

Г. С. АВАКЯН

БЕНТОНИТЫ В

ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ

ОТЛОЖЕНИЯХ

СЕВЕРНОЙ

АРМЕНИИ

„АЙАСТАН“

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ СОВЕТА МИНИСТРОВ
АРМЯНСКОЙ ССР

Г. С. АВАКЯН

2387

БЕНТОНИТЫ
В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ
АРМЕНИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «АЙАСТАН»
ЕРЕВАН 1977



ПРЕДИСЛОВИЕ

Бентониты являются важным видом минерального сырья, имеющим широкое применение во многих ведущих отраслях народного хозяйства. Они во все возрастающих размерах используются в практике глубокого бурения — для изготовления высококачественных глинистых буровых растворов, в литейном производстве и для окомкования железорудных концентратов — в качестве превосходного связующего материала, в нефтеперерабатывающей, энергетической, химической и пищевой промышленности — в качестве адсорбентов и катализаторов, в строительной и керамической промышленности, в сельском хозяйстве и медицине и во многих, многих других направлениях.

Применение бентонитов только в ведущих отраслях промышленности уже приносит экономический эффект ежегодно в размере многих десятков миллионов рублей. Полное же удовлетворение запросов народного хозяйства в бентонитовом сырье и его препаратах дало бы экономический эффект, измеряемый сотнями миллионов рублей.

Географическое размещение месторождений высококачественных бентонитов в СССР неблагоприятно, добыча же и особенно переработка на порошки и модифицированные препараты далеко отстают от потребностей народного хозяйства. Отечественная нефтехимическая и пищевая промышленность, а также литейное производство вынуждены импортировать активированные порошковые, а иногда и комковые бентониты из ряда зарубежных стран. В практике нефтебуровых работ, черной металлургии и литейном производстве из-за нехватки кондиционного бентонитового сырья в больших количествах используются местные малокачественные глины, в результате чего снижается производительность работ, качество продукции и теряется потенциально огромная экономия средств.

Необходимость усиления работ в области изыскания сырьевых баз, рациональных путей переработки и использования бентонитов в народном хозяйстве за последние годы нашла свое отражение в ряде постановлений партии, правительства и указаний Министерства геологии СССР. Опубликованная литература по бентонитовой сырьевой базе и путях ее использования пока еще является относительно малочисленной.

В свете изложенного становится очевидным, что настоящая работа — «Бентонитовые глины в верхнемеловых отложениях Северной Армении» посвящена весьма актуальному вопросу. К этим отложениям здесь приурочено одно из лучших — крупнейшее в СССР эксплуатируемое Саригюхское

месторождение высококачественных бентонитов, призванное сыграть важную роль в развитии отечественной бентонитовой промышленности. Автор работы Г. С. Авакян — знаток геологии описываемого региона, один из первооткрывателей Саригюхского месторождения, непосредственно производивший его разведку и исследование путей использования бентонитового сырья.

Работа представляет научный и практический интерес для широкого круга геологов и технологов.

Куратор Мингео СССР по бентонитовому
сырью, доктор геолого-минералогических
наук

Н. В. Кирсанов

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена двум наиболее крупным месторождениям бентонитовых глин Армянской ССР, расположенным среди верхнемеловых отложений Северной Армении. Несмотря на то, что оба месторождения (Саригохское и Ноемберянское) пространственно размещены среди верхнемеловых пород, они резко отличаются друг от друга как по качеству бентонитов, условиям и времени образования, так и по их материнским породам. Если крупнейшее в СССР Саригохское месторождение относится к щелочному типу и образовалось за счет смоляно-черных андезито-базальтовых порфиритов послемелового возраста под воздействием гидротермальных (среднетемпературных) растворов, то Ноемберянское месторождение относится к переходному щелочному — щелочноземельному типу, содержащему светложгущиеся разности и образовалось за счет гидротермально-диагенетического изменения пеплово-пемзовых туфов верхнемелового (верхний сантон — нижний кампан) возраста.

Верхнемеловые осадочные и вулканогенно-осадочные отложения не ограничиваются пределами Арм. ССР, они по простиранию в север — северо-западном направлении переходят в соседние районы Грузинской ССР, а в восток — северо-восточном направлении — в западные границы Казахского района Азербайджанской ССР. В соседних районах Азербайджанской ССР расположены Али-Байрамлинское и Каймахлинское месторождения преимущественно щелочноземельных бентонитов и Даш-Салахлинское месторождение щелочных бентонитов. Аналогично Саригохскому и Ноемберянскому месторождениям, указанные месторождения Азербайджанской ССР тоже подразделяются на два генетических типа. Так, например, если Али-Байрамлинское и Каймахлинское месторождения, видимо, принадлежат к вулканогенно-осадочному генетическому типу, образовавшемуся за счет диагенетического изменения пеплово-пемзовых туфов верхнемелового возраста, то Даш-Салахлинское — относится к гидротермально-метасоматическому генетическому типу, образовавшемуся за счет силлообразных тел альбитофиров и пластовых и пластообразных тел пепловых туфов.

Кроме указанных месторождений Армянской и Азербайджанской ССР, в полосе верхнемеловых отложений Северной Армении расположено Шаваршаванское проявление щелочных бентонитов.

Это проявление интересно тем, что здесь можно увидеть бентониты двух вышеуказанных генетических типов — вулканогенно-осадочного (диагенетического) и гидротермально-метасоматического. Вулканогенно-осадочные бентониты образовались за счет пепловых туфов верхнемелового возраста, которые здесь имеют незначительное развитие и небольшую мощ-

ность (0,3—0,5 м). Гидротермальные бентониты образовались за счет маломощных дайкообразных тел коричневатых альбитофиров, внедрившихся в верхнемеловые отложения.

