 90 % от всего количества циркона; 2) светло-розовый пластинчатый в сростках с тонкопризматическим буровато-коричневым рутилом; 3) фиолетово- и густо-розовый, плохо окатанный, составляет 6 % от всего количества циркона; 4) темно-серый, почти до черного, непрозрачный, почти неокатанный, короткопризматический, составляет 2 % от всего количества циркона; 5) матовый, непрозрачный, со скошенными остроугольными гранями пирамид, составляет около 1 %; 6) светло-розовый, короткопризматический с двориками радиоактивного распада, составляет около 1 %.

Рутил присутствует почти во всех пробах в незначительном количестве, лишь в отдельных случаях его содержания достигают 2,56 кг/м<sup>3</sup> (см. табл. IV. 6). Встречены следующие разновидности рутила: 1) темно-бурые до черных, непрозрачные, полуокатанные длиннопризматические кристаллы, составляют 90 % от всего количества рутила; 2) красно-бурые призматические зерна и полуокатанные обломки зерен, составляют 5 %; 3) ярко-алые и красные полуокатанные зерна и их обломки, составляют 5 %.

Сфен присутствует в незначительном количестве в виде желтых лейкоксенизированных обломков кристаллов. Дистен, составляющий 20—30 % немагнитной фракции, представлен темно- и голубовато-серыми слабоокатанными шестоватыми зернами с вкрапленностью углистого вещества. Силлиманит встречается в виде бесцветных зерен, дающих сноповидные агрегаты при раздавливании и характеризуется весьма высоким показателем преломления и двупреломления. Шпинель присутствует в виде розовых, светло-голубых и зеленых окатанных и полуокатанных зерен очень высокой твердости. Апатит встречается в единичных овальных бесцветных зернах, в иммерсионной жидкости — голубовато-серых, с низким показателем преломления. Кроме того, в немагнитной фракции встречены единичные гексагональные зерна голубовато-серых и светло-зеленых бериллов, содержащие вкрапленность рудного минерала.

Как видно из вышеизложенного, в тяжелых фракциях отложений сенона значительное место занимает группа неустойчивых и промежуточных минералов, составляющих 30—40 % электромагнитной фракции. Количество их в песчаной и алевроитовой фракции одинаково.

В разрезе сенона Туруханского профиля проявляются новые, не встречающиеся в Елогуйских скважинах, разновидности циркона: черный циркон (разновидность 4) и матовый (разновидность 5).

В тяжелой фракции Туруханского профиля в единичных знаках встречаются минералы типичного гранитного комплекса: берилл и ортит (скв. 24, проба 2829), весьма неустойчивые в шлихах.

В электромагнитной фракции отмечаются небольшие содержания редкоземельных фосфатов (0,1—0,5 %), представленных монацитом и ксенотимом.

Обращает на себя внимание низкая степень окатанности и сортированности минералов в тяжелой фракции, а также наличие выщербленных и тонкоистонченных кристаллов циркона, эпидота и др.

Весь минеральный комплекс тяжелой фракции осадков сенона (наличие эпидота, турмалина и амфиболов, с одной стороны, циркона, рутила, редкоземельных фосфатов, берилла, ортита — с другой) свидетельствует о поступлении в область аккумуляции двух различных генетических комплексов, один из которых был сложен породами кислого (гранитоидного) состава, другой — изверженными основными и ультраосновными породами.

Таким образом, в пределах приенисейской части области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы концентрации россыпных минералов установлены в осадках альб-сеномана и сенона, т. е. непосредственно в отложениях бокситсодержащей толщи и в железоносных отложениях, ее перекрывающих. Все это предопределяет комплексный характер рудоносных горизонтов и стимулирует постановку в этом районе детальных геологических исследований.

#### IV.4. УГЛИ

Скважинами, пройденными в бассейне р. Турухан и на Верещагинском профиле (вдоль р. Енисей), вскрываются угленосные отложения апт-альбского, готерив-барремского и среднеюрского возраста на глубине от 118 до 2500 м. Угли бурые, реже каменные с низкой степенью углефикации имеют мощность от 0,2 до 16,0 м. Наибольшей угленасыщенностью обладают осадки средней юры. Так, скв. 6 Верещагинского профиля в интервале глубин 118—361 м вскрыто 16 прослоев бурых углей мощностью от 2 до 16 м. Во всех угленосных отложениях отмечаются повышенные концентрации редких и рассеянных элементов.

Качественной и количественной оценки угленосным отложениям Турухан-Елогуйского района до сих пор не дано. Необходимо обратить серьезное внимание на изучение угленосных отложений, особенно среднеюрского возраста в приенисейской части области сочленения Западно-

Сибирской плиты и Сибирской платформы, где они залегают под маломощными четвертичными образованиями.

Из других полезных ископаемых необходимо отметить широкое развитие кварцево-каолиновых песков и каолиновых глин, залегающих на небольших глубинах в отложениях верхней подсвиты сымской свиты маастрихт-датского возраста, могущих служить огнеупорным материалом и сырьем для стекольной и формовочной промышленности. Однако оценки их на этот счет до сих пор не проведено.

Таким образом, мезозойско-кайнозойские отложения области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы уже сейчас могут служить объектом для проведения поисково-оценочных работ на бокситы, железные руды, как глиноземистые, так и высокоосновные, фосфориты, россыпи редких металлов, марганцевые руды, угли и другие виды минерального сырья.

---

## Г Л А В А V

### ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Для характеристики подземных вод региона использованы материалы, приведенные в различных исследованиях [Булынникова и др., 1973; Закономерности..., 1972; Геология..., 1975; Геология..., 1981].

Незначительное количество глубоких скважин, пройденных в бассейне рек Турухан, Елогуй, Енисей, а также в пределах приенисейской части Сибирской платформы (западная часть Тунгусской синеклизы), позволяет лишь в общих чертах охарактеризовать гидрогеологические условия различных структурно-тектонических комплексов района.

Режим и состав подземных вод комплекса основания района до сих пор практически не изучены.

О водах протерозойских отложений можно судить по отдельным разрозненным данным, полученным как в лево-, так и в правобережной части региона.

Как было отмечено в предыдущих разделах, породы комплекса основания распространены далеко на запад под отложениями промежуточного рифейско-палеозойского плитного комплекса, выполняющего целый ряд наложенных впадин, и под осадочным чехлом собственно Западно-Сибирской плиты.

О водах протерозойских отложений приенисейской части области сочленения ЗСП и СП имеются чрезвычайно скудные данные. Трещинные воды из этих отложений, вскрытых колонковой скв. 20 (р. Нижняя Байха), характеризуются минерализацией 4—5 г/л. На Ермаковской площади (скв. 1-Р) минерализация рифейских отложений по расчетным данным [Булынникова и др., 1973] должна достигать 30 г/л. Далее к западу и северо-западу, в частности в пределах Пендомаяхской впадины, минерализация подземных вод протерозоя должна составлять еще большие величины.

В правобережной части Енисея в непосредственной близости от опиваемого района в пределах Курейско-Бакланихинского мегавала выделяется нижняя (подсолевая) гидрогеологическая формация рифея и платоновской свиты венда — нижнего кембрия [Геология..., 1981]. В комплексе известно до пяти горизонтов, из которых при опробовании получены дебиты, превышающие 100 м<sup>3</sup>/сут. Нижняя гидрогеологическая формация вмещает в основном рассолы хлоридного натриево-кальциевого состава.

Рассолы из рифейских пород и платоновской свиты идентичны по составу, степени метаморфизма и минерализации. Рассолы подсоловой формации по соотношению хлоридов щелочей и щелочно-земельных элементов подразделяются на хлоридно-натриевые, кальциево-натриевые и существенно кальциевые разновидности. Рассолы рифейского комплекса, независимо от состава главных компонентов, имеют меньшую минерализацию по сравнению с рассолами нижнекембрийского комплекса.

Состав водорастворенных газов рассматриваемой формации преимущественно азотно-метановый с повышенной концентрацией водорода на сопредельной с районом Сухотунгусской антиклинали.

Средняя (соленосная) гидрогеологическая формация кембрийского возраста в районе, вероятно, отсутствует. Костинская гидрогеологическая формация кембрия включает карбонатные отложения костинской свиты. В ней установлено восемь рассолоносных горизонтов. Повышенные пластовые давления установлены там, где отложения костинской свиты перекрыты водоупорными терригенно-карбонатными отложениями более молодого возраста. Примером этому может служить Сухотунгусская структура, где верхняя граница распространения минерализованных рассолов поднимается до 600—500 м. Минерализация таких рассолов, имеющих хлоридный натриево-кальциевый состав, превышает 300—400 г/л и более.

Рассолы костинской формации по составу и степени метаморфизации отличаются от рассолов платоновской и рифейской формаций более высокой концентрацией солей и значительно меньшими содержаниями сульфатов, что очень важно для прогнозирования поисков высокоминерализованных рассолов в левобережной части Енисея.

Водно-растворимые газы характеризуются высокой концентрацией кислых компонентов. Наряду с азотными, углеводородно-азотными и азотно-углеводородными газами с примесью сероводорода и углекислоты распространены углекислотные, азотно-углекислотные, углекислотно- и сероводородно-углеводородные газы [Геология..., 1981].

Верхняя (надсоловая) гидрогеологическая формация включает средне-, верхнекембрийский водоупорные и водоносные ордовикский и силурийский комплексы. В кембрийских отложениях, вскрытых в бассейне р. Елогуй Елогуйской опорной и Енисейскими структурно-поисковыми скважинами, напор вод и дебит увеличиваются в северо-восточном направлении. Дебит вод кембрийских отложений в Елогуйской опорной скважине 0,76 л/с, в Кыксинских 1-Р — 1,4 л/с, 2-Р — 0,88 л/с. Удельный дебит по этим скважинам равен соответственно 0,88; 0,72; 0,286 л/с. В Елогуйской опорной скважине воды соленые с минерализацией 21,4 г/л [Булыникова и др., 1973]. На характер минерализации вод кембрийских отложений оказывает влияние как глубина залегания, так и близость питающей провинции. Более высокое залегание кембрийских отложений в Кыксинских скважинах по сравнению с Елогуйской опорной скважиной отражается резким снижением минерализации. Еще более низкая минерализация отмечается в скважинах, пробуренных вблизи горного обрамления, — 5,5 г/л в скв. 2 (р. Нижняя Баиха) и скв. 6 Игарского профиля (севернее пос. Полой). Воды кембрийских отложений бассейна р. Елогуй по составу хлоридные натриевые. Газы метаново-азотные; гомологи метана, гелий и благородные газы не определены. Температура кембрийских вод в Елогуйской опорной скважине 41 °С, Кыксинской 1-Р — 29 °С. Геотермический градиент составляет 2,3°/100 м.

В сопредельной правобережной части Енисея в западном обрамлении Тунгусской синеклызы кембрийский водоносный комплекс находится в зонах свободного и затрудненного водообмена, что определяет гидрокарбонатный, сульфатный и хлоридный натриевый составы вод выщелачивания и растворения и минерализацию от 1—5 до 150—285 г/л с азотным и кислородно-азотным составом растворенных в них в небольшом количестве газов [Геология..., 1981].

Водоносный комплекс ордовикских карбонатных и терригенно-карбонатных отложений изучен в западной части Тунгусской синеклызы,



где выделяется горизонт байкитских песчаников, в составе которого по скважинам в бассейне р. Нижней Тунгуски получены крепкие метаморфизованные хлоридные натриево-кальциевые рассолы с концентрацией до 360 г/л. При более глубоком залегании горизонта в пределах Курейской синеклизы в нем могут быть локализованы более минерализованные и высокометаморфизованные рассолы. В западной части Тунгусской синеклизы лландоверийский горизонт содержит высокометаморфизованные крепкие рассолы, отличающиеся от рассолов кембрийских отложений меньшей концентрацией калия и магния. На западе бассейна наиболее выдержан венлокский горизонт трещинно-каверновых пород. В западной части Курейской синеклизы на глубинах 800—850 м горизонт содержит сильно метаморфизованные хлоридные натриево-кальциевые метаново-азотные рассолы с концентрацией солей более 250 г/л. Верхний гидрогеологический комплекс промежуточного этажа разделяется на водоупорный девонский и водоносный верхнепалеозойский горизонты.

Водоупорный комплекс девонских отложений содержит в Норильском районе горизонт каверновых известняков, вмещающих пресные или слабосоленые с минерализацией до 12 г/л гидрокарбонатные, сульфатные воды. Водоносный комплекс верхнепалеозойских образований включает до четырех-пяти горизонтов гранулярных высокоемких коллекторов. Он погружен в крупных впадинах на глубину 3—4 км и более и содержит, по-видимому, существенно хлоридные кальциевые весьма крепкие рассолы.

Водоносные комплексы верхнего гидрогеологического этажа изучены лишь в бассейнах рек Елогуй и Турухан, а также в пределах Енисейско-Хатангского мегапрогиба. Наиболее мощные юрские отложения объединяются в водоносный комплекс, соответствующий единому литолого-коллекторскому комплексу пород. Меловые образования содержат два водоносных комплекса. Разделяющая их мощная глинистая толща в пределах Енисейско-Хатангского мегапрогиба служит главным экраном, определяющим нефтегазоносность и гидрогеологические условия региона.

Водообильность комплексов юрских и меловых отложений различна и зависит от их фильтрационных свойств, ухудшающихся с глубиной. Удельные дебиты, определяющиеся неоднородностью коллекторских свойств, изменяются от 0,0006 до 0,6 м<sup>3</sup>/сут для отложений юры и от 0,0001 до 8,0 м<sup>3</sup>/сут для меловых осадков.

Пластовые давления на месторождениях в левобережной части Енисейя близки условному гидростатическому, тогда как в правобережной части Енисейско-Хатангского мегапрогиба на глубинах от 700 до 1700 м установлен их дефицит.

Химический состав подземных вод не отличается от состава вод мезозойских отложений Западно-Сибирского бассейна. Установлены два типа вод: хлоридный натриевый и хлоридно-гидрокарбонатный (гидрокарбонатно-хлоридный) натриевый. Воды обоих типов распространены как в юрских, так и в меловых отложениях. Установлено, что их минерализация увеличивается сверху вниз по разрезу (от 10,7 до 86 г/л). В юрском водоносном комплексе минерализация и содержания основных компонентов в среднем несколько повышаются, что связано с восходящей миграцией минерализованных вод из подстилающих пермско-триасовых отложений в нижнюю часть комплекса. Обратная зональность отмечается в западной части района в отложениях суходудинской свиты, где на глубинах 1,7—2,4 км зафиксировано резкое снижение минерализации.

По данным Е. Г. Бро [1977], наиболее минерализованные воды встречаются в более песчанистых отложениях. Вблизи кровли сеноманских коллекторов (пласт П<sub>К1</sub>) минерализация вод достигает 20—25 г/л, в барремских — 17, а в батских — 15 г/л. С увеличением в разрезе алевроглинистого материала минерализация вод понижается. Турон-кампанские отложения содержат воды с минерализацией 6 г/л, а валанжин-готеривские — 8 г/л.

Г. Д. Гинсбург, Г. А. Иванова [1977] пришли к выводу о том, что алевроито-глинистый материал оказывал влияние на состав седиментогенных вод при эпигенетическом уплотнении пород за счет отжатия связанных маломинерализованных вод, что привело к снижению их минерализации. При этом вносимый агрессивными связанными водами материал из пород определял состав и содержание компонентов химического состава вод. Г. Д. Гинсбург и Г. А. Иванова [1977] установили также более сложные изменения минерализации по хлору. Оказалось, что в разрезах Озерного, Пясинского и Казанцевского месторождений зоны повышенной и пониженной солености вод перемежаются неоднократно. Так, воды в средней части яковлевской свиты, слагающейся плотными породами, содержат всего 30—40 мг/л хлора, тогда как его количество в кровле и ее подошве резко возрастает. В песчаных отложениях малохетской свиты содержания хлора достигают 7,9 г/л. Изменение минерализации в разрезе контролируется также уровнями резкой смены проницаемости пород, например, на границе долганской и дорожковской свит и др. Наличие относительно пресных вод вблизи и внутри залежи в долганской свите на Мессояхском месторождении объясняется разрушением гидратов газа. Г. А. Иванова [1975] установила, что пресные воды кроме угольной и кремневой кислоты обогащены натрием, калием, бромом, иодом и серой и обеднены кальцием и стронцием. Содержание брома зависит от солености палеобассейнов, в которых формировались водовмещающие отложения. Средние значения хлор-бромного коэффициента в водах отложений морского генезиса больше, чем в водах отложений иного происхождения. Величина иод-хлорного коэффициента значительно больше в приконтурных водах месторождений суходудинской свиты, чем на непродуктивных структурах.

Органические водно-растворимые вещества региона изучались Г. А. Ивановой [1975]. В подземных водах установлены аквабитумоиды, ароматические углеводороды, органические кислоты и другие соединения. Максимальные содержания хлороформенного битумоида составляют 8,2 мг/л при средних значениях 3,4 мг/л. Содержание его также зависит от фациальной принадлежности водовмещающих пород, при этом оно возрастает от более песчаных пород к более глинистым, что позволило Г. А. Ивановой сделать вывод о выносе битумоидов из глин. В зоне опресненных вод суходудинской свиты битумоидов значительно больше, чем за ее пределами. Распределение люминесцирующих водно-растворимых битумоидов в разрезе хорошо согласуется с вертикальной зональностью состава углеводородов в залежах, заключающейся в смене газовых залежей газоконденсатными, газоконденсатных с нефтяной оторочкой — нефтяными. Установленное при этом обогащение люминесцирующим битумоидом пластовых вод вблизи залежей углеводородов в наиболее приподнятых зонах региона может иметь поисковое значение. Вблизи залежей углеводородов также отмечаются повышенные содержания аренов.

Из всех проанализированных органических веществ наиболее высоким содержанием отличаются карбоновые кислоты, концентрация которых колеблется от 42 до 4200 мг/л. Органические кислоты генетически связаны с содовыми водами. Наиболее тесная и значимая корреляционная связь установлена со щелочностью вод. Наиболее обогащены органическими кислотами опресненные воды. Широкое развитие пресных и слабосоленых вод во внутренних поясах региона О. В. Равдоникас с соавторами [1959] связывают со слабой засоленностью вмещающих пород, хорошо промытых в геологическом прошлом.

В настоящее время эти отложения залегают на больших глубинах и находятся в условиях затрудненного водообмена. О. В. Равдоникас отмечает, что возрастание температуры с глубиной ведет к усилению процессов выщелачивания и к выносу в раствор хлоридов кальция, что обуславливает повышение минерализации с глубиной. Образование хлоркальциевых вод осуществляется путем катионного обмена, а биохимические процессы восстановления сульфидов приводят к бессульфатности подземных вод. Увеличение сульфатности вод на больших глубинах обеспечивается зату-

ханием деятельности сульфат-редуцирующих бактерий в условиях достаточно высоких температур. Повсеместное распространение метана в подземных водах связано с разложением ОВ, с пластовой и вертикальной миграцией, приводящей к обогащению вышележащих толщ рудными компонентами (алюминием, железом, марганцем, ванадием и др.).

В результате изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Минерализация вод увеличивается с глубиной, достигая максимума в породах плитного комплекса и осадочного чехла глубоких впадин.

2. Содержание растворенных газов в подземных водах зависит от литологического состава и условий образования водовмещающих толщ.

3. Увеличение газонасыщенности вод происходит в северо-западном и западном направлениях, одновременно изменяется состав газа от азотного до метанового.

4. Наиболее благоприятными для поисков высокоминерализованных рассолов в левобережье Енисея являются платформенные отложения плитного комплекса в пределах наложенных впадин.

---

## Г Л А В А VI

### НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ПЛИТНОГО КОМПЛЕКСА И ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЛОКАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОГНОЗ

Наиболее подробно вопросы нефтегазоносности исследуемого района освещены в отчетах сотрудников бывшей Нижне-Енисейской нефтеразведочной экспедиции (НЕНГРЭ) и СНИИГГиМСа и в монографии А. А. Буланниковой и др. [1973] по результатам обработки материалов бурения Елогуйской и Туруханской опорных скважин. На основании довольно скудного материала О. В. Равдоникас предположительно наметила наличие двух потоков подземных вод: 1) воды мезозойских отложений, движущиеся с юга на север; 2) воды палеозойских образований, движущиеся с востока на запад.

Более подробно об этом сказано в предыдущей главе. Ввиду отсутствия выдержанных по площади и достаточно мощных глинистых толщ в районе Елогуйской опорной скважины, которые можно было бы рассматривать в качестве покрышек, район оценен как бесперспективный.

Севернее в бассейне р. Турухан и на прилегающих площадях в разрезе мезозоя появляются довольно мощные и выдержанные по простиранию толщи глин, которые могут служить надежными изоляционными горизонтами. Однако гидрогеологические и геохимические показатели и здесь недостаточно благоприятны, вследствие чего этот район, как уже отмечалось, отнесен к землям вероятно-перспективным. Достоверно установленных нефтегазопроявлений в разрезе мезозоя Турухан-Ермаковского района пока не известно. Хотя здесь в период с 1956 по 1963 г. сейсморазведкой (МОВ частично с перепроверкой КМПВ) был выявлен ряд локальных поднятий в мезозое с амплитудой до 40—50 м. Некоторые из них проверены бурением. Были пройдены Туруханская опорная скважина, глубокие скважины на Ермаковской, Западно-Ермаковской, Щучьей и Костровской площадях, профили колонковых скважин по рекам Турухан и Ниж. Баиха. Месторождений нефти и газа в результате проведенных работ обнаружено не было, так как основная масса скважин была заложена в неструктурных условиях.

По степени перспективности на нефть и газ территория области сочленения ЗСП и СП может быть подразделена на несколько категорий земель:

1) высокоперспективные (район к востоку от Русско-Часельского мегавала), 2) перспективные (район флексуобразных, фестончатых приподнятых зон типа Сузунской, Ванкорско-Русско-Реченской, Мангазейско-Черничной), 3) вероятно-перспективные (флексуобразные перегибы на широте верховьев р. Турухан) и 4) бесперспективные (Приенисейская моноклиналь) (см. рис. П.6). В пределах высокоперспективных земель установлены Тазовское, Заполярное, Русское, Южно-Часельское, Русско-Часельское, Усть-Часельское, Верхне-Часельское, Южно-Верхнечасельское, Русско-Реченское и ряд других месторождений, расположенных в Тюменской области. Залежи в них существенно газонефтяные, газоконденсатно-нефтяные, приуроченные к пластам группы Ю<sub>1</sub>, БТ, АП и ПК, массивные, пластово-сводовые, пластовые с литологическим экраном и массивные с тектоническим экраном (Русское месторождение). Максимальные дебиты нефти достигают 82 м<sup>3</sup>/сут. [Геология..., 1975].

#### VI.1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Тазовское газонефтяное месторождение расположено в 18 км к юго-юго-востоку от пос. Тазовского и приурочено к одноименному локальному поднятию (рис. VI.1.). Месторождение открыто поисковой скв. 1 в 1962 г. По кровле сеноманских отложений поднятие оконтуривается изолинией с отметкой 1160 м, амплитуда 100 м, простираение северо-западное. Промышленные залежи нефти и газа выявлены в нижне-, среднеюрских, сеноманских (пласт ПК) и туронских (пласт Н<sub>1-2</sub>) отложениях. Кроме того, незначительные проявления нефти отмечены в апт-альбских и готерив-барремских отложениях.

Юрская залежь вскрыта скв. 29, где при испытании пласта в интервале 3701—3710 м получен фонтан газа дебитом 16,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут через 25-миллиметровый штуцер. Одновременно с газом получен приток легкой нефти. Газонефтяной фактор 190 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Газ метановый, содержание метана 89,6 %, тяжелых углеводородов до 94,4 %. Нефть метановая, плотностью 0,779 г/см<sup>3</sup>. Содержание серы 0,02 %.

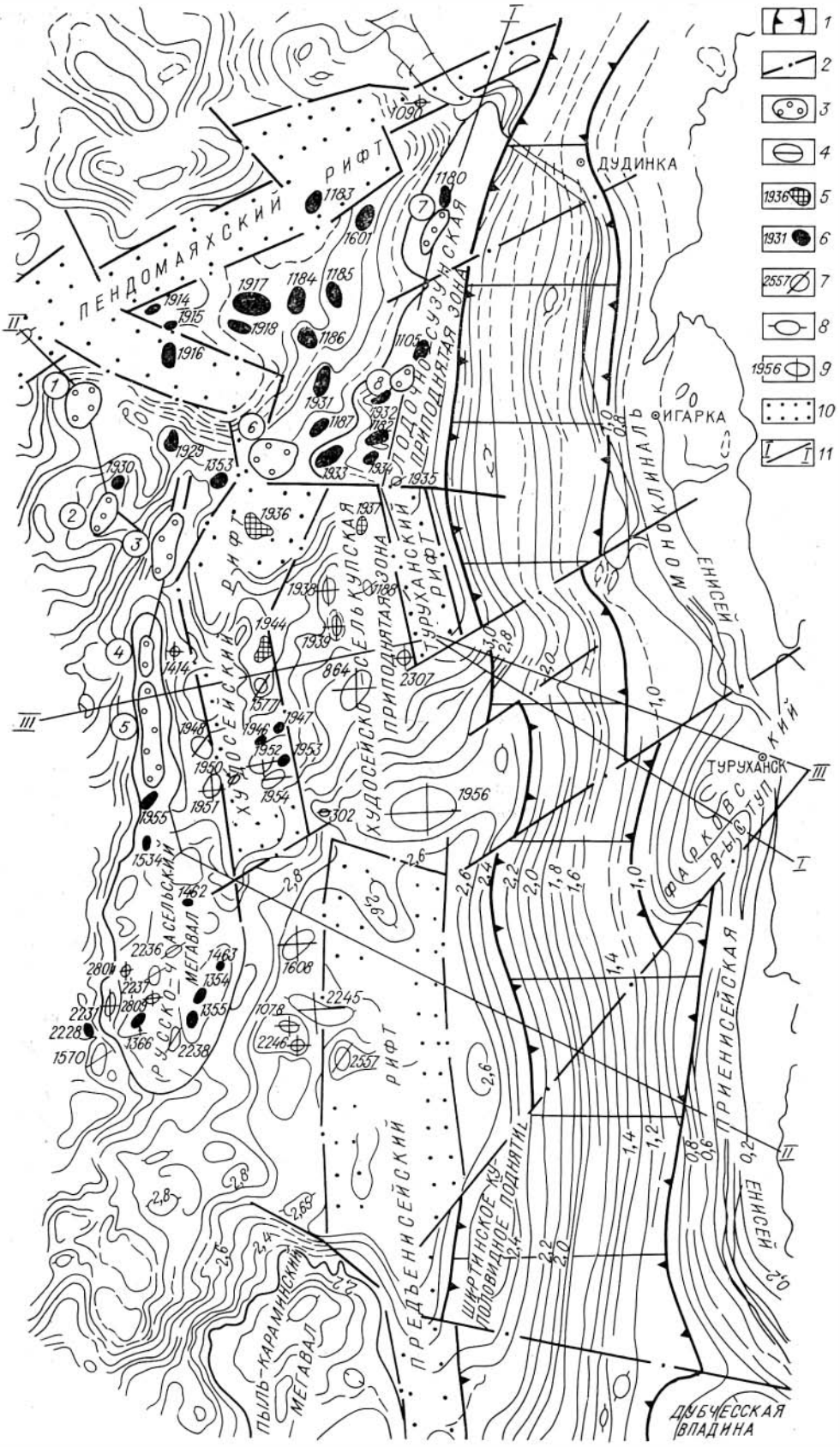
Сеноманская залежь вскрыта на глубинах 1101—1198 м и представлена чередованием прослоев песчаника, алевролитов и глин, которые не коррелируются даже в соседних скважинах. К склонам поднятия количество непроницаемых пород в верхней части продуктивной толщи увеличивается. Мощность отдельных песчано-алевритовых прослоев изменяется от 0,5 до 15 м и более.

При испытании скважин абсолютно свободные дебиты газа изменяются от 330 до 4380 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Пластовое давление 111,4 — 116,8 кгс/см<sup>2</sup>, пластовая температура 25,5—29,5 °С.

В сводовой части поднятия и на его южном и восточном крыльях в подошве газовой залежи установлена нефтяная залежь, имеющая форму клина. Она имеет наклонный с запада на восток водонефтяной контакт с отметками от —1152 до —1175 м. Газонефтяной контакт также наклонен с северо-запада на юго-восток (1140—1165 м). Высота залежи 95—100 м. Залежь массивная, сводовая. Газ метановый, содержание метана 99 %. Плотность нефти 0,850 г/см<sup>3</sup>, содержание серы 0,32 %, фракций, вскипающих до 300 °С, — 72 % [Закономерности..., 1972].

Кроме подошвенной нефти внутри газовой залежи встречаются отдельные прослои, насыщенные тяжелой смолистой нефтью, которая вместе с газом выносится на устье скважины в виде светло-коричневой маслянистой жидкости. Нефть тяжелая, плотностью 0,935 г/см<sup>3</sup>, с содержанием серы 0,81 %, фракций, выкипающих до 300 °С, — 13 %.

В пределах Тазовского месторождения незначительные нефтепроявления отмечены в туронских, апт-альбских и готерив-барремских отложениях. В глинистой туронской покрывке, перекрывающей газовую



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

залежь, встречаются мелкие линзы алевролитов и песчаников, часть которых заполнена нефтью.

В скв. 2—Р с глубин 1934—1936 и 1962—1967 м (апт-альб) подняты известковистые песчаники, иногда с глинистым цементом, насыщенные нефтью. В этой же скважине в готерив-барремских отложениях с глубины 2151—2153 м подняты песчаники, пропитанные нефтью.

В скв. 29-Р в процессе бурения на глубине 3140—3150 и 3600—3700 м в валанжинских и юрских отложениях наблюдались нефтепроявления в виде пленки в промывочном растворе и сильное разгазирование глинистого раствора [Проблемы..., 1968].

**Заполярное нефтегазоконденсатное месторождение** расположено в 80 км к юго-востоку от пос. Тазовское (см. рис. VI.1) и приурочено к одноименному локальному поднятию. По кровле сеномана поднятие представляет собой пологую брахиантиклиналь субмеридионального простирания, размером 50 × 30 км, амплитудой 232 м.

Промышленная газоносность связана с отложениями готерив-баррема, сеномана и турона.

Залежь газа сеноманского яруса пластово-массивная, водоуплывающая, размером 47 × 29 км. Этаж газоносности 224 м. Газоводяной контакт наклонен в северо-восточном направлении. Газ метановый (98,94 %) со следами этана, с содержанием азота 1,06 %. Углекислого газа нет. Туронский продуктивный горизонт залегает на 70—100 м выше сеноманского и представлен чередованием песчано-алевритистых и глинистых пород. Мощность горизонта 30—58 м, число проницаемых прослоев 6—10. Залежь газа пластовая сводовая размером 38 × 20 км, высотой 184 м. Газ метановый (99,4 %) со следами пропана, с содержанием азота (0,07 %) и углекислого газа (0,49 %). Аномально высокое пластовое давление свидетельствует о возможности образования туронской залежи за счет перетока газа из сеноманской залежи.

В отложениях нижнего мела установлены газоконденсатные залежи в пластах АТ<sub>8</sub> и БТ<sub>11</sub>, нефтегазоконденсатные — в пластах БТ<sub>3</sub> — БТ<sub>7</sub>, БТ<sub>9</sub> и БТ<sub>10</sub>. Продуктивные пласты сложены песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, общая мощность пластов 14—60 м [Газовые и газоконденсатные месторождения, 1983].

**Русское газонефтяное месторождение** расположено в 106 км к юго-востоку от пос. Тазовское (см. рис. VI.1) и приурочено к одноименному локальному поднятию, выявленному сейсморазведкой в 1965 г. Месторождение открыто в 1968 г. Отложения верхов покурской свиты системой дизъюнктивных нарушений разбиты на шесть блоков, в каждом из которых образовалась самостоятельная залежь нефти с газовой шапкой.

Наиболее крупной является залежь восточного блока. Залежь нефти с газовой шапкой здесь охватывает пласты ПК<sub>1-13</sub>. Высота залежи равна 245 м, в том числе газовой шапки — 170 м. В газовой зоне присутствует пленочная нефть. В остальных залежах высота газовых шапок колеблется от 0 до 120 м, высота нефтяной зоны — от 0 до 120 м. В западном блоке газовая шапка отсутствует [Геология..., 1975].

**Южно-русское газовое месторождение** расположено в 80 км к юго-западу от Заполярного месторождения (см. рис. VI.1). На месторождении установлена газоносность сеноманских и сенонских отложений. Песчано-алевритовые коллекторы сеномана вскрыты на глубине 860—1030 м и перекрываются толщей глин турона. Газовая залежь массивная, водоуплывающая, высотой 98 м. Толща сенона залегает на 40—60 м выше сенома-

Рис. VI.1. Карта нефтегазоносности области сочленения ЗСП и СП.

1 — земли, перспективные на поиски залежей УВ в отложениях палеозоя; 2 — зоны разломов; 3, 4 — объекты обучения; 3 — месторождения (цифры на рисунке: 1 — Тазовское, 2 — Заполярное, 3 — русское, 4 — Южно-Русское, 5 — Русско-Часельское, 6 — Русско-Реченское, 7 — Сузунское, 8 — Лодочное); 4 — «пустые» структуры; 5—10 — объекты прогноза: 5, 6 — перспективные локальные поднятия I очереди (5), и II очереди (6); 7 — нераспознанные структуры; 8 — неисследованные структуры; 9 — бесперспективные локальные поднятия; 10 — области, перспективные на поиски залежей УВ, в том числе и «неструктурного типа»; 11 — линии геологических разрезов.

## Результаты испытаний Лодочного месторождения по данным ПГО «Енисейнефтегазгеология»

№ скважины	Индекс пласта	Возраст	Интервал ПГК, м	Дебиты, м <sup>3</sup> /сут			Диаметр штуцера, мм
				Нефть	Газ, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Вода	
1	ЯК <sub>3</sub>	Готерив-баррем	1820—1826	40	134 134	—	8 10
2	НХ <sub>1</sub>	Берриас-валанжш	2754—2774	—	288	—	10
3	НХ <sub>3-4</sub>	То же	2887—2892	—	56,2	—	8
4	НХ <sub>3-4</sub>	»	2902—2010	51,2	4,2	32,8	10 9,6

на и представлена песчанистыми, алевролитовыми и глинистыми породами [Газовые и газоконденсатные месторождения, 1983; Геология..., 1975].

**Сузунское нефтегазоконденсатное месторождение** открыто в пределах перспективных земель непосредственно на изучаемой территории, с залежами в отложениях суходудинской свиты (пласты, группы СХ), свободными дебитами газа более 1000 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В скв. 3 из интервала 2645—2653 м (нижнехетская свита) получен приток нефти дебитом 80 м<sup>3</sup>/сут на 8-миллиметровом штуцере через нарушение в колонне.

**Лодочное нефтегазоконденсатное месторождение** открыто в 1986 г. на Лодочной структуре, расположенной к юго-западу от Сузунской. Силами Игарской экспедиции ПГО «Новосибирскгеология» (ныне переданной ПГО «Енисейнефтегазгеология») здесь в скв. 2 установлены залежи углеводородов (табл. VI.1).

По данным ПГО «Енисейнефтегазгеология» залежь пласта ЯК<sub>3</sub> — газонефтяная. Высота газовой шапки 8 м, ГВК = 1745 м. Высота нефтяной части залежи 3,2 м. Залежь пласта НХ<sub>1</sub> газовая. Высота газовой шапки 20 м. Мощность пласта 16,8 м. Залежь пласта НХ<sub>3-4</sub> газовая. Высота газовой шапки 20 м, ГВК = 2693 м. Залежь пласта НХ<sub>3-4</sub> газонефтяная с высотой газовой шапки 29 м. Высота нефтяной части залежи 9 м, ГНК = 282 м, ВНК = 2832 м.

Вероятно-перспективные и бесперспективные районы изучены более детально, так как в районе кроме Туруханской и Елогуйской опорных скважин были разбурены структурно-колонковые профильные и площадные скважины.

В результате проведенных работ в пределах вероятно-перспективных и бесперспективных земель Приенисейской моноклинали выявлены:

1. Газопроявление в колонковой скв. 1-Я, расположенной у фактории Янов Стан, с глубины 110 м. Газ без цвета и запаха, горит.
2. Пропитанность битумами верхнеюрских песков и песчаников в скв. 19-Т па р. Турухан (интервал 162,7—168,5 м).
3. Редкие признаки легко улетучивающегося битумоподобного вещества в среднеюрских песчаниках Туруханской опорной скважины (интервал 2630—2650 м).
4. Приток сильно минерализованной воды с газом в скв. 1-Е на Ермаковской площади. Газ без цвета и запаха, горит синим пламенем. Газовый фактор 1,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.
5. Интенсивное выделение газа из глубокой скв. 2-Е на Ермаковской площади, обусловившее огромную вязкость раствора.
6. Интенсивные газопроявления при проведении сейсморазведочных работ на Ермаковской площади. Газирование в большинстве случаев наблюдалось после первого взрыва и вторичной заливки водой. При поджигании газовые фонтаны горели красным коптящим пламенем высотой 0,5—0,6 м.

На профиле III ПК 43,5 газопроявления наблюдались в течение 20 дней. В других скважинах они были более кратковременными — от 3 до 6 дней. Газ имел запах бензола или легких фракций бензина.

7. Алевролиты, поднятые с глубины 2332 м Западно-Ермаковской скважины, издавали слабый запах бензина.

Под люминесцентной лампой наблюдалось интенсивное свечение отдельных участков поверхности породы. Холодная экстракция хлороформом показала среднее содержание битума 0,04 % на породу.

8. Газовый грифон на озере в 0,6 км от ст. Ермаково. Газ метанового состава (90,8 %  $\text{CH}_4$ ) [Булынникова и др., 1973].

## VI.2. НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Нефтепроизводящие отложения в разрезе осадочных толщ, как правило, устанавливаются исходя из содержания, состава и характера ОВ пород с учетом их седиментогенеза и последующего преобразования.

В разрезе мезозоя Туруханско-Ермаковского района присутствуют прослой пород, содержащие значительное количество органического вещества сапропелевого типа, в какой-то степени восстановленного, что, по В. А. Успенскому [1958], является одним из основных критериев для выделения нефтематеринских толщ. Однако, как показали данные люминесцентно-битуминологических исследований, содержание рассеянных битумов в отложениях мезозоя Приенисейской моноклинали большей частью не выходит за рамки органического фона пород и не превышает сотых долей процента [Булынникова и др., 1973].

Максимальная концентрация рассеянного битума и органического вещества наблюдается в среднеюрских отложениях, вскрытых Туруханской и Западно-Ермаковской скважинами. Здесь обогащенность пород органическим углеводородом нередко достигает 4—5 %, увеличиваясь в углях и некоторых аргиллитах до 14—28 %. При этом содержание битумов приближается к 0,2—0,5 %, а количество хлороформенного экстракта достигает 0,245 % объема породы. Битуминозное вещество пород составляет осмоленный и смолистый битумы, содержание которых достигает 0,625 %. Наличие газовых углей в разрезе средней юры Туруханской опорной скважины наряду с невысоким содержанием гуминовых кислот (0,393 %) свидетельствует о недостаточной степени метаморфизма ОВ. В отдельных горизонтах здесь обнаружено ОВ сапропелевого типа, что подтверждается почти полным отсутствием гуминовых кислот и высоким содержанием нейтральных битумов, иногда составляющих 0,17 % объема породы. Образование верхней части среднеюрских отложений в прибрежно-морских условиях (наличие глауконита, шамозита и других минералов в разрезе Туруханской опорной скважины), их предполагаемое площадное широкое распространение от района Усть-Порта до Барабинска позволяют выделить эту часть разреза в один из перспективных нефтегазоносных комплексов исследуемого района.

Верхнеюрские отложения Турухан-Ермаковского района отличаются более низким содержанием  $S_{\text{орг}}$  и битумоидов по сравнению с отложениями средней юры. Исключение составляют келловей-оксфордские прибрежно-морские отложения р. Турухан (2,51 %) и осадки кимериджа р. Елогуй (3,22 %). В породах верхней юры несколько повышается среднее содержание гуминовых кислот при понижении значений  $S_{\text{орг}}$ . Отложения нижнего и верхнего мела Приенисейской моноклинали при несколько повышенных по сравнению с верхнеюрскими содержаниями  $S_{\text{орг}}$  отличаются еще более низкими содержаниями битумоидов [Булынникова и др., 1973].

А. М. Волков [1962], детально изучивший ОВ мезозойских пород района, отметил следующее. 1. Изменения в составе ОВ по разрезу указывают на возможное обогащение отложений юры и валанигина ОВ сапро-



целевого типа, хотя в отдельных горизонтах наблюдается присутствие гумусовой органики. При этом вниз по разрезу содержание ОВ сапропелевого типа увеличивается. В том же направлении уменьшается содержание гуминовых кислот. 2. Предполагается наличие вторичной битуминозности в некоторых горизонтах средней юры. 3. Наиболее благоприятными в отношении нефтегазоносности в пределах Приенисейской моноклинали следует считать осадки юры, валанжинского и, возможно, готерив-барремского возраста.

Нефтегазоносность осадочных толщ мезозойского чехла района в значительной степени зависит от распространения пород-коллекторов и перекрывающих их глинистых толщ. По данным А. М. Волкова [1962], наиболее хорошо проницаемыми породами представлена верхняя часть разреза примерно до глубины 1300 м. С глубиной проницаемость пород, особенно глинистых разностей, быстро снижается. Песчано-алевритовые разновидности становятся слабо проницаемыми с глубины 2000 м, а песчаники — ниже 2600 м. В целом проницаемость пород ухудшается в западном направлении от горного обрамления в сторону Верхне-Тазовского прогиба. Вблизи горного обрамления развиты крупно-, средне- и мелкозернистые песчаные разности. От периферии к центральной части плиты в разрезе постепенно увеличивается содержание мелкозернистых песчаных пород, алевритов, глин и аргиллитов.

В мезозойских отложениях приенисейской части Западной Сибири имеются достаточно хорошо проницаемые породы-коллекторы, отвечающие требованиям, предъявляемым к гранулярным коллекторам, распространенным в нефтегазоносных районах плиты. В прибортовой части плиты надежные глинистые покрышки-экраны, необходимые для сохранения залежей нефти и газа, отсутствуют. В этом можно убедиться на примере Ермаковской площади, разрез которой представлен преимущественно песчаными и песчано-глинистыми разностями пород. О проницаемости их свидетельствуют газовыделения во взрывных сейсмических скважинах, пройденных в мерзлых суглинках. По-видимому, толща вечномерзлых пород в этом районе является наиболее мощной крышкой.

В районе Туруханской опорной скважины надежные глинистые покрышки имеются в отложениях юры и неокома. Проницаемость верхнеюрских глин в Туруханской опорной скважине 0,1—0,4 мД [Волков, 1962].

В северо-западной части района (по аналогии с разрезом Сузунской и Лодочной площадей) надежной крышкой для залежей УВ должны явиться морские глинистые пачки берриас-валанжина, неокома, алта и турона.

Для Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна установлена закономерность, заключающаяся в увеличении концентрации метана и его гомологов, а также газонасыщенности и упругости водорастворенных газов вниз по разрезу осадочного чехла и в направлении от краевых частей к центру и к северным районам бассейна. Аналогичные закономерности отмечаются и в его приенисейской части [Байбородских и др., 1962; Булыникова и др., 1968, 1973; и др.].

Состав растворенных газов мезозойских отложений преимущественно метановый, содержание его колеблется в пределах 70—99 %, содержание гомологов метана незначительное — 0,3 %. Количество азота достигает 10—12 %. Азот биогенного происхождения. Углекислый газ присутствует в фоновых концентрациях (до 2,2 %), аномалии отсутствуют.

Упругость растворенных газов также возрастает вниз по разрезу. Так, в скв. 2-Е Ермаковской площади упругость растворенных газов изменяется от 18,1 кг/см<sup>2</sup> в неокомских отложениях до 71,6 кг/см<sup>2</sup> в среднеюрских [Булыникова и др., 1973].

Установлено, что пластовые давления намного превышают упругость растворенных газов, т. е. воды недонасыщены газом.

Уменьшение разности пластового давления и упругости растворенных газов является благоприятным признаком в отношении нефтегазо-

ности. В том случае, когда упругость растворенных газов равна пластовому давлению, начинается выделение газа из раствора и скопление сухого газа.

Недонасыщенность пластовых вод мезозойских отложений растворенными газами характерна для Западно-Сибирского НГБ, что противоречит наличию крупных и крупнейших газовых месторождений, в особенности в сеноманских отложениях северных районов. Это несоответствие подтверждает предположение Н. М. Кругликова [1967] о том, что обстановки предельного газонасыщения вод в нефтегазоносном бассейне существовали непродолжительное время и не повсеместно, а лишь на отдельных участках водонапорной системы.

А. М. Волков [1962] объясняет недонасыщенность вод газами тем, что для восточной части Западно-Сибирской плиты характерно интенсивное движение пластовых вод, которое уменьшает концентрацию растворенных газов до минимума. Приенисейская моноклинал в этом отношении мало благоприятна для накопления газа.

Условия, благоприятные для накопления газа в высоких концентрациях, создаются в глубоких впадинах, в зоне застойных вод. Такие условия могут быть в пределах Предъенисейского, Туруханского, Худосейского и Пендомаяхского рифтов. При наличии здесь поднятий с большой амплитудой пластовые давления в районе поднятий будут уменьшаться, а упругость растворенных газов увеличиваться. В этом случае будут созданы условия, благоприятные для формирования залежей газа.

Изучение современной гидрохимической обстановки в мезозое Западно-Сибирского бассейна показало, что залежи нефти в основном связаны с зонами распространения вод хлоркальциевого типа средних величин минерализации — 15—20 г/л. С этой точки зрения перспективными в отношении нефтегазоносности в приенисейской части Западной Сибири будут отложения юры и неокома, в которых развиты аналогичные воды.

Структурные особенности описываемой территории, несмотря на их плохую изученность, могут считаться благоприятными. Район расположен в различных структурно-тектонических условиях. На основании комплексного анализа геолого-геофизических материалов (сейсмо-, гравиметрическая разведка) в нижней части осадочного чехла выделяется система субмеридиональных рифтов, отделяющих Приенисейскую (Пакулихинскую) моноклинал, осложненную Лодочно-Сузунской и Худосейско-Селькупской приподнятыми зонами, от Русско-Часельского мегавала (см. рис. II.6).

Триас-юрские рифтовые зоны имеют коробчатое строение и разбиты серией трансформных разломов, что, по мнению Б. А. Соколова [1985], создает благоприятный геотермический градиент для деструкции ОВ и формирования залежей УВ. Это в конечном счете и предопределило степень перспективности как крупных структурных элементов, так и отдельных локальных поднятий. Вопросы прогноза продуктивности локальных структур рассмотрены в конце этой главы. Здесь же необходимо остановиться на весьма важной и актуальной не только для этого района, но и для Западной Сибири в целом проблеме нефтегазоносности палеозоя.

### VI.3. НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ПЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В результате интерпретации геолого-геофизических материалов по Турухан-Елогуйскому междуречью установлено широкое развитие слабодислоцированных пород рифея и палеозоя далеко на запад от Енисея до верховьев рек Елогуй и Турухан [Булыникова и др., 1973; Каштанов, 1983—1985]. По данным гравиметрических исследований здесь выделяются Усть-Туруханская, Маковская и Пакулихинская впадины, в контурах которых фиксируются региональные гравитационные минимумы. Наличие Усть-Туруханской и Маковской впадин подтверждено бурением.

Геологическая природа гравитационных минимумов может быть объяснена наличием в пределах этих впадин мощных неметаморфизованных толщ рифея и палеозоя. Сейсмопрофилирование, проведенное через Маковскую впадину, показало пологое погружение осадков мезозоя в западном направлении. По данным аэромагнитной съемки, глубина залегания возмущающих масс в пределах зон гравитационных минимумов достигает 7—9 км, в то время как максимальная мощность отложений мезозоя не превышает 4 км (Туруханская опорная скважина) (см. рис. 1.4). Таким образом, на долю неметаморфизованных толщ палеозоя приходится 3—5 км мощности осадочных образований. Объем осадочного выполнения рифейско-палеозойского плитного комплекса только в пределах Фатьянинско-Баихского блока комплекса основания превышает 300 тыс. км<sup>2</sup>. О возможной его нефтегазонасности также свидетельствуют благоприятные гидрогеохимические данные, экстраполированные в левобережную часть с правобережья, и установление в Елогуйской опорной скважине высокой минерализации вод в отложениях кембрия, их высокой хлоридности, промышленной концентрации брома (324 мг/л) и низкий хлорбромовый коэффициент вод кембрийского резервуара.

В пределах приенисейской части Сибирской платформы на смежных территориях среди аналогичных по возрасту и составу допалеозойских пород известны притоки нефти из различных горизонтов платоновской свиты (скв. 1—4 Сухотунгусской и скв. 2 Нижнелетнинской площадей) и газа из кровли костинской свиты (скв. 5, 7—9 Сухотунгусской площади).

Для западной окраины Сибирской платформы, продолжение которой под мезозойско-кайнозойский осадочный чехол Западно-Сибирской равнины уже установлено [Каштанов, 1983—1985], выделен ряд продуктивных и, возможно, перспективных на нефть и газ комплексов (см. рис. 1.1):

1) рифейский, 2) нижнемотский (нижняя часть платоновской свиты), 3) верхнемотский (верхняя часть платоновской свиты), 4) костинский (костинская свита нижнего кембрия), 5) байкитский (песчаники байкитской свиты нижнего ордовика), 6) венлокский (дьявольская свита нижнего силура), 7) юктинский (юктинская свита среднего девона), 8) верхнепалеозойский (брусская и катская свиты верхнего карбона).

Возможно, в пределах Приенисейской зоны распространены и не все из вышеперечисленных комплексов, однако наличие карбонатных отложений кембрия в скважинах Елогуйского профиля, терригенно-карбонатных пород рифея в нижнем течении Нижней Баихи, вблизи пос. Якуты, на Ермаковской и Костровской площадях и несколько южнее г. Игарки, присутствие верхнепалеозойских толщ в районе Туруханска и Маковской впадины дает основание высказаться о перспективах этой территории на поиски скоплений углеводородов. Особенно перспективны в этом отношении восточные борты Маковской и Пакулихинской впадин, протягивающихся от верховьев р. Турухан на севере до верхнего течения р. Келлог на юге на расстояние в 350 км в зоне субдукции в автохтоне Ермаково-Дубчесского надвига [Каштанов, 1984, 1985].

Выявление эрозионно-тектонических выступов, рифогенных построек и других благоприятных ловушек в пределах контуров этих впадин позволяют рекомендовать этот район в качестве перспективного на поиски залежей углеводородов в отложениях рифейско-палеозойского плитного комплекса.

#### **VI.4. ЛОКАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОГНОЗ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

В практике нефтегазопромысловых работ существует большое количество способов и приемов разделения продуктивных и «пустых» в нефтегазонасности структур [Белонин, Кноринг, 1971; Волков, 1968; Конторович и др., 1972; Ванюшин и др., 1973; Аминов и др., 1977; и др.].

Основой для разделения служит различный набор геологических, геофизических, геохимических и других характеристик, получаемых либо непосредственно по данным бурения, либо в результате интерпретации этих данных и их экстраполяции на неразбуренные структуры.

Работами последних лет, основанными на анализе современного структурного плана осадочного чехла Западно-Сибирской плиты с помощью ЭВМ, установлена возможность выяснения нефтегазоносности локальных поднятий как в отложениях мезозоя, так и в палеозойских осадочных толщах [Каштанов, Соколов, 1975; Каштанов и др., 1978; Запивалов и др., 1978; и др.

В качестве объекта исследований обычно выбирается нефтеносный комплекс определенного возраста, вскрытый в пределах конкретного локального поднятия [Конторович и др., 1972; Волков, 1968; и др.].

Основным недостатком такого подхода, на наш взгляд, является несоответствие цели исследования (прогноз продуктивности локальных поднятий на добуровой стадии изученности) ее логическому содержанию, так как в основу признакового пространства прогнозируемых структур закладываются параметры, получаемые в результате экстраполяции данных по разбуренным структурам. Поэтому для локальных поднятий, расположенных в пределах одной и той же структуры, например II порядка, никакой дифференциации по литологии, геохимии, гидрогеологии в условиях отсутствия дизъюнктивных дислокаций, перерывов в осадконакоплении и зон выклинивания наблюдаться не будет. Все структуры, расположенные рядом с месторождением, по совокупности вышеуказанных характеристик по результатам распознавания будут отнесены к классу месторождений, рядом с непродуктивными локальными поднятиями — к непродуктивным структурам. Эти характеристики могут быть использованы только при решении классификационных задач без прогноза неразбуренных структур.

Другим недостатком является то, что экстраполяция обычно проводится на основе анализа совокупности признаков, характеризующих, с одной стороны, конкретный нефтегазоносный комплекс, а также признаков, характеризующих разбуренные локальные структуры, в пределах которых вскрыт данный комплекс. С другой стороны, экстраполяция проводится по группе признаков, описывающих геологическую ситуацию района в целом (региональные признаки, определяемые по различным геолого-геофизическим данным, взятые безотносительно к конкретному НГК). В этом случае большинство характеристик, входящих в информативную систему признаков (ИСП), позволяющую разделить структуры на продуктивные и «пустые», невозможно получить по неисследованным бурением структурам.

Каков же выход из создавшегося положения? Как объективно, в соответствии с логикой, подойти к прогнозу продуктивности локальных поднятий на добуровой стадии их исследования? Вот основная проблема, которую пришлось решать при проведении нефтепрогноза. Поскольку в прогноз вводятся локальные поднятия, выявленные только геофизическими методами, для которых отсутствует информация, полученная в результате бурения, естественно ввести в признаковое пространство, описывающее всю совокупность объектов исследования (объекты обучения и прогноза), лишь те параметры, которые одновременно характеризуют как разбуренные, так и неразбуренные структуры. Такие характеристики можно получить только используя результаты геофизических работ.

Как известно, главным методом выявления локальных поднятий является сейсморазведка, по данным которой составляются структурные карты. Последние и служат той основой, на которой базируется используемое нами признаковое пространство.

Так как объект исследования — локальное поднятие (ЛП), то для его всестороннего описания необходим достаточно широкий набор параметров. Такими параметрами будут характеристики пликативных структур

региона, снимаемые со структурных карт, построенных по основным опорным сейсмическим горизонтам. По территории Таз-Енисейского междуречья в пределах Красноярского края таких построений практически нет, так как региональные и площадные сейсмические работы проводились в ничтожно малых размерах. Нами были использованы структурно-тектонические построения различных авторских коллективов (ЗапСибНИГНИ, СНИИГГиМС и др.). Ясно, что достоверность такой разностильной информации невелика. Кроме того, ненадежность геофизической информации заключается в сложности геологического строения региона, так как в пределах Приенисейской моноклинали (см. рис. II.3, II.4) существенно морские отложения юры и мела, развитые в центральных районах Западно-Сибирской плиты, на коротких расстояниях по литорали сменяются прибрежно-морскими и континентальными осадками. Эти изменения довольно значительно проявляются в зоне, расположенной к востоку от Русско-Часельского мегавала и к западу от наиболее погруженной части Приенисейской моноклинали (см. рис. II.4). Здесь происходит выклинивание отложений баженовской свиты (волжский ярус верхней юры), однако появляются морские алеврито-глинистые осадки верхов средней юры — низов верхней юры (байос-келловей, возможно, оксфорд), т. е. опорный сейсмический горизонт II<sup>a</sup> (кровля заводоуковской серии или ее аналогов), широко развитый в западной части района, к востоку как бы понижается в стратиграфическом диапазоне. В этой же зоне происходит выклинивание отложений алымской и ганькинской свит, иначе говоря, региональные опорные сейсмические горизонты III и V также выпадают из разреза. В северной части района (к северу от широты р. Турухан) наблюдаются морские глинистые толщи юры, мела и, возможно, палеогена, являющиеся локальными опорными сейсмическими горизонтами. Широкое развитие вечномерзлых пород в разрезе осадочного чехла также усложняет сейсмическую корреляцию разрезов и пока не позволяет составить надежные региональные структурные карты:

Все вышеизложенное настоятельно диктует необходимость проведения региональных сейсмических работ в районе, указывает на предстоящую сложность в интерпретации сейсмоматериалов и недостаточную надежность проведенного нами нефтепрогноза.

Как уже отмечалось, при разделении структур на продуктивные и «пустые» в нефтегазоносном отношении учитывается либо весь комплекс геолого-геофизической информации, интерпретация которого положена в основу разделения структур, либо какая-то его часть, наиболее полно, по мнению исследователей, отражающая специфику их продуктивности или непродуктивности (геохимия, гидрогеология, литология, тектоника и т. п.). Автором для оценки региональной нефтегазоносности использованы все вышеуказанные факторы. Для локального нефтепрогноза были выбраны структурно-тектонические характеристики пликтивных дислокаций, снимаемые со структурных карт, построенных по подошве отложений осадочного чехла (горизонт Ф); по кровле отложений заводоуковской серии или ее аналогов (горизонт II<sup>a</sup>); по кровле отложений покурской свиты или ее аналогов (горизонт IV) и по поверхности современных отложений, т. е. по горизонтам, наиболее развитым в районе.

На каждой из структурных карт были выделены надрегиональные (Приенисейская моноклинали), региональные (Русско-Часельский мегавал, Предъенисейский, Худосейский, Туруханский, Пендомаяхский рифты, Худосейско-Селькупская и Лодочно-Сузунская приподнятые зоны, Фарковский выступ, Ширтинское куполовидное поднятие, Дубчесская впадина) и локальные структуры (см. рис. II.6).

Надрегиональные структуры в значительной степени предопределяют зоны продуктивных земель. Региональные структуры характеризуют размеры и потенциальные возможности областей газонефтеобразования и накопления. Локальные структуры осуществляют распределение поступающих в них углеводородов и локализацию их в залежи или вынос УВ за их контуры.

В признаковое пространство, описывающее объекты обучения (месторождения и «пустые» в нефтегазоносном отношении структуры), вошли следующие характеристики. Рельефное выражение локального поднятия (ЛП) на структурной карте данного горизонта, определяемое по наличию разности гипсометрических отметок их подошвы и вершины. Этот признак позволяет проследивать вид и характер унаследованности структурного плана ЛП во времени и определять степень его смещения в пространстве, что способствует установлению, во-первых, непрерывности или прерывистости развития ЛП в процессе формирования осадочного чехла и, во-вторых, характера и времени перестройки структурного плана ЛП (новообразование структур, смещение свода, раскрытие структур и т. п.).

Доказательство этапности развития ЛП может привести к обнаружению закономерностей формирования залежей углеводородов как по их качественному составу (нефть, газ, смешанные углеводороды и др.), так и по времени формирования самих залежей.

Последнее подтверждается многочисленными работами [Конторович, Трофимук, 1973; Геология..., 1975; Прозорович и др., 1970; Салманов, 1974; и др.], показавшими, что на территории Западно-Сибирской плиты формирование залежей нефти и газа в юрском и неокомском нефтегазоносных комплексах в зависимости от характера структурно-тектонического развития региона происходило в различные временные этапы с различной интенсивностью и длительностью.

Формирование залежей газа в юрских отложениях происходило в барреме-апте, а залежей нефти — значительно позже, не ранее сеноманского века, и протекало достаточно интенсивно в течение всего мела. Перестройка структурного плана на границе нижнего и верхнего мела, приведшая к максимальной для Западно-Сибирской плиты сеноман-туронской трансгрессии, прервала процессы газонефтеобразования в юрском комплексе.

В отложениях неокома формирование залежей нефти и газа началось не ранее середины позднего мела и достигло максимума в конце олигоцена и неогена. Предполагается, что образование уникальнейших по масштабам залежей газа в приполярной и арктической частях Западно-Сибирской плиты, вероятно, связано с ледниковой деятельностью, происходившей в четвертичное время, когда колоссальные массы ледниковых образований создавали значительные давления на осадочный чехол плиты, вызывая деформации, способствовавшие эмиграции газообразных углеводородов из нефтематеринских толщ и локализации газа в ловушках под экраном вечномерзлых пород [Каштанов, 1985].

Таким образом, изменение структурного плана осадочного чехла во времени и в пространстве, фиксируемое по наличию или отсутствию локальных поднятий на картах соответствующих опорных сейсмических горизонтов и по другим характеристикам, приведенным ниже, существенным образом влияет на время и интенсивность формирования залежей углеводородов.

Признаки, характеризующие гипсометрическое положение локального поднятия (абсолютные отметки подошвы и вершины ЛП) или его проекции, в случае отсутствия структуры на карте данного опорного сейсмического горизонта фиксируют вертикальные координаты ЛП в пределах нефтегазоносной области и определяют мощности перекрывающих отложений. Последнее обстоятельство косвенно указывает на температурный режим, степень катагенетических преобразований углеводородов и возможности сохранения залежей от последующих перетоков при условии спокойной тектонической обстановки в бассейне седиментации. Необходимость ввода в признаковое пространство гипсометрических отметок не вызывает сомнений, так как большая часть характеристик, связанных в основном с историей развития локальных поднятий, определяется по этим параметрам. В частности, по ним устанавливают амплитуды структур, приросты амплитуд ЛП за этапы тектонического развития региона, а также расстояния между подошвами ЛП по сравниваемым горизонтам,

характеризующие палеотектонику региона. По гипсометрии локальных поднятий также определяется их положение в региональных структурно-тектонических зонах. Выделение региональных зон осуществляется по следующему принципу. К первой зоне по каждому отдельно взятому горизонту относятся наиболее погруженные части района, выраженные в современном структурном плане, или так называемые «внутренние синеклизы». Для них характерны замкнутые контуры по верхней (минимальной) и нижней (максимальной) стратозиогипсам. Вторая зона — «внешняя синеклиза» отграничивает область максимального погружения региона («внутреннюю синеклизу») от областей с преимущественно приподнятыми формами современного структурного плана по каждому горизонту.

Третья структурно-тектоническая зона, или «сложная моноклираль», отграничивает преимущественно погруженные области региона («внутреннюю» и «внешнюю» синеклизы) от областей, в пределах которых не фиксируется сколько-нибудь заметных впадин. К этой зоне приурочены структурные выступы, структурные заливы и периклинали крупных структур.

Четвертая и пятая зоны в структурном отношении представлены «простой моноклиралью», в пределах которой нет осложнений структурного плана, за исключением флексуорообразных перегибов.

В пределах каждой из выделенных зон, характеризующих положение крупных областей генерации и аккумуляции углеводородов относительно друг друга, осуществляется привязка локальных поднятий как по вертикали, так и по латерали. Следовательно, локальные поднятия в пределах региональных зон строго зафиксированы как во времени, так и в пространстве, что немаловажно при выяснении характера и масштабов заполнения ловушек в процессе формирования залежей углеводородов.

Введенные в признаковое пространство параметры, характеризующие морфологию (геометрию) локальных поднятий (амплитуда, длина, ширина, площадь, объем), сами по себе на продуктивность структур не оказывают влияния. Однако по ним определяются размеры ловушек, а по степени изменения этих параметров вверх по разрезу, как уже отмечалось ранее, с учетом признаков, выражающих изометричность ЛП, устанавливается характер унаследованности структур или ее отсутствие, в какой-то мере природа их образования (надразломные, штамповые, конседиментационные и др.) и особенности их развития в осадочном чехле [Гурари, Микуленко, Старосельцев, 1974; Наливкин и др., 1967; Каштанов, Бишаев, Худорожков, 1978; и др.].

Величины, характеризующие угол наклона предполагаемых областей миграции углеводородов, определяют возможности поступления флюидов (поскольку перемещение флюидов по латерали возможно лишь при определенных уклонах), а также скорость их миграции и (в совокупности с характеристиками, приведенными выше) количество углеводородов, поступающих в области нефтегазоаккумуляции (локальные поднятия). К сожалению, нам не известны работы, рассматривающие связь ориентировки локальных поднятий с их нефтегазоносностью. Однако эта связь может быть очень тесной в случае благоприятного расположения (ориентировки) структур по отношению к путям миграции углеводородов. Эта связь тем благоприятнее для нефтегазоносности поднятий, чем благоприятнее сочетание следующих факторов: 1) ориентировка локальных поднятий относительно областей нефтегазообразования; 2) ориентировка локальных поднятий к направлению путей миграции углеводородов, определяемая на каждый конкретный отрезок времени. Для решения этих вопросов в признаковое пространство были введены характеристики, определяющие расположение областей нефтегазообразования (впадин) и их объемы относительно областей локализации УВ (ЛП) в азимутальной привязке по квадрантам.

Хотя признаки, описывающие морфологию локальных поднятий, относятся к группе статических (абсолютные отметки подошвы, вершины, длина, ширина, амплитуда и т. п.), их необходимо рассматривать как ди-

намические, ибо прослеживание их изменения вверх по разрезу последовательно по всем опорным сейсмическим горизонтам совместно с данными по приросту амплитуд, положению поверхности нижележащих толщ к концу формирования верхних горизонтов, виду унаследованности структурного плана и другим показателям показывает динамику и историю развития структур.

Значение процесса формирования поднятий разного порядка на Западно-Сибирской плите для оценки их нефтегазоносности показано в многочисленных работах [Бенько и др., 1968; Конторович, и др., 1972; Наливкин и др., 1965; и др.]. Этот фактор определяет тип и размеры областей нефтегазонакопления (тип ловушек углеводородов), характер их изменения во времени и пространстве, а также время и условия миграции и аккумуляции углеводородов. Процесс формирования структур, кроме того, влияет на коллекторские свойства продуктивных горизонтов, а в совокупности с гипсометрическим положением локальных поднятий оказывает влияние на мощность и надежность перекрывающих залежи экранов (покрышек).

#### VI.5. ЛОКАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОГНОЗ ПО ДАННЫМ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

В США в соответствии с программой оценки ресурсов урана с 1974 г. проводилась аэромагнитная и гамма-съемка практически на всей территории страны и Аляски.

Аэромагнитная съемка выявила почти над всеми месторождениями углеводородов магнитные аномалии. Формирование этих аномалий объясняется [Dopovan et al., 1979] наличием над залежью эпигенетического магнетита, образованного в результате восстановительных химических реакций в присутствии углеводородных газов. Качество региональных работ не всегда было высоким из-за большого расстояния между профилями и низкой чувствительности аппаратуры. Проверка концепции эпигенетического превращения гематита в магнетит под действием мигрирующих из залежи углеводородов была проведена на площади свыше 338 тыс. км<sup>2</sup>, в пределах которой известно более 100 нефтяных и газовых месторождений. В результате работ обнаружено наличие аномалий более чем над 90 месторождениями, что подтвердило высокую эффективность метода.

Более детальные работы высокочувствительными магнитометрами (0,1 нТл и выше) проведены в штатах Канзас, Иллинойс и Восточный Техас. В результате над известными месторождениями углеводородов отмечены магнитные аномалии в виде пилообразной кривой, также выделены участки для постановки поискового бурения [Saunders, Terry, 1985].

В составе осадочного чехла Западно-Сибирской плиты многочисленными аэромагнитными съемками различной детальности в последние годы также выделяются так называемые микромагнитные аномалии  $\Delta T_a$  пилообразной формы, вызываемые объектами, залегающими, как показывают расчеты, на глубинах 150—300 м и более интенсивностью до 10 нТл, иногда более. В плане их распределение имеет различную группируемость и конфигурацию, зачастую они локализируются в виде узких линейно вытянутых протяженных цепочек, иногда создают отдельно изолированные аномальные поля и редко — кольцевые аномальные зоны.

Совмещение положения этих зон и полей со структурным планом, построенным по поверхности осадочных образований заводоуквской серии или ее аналогов (гор. II<sup>a</sup>) юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область), показало их четкую приуроченность к структурным элементам района. Линейно вытянутые цепочки аномалий локализируются в периклинальных частях положительных или отрицательных пликативных дислокаций, чаще они тяготеют к зонам их перехода. Отдельно изолированные аномальные зоны приурочены, как правило, к сводам локальных поднятий или днищам впадин.



Кольцевые аномальные зоны, встречающиеся, как отмечалось, значительно реже, оконтуривают положительные пликативные структуры.

Природа этих микроаномалий до сих пор не установлена. Впервые на их широкое площадное распространение в пределах Западно-Сибирской равнины (ЗСР) обратили внимание А. М. Загороднов и М. И. Залипухин в 1960 г. Они объясняли природу микроаномалий в приенисейской части ЗСР тремя возможными причинами: 1) наличием трапповых тел в составе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла; 2) наличием валунов и гальки бокситов, снесенных с траппов Сибирской платформы и рассредоточенных в осадочных породах региона, и 3) обилием валунов и гальки траппов в современном аллювии левых притоков Енисея.

Обилие магнетита в виде оторочек вокруг алюможелезистых бобовин и в цементирующей массе туруханских бокситов, придающего им повышенные магнитные свойства (магнитная восприимчивость до  $33000 \cdot 10^{-6}$  СИ), позволило И. В. Дербикову и В. А. Каштанову в 1967 г. однозначно увязать места вскрытия скважинами бокситовых пород и бокситов с конфигурацией и интенсивностью микроаномалий  $\Delta T_a$  в приенисейской части ЗСР и рекомендовать участки для проведения высокоточной аэромагнитной съемки.

Позднее, в 1968 г. к такому же выводу пришли Н. Е. Гайдуков и А. П. Ануфриева (СНИИГГиМС).

Наличие микроаномалий в зоне распространения колпацевских бурожелезняковых руд Р. М. Антонович [1976] объясняет концентрацией богатых руд в верхних горизонтах в результате размыва и переотложения бедных их разновидностей.

В 1985 г. автор настоящей монографии на основе анализа закономерностей размещения нефтегазо- и рудоносных образований в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты (ЗСП) установил их взаимосвязь, заключающуюся в смене окислительно-восстановительных обстановок в периферических частях Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна (НГБ) в постсеноманское время, приведшей к образованию вторичных минеральных ассоциаций, в том числе моногидратов глинозема, корунда и магнетита в результате массовой диффузной миграции углеводородов через осадочные толщи (1985 г.) (см. р ис. II.7).

Образование магнетита за счет гидролиза солей двухвалентного железа с выделением водорода в результате повышения щелочности раствора описал В. И. Молчанов [1981]. Возникновение резкощелочной среды с выделением водорода и значительного количества тепла ( $\sim 90$  ккал) Ю. А. Пецюха [1985] объясняет взаимодействием связанной воды, являющейся «обязательным компонентом любой нефтепроизводящей породы», с катионами калия и натрия, содержащимися в любой осадочной толще.

Обилие публикаций о вторичных изменениях пород, содержащих залежи УВ, и минеральных преобразованиях в перекрывающих их толщах [Влияние..., 1976б; Влияние..., 1982; и др.] в результате сложных взаимоотношений в системе осадок — органическое вещество — порода дает основание более определенно высказаться о возможности образования магнитовозмущающих объектов над залежами УВ в результате изменения окислительно-восстановительного потенциала за счет вертикальной миграции газов через перекрывающие толщи [Каштанов, 1985, 1987].

В последние годы, как указывалось ранее, появилась обширная литература о влиянии углеводородов на формирование стратиформных свинцово-цинковых, медистых и редкоземельных месторождений в осадочных кремнисто-углеродистых карбонатно-кремнистых и других углеродсодержащих формациях плитных комплексов [Наркелюн, 1977, 1983; Горжевский, 1987; и др.].

Анализ размещения хемогенно-осадочных концентраций кремнезема, железа, глинозема, фосфора, марганца над углеводородными залежами в осадочном чехле ЗСП и по ее периферии вне пределов нефтегазоносных земель позволил нам [Каштанов, 1985] сделать вывод о перераспределении углеводородных газов в постсеноманское время.

«Первичные хемогенно-осадочные бокситы и шамозит-гидрогетитовые железные руды формировались в прибрежно-морских фациях в результате физико-химической дифференциации рудного вещества на границе суша — море. Затем, в процессе миграции углеводородных газов через прибрежно-морские рудоносные отложения осуществлялось перераспределение рудного материала, разложение алюмосиликатов, вынос хемогенного кремнезема из шамозитовых толщ, их обогащение минералами свободного глинозема, образование оторочек магнетита вокруг алюможелезистых бобовин, частичное обезвоживание минералов глинозема и железа с формированием новообразованных бемита, диаспора, корунда, маггемита, гематита, сидерита. Хемогенный кремнезем выносился за пределы рудных фаций, давая начало опало-халцедоновым и кремнистым образованиям [Каштанов, 1985].

В геохимическом отношении этот процесс рассмотрен в предыдущих разделах.

Анализ распределения микроаномалий над месторождениями и «пустыми» в нефтегазоносном отношении структурами юго-востока Западно-Сибирской плиты, проведенный автором в 1987 г. посредством алгоритма «Каскад» [Бабич, 1977] по 11 признакам, описывающим значение регионального магнитного поля и характер распределения микроаномалий в пределах контура локальных поднятий, показал четкую корреляцию между аномалиями, фиксируемыми в осадочном чехле, и залежами углеводородов.

Использование комплекса гравиметрических и аэромагнитных данных при поисках залежей УВ в Западной Сибири описано в работе К. К. Шапошникова и М. В. Самолетова [1986]. Они показали, что месторождениям Надым-Пурской и Пур-Тазовской НГО, как правило, соответствуют отрицательные региональные гравитационные и магнитные аномалии, и лишь в незначительных случаях залежи углеводородов «совмещаются» в плане с зонами перехода от отрицательных к положительным их значениям. Физическая природа этого явления в их работе, как и в других, не рассматривается.

На основе анализа регионального магнитного поля в пределах контуров локальных структур в юго-восточных районах ЗСП установлено, что большая часть (68 %) залежей УВ тяготеет к зонам перехода отрицательных значений  $\Delta T_a$  к положительным. Это мы связываем с зонами дезинтеграции пород, содержащих залежи УВ, и миграции углеводородных газов по этим ослабленным зонам в результате массовой их миграции, создания восстановительных обстановок и, возможно, повышенного теплового потока. Приуроченность залежей УВ к отрицательным региональным магнитным полям показана в работах коллектива сотрудников СНИИГГиМСа — С. А. Степанова, Н. С. Новгородова, В. И. Краснова. Она мотивируется наличием немагнитных карбонатных, в том числе органогенных образований домезозойского структурного этажа, благоприятным для формирования и сохранения залежей углеводородов в отложениях палеозоя.

Анализ имеющегося материала по 11 характеристикам регионального и локального магнитного поля посредством распознавания образов с применением ЭВМ показал достаточно надежное разделение на два класса 26 продуктивных и 26 непродуктивных в нефтегазоносном отношении структур юго-востока Западно-Сибирской плиты. Приуроченность локальных магнитных аномалий  $\Delta T_a$  к месторождениям более очевидна, что подтверждает сделанный ранее вывод об «углеводородном дыхании» залежей и о формировании над ними вторичного магнетита. Таким образом, создаются предпосылки разработки приемов и способов прямых методов поисков залежей УВ по данным высокоточной аэромагнитной съемки.

Необходимо отметить, что величины значений интенсивности магнитного поля  $\Delta T_a$  над залежами УВ на юго-востоке ЗСП составляют единицы нанотеслы, а в пределах Пур-Тазовской НГО — десятки. В приенисейской части ЗСП, где залежей УВ не установлено, но широко развиты бокситы, интенсивность магнитного поля  $\Delta T_a$  достигает значений 250—500 нТл.

Глубины залегания магнитовозмущающих объектов постоянны в каждом отдельном регионе и составляют 200—400, 1000 и более и 50—350 м соответственно.

На величину интенсивности магнитного поля, вероятно, влияет количество новообразованного магнетита, локализующегося в перекрывающих залежи УВ толщах. Очевидно, что чем интенсивнее и длительнее процесс миграции углеводородных газов через перекрывающие толщи, тем большее количество магнетита может быть мобилизовано над залежью. Поэтому обилие высокоинтенсивных магнитных аномалий в осадочном чехле ЗСП (например, приенисейская часть) показывает, что основная масса УВ газов мигрировала через покрывки, и поиск первичных залежей в этих районах бесперспективен.

Отсутствие микроаномалий в ряде районов ЗСП (например, центральная ее часть) также не может служить прямым указанием на их бесперспективность, так как наличие мощных экранирующих толщ препятствует миграции УВ и не создает возможности для образования вторичного магнетита. Естественно полагать, что количество микроаномалий и их интенсивность в значительной степени зависят не только от количества, но и от качества флюидов в залежах. Так, например, над чисто нефтяными залежами юго-востока ЗСП (Останинская, Северо-Останинская, Чкаловская и др.) фиксируются единичные низкоинтенсивные аномалии  $\Delta T_a$ , тогда как над газовыми или газоконденсатными месторождениями (Казанское, Лугинецкое, группа Сильгинских и др.) отмечается значительное количество микроаномалий. Для Пур-Тазовской НГО эти зависимости еще более контрастны.

Таким образом, в результате исследований установлено следующее.

1. Отмечена прямая корреляционная связь между залежами УВ и локальными магнитными аномалиями незначительной интенсивности.

2. В пределах контуров залежей аномалии  $\Delta T_a$  приурочены в большей части к периферическим ее частям, реже — к сводам. В непродуктивных структурах характер аномалий в случае их наличия разнообразнее. Они еще ниже по интенсивности и как бы растянуты по профилю маршрута съемки.

3. В областях с железорудным и особенно бокситовым оруденением (восток ЗСП) интенсивность аномалий, их частота встречаемости (группируемость) в десятки и даже сотни раз выше, чем в нефтегазоносных районах.

4. Чем большее количество УВ и более длительно мигрировало через перекрывающие толщи, тем большее количество вторичного магнетита восстановлено в осадках и соответственно тем больше наблюдаемый магнитный эффект.

5. Зоны с обилием высокоинтенсивных микроаномалий бесперспективны для поисков залежей УВ, равно как и зоны с отсутствием микроаномалий не являются показателем высоких перспектив их нефтегазоносности.

6. Только комплексный анализ всего геолого-геофизического материала может дать гарантию достоверности прогноза.

Следовательно, величина интенсивности микроаномалий, характер их распределения на площади и в разрезе, в частности группируемость на локальных участках и стратифицированных горизонтах, указывают на возможность обнаружения залежей УВ в основном с газовой составляющей в пределах их контуров.

Совмещение структурного плана региона с данными аэромагнитных съемок, выраженными либо в виде карт-графиков  $\Delta T_a$ , либо в виде карт изоаномал, позволяет выделить участки, благоприятные для постановки поисковых работ на выявление залежей УВ как структурного, так и неструктурного типов.

Совместное использование вышеохарактеризованных методик позволило осуществить локальный нефтепрогноз в области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. В качестве объектов обучения были выбраны месторождения и «пустые» структуры Таз-Енисей-

ского междуручья, сгруппированные по величине условных углеводородов (УУВ) в три класса: I класс — Тазовское, Заполярное и Русское месторождения; II класс — Русско-Часельское, Усть-Часельское, Сузунское, Южно-Русское, Верхне-Часельское, Восточно-Тазовское, Ереямское, Кынское и Южно-Верхнечасельское месторождения; III класс — Черничное и Красноселькупское локальные поднятия.

Эти объекты обучения были описаны 62 структурно-тектоническими признаками, охарактеризованными выше и снятыми со структурных карт по горизонтам Ф, II<sup>a</sup>, IV, и 14 характеристиками магнитного поля  $\Delta T_a$ .

Распознавание осуществлялось посредством применения алгоритмов «цикл-I» [Бишаев, 1976] и «Каскад-II» [Бабич, 1977].

В результате распознавания получены две информативные системы признаков (ИСП), позволившие достаточно надежно разделить объекты обучения на первоначально выделенные классы.

В информационную систему признаков по алгоритму «Каскад-II» вошли семь признаков, описывающих морфометрию локальных поднятий — амплитуда, длина, ширина по горизонту Ф; объем ЛП по поверхности покурской свиты; расстояние от центра ЛП до впадины в первом квадранте по горизонтам II<sup>a</sup> и IV; положение подошвы осадочного чехла к концу формирования юрских отложений. Причем, наибольшей информативностью обладает признак, характеризующий объем ЛП по поверхности покурской свиты, наименьшей — признаки, характеризующие длину и ширину ЛП по подошве мезозойских отложений.

В ИСП по алгоритму «Цикл-1» включены шесть признаков: длина ЛП по горизонтам Ф и IV, расстояние до региональной изогипсы (абс. отметка 2,5 км) по горизонту II<sup>a</sup>, расстояние от центра ЛП до впадины в I квадранте по этому же горизонту, объем этой же впадины и объем впадины в I квадранте по горизонту Ф. Лидирующими по информативности являются признаки, характеризующие длину ЛП по горизонтам Ф и IV, а также удаленность ЛП от региональной изогипсы (абс. отметка 2,5 км) по поверхности отложений заводоуковской серии или ее аналогов.

В прогноз были введены все неразбуренные структуры, расположенные в пределах области сочленения ЗСП и СП, как на территории Красноярского края, так и северо-востока Тюменской области. Результаты прогноза приведены в табл. VI.2.

Решение о принадлежности структуры к тому или иному классу принималось следующим образом.

По алгоритму «Цикл-I» структура относилась к одному из классов, если ее сходство с ближайшим объектом класса превышало 75-процентный уровень, а различие между мерами принадлежности к объектам смежных классов — 5-процентный уровень. Во всех остальных случаях решение о принадлежности структуры не принималось (отказ от распознавания).

По алгоритму «Каскад-II» в процессе обучения определялось положение границы между классами. Распознавание объектов проводилось путем подсчета нагрузок строк  $\mathcal{S}$  ( $S$ ) по полученным в процессе обучения весам признаков, и отнесение объектов прогноза к тому или иному классу зависело от конкретного значения  $\mathcal{S}$  ( $S$ ).

Окончательное решение о распознаваемых объектах принималось следующим образом: если структура по обоим алгоритмам относилась к классу месторождений, она считалась высокоперспективной с интервалом значений геологических ресурсов УУВ, заданным в обучении. Если по одному из алгоритмов структура относилась к классу месторождений, а по другому однозначного решения не принималось, то объект относился к перспективным. В случае, когда по одному либо по обоим алгоритмам структура относилась к классу с нулевыми ресурсами УУВ, либо по одному из них решения не принималось, проба считалась бесперспективной. Конфликтная ситуация возникала тогда, когда один алгоритм относил структуру в один класс, а второй — в другой. Это означает, что структура с равной вероятностью может иметь интервал значений ресурсов УУВ от минимума одного класса до максимума второго.

Таблица прогноза продуктивности локальных поднятий Таз-Енисейского междуречья (см. рис. 1. VI.1)

№ п/п	№ на карте	Структура	Результат прогноза	№ п/п	№ на карте	Структура	Результат прогноза
1	1570	Нертвая	К	36	2307	Верхне-Русская	Б
2	2228	Южно-Тэрельская	П	37	1937	Мангазейская	В
3	2231	Верхне-Тэрельская	Б	38	279	Русско-Реченская	П
4	2801	Нинельская	П	39	1933	Мало-Тогульская	П
5	2237	Южно-Кыпакынская	К	40	1934	Южно-Тогульская I	П
6	2809	Без названия	Б	41	1935	Южно-Тогульская II	К
7	1366	Асинская	П	42	1182	Тогульская	П
8	2238	Восточно-Асинская	К	43	1187	Ольнерская	П
9	2236	Кыпакынская	К	44	1931	Без названия	П
10	1534	Часельская	П	45	1932	Южно-Лодочная	П
11	1462	Южно-Часельская	П	46	1181	Лодочная	П
12	1463	Без названия	П	47	1005	Ванкорская	П
13	1354	Северо-Толькинская	П	48	1186	Туколандская	П
14	1355	Без названия	П	49	1184	Янгусская	П
15	1608	»	Б	50	1185	Вадинская	П
16	2245	»	Б	51	1180	Токачинская	П
17	2246	Толькинская II	Б	52	1090	Тайкинская	Б
18	2557	Восточно-Толькин- ская	К	53	1601	Чарская	П
19	1078	Толькинская I	Б	54	1183	Гулямская	П
20	1956	Без названия	Б	55	1917	Без названия	П
21	1953	Пеляжья	П	56	1918	Мельмерпаютинская	П
22	1952	Западно-Красносель- купская	Б	57	1916	Шенебяхинская	П
23	1951	Тычельская	Б	58	1915	Южно-Паняхинская	П
24	1950	Северо-Тычельская	К	59	1914	Паняхинская	П
25	1955	Без названия	П	60	1929	Лимбаяхинская	П
26	1948	Копыльская	К	61	1930	Северо-Заполярная	П
27	1946	Восточно-Террасная I	П	62	1353	Северо-Русская	П
28	1947	Восточно-Террас- ная II	П	63	1936	Лангпародская	В
29	864	Парусовая	Б				
30	1414	Без названия	Б				
31	1577	Травянистая	К				
32	1944	Промысловая	В				
33	1938	Западно-Сидоровская	Б				
34	1939	Южно-Сидоровская	Б				
35	1188	Сидоровская	К				

Примечание. Итого: структуры перспективные первой очереди — 3 (В); перспективные второй очереди — 35(П); пустые — 15(Б); нераспознанные — 10(К) (конфликт) (всего — 63).

Следует отметить, что все объекты, распознанные как высокоперспективные и перспективные, имеют интервал геологических ресурсов УУВ от  $0,01 \cdot 10^9$  до  $0,2 \cdot 10^9$  т, а в случае конфликта от 0 до  $0,2 \cdot 10^9$  т. Более точное определение интервала ресурсов на данной стадии изученности региона пока не представляется возможным, хотя попытки количественной оценки перспектив нефтегазоносности ЗСП и, в частности, Пур-Тазовской НГО были осуществлены в 1979 г. коллективом ЗапСибНИГНИ под руководством И. И. Нестерова и В. И. Шпильмана, чьи данные и взяты за основу содержания УУВ в обучающей выборке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Область сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы представляет собой сложно построенную систему геологических образований со свойственными только ей вещественным составом, различными структурно-тектоническими комплексами и взаимоотношениями между ними, о которой на данном этапе изученности региона можно высказываться лишь предположительно.

На основании всех известных к настоящему времени геолого-геофизических данных предложена новая схема тектонического строения региона, заключающаяся в выделении сооружений комплекса основания архейско-раннепротерозойского возраста, рифейско-нижнетриасового плитного комплекса и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

Общая площадь изученной территории составляет более 450 тыс. км<sup>2</sup>, в ее геологическом разрезе можно встретить различные случаи структурно-тектонических взаимоотношений. Зачастую осадочный чехол повсеместно перекрывает плитный комплекс, залегающий на образованиях комплекса основания. Однако в приподнятых блоках породы осадочного чехла или его части, оставшиеся от размыва, залегают непосредственно на образованиях комплекса основания. Имеются случаи, когда сооружения комплекса основания (например, Фарковское поднятие) перекрыты только четвертичными отложениями.

Границу между структурами Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы можно представить в виде зоны сложной «фестончатой» конфигурации, представляющей в плане характер сутуро-стилолитовых областей глубокого облекания древних сооружений архейско-раннепротерозойского возраста более молодыми.

На мезозойско-кайнозойском этапе развития осадочного чехла области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы осуществлялись как процессы генерации водорода, приводящие к образованию углеводородов и формированию их месторождений, так и процессы его высвобождения в результате миграции углеводородных газов, разложения их на гидроксиды, углекислоту и водород с образованием вторичных залежей углеводородов, а также месторождений бокситов, железных руд, марганца, фосфора, ванадия и других элементов.

Сложность механизма бокситообразования в области сочленения ЗСП и СП, заключающаяся в совмещении процессов осадочного, гидротермального (флюидного) и метасоматического рудогенеза, локализация их в осадочном чехле, с одной стороны, существенно шамозитовый состав цемента и многопластовость, характерные для бокситов геосинклинального типа, — с другой, при значительном подобии образования оксидов металлов, особенно магнетита и цеолитов, позволяют отнести эти процессы к конвергентным.

Дуализм углеводородообразования и рудогенеза, установленный в различных районах земного шара и, в частности в области сочленения ЗСП и СП, свидетельствует о том, что эти процессы были чрезвычайно сложными и многообразными. Оценивая концепцию глубинного происхождения углеводородов, можно отметить, что последние, как правило,

«транзитом» по зонам разломов или в результате сейсмоактивных проявлений тектонических движений проникают в верхние слои литосферы и уходят в атмосферу, не создавая при этом обычно крупных углеводородных или рудных концентраций, локализующихся по латерали. Теоретически можно предположить тип вертикального расположения ловушек УВ, подобно штокверковым и другим типам столбообразного залегания руд, как это предполагал Г. Л. Пospelов [1967]. Однако в природе они практически неизвестны, хотя их наличие вполне допустимо.

Только длительное по геологической шкале хомогенно-седиментационное осадконакопление с последующими диагенетическими, катагенетическими и метасоматическими преобразованиями исходного материала, содержащего органическое вещество даже в незначительных количествах и рудные элементы в небольших концентрациях, дает начало формированию углеводородных и рудных залежей.

Дальнейшие процессы геологической эволюции литосферы привели к формированию известных в мире залежей УВ и конвергентных рудных месторождений, начиная от стратиформных полиметаллических руд, медистых пород, бокситов, железных руд и кончая месторождениями редкоземельных элементов. Этот процесс, начавшись с момента образования литосферы, продолжается до сих пор.

Автор не настаивает на абсолютизации своих представлений о взаимосвязи углеводородов и рудогенеза, однако призывает читателей обратить внимание на эти процессы и явления и выработать наиболее действенную концепцию углеводородообразования и рудогенеза с целью ускорения технического прогресса в открытии и освоении минеральных богатств Земли.

- Акрамходжаев А. М., Сургутанова Д. М.** Рассеянное органическое вещество рифей-вендских отложений Западного Узбекистана и связь его с рудными полезными ископаемыми и углеводородами // Проблема осадочной геологии докембрия.— М.: Наука, 1985.— С. 105—111.
- Аминов Л. З., Амосов Г. А., Белонин М. Д. и др.** Анализ схем формирования месторождений и прогноз нефтегазоносности структур: (с применением математических методов и ЭВМ).— Л.: ВНИГРИ, 1977.— 187 с.
- Антонович Р. М.** Микроаномалия магнитного поля Западной Сибири // Геология и геофизика.— 1976.— № 7.— С. 71—79.
- Аплов С. В.** Строение поверхности фундамента в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Енисей-Хатангского прогиба // Сов. геология.— 1987.— № 5.— С. 112—118.
- Архангельский А. Д.** Типы бокситов СССР и их генезис // Тр. конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия.— М., 1937.— С. 365—511.
- Архангельский Н. И.** Условия залегания и генезиса уральских бокситов // Тр. конференции по генезису руд железа, алюминия и марганца.— М., 1937.— С. 583—603.
- Архангельский Н. И., Тужикова В. И.** К вопросу о генезисе верхнетриасовых бокситов Урала // Генезис бокситов.— М., 1966.— С. 179—185.
- Архипов С. А.** Стратиграфия четвертичных отложений, вопросы неотектоники и палеогеографии бассейна среднего течения р. Енисей.— М.: Наука, 1966.— 172 с.
- Бабич В. В.** Алгоритмическое описание итерационного метода классифицирования и упорядочения объектов: («Каскад-2») // Программные комплексы для целевой обработки информации.— Новосибирск, 1977.— С. 27—38.
- Бабич В. В., Федосеев Г. С.** Метод целевого классифицирования и упорядочения объектов: («Каскад-1») // Логико-математическая обработка геологической информации.— Новосибирск, 1976.— С. 42—70.
- Байбородских Н. И., Кулахметов Н. Х., Поплавский Н. Н.** История геологического развития и фации восточной окраины Западно-Сибирской низменности в юрское и нижнемеловое время // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1962.— С. 40—47.
- Белонин М. Д., Кнорринг Л. Д.** Применение методов распознавания образов для оценки степени нефтегазоносности природных объектов // Геол. нефти и газа.— 1971.— № 7.— С. 15—18.
- Белоус Н. Х., Гольберт А. В., Каштанов В. А. и др.** Мезозойские и палеогеновые железные руды Западно-Сибирской низменности // Вопросы литологии и геохимии Сибири.— Новосибирск: СНИИГГиМС, 1967.— С. 18—32.
- Бенеславский С. И.** Минералогия осадочных бокситов // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 7—50.
- Бенеславский С. И.** Минералогия бокситов.— М.: Госгеолтехиздат, 1963.— 167 с.
- Бенько Е. И., Еханин Е. В., Жаднова В. П., Миталев И. А.** Способ количественного изучения истории тектонического развития локальных поднятий на основании сейсморазведочных данных // Сов. геология.— 1968.— № 5.
- Бескровный Н. С.** Неорганическое происхождение нефти (современное состояние проблемы и направления дальнейших исследований).— М., 1985.— 36 с.— (Обзор ВИЭМС).
- Бескровный Н. С.** Нафтометаллогения: единство нефте- и рудообразования // Журн. Всесоюз. хим. о-ва.— 1986.— Т. 31, № 5.— С. 569—574.
- Бишаев А. А.** Обобщенный алгоритмический подход к построению классификаций на основе прецедентности // Теория классификаций и анализ данных.— Новосибирск, 1976.— С. 34—35.
- Богатырев Б. А.** Мезозойские платформенные бокситы Средней Азии: (Среднеазиатская провинция) // Платформенные бокситы СССР.— М., 1971.— С. 193—217.
- Боголепов К. В.** К вопросу об условиях образования и парагенезисе пород бокситоносных формаций Сибири // Геология и геофизика.— 1961а.— № 11.— С. 14—22.
- Боголепов К. В.** Мезозойские и третичные отложения восточной части Западно-Сибирской низменности и Енисейского кряжа.— М.: Госгеолтехиздат, 1961б.— 151 с.



- Боголепов К. В. О формах структурной связи Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты // Тектоника Сибири.— Новосибирск, 1963.— Т. 2.— С. 112—121.
- Боголепов К. В., Пельтек Е. И. Перспективы бокситоносности северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Бюл. науч.-техн. информ. МГиОН СССР.— 1957.— № 7/12.— С. 13—16.
- Боголепов К. В., Пельтек Е. И. Месторождения бокситов Красноярского края и перспективы бокситоносности // Тр. Вост.-Сиб. филиала АН СССР.— 1958.— Вып. 12.— С. 73—88.
- Боголепов К. В., Пельтек Е. И. О некоторых ошибках в характеристике бокситоносных отложений приенисейской части Сибири/Геология и геофизика.— 1961.— № 5.— С. 94—98.
- Бокситы, их минералогия и генезис.— М.: Изд-во АН СССР, 1958.— 488 с.
- Бородаевская М. Б., Волчок А. Г., Горжевский Д. И. и др. О целесообразности выделения эндогенно-эпигенных месторождений как самостоятельной серии продуктов рудогенеза для решения металлогенических задач // Металлогения Сибири: (Гез. докл.).— Новосибирск, 1987.— Т. 1.— С. 185—190.
- Бочкарев В. С., Плавник Г. И., Шпильман В. И. Предложения по целесообразности организации геолого-разведочных работ на нефть и газ в левобережье р. Енисей // Обоснование новых направлений и методов геолого-разведочных работ Западно-Сибирского комплекса в одиннадцатой пятилетке.— Тюмень, 1982.— Вып. 180.— С. 43—47.
- Бро Е. Г. Опыт изучения изменчивости минерализации подземных вод в юрско-меловом разрезе Сибири с привлечением промыслово-геофизических данных // Геология и нефтегазоносность мезозойских прогибов севера Сибирской платформы.— Л., 1977.— С. 58—69.
- Бронева В. А. Теоретическая модель гумидного выветривания и некоторые вопросы бокситообразования // Рудоносные коры выветривания.— М., 1974.— С. 307—317.
- Булыникова А. А., Резапов А. Н., Каштанов В. А. Елогуйская и Туруханская опорные скважины.— Тюмень, 1973.— 182 с.
- Булыникова А. А., Резапов А. Н., Пучкина В. В. и др. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности приенисейской части Западно-Сибирской низменности.— М.: Недра, 1968.— 215 с.
- Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978.— 296 с.
- Бушинский Г. И. Теория А. Д. Архангельского о генезисе бокситов в свете современных данных // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958а.— С. 83—92.
- Бушинский Г. И. О генетических типах бокситов // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958б.— С. 176—263.
- Бушинский Г. И. О некоторых вопросах геологии бокситов // Вопросы геологии и геохимии бокситов.— М., 1963.— С. 5—23.
- Бушинский Г. И. Латеритно-осадочная гипотеза происхождения бокситов // Латериты.— М., 1964.— С. 17—33.
- Бушинский Г. И. Успехи изучения генезиса бокситов за последние десять лет (1955—1965) // Генезис бокситов.— М., 1966.— С. 5—30.
- Бушинский Г. И. Геология бокситов.— М.: Наука, 1971.— 366 с.
- Бушинский Г. И., Закруткин В. Е. Геохимия бокситов южного Тимана.— М.: Наука, 1978.— 121 с.
- Валетон И. Бокситы.— М.: Мир, 1974.— 214 с.
- Ван А. В. Происхождение меловых бокситоносных песчаников Туруханского района: (Красноярский край) // Проблемы геологии алюминиевого сырья Сибири.— Новосибирск, 1977.— С. 71—75.
- Ван А. В., Каштанов В. А. Пирокластический материал в мезозойских отложениях северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Изв. АН СССР. Сер. геол.— 1971.— № 12.— С. 104—107.
- Ванюшин В. А., Кабышев Б. П., Пастухов А. В. и др. Оценка перспектив нефтегазоносности локальных структур математическими методами: (на примере Днепровско-Донецкой впадины).— М.: ВИЭМС, 1973.— 39 с.
- Вдовин В. В. Находки бокситов на севере Западно-Сибирской низменности // Разведка и охрана недр.— 1959.— № 4.— С. 4—6.
- Видулова М. Ф. Теоретические основы поисков бокситов на территории СССР // Полезные ископаемые: Мат. ВСЕГЕИ.— М.; Л.: Госгеолиздат, 1946.— С. 55—81.
- Влияние вторичных изменений пород осадочных комплексов на их нефтегазоносность.— Л.: ВНИГРИ, 1982.— 144 с.
- Влияние вторичных изменений пород осадочных комплексов на параметры коллекторов и покрышек в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности.— Л.: Недра, 1976а.— 132 с.
- Влияние эпигенетических процессов на параметры коллекторов и покрышек в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности.— Л.: Недра, 1976б.— 132 с.
- Войткевич Г. В., Кизильштейн Л. Я., Холодков Ю. И. Роль органического вещества в концентрации металлов в земной коре.— М.: Недра, 1983.— 156 с.
- Волков А. М. Некоторые итоги газогидрохимических исследований в северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеоло-

- гии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1962.— С. 72—78.
- Волков А. М.** Использование алгоритмов распознавания образов для разделения поднятий на газоносные и водоносные (на примере Березовского района Западной Сибири) // Математические методы при геологических исследованиях в Западной Сибири.— Тюмень, 1968.— С. 33—56.
- Волков А. М.** Оценка некоторых параметров параметров // Методика отработки информации о залежах нефти и газа на ЭВМ.— Тюмень, 1971.— С. 175—180.
- Волков А. Е.** Условия залегания и генезис тихвинских бокситов // Тр. конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия.— М., 1937.— С. 565—581.
- Вольфенден Э. В.** Бокситы Саравака // Вопросы геологии и минералогии бокситов.— М., 1964.— С. 165—177.
- Вопросы геологии и минералогии бокситов.**— М.: Мир, 1964.— 481 с.
- Вышемирский В. С.** Распределение мировых запасов нефти и газа по фациям // Геология и геофизика.— 1980.— № 1.— С. 3—8.
- Вялухин Г. И.** Генетические типы бокситов Урала, геотектонические закономерности их формирования и размещения, генезис // Бокситы и бокситоносные отложения Урала.— Свердловск, 1981.— С. 3—16.
- Газовые и газоконденсатные месторождения:** (Справочник).— М.: Недра, 1983.— 375 с.
- Гайдуков П. Е., Ануфриева А. П., Шматалюк Г. Ф.** Связь локальных магнитных аномалий с бокситоносными отложениями в приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Сибири.— Новосибирск, 1968.— С. 91—99.
- Галимов Э. М.** Изотопы углерода в нефтегазовой геологии.— М.: Недра, 1973.— 382 с.
- Галимов Э. М.** О новой химической модели процесса нефтегазообразования // Природа органического вещества современных и ископаемых осадков.— М., 1973.— С. 207—227.
- Генезис бокситов.**— М.: Наука, 1966.— 273 с.
- Генетическая классификация и типы бокситовых месторождений СССР.**— М.: Наука, 1974.— 305 с.
- Генетические типы осадочных рудоносных и угленосных формаций.**— М.: Наука, 1973.— 275 с.
- Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской платформы** // Инф. сборник.— 1955.— № 2.— С. 3—11.
- Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности.**— М.: ВСЕГЕИ, 1958.— 391 с.
- Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты (по геологическим и геофизическим данным).**— Новосибирск: СНИИГТИМС, 1971.— 207 с.
- Геология и нефтегазоносность Восточно-Европейской платформы.**— М., 1984.— 192 с.
- Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности.**— М.: Гостоптехиздат, 1958.— 274 с.
- Геология нефти и газа Западной Сибири.**— М.: Недра, 1975.— 679 с.
- Геология нефти и газа Сибирской платформы.**— М.: Недра, 1981.— 550 с.
- Геология рудных месторождений западных штатов США.**— М.; Л.: Госгортопиздат, 1937.— С. 644.
- Геохимия и рудообразование.**— Киев: Наук. думка, 1986.— 104 с.
- Гинзбург И. И.** Основные результаты изучения древних кор выветривания в СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол.— 1957.— № 12.— С. 61—88.
- Гинзбург И. И., Рукавишников И. А.** Минералы древней коры выветривания Урала.— М.: Изд-во АН СССР, 1951.— 715 с.
- Гинзбург Г. Д., Иванова Г. А.** Некоторые характерные черты геохимической зональности подземных вод юго-западной части Енисей-Хатангского прогиба // Геология и нефтегазоносность мезозойских прогибов севера Сибирской платформы.— Л., 1977.— С. 70—83.
- Гини С. К.** Петрография и некоторые вопросы генезиса мезозойских бокситов Средней Азии // Вопросы геологии и геохимии бокситов.— М., 1964.— С. 41—74.
- Гини С. К., Шаршов В. С., Антоненко Л. А., Ершова Е. В.** Условия образования девонских бокситоносных отложений Карпинского района // Бокситы.— М., 1980.— С. 32—48.
- Главные тектонические комплексы Сибири.**— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.— 451 с.
- Гладковский А. К.** О генезисе уральских бокситов // Изв. АН СССР. Сер. геол.— 1948.— № 2.— С. 71—80.
- Гладковский А. К.** О закономерностях размещения месторождений нижнемеловых бокситов на восточном склоне Урала и о направлении и методике поисково-разведочных работ // Вопросы геологии Урала.— Свердловск, 1959.— С. 165—173.
- Гладковский А. К., Огородников О. Н., Анфимов Л. В.** Проблема происхождения геосинклинальных месторождений бокситов на Урале // Проблемы генезиса бокситов.— М., 1975.— С. 168—177.
- Гладковский А. К., Ушатинский И. Н.** О минеральном составе главнейших бокситовых месторождений мира, происхождении и изменении глиноземистых минералов и бокситов // Закономерности формирования и размещения полезных ископаемых на Урале.— Свердловск, 1964.— Т. 3.— С. 5—40.

- Гладковский А. К., Шарова А. К. Азиатская меловая бокситовая провинция // Докл. АН СССР.— 1953.— Т. 88, № 1.— С. 137—140.
- Гладковский А. К., Шарова А. К. Закономерности состава и формирования бокситовых месторождений на Урале и в Тургайской равнине // Закономерности размещения полезных ископаемых на Урале.— Свердловск, 1962.— Т. 1.— С. 169—205.
- Гладковский А. К., Шарова А. К., Храмцов В. Н. Закономерности состава, происхождения и изменения мезо-кайнозойских бокситов азиатской части СССР // Закономерности формирования и размещения полезных ископаемых на Урале.— Свердловск, 1964.— Т. 3.— С. 127—166.
- Говорова А. В. Высокоглиноземистые продукты палеозойской поствулканической деятельности на Урале.— М.: Наука, 1979.— 130 с.
- Гольберт А. В. Бокситы Ливановских месторождений приуральской части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геофизическим исследованиям в Западной Сибири.— Новосибирск, 1961.— С. 136—149.
- Гольберт А. В. Железосные формации в мезозойских и кайнозойских отложениях Западно-Сибирской низменности // Осадочные серии мезозоя и палеогена Сибири.— Новосибирск, 1963.— С. 102—117.
- Гольберт А. В. Тектоно-седиментационные комплексы и формации платформенного чехла Западно-Сибирской плиты // Литология и полезные ископаемые.— 1968.— № 5.— С. 68—83.
- Гольберт А. В., Каштанов В. А., Полякова И. Д. Тектогенез мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности в свете вариационного анализа их мощностей // Материалы по геологии, геофизике и полезным ископаемым Сибири.— Новосибирск, 1965.— С. 29—37.
- Гольберт А. В., Маркова Л. Г., Полякова И. Д. и др. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене.— М.: Наука, 1968.— 150 с.
- Горецкий Ю. К. Закономерности размещения бокситовых месторождений.— М.: Госгеолтехиздат, 1960.— 256 с.
- Горецкий Ю. К., Лаврович Н. С., Любимов А. Л. Бокситы.— М.: Госгеолтехиздат, 1949.— 183 с.
- Горжевский Д. И. Роль органического вещества в размещении месторождений цветных и благородных металлов в осадочных породах // Металлогения Сибири.— Новосибирск, 1987.— Т. 1.— С. 202—206.
- Гришин М. П., Пятницкий В. К. Стрoение фундамента приенисейской части Западно-Сибирской плиты и западной части Сибирской платформы по данным геофизики // Материалы по геофизическим исследованиям в Западной Сибири.— Новосибирск, 1964.— С. 154—166.
- Громов В. К., Карус Е. В., Кузнецов О. Л. и др. Динамика формирования месторождений полезных ископаемых // Докл. АН СССР.— 1981.— Т. 256, № 5.— С. 1197—1200.
- Грушевой Г. В., Оношко И. С., Шер Г. М. Металлогения чехла молодых платформ // Комплексные региональные металлогенические исследования для оценки рудоносности главных типов геоструктур земной коры.— Л., 1986.— С. 89—99.
- Гуляева Л. А., Пуанова С. А. Современное состояние проблемы и задачи изучения микроэлементов в составе нефтей и горных пород // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии.— Минск, 1978.— С. 42—47.
- Демина В. Н., Кузьмина О. В. Бокситы среднего Тимана, их минералогия и некоторые вопросы генезиса // Проблемы генезиса бокситов.— М., 1975.— С. 126—135.
- Дербшков И. В. Тектоника фундамента и чехла Западно-Сибирской эпигерцинской платформы (Западно-Сибирской низменности) и их взаимосвязь: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук.— Томск, 1958.— 19 с.
- Дербинов И. В., Бенько Е. И., Гришин М. П. и др. Элементы тектоники Западно-Сибирской низменности и вопросы методики ее исследования.— Новосибирск: СНИИГГиМС, 1960.— 179 с.
- Дербинов И. В., Каштанов В. А. Переотложенные бокситы в альб(?)—сеноманских прибрежно-морских осадках приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Проблемы бокситов Сибири.— Новосибирск, 1967.— С. 92—105.
- Дпбнер В. Д., Агеев К. С. Мезозойские отложения островов Северной Земли // Информ. бюл. НИИГА.— 1960.— Вып. 18.— С. 9—18.
- Дпбнер В. Д., Разин В. К., Ронкина З. З. Литология и условия образования мезозойских отложений Земли Франца-Иосифа // Тр. НИИГА.— 1962.— Т. 121, вып. 18.— С. 44—74.
- Докембрийская тектоника Сибири.— М.: Наука, 1964.— 125 с.
- Доленко Г. Н. Происхождение нефти и газа и нефтегазоаккумуляция в земной коре.— Киев: Наук. думка, 1986.— 136 с.
- Древняя структура земной коры Восточной Сибири.— М.: Наука, 1975.— 185 с.
- Ежова А. В. Закономерности распределения терригенных минералов сеноман-нижнетуронских (?) продуктивных отложений в пределах севера Западной Сибири // Новые материалы по геологии и нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности.— Тюмень, 1972.— С. 204—218.
- Ежова А. В., Ушатинский И. Н. Бокситовые породы в меловых отложениях севера Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика.— 1973.— № 4.— С. 15—20.

- Жеро О. Г., Смирнов Л. В., Сурков В. С.** Основные тектонические комплексы доюрского фундамента Западно-Сибирской плиты // Главные тектонические комплексы Сибири.— Новосибирск, 1979.— С. 52—66.
- Загороднов А. М., Залипухин М. И.** К вопросу о тектоническом строении Пур-Таз-Енисейского междуречья // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1960.— С. 23—40.
- Зайцев Н. С.** О тектонике южной части Сибирской платформы // Вопросы геологии Азш.— М., 1958.— Т. 1.— С. 399—443.
- Закономерности** размещения бокситовых месторождений СССР.— М.: Наука, 1978.— 255 с.
- Закономерности** размещения и условия формирования залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности.— М.: Недра, 1972.— 309 с.
- Западно-Сибирский** железорудный бассейн.— Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1964.— 448 с.
- Запивалов Н. П., Каштанов В. А., Соколов А. Д. и др.** Прогноз продуктивности локальных поднятий юга Западно-Сибирской плиты // Математические методы решения прогнозных задач нефтяной геологии.— Новосибирск, 1978.— С. 36—77.
- Зубаков В. А.** К вопросу о стратиграфии и характере ледниковых отложений долины среднего течения р. Енисей // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер.— 1956.— Вып. 17.— С. 146—168.
- Иванова Г. А.** Результаты изучения органического вещества в подземных водах западной части Енисей-Хатангского прогиба // Методы и направления исследований органических веществ подземных вод.— М., 1975.— Ч. 2.— С. 102—109.
- Иванчук П. К., Накаряков В. Д.** О строении восточного борта Западно-Сибирской низменности // Докл. АН СССР.— 1958.— Т. 118, № 3.— С. 588—591.
- Казанский Ю. П.** О фациальной природе верхнемеловых железных руд восточной части Западно-Сибирской низменности // Изв. вузов.— Геология и разведка.— 1969.— № 5.— С. 79—86.
- Казанский Ю. П.** Верхнемеловая оолитовая железорудная формация Центрального Приобья // Вопросы металлогении.— М., 1960.— С. 91—98.
- Казанский Ю. П.** Седиментология.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976.— 271 с.
- Казаринов В. П.** Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири.— М.: Гостехиздат, 1958.— 324 с.
- Казаринов В. П.** Западно-Сибирская низменность — новая рудная провинция Советского Союза // Сов. геология.— 1960.— № 2.— С. 3—16.
- Калугин А. С.** О роли вулканизма и рифов в образовании бокситов // Литология и полезные ископаемые.— 1967.— № 1.— С. 3—22.
- Каржавин Н. А.** Нижнемеловые бокситы восточного склона Урала и их генезис // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 355—360.
- Каспарова Е. Н., Рывкин Д. С.** Результаты аэромагнитных исследований в западной и северной частях Сибирской платформы и приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Состояние и перспективы развития геофизических методов поиска и разведки полезных ископаемых.— М., 1961.— С. 523—526.
- Каштанов В. А.** Вещественный состав и литологические типы бокситовых пород и бокситов альб(?)-сеномана приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Коры выветривания и бокситы Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск, 1967.— С. 155—158.
- Каштанов В. А.** Геология, генезис и перспективы бокситоносности альб(?)-сеноманских отложений приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— Томск, 1968.— 18 с.
- Каштанов В. А.** К вопросу о возможности обнаружения богатых разностей бокситов в альб-сеноманских отложениях приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Проблемы бокситов Сибири.— Новосибирск, 1971а.— С. 127—130.
- Каштанов В. А.** К вопросу о юрско-меловом вулканизме севера Западно-Сибирской плиты // Тектоника нефтегазоносных районов Западной Сибири.— Новосибирск, 1971б.— С. 35—40.
- Каштанов В. А.** Железные руды мезо-кайнозойского возраста — восточная окраина Западно-Сибирской низменности // Геология СССР.— Т. XV: Красноярский край.— Ч. 2: Полезные ископаемые.— М., 1972а.— С. 202—205.
- Каштанов В. А.** К вопросу об истории тектонического развития севера Западно-Сибирской плиты в мезозое и кайнозое // Материалы по тектонике платформенных областей Сибири.— Новосибирск, 1972б.— С. 104—105.
- Каштанов В. А.** Некоторые особенности мезозойского вулканизма и рудогенеза северо-востока Западно-Сибирской плиты // Вулканогенно-осадочное рудообразование в Сибири.— Новосибирск, 1980.— С. 84—92.
- Каштанов В. А.** Бокситовые породы и бокситы Турухана.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1983.— 208 с.
- Каштанов В. А.** Тектоника и нефтегазоносность приенисейской части Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика.— 1984а.— № 5.— С. 25—30.
- Каштанов В. А.** Бокситы Турухана как результат прибрежно-морского платформенного бокситообразования // 27-й Международный геологический конгресс.— М.: Наука, 1984б.— С. 88—90.

- Каштанов В. А.** Нефтегазоносность севера Красноярского края // Нефтегазоносные комплексы перспективных земель Красноярского края.— Красноярск, 1984в.— С. 16—17.
- Каштанов В. А.** Геология и минерагения осадочного чехла Приенисейских байкал-лид.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1985.— 56 с.
- Каштанов В. А.** Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки // Проблемы локального прогноза и разведки залежей нефти и газа Западной Сибири: (Тезисы докладов).— Тюмень, 1987.— С. 90—91.
- Каштанов В. А., Бишаев А. А., Соколов А. Д.** Принципы постановки прогнозных задач в геологии нефти и газа // Геология и геофизика.— 1984.— № 4.— С. 9—12.
- Каштанов В. А., Бишаев А. А., Худорожков Г. П.** Анализ структурного плана осадочного чехла юго-востока Западно-Сибирской плиты в связи с нефтегазоносностью палеозойских отложений // Математические методы решения прогнозных задач нефтяной геологии.— Новосибирск, 1978.— С. 103—124.
- Каштанов В. А., Ван А. В.** К вопросу о проявлении мезозойского вулканизма на северо-востоке Западной Сибири // Геология и полезные ископаемые Норильского района.— Норильск, 1971.— С. 99—100.
- Каштанов В. А., Ван А. В.** О связи бокситоносных отложений бассейна р. Турухан с туфогенно-осадочными породами альб-сеноманского возраста // Геология и геофизика.— 1972.— № 10.— С. 128—130.
- Каштанов В. А., Гольберт А. В.** Об условиях образования верхнемеловых отложений и некоторых полезных ископаемых приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Сибири.— Новосибирск, 1961.— С. 163—172.
- Каштанов В. А., Гольберт А. В.** О геологическом строении, минералогии и перспективной оценке мезозойских и кайнозойских отложений Енисейской впадины // Геология и геофизика.— 1963.— № 4.— С. 88—99.
- Каштанов В. А., Резапов А. Н.** Фосфатность верхнемеловых железоносных отложений бассейнов рек Турухана и Елогуя // Тр. ВСЕГЕИ.— Сер. Закономерности размещения и образования полезных ископаемых.— 1966.— Т. 146, вып. 45.— С. 137—139.
- Каштанов В. А., Соколов А. Д.** Структурно-тектонические факторы как основа при прогнозе продуктивности локальных поднятий до их ввода в бурение с применением ЭВМ // Тектоника нефтегазоносных областей Сибири и Дальнего Востока.— Тюмень, 1975.— С. 117—118.
- Каштанов В. А., Соколов А. Д.** Прогноз продуктивности локальных поднятий до их ввода в бурение: (на примере мезозойско-кайнозойских поднятий севера Западно-Сибирской плиты) // Логико-математическая обработка геологической информации.— Новосибирск, 1976.— С. 133—151.
- Каштанов В. А., Соколов А. Д.** Использование ЭВМ при палеотектонических исследованиях для оценки перспектив нефтегазоносности на примере локальных поднятий Западно-Сибирской плиты // Палеотектоника и палеогеоморфология в нефтяной геологии.— М., 1978.— С. 157—158.
- Каштанов В. А., Соколов А. Д.** Перспективы нефтегазоносности локальных поднятий мезозоя севера Красноярского края // Нефтегазоносные комплексы перспективных земель Красноярского края.— Красноярск, 1984.— С. 143—145.
- Киреев Ф. А.** Латеритные коры выветривания Североуральского бокситоносного района // Проблемы генезиса бокситов.— М., 1975.— С. 112—125.
- Кириллов А. С.** Основные черты связи магматизма и тектоники Сибирской платформы // Геология и геофизика.— 1961.— № 11.— С. 40—46.
- Кириллов А. С.** Основные черты тектоники южной части Сибирской платформы в начальном этапе ее формирования // Геология и геофизика.— 1962.— № 3.— С. 55—63.
- Козлов В. Ф., Двали М. Ф.** Опыт применения последовательного статистического анализа для выявления комплекса критериев оценки промышленной нефтегазоносности локальных структур // Геология нефти и газа.— 1967.— № 2.— С. 1—7.
- Конторович А. Э., Луговцов А. Д., Фотиади Э. Э. и др.** Прогноз продуктивности локальных поднятий // Применение математических методов и ЭВМ для решения задач нефтяной геологии.— Новосибирск, 1972.— С. 62—85.
- Конторович А. Э., Прозорович Г. Э.** Новые данные по литологии и геохимии мезозойских отложений Западно-Сибирской низменности в связи с палеогеографией // Геология и геофизика.— 1963.— № 3.— С. 73—81.
- Конторович А. Э., Резапов А. Н., Садиков М. А.** Некоторые черты геохимии мезозойских отложений северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Осадочные серии мезозоя и палеогена Сибири.— Новосибирск, 1963.— С. 85—101.
- Конторович А. Э., Трофимук А. А.** К методике изучения истории залежей нефти и газа // Геология нефти и газа.— 1973.— № 7.— С. 18—24.
- Конторович А. Э., Фотиади Э. Э., Берилко В. И. и др.** Прогноз продуктивности локальных структур центральной и юго-восточной частей Западно-Сибирской плиты с применением алгоритмов распознавания образов // Геология и геофизика.— 1971.— № 10.— С. 84—91.
- Конторович А. Э., Фотиади Э. Э., Ватаманюк Т. В. и др.** Метод прогноза нефтегазо-

- ности локальных поднятий с применением ЭВМ // Применение математических методов и ЭВМ для решения прогнозных задач нефтяной геологии.— Новосибирск, 1973.— С. 13—15.
- Коннов Л. П. Мезозойские бокситы Средней Азии // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 478—482.
- Коровин М. К. О геотектонической природе палеозойского фундамента Западно-Сибирской равнины // Вопросы геологии Азии.— М., 1954.— Т. 1.— С. 19—46.
- Косыгин Ю. А., Башарин А. К., Берзин Н. А. Развитие основных структурных элементов в Сибири в докембрий // Международный геологический конгресс: XXII сессия. Деформация пород и тектоника.— М.: Наука, 1964.— С. 165—176.
- Кривцов А. И. Мезозойские и кайнозойские бокситы СССР, их генезис и промышленное значение.— М.: Недра, 1968.— 367 с.
- Кротов Б. П. К вопросу о генезисе нижнемеловых месторождений бокситов на Урале // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 361—377.
- Кругликов Н. М. О гидрогеологических факторах, способствующих формированию газовых залежей Западной Сибири, Туранской и Скифской плит // Закономерности размещения и условия формирования нефтяных и газовых месторождений в Западно-Сибирской низменности.— Тюмень, 1967.— С. 193—199.
- Кудрявцев Н. А. Генезис нефти и газа.— Л.: Недра. Ленингр. отд.-ние, 1973.— 213 с.
- Лаврушин Ю. А., Шкуина Е. Н. Материалы по бокситоносности Приенисейского района // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 462—477.
- Лалиева В. Д., Монахов В. С., Пасальская Л. Ф. и др. Газовая составляющая осадочно-вулканогенных формаций Украинского щита // Геохимия и рудообразование.— 1986.— № 14.— С. 11—14.
- Лебедев И. В. К тектонике восточной и юго-восточной окраин Западно-Сибирской низменности // Вопросы геологии Западно-Сибирской низменности.— Новосибирск, 1956.— С. 27—37.
- Левандо Е. П. Химико-минералогическая классификация гиббсит-бемитовых бокситов тихвинского типа // Материалы по литологии.— Л., 1956.— С. 116—128.
- Лисицина Н. А., Пастухова М. В. Структурные типы мезо-кайнозойских бокситов Казахстана и Западной Сибири.— М.: ГИН АН СССР, 1963.— 110 с.
- Лисицина Н. А., Пастухова М. В. О роли вторичных процессов в формировании платформенных бокситов // Вопросы геологии и геохимии бокситов.— М., 1964.— С. 25—40.
- Литолого-формационный анализ осадочных толщ.— Новосибирск: СНИИГГиМС, 1962.— 65 с.
- Лоугнэн Ф. К., Бейлисс П. Минералогия месторождений бокситов около Уэйпы, Квинсленд // Вопросы геологии и минералогии бокситов.— М., 1964.— С. 178—186.
- Маевский Б. И. Кремнийорганические соединения как форма выноса рудных и углеводородных веществ из недр Земли // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений.— М., 1983.— С. 6—9.
- Мазарович А. А. Основы региональной геологии материков.— М.: Изд-во МГУ, 1951.— Т. 1.— 347 с.
- Малых В. С. О мезозойской активизации Байкальской складчатой области // Докл. АН СССР.— 1970.— Т. 194, № 1.— С. 175—178.
- Малявкин С. Ф. К вопросу о генезисе месторождений бокситов в СССР // Тр. конференции по генезису руд железа, алюминия и марганца.— М., 1937.— С. 513—534.
- Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты.— М.: Недра, 1986.— 149 с.
- Металлогеническая карта СССР: Масштаб (1 : 2 500 000).— М.: Госгеолтехиздат, 1960.
- Микуленко К. И., Острый Г. Б. Оползневые образования в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности // Литология и полезные ископаемые.— 1968.— № 5.— С. 111—118.
- Микуленко К. И., Старосельцев В. С. История формирования структур осадочного чехла // Тектоника мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Западно-Сибирской плиты.— Новосибирск, 1971.— С. 145—147.
- Микуленко К. И., Старосельцев В. С., Конторович А. Э. и др. Связь нефтегазоносности с комплексом тектонических факторов // Методы изучения тектоники нефтегазоносных мезозойских отложений Сибири.— М., 1974.— С. 153—170.
- Микуцкий С. П., Петраков В. У. Тектоника приенисейской части севера Сибирской платформы // Материалы по геологии, геофизики и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1961.— С. 47—57.
- Минералогия Сибирской платформы.— М.: Недра, 1970.— 208 с.
- Мирчинк М. Ф., Бухарцев В. П. О возможности статистического исследования структурных соотношений // Докл. АН СССР.— 1959.— Т. 126, № 5.— С. 1062—1065.
- Михайлов Б. М. О терминологии глиноземных пород // Литология и полезные ископаемые.— 1982.— № 5.— С. 92—100.
- Мошин Ю. Н. Магнитные поля и химические реакции // Природа.— 1981.— № 11.— С. 24—32.
- Молчанов В. И. Генерация водорода в литогенезе.— Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1981.— 143 с.

- Нагорский М. П. Западно-Сибирский железорудный бассейн // Сов. геология.— 1958а.— № 9.— С. 13—29.
- Нагорский М. П. Генезис девонских бокситов Салаирского кряжа // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958б.— С. 306—318.
- Нагорский М. П. О бокситоносности юго-востока Западно-Сибирской низменности // Генезис бокситов.— М., 1966.— С. 214—220.
- Нагорский М. П., Зайченко Ю. П. Железные горизонты верхнемеловых отложений Томской области // Вестн. Зап.-Сиб. геол. упр.— 1957.— № 1.— С. 44—48.
- Накаряков В. Д. Стрoение домезозойского фундамента приенисейской полосы Западно-Сибирской платформы // Геология и геофизика.— 1961а.— № 3.— С. 27—34.
- Накаряков В. Д. Тектоника мезозойских отложений бассейна р. Турухан // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1961б.— С. 9—14.
- Наливкин Д. В. Геологические районы СССР // Пробл. сов. геологии.— 1933.— № 1.— С. 35—56.
- Наливкин В. Д. и др. Сравнительный анализ нефтегазоносности и тектоники Западно-Сибирской и Турано-Скифской плит.— Л., 1965.— 323 с.
- Наливкин В. Д., Кругликов Н. М., Сверчков Г. П. и др. Роль различных факторов в формировании и размещении нефтяных месторождений на молодых платформах СССР.— Л., 1967.— С. 11—28.
- Наркелюн Л. Ф., Безродных Ю. П., Трубачев А. И. и др. Медястые песчаники и сланцы южной части Сибирской платформы.— М.: Недра, 1977.— 223 с.
- Наркелюн Л. Ф., Салихов В. С., Трубачев А. И. Медястые песчаники и сланцы мира.— М.: Недра, 1983.— 414 с.
- Нейман В. Б. Вопросы методики палеотектонического анализа в платформенных условиях.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.— 86 с.
- Неручев С. Г. Об эволюции нефтегазообразования в истории Земли // Эволюция нефтегазообразования в истории Земли.— М., 1986.— С. 5—16.
- Неручев С. Г., Двали Н. Ф. Поисковые критерии прогноза нефтегазоносности.— М., 1969.— 224 с.
- Нестеров И. И. Методика изучения и классификация платформенных локальных структур Западно-Сибирской низменности // Нефтегаз. геол. и геофиз.— 1964.— № 1.— С. 43—46.
- Нестеров И. И. Локальные платформенные поднятия Западно-Сибирской низменности // Тр. ЗапСибНИГНИ.— 1965.— Вып. 1.— С. 101—108.
- Нестеров И. И. Критерии прогноза нефтегазоносности.— М.: Недра, 1969.— 335 с.
- Никитина А. П. Закономерности строения рудных залежей месторождений остаточных бокситов европейской части СССР и различия в условиях их формирования // Проблемы генезиса бокситов.— М., 1975.— С. 110—111.
- Никитина А. П., Сиротин В. И. О шамозитизации и латеритной коре выветривания в бокситах Белгородского района КМА // Кора выветривания.— М., 1967.— Вып. 8.— С. 29—39.
- Орлова П. В. Литология, условия образования и закономерности размещения бокситов Боксонского месторождения // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 282—305.
- Основные этапы истории геологического развития Западно-Сибирской плиты.— Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1970.— 175 с.
- Острый Г. Б., Резапов А. Н. Стратиграфия палеозойских и мезозойских отложений северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1959.— С. 40—47.
- Оффман П. Е. Тектоника и вулканические трубки центральной части Сибирской платформы // Тектоника СССР.— М., 1959.— Т. 4.— С. 5—334.
- Пасова Ф. Г. Об условиях образования боксита // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 162—175.
- Пастухова М. В. О классификации и номенклатуре литологических типов и структурно-текстурных особенностей бокситов // Бокситы.— М., 1980.— С. 146—162.
- Педро Ж. Экспериментальные исследования геохимического выветривания кристаллических пород.— М.: Мир, 1971.— 252 с.
- Пейве А. В. Тектоника Северо-Уральского бокситового пояса.— М.: Московское общество испытателей природы, 1947.— С. 207.
- Пельтек Е. И. Типы месторождений бокситов Сибирской платформы и некоторые особенности их формирования и размещения // Проблемы бокситов Сибири.— Новосибирск, 1967.— С. 3—18.
- Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов.— М.: Недра, 1968.— 332 с.
- Петров В. П. Основы учения о древних корах выветривания.— М.: Недра, 1967.— 343 с.
- Петухов А. В., Тихомирова Е. С. Зональность вторичного минералообразования над месторождениями углеводородов // Геология нефти и газа.— 1984.— № 6.— С. 30—35.
- Петраков В. У. Стратиграфия нижнего палеозоя Туруханского района // Геология и геофизика.— 1964.— № 4.— С. 19—34.
- Пецоха Ю. А. Тектонические процессы генерации и первичной миграции углеводородов // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук.— М., 1985.— 46 с.
- Пецоха Ю. А. Методологические аспекты исследования генерации и первичной мигра-

- ции углеводородов при тектонических деформациях нефтепроизводящих пород // Методологические проблемы геологии нефти и газа и их связь с практикой.— Новосибирск, 1986.— С. 120—128.
- Платформенные бокситы СССР.**— М.: Наука, 1971.— 387 с.
- Полезные ископаемые в осадочных толщах.**— М.: Наука, 1981.— 224 с.
- Полинов Б. Б.** Кора выветривания.— М.: Изд-во АН СССР, 1934.— Т. 1.— 242 с.
- Поспелов Г. Л.** Элементы геологического подобия нефтяных и флюидогенных рудных месторождений // Геология и геофизика.— 1967.— № 11.— С. 3—22.
- Поспелов Г. Л.** Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973.— 355 с.
- Природные газы Земли и их роль в формировании земной коры и месторождений полезных ископаемых.**— М.: МГРИ, 1981.— 184 с.
- Природные газы Земли и их роль в формировании земной коры и месторождений полезных ископаемых: (Матер. II Всесоюз. совещания).**— Киев: Наук. думка, 1985.— 240 с.
- Проблемы бокситов Сибири.**— Новосибирск: СНИИГГиМС, 1967.— 177 с.
- Проблемы генезиса бокситов.**— М.: Наука, 1975.— 316 с.
- Проблемы геологии Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.**— М.: Недра, 1968.— 480 с.
- Проводников Л. Я.** Схема структурных элементов, вещественного состава и рельефа фундамента Западно-Сибирской низменности по геофизическим данным // Изв. Вост. филиала АН СССР.— 1957.— № 6.— С. 19—34.
- Проводников Л. Я.** Рельеф фундамента Сибирской платформы // Докл. АН СССР.— 1965.— Т. 165, № 6.— С. 1379—1382.
- Прозорович Г. Э.** Ритмы осадкообразования в отложениях мезозоя и кайнозоя северо-востока Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— 1961а.— С. 49—53.
- Прозорович Г. Э.** Литология отложений юры и нижнего мела разреза Туруханской опорной скважины // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1961б.— С. 123—136.
- Прозорович Г. Э., Антонова Т. Ф.** Терригенные сапролиты — продукты размыва кор выветривания траппов // Докл. АН СССР.— 1963.— Т. 150, № 6.— С. 1336—1339.
- Прозорович Г. Э., Зарипов О. Г., Валоженич З. Л.** Вопросы литологии нефтегазоносных отложений центральных и северных районов Западно-Сибирской низменности.— Тюмень, 1970.— 185 с.
- Процветалова Т. Н., Лагутенкова А. С.** О следах вулканической деятельности в отложениях неокома Западно-Сибирской низменности // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1968.— № 10.— С. 135—136.
- Пустовалов Л. В.** Петрография осадочных пород.— М.: Гостехиздат, 1940.— Ч. 1.— 476 с.; Ч. 2.— 420 с.
- Равдоникас О. В., Розин А. А., Ростовцев Н. Н.** Подземные воды Западно-Сибирской низменности по данным глубокого бурения // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири.— Новосибирск, 1959.— С. 106—119.
- Резапов А. Н., Черкасов Г. Н.** О сеноман-туронской эпохе бокситообразования в приенсейской зоне Западно-Сибирской плиты // Материалы по литологии и осадочным полезным ископаемым Сибири.— Новосибирск, 1976.— С. 101—105.
- Резапов А. Н., Черкасов Г. Н.** Литология и генезис альб-сеноманских отложений северо-востока Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика.— 1977.— № 4.— С. 34—41.
- Родин Р. С.** Новые данные о латеритах Сибирской платформы // Бокситы.— М., 1980.— С. 60—65.
- Родин Р. С., Гилькин В. Н., Гелецян Г. Г.** Латерит-бокситы на Сибирской платформе // Проблемы бокситов Сибири.— Новосибирск, 1967.— С. 45—59.
- Рожкова Е. В.** Минералогия и условия образования бобовых железо-алюминиевых руд // Тр. конференции по генезису руд железа, алюминия и марганца.— М., 1937.— С. 535—549.
- Рожкова Е. В., Соболева М. В.** Химико-минералогическая классификация бокситов месторождений СССР // Сов. геология.— 1947.— № 23.— С. 54—77.
- Розанов Л. Н., Шарданов А. П.** Объяснительная записка к тектонической карте нефтегазоносности областей СССР масштаба 1 : 5 000 000.— Л.: ВНИГРИ, 1983.— 21 с.
- Ронкина З. З., Саке В. Н.** Возможные источники сноса при формировании юрских и меловых отложений Усть-Енисейской впадины // Сборник статей по геологии Арктики.— Л., 1956.— С. 147—173.
- Ростовцев Н. Н.** К тектонике Чулымо-Енисейского района // Материалы по геологии и полезным ископаемым.— М., 1958.— Ч. 1.— С. 294—299.
- Ростовцев Н. Н., Симоненко Т. Н., Уманцев Д. Ф.** К вопросу о строении складчатого фундамента Западно-Сибирской низменности // Тр. СНИИГГиМСа.— 1956.— № 1.— С. 11—17.
- Рудкевич М. Я., Латыпова З. А.** Доюрские формации и структурные этажи Западно-Сибирской плиты // Главные тектонические комплексы Сибири.— Новосибирск, 1979.— С. 67—80.



- Рундквист Д. В., Кузнецов В. А., Марков К. В. и др. Металлогения СССР // 27-й Международный геологический конгресс. Геология Советского Союза. — М.: Наука, 1984. — С. 115—126.
- Савинский К. А., Самсонов В. В., Вайполин Ю. В. и др. Приенисейская моноклиналь — новый нефтегазоперспективный район Западной Сибири // Сов. геология. — 1987. — № 6. — С. 23—31.
- Сакс В. Н., Ронкина З. З. Юрские и меловые отложения Усть-Енисейской впадины. — М.: Госгеолтехиздат, 1957. — С. 232.
- Сакс В. Н., Ронкина З. З. О развитии рельефа Сибири на протяжении мезозойской эры // Геология и геофизика. — 1960. — № 1. — С. 58—73.
- Салманов Ф. К. Закономерности распределения и условия формирования залежей нефти и газа. — М.: Недра, 1974. — 280 с.
- Сапожников Д. Г. К теории прогноза осадочных рудных месторождений. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 143 с.
- Сапожников Д. Г. О генетической классификации бокситовых месторождений // Кора выветривания. — М.: Наука, 1974. — С. 15—23.
- Сапожников Д. Г. Типы платформенных бокситов СССР, их особенности и условия образования // Платформенные бокситы СССР. — М., 1971. — С. 373—383.
- Сахибгареев Р. С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. — Л., 1984. — 41 с.
- Симоненко Т. К. Использование результатов аэромагнитной съемки для выяснения структуры поверхности фундамента Западно-Сибирской низменности // Информ. сб. ВСЕГЕИ. — 1956. — № 3. — С. 96—102.
- Симоненко Т. К. Использование результатов аэромагнитной съемки для выяснения процесса формирования и разрушения нефтяных залежей // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. н. — Л., 1984. — 41 с.
- Синицын В. М. Палеогеография Азии. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 268 с.
- Слободской Р. М. Элементо-органические соединения в магматогенных и рудообразующих процессах. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. — 134 с.
- Соколов Б. А. Эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов. — М.: Наука, 1980. — 283 с.
- Соколов Б. А. Эволюционно-динамические критерии оценки нефтегазоносности недр. — М.: Недра, 1985. — 168 с.
- Соколова Е. Н. О комплексных соединениях железа и алюминия с низкомолекулярными органическими кислотами // Кора выветривания. — М., 1966. — С. 111—141.
- Соловьев Н. Н. Тектонодинамическая оценка условий формирования месторождений — новое направление изучения нефтегазоносных территорий // Геология нефти и газа. — 1986. — № 1. — С. 6—11.
- Спижарский Т. Н. Геологическое районирование Сибирской платформы и основные закономерности размещения полезных ископаемых на ее территории // Геологическое строение и полезные ископаемые Восточной Сибири. — М., 1958. — С. 22—41.
- Спирин С. Л. Геолого-промышленные типы месторождений бокситов СССР // Бокситы. — М., 1980. — С. 104—114.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — Т. 1. — 212 с.
- Страхов Н. М. Избранные труды. Общие проблемы геологии, литологии и геохимии. — М.: Наука, 1983. — 636 с.
- Сурков В. С. Геотектоническое районирование фундамента Западно-Сибирской плиты // Сов. геология. — 1970. — № 4. — С. 80—89.
- Сурков В. С., Жеро О. Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. — М.: Недра, 1981. — 143 с.
- Табачкий И. М., Чулахин А. Я. Новые данные о северо-западном глубинном продолжении Енисейского кряжа под мезозойским чехлом Западно-Сибирской плиты // Тектоника Сибири. — Новосибирск, 1962. — Т. 1. — С. 138—147.
- Тектоника Сибири. — Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. — Т. 2. — 383 с.; 1970. — Т. 3. — 279 с.
- Тектонические комплексы Сибири и их латеральные ряды. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1980. — 128 с.
- Теодорович Г. И. Учение об осадочных породах. — Л.: Гостехиздат, 1958. — 572 с.
- Терентьева К. Ф. О генезисе минералов глинозема в боксите // Бокситы, их минералогия и генезис. — М., 1958. — С. 52—69.
- Тимофеев П. П., Холодов В. Н. Бассейны седиментации и условия осадкообразования в истории Земли // 27-й Международный геологический конгресс. Литология: (осадочные породы). — М.: Наука, 1984. — С. 99—111.
- Трофимук А. А., Черский Н. В., Царев В. П. и др. Новые данные по экспериментальному изучению преобразования ископаемого органического вещества с использованием механических полей // Докл. АН СССР. — 1981. — Т. 257, № 1. — С. 207—211.
- Трофимук А. А., Черский Н. В., Царев В. П. и др. Сейсмоструктурные процессы — фактор, вызывающий преобразование органического вещества осадочных пород // Докл. АН СССР. — 1983. — Т. 271, № 6. — С. 1460—1464.

- Трубина К. Н. Древняя латеритная кора выветривания в районе Северо-Онежских месторождений бокситов // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 335—346.
- Углеродистые отложения и их рудоносность.— М.: Наука, 1981.— 256 с.
- Успенский В. А., Инденбом Ф. Б., Чернышева А. С. и др. К разработке генетической классификации рассеянного органического вещества.— Л.: ВНИГРИ, 1958.— 21 с.
- Ушаков С. А., Ясаманов Н. А. Глобальные реконструкции климата и течений Мирового океана в фанерозое // 27-й Международный геологический конгресс. Палеоокеанология.— М.: Наука, 1984.— С. 46—61.
- Федоров Б. М. Условия залегания и генезис мезозойских бокситов Среднего Урала // Труды конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия.— М., 1937.— С. 619—628.
- Ферсман А. Е. Избранные труды. Т. 4: Геохимия.— М.: Изд-во АН СССР, 1959.— С. 85—100.
- Фомичев В. Д. Общая схема тектоники Западной Сибири и Восточного Казахстана // Докл. АН СССР.— 1948.— Т. 9, № 4.— С. 735—738.
- Хесс Ф. Л. Осадочные месторождения урана, ванадия, родия, золота, серебра и молибдена // Геология рудных месторождений западных штатов США.— М.; Л., 1937.— С. 375—407.
- Хозе Г. Р. Генезис бокситов, руд алюминия // Вопросы геологии и минералогии бокситов.— М., 1964.— С. 19—34.
- Холодов В. Н. Эволюция питающих провинций — важнейший фактор осадочного рудообразования // 27-й Международный геологический конгресс. Литология: (осадочные породы).— М.: Наука, 1984.— С. 75—84.
- Черский Н. В., Царев В. П. Влияние слабых акустических полей на преобразование ископаемого органического вещества // Геология и геофизика.— 1973.— № 12.— С. 88—98.
- Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре.— М.: Изд-во АН СССР, 1955.— 672 с.
- Шапошников К. К., Самолетов М. В. Использование комплекса гравиметрических и аэромагнитных данных при поисках залежей нефти и газа в Западной Сибири // Геология нефти и газа.— 1986.— № 11.— С. 15—19.
- Шарков А. А. О закономерностях размещения и условиях накопления верхнедевонского бокситового оруднения в мигеоинклинальной зоне Урала // Бокситы.— М., 1980.— С. 48—60.
- Шарова А. К., Гладковский А. К. Минеральный состав, происхождение и изменение нижнемеловых бокситов восточного склона Урала и Тургайской равнины // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 70—79.
- Шатков Г. А. Металлогенетическая зональность как результат цикличности развития литосферы // Комплексные региональные металлогенетические исследования для оценки рудоносности главных типов геоструктур земной коры.— Л., 1986.— С. 43—55.
- Шатский Н. С. Основные черты тектоники Сибирской платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол.— 1932.— № 4.— С. 476—507.
- Шатский Н. С. Мезо-кайнозойская тектоника Центрального Казахстана и Западно-Сибирской низменности: (вопросы литологии и стратиграфии СССР) // Памяти академика А. Д. Архангельского.— М., 1951.— С. 232—252.
- Шейнманн Ю. М. Платформы, складчатые пояса и развитие структур Земли.— Магадан, 1959.— 63 с.
- Щукина Е. Н. Бокситы Енисейского кряжа.— М., 1936.— С. 63—124.
- Яковлева М. Н. О геохимии алюминия, титана, железа и кремния в условиях сернокислотного выветривания (в связи с вопросом о происхождении бокситов) // Бокситы, их минералогия и генезис.— М., 1958.— С. 120—161.
- Яншин А. Л. Условия залегания и генезис бокситов южного Урала, Казахстана и Восточной Сибири // Труды конференции по генезису руд железа, алюминия и марганца.— М., 1937.— С. 629—645.
- Bakhtin V. V. Formation of haloes above ore and oilgas deposits // Int. Geol. Rev.— 1972.— Vol. 15.— P. 1432—1439; 1974.— Vol. 16.— P. 75—79.
- Donovan T. Y. Petroleum microseepage at Cement Oklahoma: Evidence and mechanism // Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull. (AAPG).— 1974.— Vol. 58.— P. 429—446.
- Donovan T. Y. Geochemical prospecting for oil and gas from orbital and suborbital altitudes // The interstate Oil Compact Commission Bulletin.— 1983.— Vol. 25(1).— P. 36—45.
- Donovan T. Y., Dalziel M. C. Late diagenetic indicators of buried oil and gas // U. S. Geol. Survey. Open-file Rept.— 1977.— Vol. 77—817.— 44 p.
- Donovan T. Y., Forgey R. L., Roberts A. A. Aeromagnetic detection of diagenetic magnetite over Oil fields // Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.— 1979.— Vol. 63.— P. 245—248.
- Donovan T. Y. Geochemical prospecting for Oil and Gas from orbital and suborbital altitudes // In Unconv. Methods Explor. Pet. Nat. Gas.— 1981.— Vol. 11.— P. 96—115.
- Donovan T. Y., Noble R. L., Friedman et al. A possible petroleum-related geochemical anomaly in surface rocks // Boulder and Weld Counties.— Colo. U. S. Geol. Survey. Openfile Rept.— 1975.— Vol. 75—47.— 11 p.

- Donovan T. Y., Roberts A. A., Dalziel M. C.** Epigenetic Zoning in surface and near surface rocks resulting from seepage-induced redox gradients // *Velma Oil field. OK; a synopsis. Shale Shaker.*— 1981.— Vol. 32(3).— P. 1—7.
- Footo R. S.** Significance of near-surface magnetic anomalies // *Inconventional Methods in Exploration for Petroleum and Natural Gas.*— Vol. 111. Dallas: Southern Methodist University Press.— 1984.— P. 12—24.
- Gates T. M., McEldowney R. C.** Uranium exploration method may help find gas and oil // *World Oil.*— 1977.— Vol. 184(2).— P. 55—57.
- Gold T., Joter S.** The deep-earth-gas hypothesis // *Sci. Amer.*— 1980.— Vol. 242.— P. 154—161.
- Gold T., Joter S.** Abiogenic methane and the origin of petroleum // *Energy Explor.*— 1982.— Vol. 1.— P. 89—104.
- Saunders D. F., Terry S. A.** Onshore exploration using the new geochemistry and geomorphology // *Oil and Gas J.*— 1985.— Vol. 83.— N 37.— P. 126—130.
- Schnitzer M.** Metall-organic matter interaction in soils and waters // *Organic Compound in Aquatic Environments.*— New York, 1971.— P. 297—315.

ТАБЛИЦА I

- Рис. 1. Вулканогенные породы: а — шлак-трахиандезитового состава. Обр. 252-К-69, скв. 1, Нижне-Байхский профиль, инт. 310,0—315,0 м. Мощность слоя 0,25 м ( $J_2$  — батский ярус); б — обрывок базальтовой лавы. Обр. К-20-68, скв. 20, Нижне-Байхский профиль, инт. 158,0—168,0 м ( $J_3$  — келловей-оксфорд). Ув. 63. Ник. X.
- Рис. 2. Гидрогетит-шамозитовая руда с фосфатно-шамозитовым цементом. Оолиты шамозита концентрически-зонального строения. Терригенный материал кварц-полевошпатового состава. Туруханский профиль, нарымский железорудный горизонт, Ув. 63. Ник. X.
- Рис. 3. Руда гидрогетитовая с глинисто-шамозитовым цементом. Туруханское месторождение, горизонт I, инт. 30—34 м. Ув. 63. Ник. X.
- Рис. 4. Руда гетит-гидрогетит-сидеритовая с угловатым обломком боксита. Цемент глинисто-сидеритовый. Туруханское месторождение, горизонт I, инт. 30—34 м. Ув. 63. Ник. X.
- Рис. 5. Бокситоносные гравелиты с галькой базальтов и бобовинами бокситов. Туруханский профиль, скв. 5-К, инт. 134,3—138,3 м: а — неравномерное (градиционно-слоистое) распределение частиц по крупности. Среди бобовин видны концентрические разновидности. Средняя часть штуфа — зеленый тефроидно-осадочный существенно хлоритовый материал песчаной размерности. Обр. К-5/13:  $SiO_2 = 42,9\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 16,4$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 3,97$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 36,34$ ;  $TiO_2 = 1,83$ ; п.п.п. = 9,66%; б — редкие бобовины боксита распределены в тефроидно-осадочном материале равномерно, в отдельных случаях имеют сплюснутую форму. Обр. К-5/13<sup>в</sup>:  $SiO_2 = 45\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 19,0$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 5,94$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 27,12$ ;  $TiO_2 = 1,43$ ; п.п.п. = 9,08%. Натур. вел.

ТАБЛИЦА II

- Рис. 1. Бокситоносный тефроидный гравелит с галькой выветрелых базальтов и бобовинами бокситов. Скв. 5-К, Туруханский профиль: а — галька выветрелых базальтов в тефроидном материале; видны бобовины бокситов концентрически-зонального строения и терригенный материал кварц-полевошпатового состава. Обр. К-5-13, инт. 134,3—138,3 м;  $SiO_2 = 57,7\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 15,4$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 3,95$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 19,98$ ;  $TiO_2 = 0,88$ ; п.п.п. = 6,67%; б — галька бокситов разной размерности, создающая косую градиционную слоистость. Многие бобовины имеют концентрически-зональное строение. Обр. К-5/16, инт. 123,2—124,6 м;  $SiO_2 = 33,0\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 23,2$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 7,59$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 34,95$ ;  $TiO_2 = 1,87$ ; п.п.п. = 10,90%. Натур. вел.
- Рис. 2. Бокситовый песчаник с глинисто-хлоритовым цементом. Видны бобовины шамозита, угловатые обломки кварца (К) и калиевых полевых шпатов (ПШ). В центре угловатый обломок выветрелого базальта с сохранившейся реликтовой структурой. Вторичный гидраргиллит образует петельчатые формы. Скв. 9, Нижне-Байховский профиль, инт. 183,7—222,9 м, горизонт VI. Ув. 63. Ник. II.
- Рис. 3. Окатанный обломок базальта в бокситоносном песчанике. Лейсты плагиоклаза светлые замещены гидраргиллитом, темные — гидроокислами железа. Терригенный материал представлен кварцем (К), калиевым полевым шпатом (Кш) и плагиоклазом (Пл.). Скв. 5-К, инт. 222,3—227,3 м. Ув. 34. Ник. X.
- Рис. 4. Бокситовые породы и бокситы: а — бокситизированный тефроидный песчаник со стяжениями гематита (темное). Алевросаммитовые частицы (белое) составляют 60—70% объема породы. Видны оолиты шамозита и гидрогетита.  $SiO_2 = 37,33\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 8,23$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 7,56$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 38,92$ ;  $TiO_2 = 1,00$ ; п.п.п. = 10,12%. Аллювий р. Верхней Байхи; б — боксит песчаный мелкобобовый. Обр. К-73<sup>а</sup>:  $SiO_2 = 20,5\%$ ;  $Al_2O_{3\text{общ}} = 27,24$ ;  $Al_2O_{3\text{зсв}} = 24,24$ ;  $Fe_2O_{3\text{общ}} = 34,1$ ;  $TiO_2 = 2,7$ ; п.п.п. = 11,68%. Аллювий р. Большой Дубчес. Натур. вел.

ТАБЛИЦА III

- Рис. 1. Бокситовые породы (гравелит и песчаник): а — гравелит (разнобобовый). Обр. К-39-3:  $\text{SiO}_2 = 39,2\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 23,4$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 10,98$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 31,82$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,45$ ; п.п.п. =  $9,60\%$ . Обнажение «У озера», Верхняя Байха; б — песчаник (микробобовый); обр. 7450/1:  $\text{SiO}_2 = 34,87\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 26,14$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 7,52$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 19,10$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,10$ ; п.п.п. =  $14,05\%$ . Туруханский профиль, скв. 37, инт. 232,4—233,4, горизонт IV. Натур. вел.
- Рис. 2. Бокситы: а — песчанистый, среднебобовый. Обр. К-39-2:  $\text{SiO}_2 = 13,0\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 30,6$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 25,07$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 29,58$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,45$ ; п.п.п. =  $16,31\%$ . Обнажение «У озера», р. Верхняя Байха; б — каменистый мелкобобовый. Обр. К-39-4:  $\text{SiO}_2 = 7,35\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 32,10$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 29,94$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 31,82$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,33$ ; п.п.п. =  $18,40\%$ ; Натур. вел.
- Рис. 3. Боксит песчанистый мелкобобовый. Обр. 7480-К:  $\text{SiO}_2 = 21,68\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 29,03$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 26,66$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 30,26$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,38$ ; п.п.п. =  $15,46\%$ . Туруханский профиль, скв. 6, инт. 189,0—190,0 м, горизонт V. Натур. вел.
- Рис. 4. Боксит песчанистый мелкобобовый. Обр. К-39-6:  $\text{SiO}_2 = 13,40\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 29,70$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 24,25$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 31,38$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,35$ ; п.п.п. =  $15,45\%$ . Обнажение «У озера», р. Верхняя Байха. Натур. вел.

ТАБЛИЦА IV

- Рис. 1. Боксит песчанистый (крупнобобовый): Обр. К-11-81-1:  $\text{SiO}_2 = 29,60\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 28,95$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 20,60$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,63$ ; п.п.п. =  $10,76\%$ ; а — фауна *Vacuities. inters.* Lam., содержащая внутри раковины новообразования оолитов.  $\text{SiO}_2 = 42,8\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 10,5$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 30,2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 5\%$ ; б — бурые и черные бобовины. Обр. К-11-81-2:  $\text{SiO}_2 = 10,50\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 46,50$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 21,59$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,58$ ; п.п.п. =  $11,32\%$ ; в — галка бобового боксита. Обр. К-11-81-3:  $\text{SiO}_2 = 6,50\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 58,20$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 18,74$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,10$ ; п.п.п. =  $8,31\%$  ( $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}}$  не определялся); г — бурые бобовины боксита. Обр. К-11-81-4:  $\text{SiO}_2 = 9,60\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 42,30$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 26,83$ ;  $\text{TiO}_2 = 3,33$ ; п.п.п. =  $9,8\%$ ; д — цемент. Обр. К-11-81-5:  $\text{SiO}_2 = 36,50\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 18,40$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 24,47$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,00$ ; п.п.п. =  $9,50\%$ ; е — галка ожелезненного базальта: Валун в аллювии р. Верхней Байхи, устье р. Малой Байхи. Натур. вел.
- Рис. 2. Боксит каменистый, среднебобовый. Обр. К-39-7:  $\text{SiO}_2 = 8,60\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 36,20$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 32,07$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 28,26$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,0$ ; п.п.п. =  $18,51\%$ . Обнажение «У озера», р. Верхняя Байха. Натур. вел.
- Рис. 3. Тонкая оторочка диаспора вокруг бобовины боксита. Отчетливо виден петельчато-кокардный тип цементации кварцево-полевошпатового терригенного материала вторичным диаспором. Обр. № 3, обнажение «У озера», р. Верхняя Байха. Ув. 16. Ник. II.

ТАБЛИЦА V

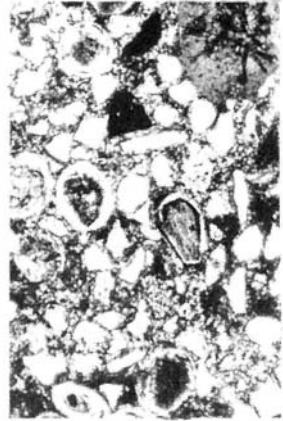
- Рис. 1. Оторочка гидраргиллита в виде шеток вокруг бобовин боксита. Обнажение «У озера». Боксит каменистый. Ув. 16. Ник. II.
- Рис. 2. Боксит каменистый крупнобобовый: Обр. К-39:  $\text{SiO}_2 = 6,0\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 37,35\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_{\text{зсв}} = 36,35\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_{\text{зобш}} = 30,18\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 2,45\%$ ; п.п.п. =  $17,66\%$ . Аллювий р. Верхней Байхи. Натур. вел.
- Рис. 3. Боксит каменистый. Алюможелезистые бобовины округлой и овальной формы сцементированы алюможелезистым гелем. Мелкие лепешки шамозита (серое) и гидрогетита (темное) развиты по цементу. Туруханский профиль, скв. 6; инт. 188,0—189,0 м, горизонт V. Ув. 16. Ник. II.
- Рис. 4. Боксит каменистый: а — новообразования гидраргиллита вокруг бобовин. В цементе видны реликты первичного аутигенного гидрогетит-шамозитового (Гш) и кальцитового цемента (Ка), по которым развит гидраргиллит (аллювий р. Верхней Байхи); б — шестоватые и радиально-лучистые агрегаты гидраргиллита и кальцита (серое) между алюможелезистыми бобовинами (аллювий р. Сарчихи). Ув. 63. Ник. X.

ТАБЛИЦА VI

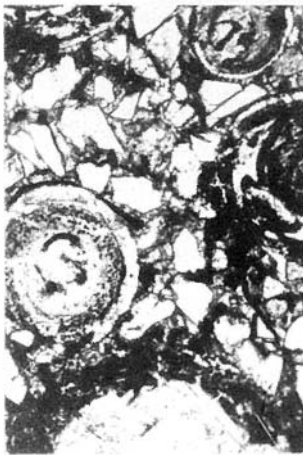
- Рис. 1. Микрозернистые агрегаты гидраргиллита в поровом пространстве между бобовинами. Аллювий р. Большой Дубчес. Ув. 63; а — ник. II; б — ник. X.
- Рис. 2. Боксит каменистый среднебобовый: а — наряду с округлыми бобовинами боксита видны их обломки, многочисленные обломки гидраргиллита (белое), образовавшиеся в результате растрескивания первичного цемента и вторичной их цементации железисто-хлоритовым цементом. Туруханский профиль, скв. 37, инт. 237,3—238,3 м, горизонт IV; б — виден вторичный гидраргил-



1



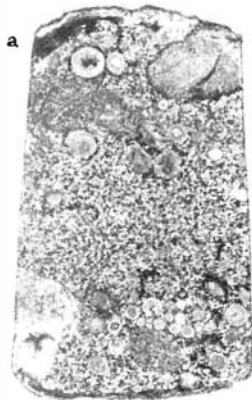
2



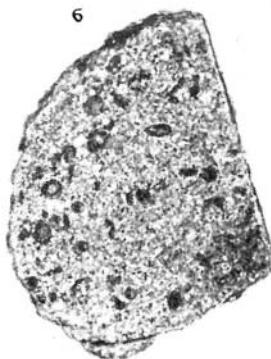
3



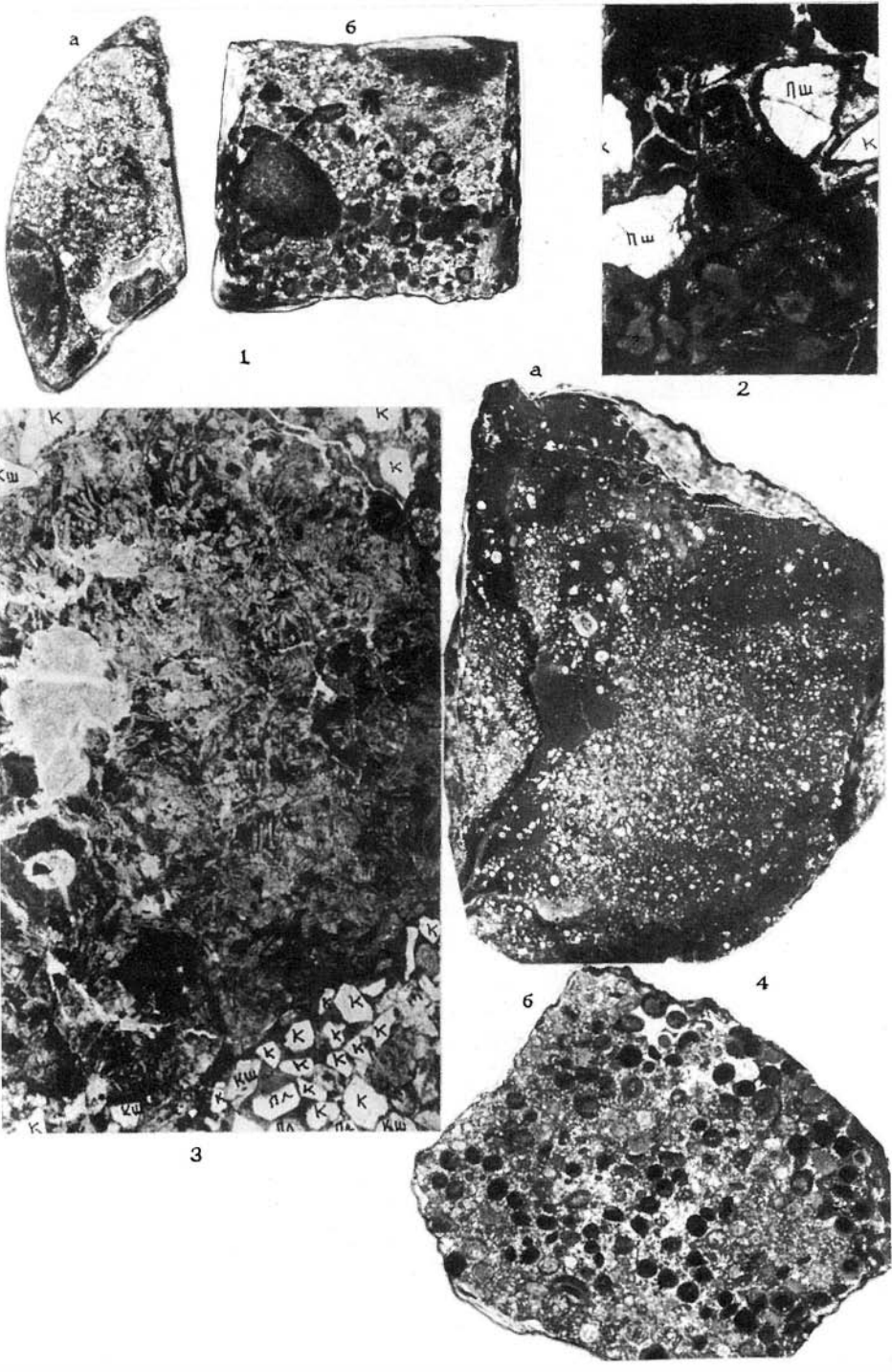
4

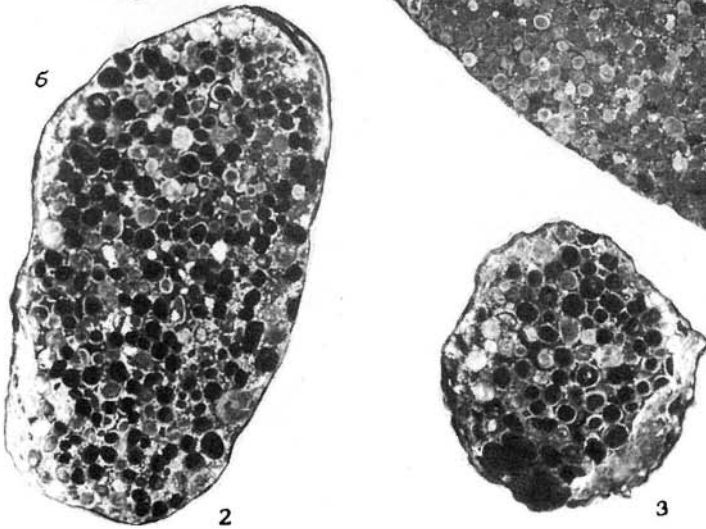
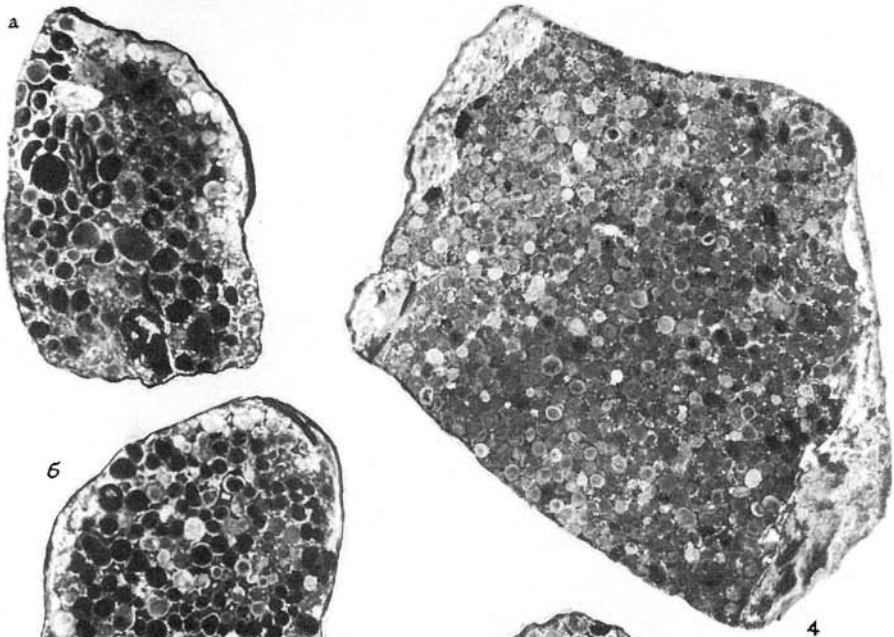
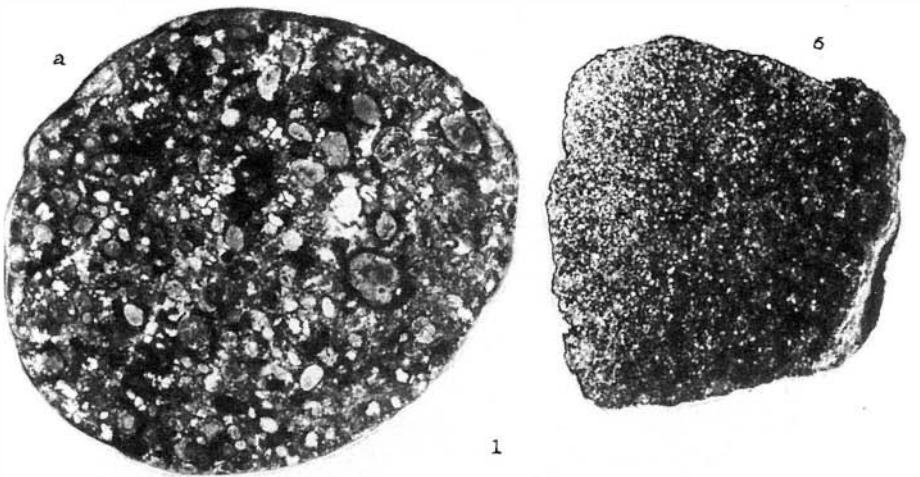


5

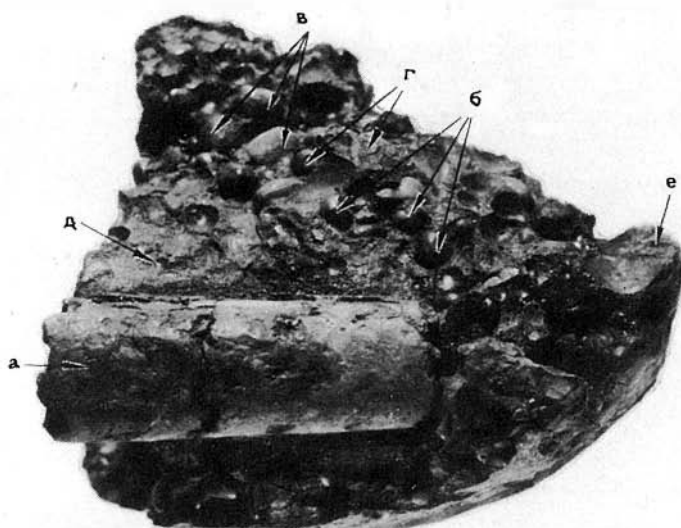


6

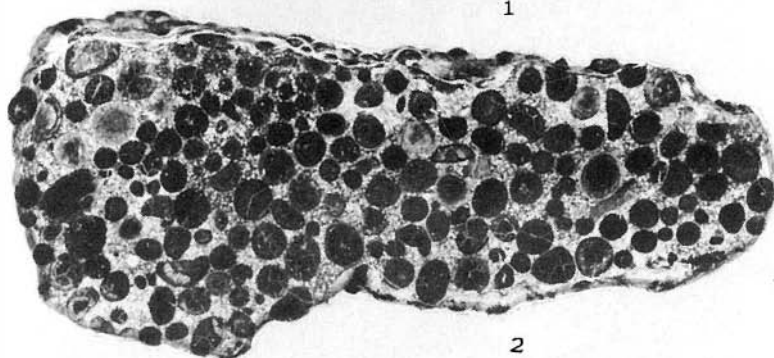




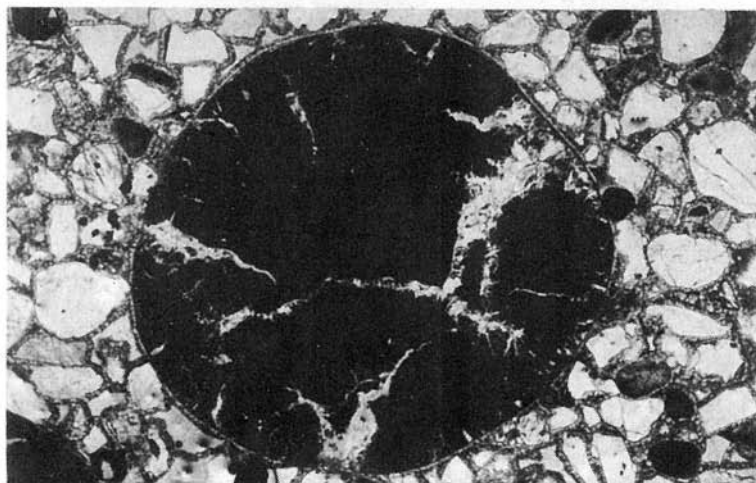




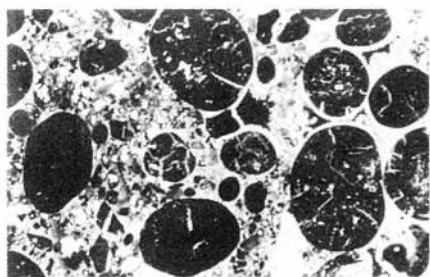
1



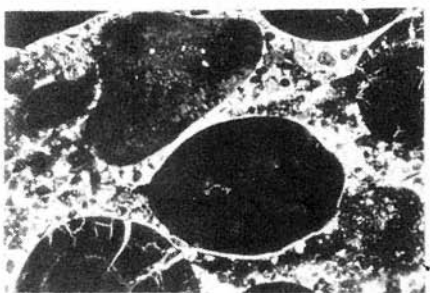
2



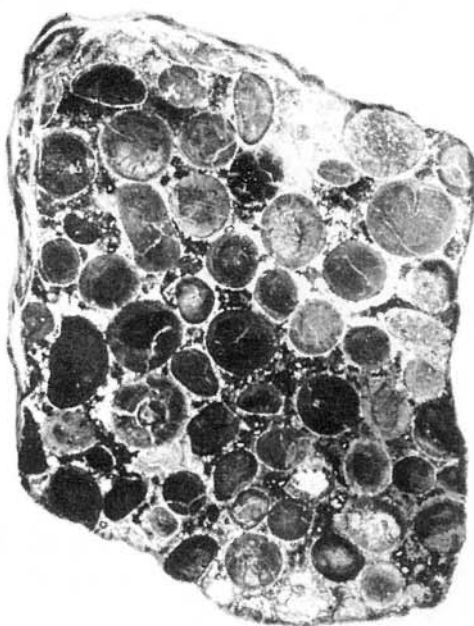
3



1

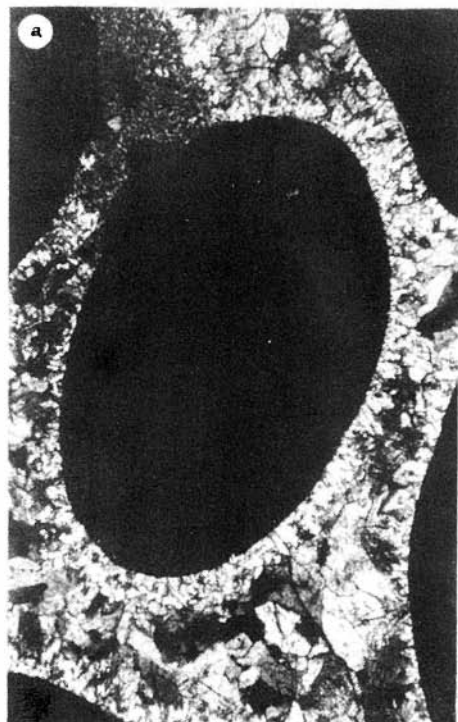


3

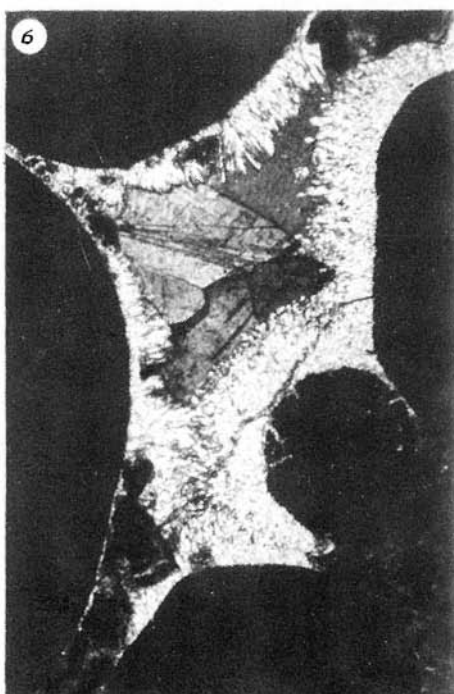


2

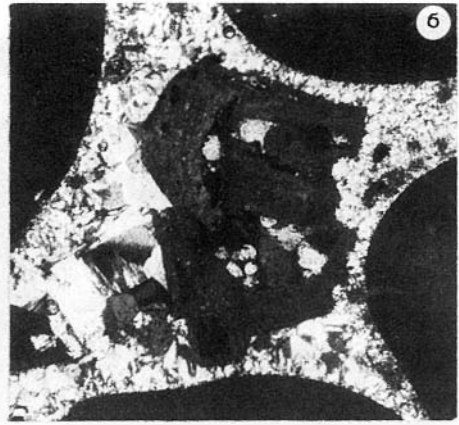
4



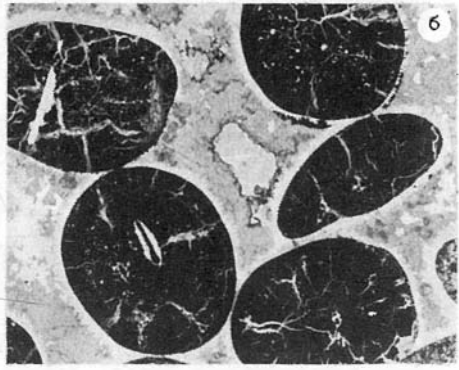
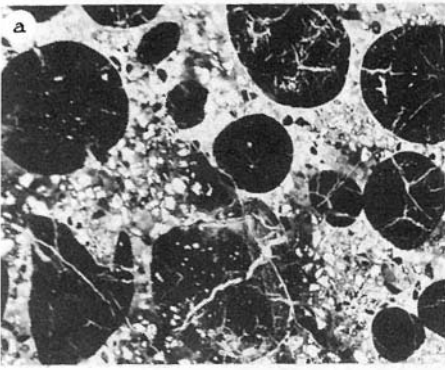
a



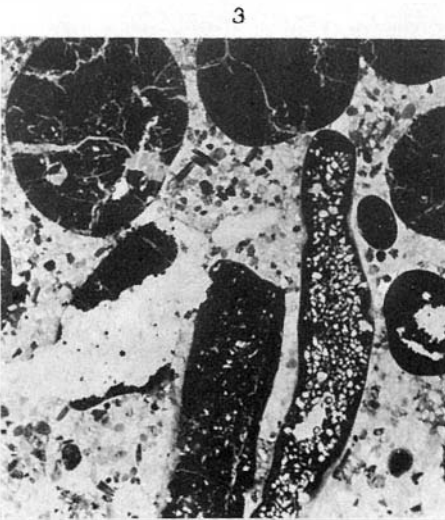
б



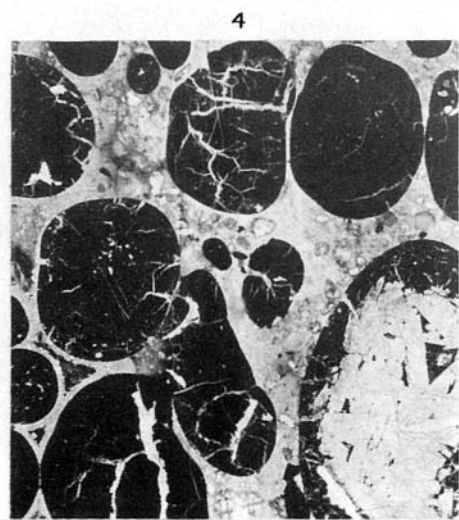
1



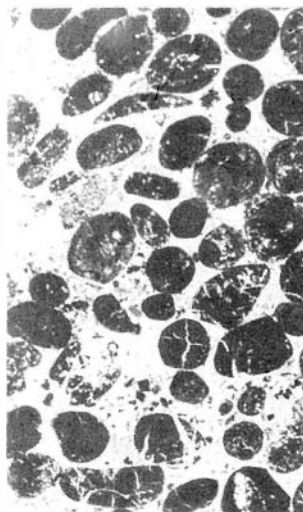
2



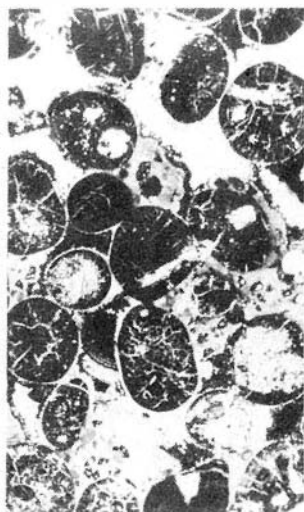
3



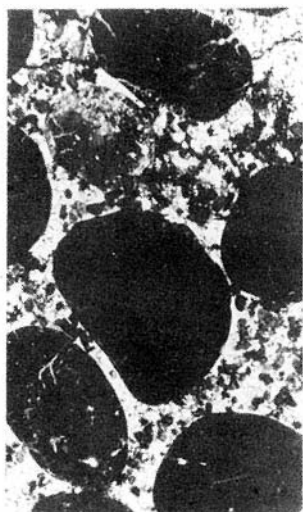
4



1



2



3



4



5



1



2



3



4

лятовый цемент, развитый по первичному шамозит-гидрагиллитовому и образующий оторочку вокруг бобовин боксита. Аллювий р. Большой Дубчес. Ув. 16. Ник. II.

- Рис. 3. Ходы илоедов в боксите, выполненные аутигенным каолинитом. В цементирующей бобовины массе видны новообразования шамозита, гидрагиллита, каолинита. Обнажение «У озера». Ув. 16. Ник. II.
- Рис. 4. Микротрещины в боксите, образовавшиеся в процессе постседиментационных преобразований. Некоторые бобовины разбиты трещинами нацело, некоторые до половины. Видны треугольные «выколки» из бобовин. По трещинам и периферии бобовин развит вторичный гидрагиллит. В цементе — зачатки алюможелезистого вещества. Аллювий р. Верхней Байхи. Ув. 16. Ник. II (конвергентный рудогенез).

#### ТАБЛИЦА VII

- Рис. 1. Боксит мелкобобовый с корродированными с поверхности (светлые) и неизменными (темные) бобовинами бокситов. Вокруг бобовин наблюдается оторочка гидрагиллита. По бобовинам и цементу развита мелкая сыпь каолинита. Наблюдаются оолитины и лепешки новообразованного шамозита. Туруханский профиль, скв. 37, инт. 232,4—233,4 м, горизонт IV. Ув. 16. Ник. II (конвергентный рудогенез).
- Рис. 2. Боксит песчанистый с гидрагиллит-шамозитовым цементом с оторочкой и фестончиками гидрагиллита вокруг бобовин. По трещинам и пустотам развит вторичный гидрагиллит. Туруханский профиль, скв. 37, инт. 238,3—241,9 м. Ув. 16. Ник. II (конвергентный рудогенез).
- Рис. 3. Боксит песчанистый с обилием в цементе новообразованных алюможелезистых и гидрагиллитовых стяжений и сгустков. Аллювий р. Верхней Байхи. Ув. 16. Ник. II (конвергентный рудогенез).
- Рис. 4. Буровато-серый песчанистый боксит с округлыми бобовинами и мелкой округлой галечкой красных и бурых бокситов. В правом углу — гальки бурого мелкобобового боксита с темно-бурыми бобовинами размером  $0,2 \times 0,2 \times 0,2$  см. В верхней части — округлая галька буровато-черного микробобового боксита размером  $2 \times 1,5 \times 1$  см. Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.
- Рис. 5. Буровато-серый песчанистый боксит с галькой сургучных переотложенных мелкобобовых и микробобовых бокситов и бурыми бобовинами идеально-округлой формы. Цемент боксита представлен гидрагиллит-шамозитовым хемогенным веществом. Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.

#### ТАБЛИЦА VIII

- Рис. 1. Буровато-коричневый песчанистый боксит с бурыми округлыми бобовинами ( $0,2 \times 0,2$  см) и темно-бурой галечкой ( $0,4 \times 0,3$  см) боксита. В нижней части образца хорошо окатанная, отшлифованная галька бурого (сургучного) мелкобобового боксита размером  $0,8 \times 0,5$  см. Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.
- Рис. 2. Зеленовато-серый песчанистый боксит с бурыми и темно-бурыми бобовинами размером  $0,2 \times 0,2$  см. В центре — галька кварца, сильно корродированная и выщелоченная ( $1 \times 0,5$  см). Выше — галька буровато-красных (сургучных) бокситов ( $0,8 \times 0,5$  см). Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.
- Рис. 3. Буровато-серый песчаный боксит с галькой бурых разнобобовых бокситов (размер гальки в нижней части образца  $2,5 \times 2 \times 1,5$  см, в центре —  $0,8 \times 0,5$  см). В алюможелезистой зеленовато-серой массе, цементирующей гравийно-галечный материал — значительное количество бурых и темно-бурых идеально-округлых бобовин размером  $0,1$  см и менее. Над нижней галькой разнобобовых бокситов — округлая, идеально отшлифованная галька темно-бурых алюможелезистых образований размером  $2 \times 1,5$  см. Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.
- Рис. 4. Зеленовато-серый с буроватым оттенком мелкобобовый песчанистый боксит с бурыми и темно-бурыми бобовинами бокситов ( $0,1 \times 0,1$  и  $0,2 \times 0,2$  мм) и плоской галькой алюможелезистых образований. В центре — галька ( $1 \times 1$  см) мелкобобового бурого (сургучного) боксита. Белое — жезды известняка и мелкие створки раковин. Аллювий р. Верхней Байхи, устье р. Юриль-Пичель-Тоного. Ув. 5.

**МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ в рис. IV.26****Латериты, исходные породы, бокситовые породы,  
бокситы различных месторождений земного шара**

1. Андезиты, Джохор, Малайзия.
2. Кора выветривания на андезитах. Там же.
3. Нижняя часть галлуазитовых глин. Там же.
4. Верхняя часть галлуазитовых глин. Там же.
5. Боксит над галлуазитовыми глинами. Там же.
6. Риолит, Джохор.
7. Галлуазитовая глина на риолите.
8. Среднее из нескольких анализов каолинитовых глин, подстилающих бокситы, образовавшиеся из андезита и риолита.
9. Среднее из анализов бокситового материала, образовавшегося из мелилит-нефелинового базальта. Кауаи, Гавайи.
10. Галлуазитовая глина, образовавшаяся из базальта. Салем, Орегон, США.
11. Нижняя часть остаточных глин на базальте. Там же.
12. Низкокачественные бокситы, образовавшиеся из базальтов.
13. Фонолит, Покус-де-Кальдос, Бразилия.
14. Кора выветривания на фонолитах. Там же.
15. Гиббситовый остаточный материал на измененном фонолите.
16. Конкреционный боксит над гиббситовым остаточным материалом.

**Бокситы, образовавшиеся из андезита**

17. Пироксеновый андезит. Месторождение Манггу-Белиан, район Сематана, Малайзия.
18. Бокситизированный андезит. Там же.
19. Боксит. Там же.
20. Бокситовый гравий (1-й сорт). Месторождение Букит-Гебонг, район южнее Сематана.
21. Бокситовый гравий (2-й сорт). Там же.

**Бокситы, образовавшиеся из гибридных пород**

22. Боксит, месторождение Манггу-Маккисам восточнее Гунонга, Малайзия.
23. Боксит, месторождение Пандан.
24. Боксит, месторождение Сунгай-Нанчикит, приток Синдан-Баджо.

**Бокситы, образовавшиеся из измененных средних  
и основных вулканических пород**

25. Боксит, месторождение Букит-Сандонг.
26. Боксит, месторождение Гунонга.

**Месторождение Андум (около Уэйпы), Квинсленд,  
Австралия**

27. Измененные материнские породы, глубина 18—19 футов.
- 28—30. Бокситовые породы зоны цементации, глубина 6—12 футов.
- 31, 32. Бокситы зоны цементации, глубина 6—0 футов.

**Месторождение Пера-Хид, Уэйпа, Квинсленд,  
Австралия**

- \* 346. Боксит, глубина 3—6 футов.

\* Пропуски порядковых номеров точек на диаграмме вызваны технической невозможностью изображения на одном рисунке всех 544 анализов бокситовых пород и бокситов земного шара, исследованных автором.



- 347. Боксит, 6—9 футов.
- 348. Боксит, 9—12 футов.
- 349. Боксит, 12—15 футов.
- 350. Боксит, 15—18 футов.
- 351. Бокситовая порода, глубина 18—19 футов
- 352. Бокситовая порода, 21—22 фута.
- 353. Бокситовая порода, 24—25 футов.
- 354. Бокситовая порода, 27—28 футов.
- 355. Бокситовая порода, 29—30 футов.
- 356. Измененная латеритная породы, 32—33 фута.
- 357. Материнская порода, 35—36 футов.
- 358. Материнская порода, 38—39 футов.
- 359. Материнская порода, 41—42 фута.

**Месторождение Уэйпа, Квинсленд,  
Австралия**

- 360. Боксит, глубина 1—4 фута.
- 361. Боксит, 4—7 футов.
- 362. Боксит, 7—10 футов.
- 363. Боксит, 10—13 футов.
- 364. Боксит, 13—16 футов.
- 365. Бокситовая порода, 16—19 футов.
- 366. Бокситовая порода, 19—22 фута.
- 367. Бокситовая порода, 22—25 футов.
- 368. Бокситовая порода, 25—28 футов.
- 369. Материнская порода, 28—29 футов.
- 370. Материнская порода, 31—32 фута.
- 371. Материнская порода, 33—34 фута.
- 372. Материнская порода, 35—36 футов.

**Химический состав латеритных профилей Австралии  
по зонам**

- 417. Новообразованная почва на базальтах, Мидлендс, Тасмания.
- 418. Новообразованная почва на базальтах, Инверелл, Новый Южный Уэльс.
- 419. Пизолитовая зона на слюдистых алевролитах, о-ва Вессел, Северная территория.
- 420. Пизолитовая зона на базальтах. Инверелл, Новый Южный Уэльс.
- 421. Пизолитовая зона на базальтах. Моос-Вейл, Новый Южный Уэльс.
- 422. Пизолитовая зона на базальтах, Мидлендс, Тасмания.
- 423. Зона трубчатого и плотного боксита на слюдистых алевролитах, о-ва Вессел, Северная территория.
- 424, 425. Зона трубчатого и плотного боксита на базальтах, Моос-Вейл, Новый Южный Уэльс.
- 426. Зона трубчатого и плотного боксита на долеритах, Уз, Тасмания.

**Химический состав выветрелых базальтов  
из скважины ударного бурения  
в восточной части о. Кауаи, Гавайи**

- 400. Алюможелезистая руда, глубина 0—1,2 м.
- 401. Алюможелезистая руда, 1,2—1,3 м.
- 402. Алюможелезистая руда, 3,0—4,2 м.
- 403. Железисто-бокситовая порода, 4,2—5,8 м.
- 404. Железисто-бокситовая порода, 5,8—7,3 м.
- 405. Железисто-бокситовая порода, 7,3—10,4 м.
- 406. Железисто-бокситовая порода, 10,4—11,9 м.
- 407. Свежий базальт из обнажения.

**Химический состав железистых бокситов,  
образовавшихся непосредственно из меллитит-нефелиновых базальтов,  
Ваилула-Гейм-Рефьюдж, Кауаи, Гавайи**

- 408—415. Боксит.
- 416. Алюможелезистая руда.

**Химический состав бокситов и каолинов  
из рудника Пруден, округ Селайн, Арканзас, США**

- 444. Серые, частично каолинизированные пизолиты из близповерхностного боксита.
- 445. Красные центральные участки пизолитов № 444.
- 446. Небольшой блок боксита из вершины залежи с красными пизолитами, включенными в темную основную массу.
- 447. Блок пизолитового боксита из красного пизолитового боксита (руда «штичный глаз») верхней части залежи.



448. Бурые и белые плотные трубчатые бокситы из верхней части залежи.  
 449. Белые и розовые плаковидные бокситы из верхней 1,5-метровой части залежи.  
 450. Оранжево-красный боксит верхней части залежи.  
 451. Темная основная масса из предыдущего образца.  
 452. Твердый рыжевато-красный боксит, охристый, высокопористый, с гранитной (реликтовой) структурой (губчатая руда) из блока у поверхности залежи.  
 453. Зеленовато-серый до бледно-рыжевато-коричневого рыхлый зернистый боксит с гранитной структурой, залегающий между двумя блоками каолинизированного нефелинового сиенита.  
 454. Рыжевато-коричневый зернистый боксит с реликтовой гранитной структурой.  
 455. Серовато-рыжевато-коричневая бокситистая глина с гранитной структурой из нижней части залежи.  
 456. Пористая бледно-серая глина из канавы близ северного окончания залежи.  
 457. Белая бокситистая глина с гранитной структурой.  
 458. Серая брекчиевидная каолинитовая глина.  
 459. Серая брекчиевидная глина.  
 460. Белая каолинитовая глина с реликтовой гранитной структурой, прилегающая к твердому ядру нефелинового сиенита.  
 461. Светлый голубовато-серый каолинизированный нефелиновый сиенит, залегающий рядом с ядром более свежей породы.

#### **Химический состав Боксонских бокситов, Восточная Сибирь, СССР**

257. Переслаивание красного и зеленого бокситов.  
 258—261. Боксит красный микрослоистый.  
 262—264. Боксит красный брекчиевидный.

#### **Химический состав различных типов бокситовых руд Боксонского месторождения**

- 265, 266. Темно-вишневый гематитовидный боксит.  
 267, 268. Вишнево-красный брекчиевидный боксит.  
 269, 270. Вишнево-красный плотный боксит.  
 271. Вишнево-красный плотный аллит.  
 272, 273. Вишнево-красный микрослоистый аллит.  
 274—276. Зеленый аллит.  
 277, 278. Диаспорит.

#### **Бокситовые породы и бокситы восточного склона Урала, СССР**

462. Боксит серый, Богословский выход.  
 463. Боксит красный, 4-е Талицкое месторождение.  
 464. Боксит красный, 2-е Талицкое месторождение.  
 465. Боксит красный, Тотинское месторождение.  
 466. Боксит серый, » »  
 467. Боксит серый, Шайтанское месторождение.

#### **Южный Урал, Юрюзань-Айский участок**

468. Песчаник зеленовато-серый.  
 469—470. Песчаник коричнево-серый.  
 471. Аллит голубовато-серый.

#### **Средний Урал Пашийско-Чусовский район (восточная зона)**

472. Боксит красный, Пашийский участок.  
 473, 474. Аллит красный. Там же.  
 475, 476. Боксит красный, Кусьинский участок.  
 477, 478. Боксит зеленовато-серый. Там же.  
 479. Аллит красный. Там же.  
 480, 481. Боксит светло-серый, Осинковский участок.  
 482. Боксит темно-серый. Там же.  
 483. Боксит красный, Колыхматовский участок.  
 484. Боксит светло-серый. Там же.  
 485. Аллит красный. Там же.

#### **Северный Урал Красновишерский район**

- 486—488. Аллит красный, Ухтымский участок.  
 489. Аллит железистый. Там же.  
 490. Сиаллит красный. Там же.

- 491, 492. Аллит красный, Колчимский участок.  
 493. Спаллит серый. Там же.  
 494. Спаллит зеленый. Там же.  
 495, 496. Глина пестроцветная. Там же.

### Приполярный Урал

497. Глина красная, бассейн р. Шугор.  
 498. Глина белая. Там же.  
 499, 500. Глина пестроцветная, бассейн р. Кожим.

### Полярный Урал

501. Аллит голубовато-серый, Енганэпэйский участок.  
 502. Аллит голубой. Там же.  
 503. Спаллит голубой. Там же.  
 504. Бокситовый конгломерат (цемент), Карский участок.  
 505. Бокситовая галька. Там же.  
 506. Боксит зеленый. Там же.  
 507, 508. Боксит черный. Там же.  
 509. Боксит зеленый, Тирибейский участок.  
 510. Боксит черный. Там же.  
 511. Боксит серый. Там же.

### Бокситовые породы и бокситы Североонежского бокситоносного района, СССР

- 123—125. Латеритные бокситы.  
 126, 127. Делювиальные бокситы.  
 128—130. Озерные бокситы.

### Бокситовые породы и бокситы Среднего Тимана, СССР

- 131, 132. Бокситы гематит-бемитовые.  
 133, 136. Бокситы шамозит-бемитовые.  
 137. Ферралит.  
 138—140. Бемитовые бокситы.

### Бокситовые породы и бокситы восточного склона Урала, СССР

305. Первичный боксит, рудное тело 9—19, Кущмурунское месторождение.  
 306. Первичный боксит, рудное тело 15. Там же.  
 307. Первичный боксит, рудное тело 22. Там же.  
 308. Переотложенный боксит, рудное тело 9—10. Там же.  
 309. Переотложенный боксит, рудное тело 22. Там же.  
 310. Переотложенный боксит, рудное тело 33. Там же.  
 311. Боксит каменистый, Верхнетобольское месторождение.  
 312. Боксит рыхлый. Там же.  
 313. Боксит глинистый. Там же.  
 314. Боксит глиноподобный. Там же.  
 315. Боксит каменистый, залежь Пироговского месторождения Каменского района.  
 316. Боксит рыхлый. Там же.  
 317. Боксит глинистый. Там же.

### Бокситовые породы и бокситы Таз-Енисейского междуречья, Западная Сибирь, СССР

329. Галька боксита в бичевнике, р. Артюгина, в 18 км от устья.  
 330. Галька боксита в бичевнике, р. Артюгина, в 185 км от устья.  
 331. Галька боксита в бичевнике, р. Артюгина, в 50 км от истока р. Пакулиха.  
 332. Галька боксита в бичевнике, р. Турухан, 40 км ниже устья р. Вымской.  
 333. Галька боксита в бичевнике, р. Енисей, 5 км ниже ст. Бакланиха.  
 334. Бокситовый гравелит, скв. 2, Туруханский профиль, 181,6—183,8 м.  
 33, 34. Бокситовый гравелит, скв. 5-К, Туруханский профиль, 91,7—92,0 и 123,2—124,6 м.  
 35,36. Бокситоносные породы, скв. 5-К, Туруханский профиль, 134,3—138,3 м.  
 37. Галька боксита из бокситового гравелита, аллювий р. Верхней Баихи, против устья р. Малой Баихи (бассейн р. Турухан).  
 38. Бобовины бокситов (среднее из 19) из бокситовых пород и бокситов бассейна р. Турухан.  
 39. Бурые бобовины (среднее из 6) из бокситовых пород и бокситов р. Турухан.  
 40. Черные бобовины (среднее из 5) из бокситовых пород и бокситов р. Турухан.

41. Хемогенно-терригенный цемент (среднее из 9) из бокситовых пород и бокситов р. Турухан.
42. Хемогенный цемент (среднее из 2) из бокситовых пород и бокситов р. Турухан.
43. Терригенный цемент (среднее из 2) из бокситовых пород и бокситов р. Турухан.
44. Бокситоносные (бокситсодержащие) породы (среднее из 46) бассейна р. Турухан.
45. Бокситовые породы (среднее из 54) бассейна р. Турухан.
46. Бокситы песчаные (среднее из 43) бассейна р. Турухан.
47. Бокситы песчанистые (среднее из 31) бассейна р. Турухан.
48. Бокситы каменистые (среднее из 34) бассейна р. Турухан.

#### Глиноземисто-железные руды кампан-маастрихта Туруханского профиля

49. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 30, 431,0—432,0 м.
50. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 29, 331,4—334,5 м.
51. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 29, 341,2—345,3 м.
52. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 25, 134,8—142,4 м.
53. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 21, 100—101,1 м.
54. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 21, 101,1—101,6 м.
55. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 21, 41,2—43,1 м.
56. Гидрогетит-шамозитовая руда, скв. 23, 42,2—43,1 м.
57. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 23, 43,1—49,0 м.
58. Бурожелезняковая руда Туруханского месторождения, 30—65 м (по 50 пробам).
59. Оолитовая гидрогетит-шамозитовая руда, скв. 34, 138,5—141,5 м, Елогуйский профиль.
60. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 61, 211,1—212,8 м, Елогуйский профиль.
61. Оолитовая шамозитовая руда, скв. 2, 76,0—87,9 м, Междухетский профиль.

#### Бокситы и их ингредиенты из аллювия р. Ширты и р. Худосей — правых притоков р. Таз, Западная Сибирь, СССР

532. Черно-бурые аморфные хемогенные бобовины.
533. Продукты ручного дробления боксита, класс +2,5 мм.
534. Удлиненная галька переотложенного серого боксита из темно-бурого гравелитового боксита.
535. Плоская галька аморфного черного боксита из темно-бурого гравелитового боксита.
536. Бурые округлые и конусовидные хемогенные аморфные гальки из темно-бурого гравелитового боксита.
537. Черные округлые хемогенные бобовины из темно-бурого гравелитового боксита.
538. Черные алюможелезистые гелеобразные бобовины из темно-бурого гравелитового боксита.
539. Песок с незначительным количеством обломков бобовин из цемента темно-бурого гравелитового боксита.
540. Темно-бурый гравелитовый боксит.
541. Хемогенный цемент темно-бурого гравелитового боксита.
542. Боксит из верхнепалеозойских отложений Урманской нефтегазоносной площади, Томская обл., Западная Сибирь, СССР.
543. Бокситовый гравелит из аллювия р. Худосей, правого притока р. Таз, Западная Сибирь, СССР.
544. Галька переотложенного бурого боксита из темно-бурого гравелитового боксита, аллювий р. Верхней Баихи, правого притока р. Турухан, Западная Сибирь, СССР.

Данные автора, 1985 г.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакторов . . . . .	3
Список условных сокращений . . . . .	5
Введение . . . . .	6
<b>Глава I. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ . . . . .</b>	<b>10</b>
I.1. Стратиграфия, литология и фации . . . . .	—
I.1.1. Домезозойские образования . . . . .	—
I.1.2. Мезозойские образования . . . . .	14
<b>Глава II. ТЕКТОНИКА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ . . . . .</b>	<b>28</b>
II.1. Рельеф комплекса основания . . . . .	34
II.2. Комплекс основания . . . . .	36
II.3. Плитный комплекс . . . . .	37
II.4. Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол . . . . .	40
II.5. Разломы . . . . .	41
II.6. Магматизм . . . . .	42
II.7. Источники магнитных аномалий . . . . .	43
II.8. История развития осадочного чехла области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы на мезозойско-кайнозойском этапе . . . . .	44
<b>Глава III. ФОРМАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ МИНЕРАГЕНИЯ . . . . .</b>	<b>48</b>
III.1. Осадочные формации и закономерности их размещения . . . . .	—
III.2. Эволюция углеводородо- и рудогенеза в осадочных толщах платформенных областей . . . . .	56
<b>Глава IV. МИНЕРАГЕНИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ . . . . .</b>	<b>61</b>
IV.1. Осадочные железные руды . . . . .	—
IV.2. Бокситоносность альб-сеноманских отложений . . . . .	73
IV.2.1. Типы бокситовых пород и их вещественный состав . . . . .	75
IV.2.2. Условия залегания, качественная характеристика и литолого-фациальные особенности бокситовых горизонтов . . . . .	89
IV.2.3. Условия образования меловых бокситов области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	114
IV.2.4. Проблема поисков кондиционных бокситов и обогащения бедных разновидностей бокситовых пород . . . . .	128
IV.2.5. Результаты опытов обогащения бокситсодержащих пород методами электромагнитной сепарации . . . . .	138
IV.3. Россыпи циркона и ильменита в осадочном чехле области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	141
IV.4. Угли . . . . .	145
<b>Глава V. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>Глава VI. НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ПЛИТНОГО КОМПЛЕКСА И ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЛОКАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОГНОЗ . . . . .</b>	<b>150</b>
VI.1. Месторождения углеводородов области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	151

VI.2. Нефтегазоносность осадочного чехла области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	155
VI.3. Нефтегазоносность плитного комплекса области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	157
VI.4. Локальный нефтепрогноз мезозойско-кайнозойских отложений области сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы . . . . .	153
VI.5. Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки . . . . .	163
Заключение . . . . .	169
Список литературы . . . . .	171
Приложения . . . . .	183

Научное издание

Каштанов Валентин Андреевич

**ГЕОЛОГИЯ  
И  
МИНЕРАГЕНИЯ  
ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА  
ПРИЕНИСЕЙСКИХ  
БАЙКАЛИД**

Редактор издательства  
Е. Г. МАКЕЕНКО

Художественный редактор  
М. Ф. ГЛАЗЫРИНА  
Художник

Л. Л. МОРДОХОВИЧ

Технический редактор  
Л. П. МИНЕЕВА

Корректоры  
Н. М. ГЭРАЧЕВА, Г. Д. СМОЛЯК

---

ИБ № 34548

Сдано в набор 18.04.89. Подписано к печати 15.03.90.  
МН-01225. Формат 70×1081/16. Бумага книжно-жур-  
нальная: Обыкновенная гарнитура. Высокая печать.  
Усл. печ. л. 16,8+0,7 на офсете. Усл. кр.-отт. 17,9.  
Уч.-изд. л. 19,3. Тираж 500 экз. Заказ № 672.  
Цена 3 р. 60 к.

---

Ордена Трудового Красного Знамени издательство  
«Наука», Сибирское отделение. 630099 Новосибирск,  
ул. Советская, 18.

4-я типография издательства «Наука». 630077 Новоси-  
бирск, ул. Станиславского, 25.