Полоса, соединяющая все перечисленные месторождения Армянской и Азербайджанской ССР, на плане имеет дугообразную форму с выпуклой стороной, направленной к Куринской депрессии.

При выполнении настоящей работы автор неоднократно пользовался советами и консультациями куратора Министерства геологии СССР по бентонитовому сырью, доктора геолого-минералогических наук Кирсанова Николая Васильевича, который, кстати, является и ответственным редактором. Считаю своим приятным долгом выразить ему глубокую признательность.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕНТОНИТАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

К бентонитовым глинам (бентонитам) относятся глины, сложенные из алюминиевых и магниевых членов монтмориллонитовой группы, с разбухающей кристаллической решеткой и с содержанием монтмориллонита не менее 60—70%. Общим свойством бентонитовых глин, в отличие от других, является способность легкого обмена катионов диффузного слоя (обменная емкость не менее 60 мг. экв. на 100 г глины), дисперсность, хорошая адсорбционная способность, набухание (щелочные разновидности) и т. д.

Бентонитовые глины по их свойствам обычно подразделяются на две группы — щелочные и щелочноземельные. В связи со способностью к обмену катионов щелочные бентониты легко переходят в щелочноземельные и наоборот.

Щелочные бентониты в куске имеют раковистый излом, во влажном состоянии чрезвычайно пластичные (мылоподобные), жирные на ощупь, обладают тиксотропными свойствами, то есть в изотермических условиях переходят из жидкой суспензии в твердый гель при стоянии и, наоборот, при размешивании приобретают первоначальную текучесть.

Щелочноземельные бентониты в естественном виде представляют собой плотную камнеподобную, сравнительно твердую породу, опять-таки с раковистым изломом, но в отличие от щелочных в воде набухают очень слабо или рассыпаются и не образуют устойчивой суспензии.

Бентониты Саригюхского месторождения Армянской ССР относятся к истинным щелочным, а Ноемберянского — к щелочным и щелочноземельным разновидностям.

В связи с важными специфическими свойствами бентонитовые глины представляют собой сырье большого народнохозяйственного значения. В мировой практике они используются более чем в ста направлениях, из коих самыми мощными потребителями являются: буровая техника, строительная промышленность (где используются щелочноземельные бентониты в естественном виде и для производства высококачественного керамзита с объемным весом 0,3—0,4 г/см³), нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность, литейное производство и металлургическая промышленность (где используются исключительно высококачественные щелочные бентониты в качестве связующего материала для производства окатышей из железорудных концентратов). Кроме вышеотмеченных отраслей, бентониты широко используются в масложировой, химической, пищевой, тонкокерамической, фармацевтической, мыловаренной, парфюмерной, бумажной

промышленности, в горнотехнических и ирригационных сооружениях, в энергетике, сельском и лесном хозяйствах, животноводстве и др.

Современное состояние ресурсов и структура потребления бентонитов в СССР детально охарактеризованы в работе М. Б. Григоровича и Н. В. Кирсанова (1972).

В настоящее время потребности народного хозяйства СССР в бентонитовом сырье удовлетворяются примерно на 60—70%. Переработка бентонитов на порошки осуществляется лишь в ограниченных масштабах. Так, в 1970 году было изготовлено всего лишь 338 тыс. тонн бентопорошков, что составляет 24% от общего объема добытого сырья. Производство активированных и модифицированных бентонитовых препаратов фактически находится в стадии организации.

Важность этого вида минерального сырья для народного хозяйства СССР видна по таблице № 1 (структура потребления).

Структура потребления бентонитов в СССР
(по данным ВНИИГеолнеруд)

Таблица 1

Отрасли применения	1971 г.		1975 г.		1980 г.	
	тыс.тн	%	тыс.тн	%	тыс.тн	%
Буровая техника	531,3	35,0	1500к 1000п	24,3	2000к 1500п	28,6
Литейное производство	225,6	14,7	800к 600п	13,0	900к 500п	12,9
Нефтеперерабатывающая промышленность	130,0	8,4	180к 150п	2,9	200к 160п	2,8
Черная металлургия (изготовление железорудных окатышей)	250,0	16,2	780к 657п	12,5	1300к 1100п	18,6
Сельское хозяйство	—	—	60к 50п	1,0	100к 100п	1,4
Строительная промышленность (производство керамзита)	405,1	26,1	1720к 60к	45,3	2400к 100к	34,3
Прочие (очистка вод, вина, экспорт и др.)	10,0	0,7	50п	1,0	100п	1,4
Всего:	1552,0	100	5000к 2557п	100	7000к 3460п	1

к — в комовом виде

п — в порошках

Расширение объемов добычи и переработки бентонитового сырья сдерживается в известной мере относительно небольшим количеством разведанных месторождений и их не всегда благоприятным расположением. В связи с этим выявление на севере Армении крупной союзной базы высококачественного бентонитового сырья многоотраслевого назначения представляет большой народнохозяйственный интерес. Выявление же закономерностей формирования эксплуатируемого Саригюхского и разведываемого Ноемберянского месторождений представляет, кроме того, и научный интерес для

прогноза и поисков гидротермально-метасоматических и вулканогенно-осадочных бентонитов на других территориях страны.

В последнее время в Советском Союзе для окомкования железорудной мелочи начали употреблять щелочные бентониты. Испытания показали, что саригюхские бентониты в этом отношении представляют особую ценность. В связи с этим, в целях обеспечения производства железорудных окатышей качественными бентонитовыми глинами и порошками, Совет Министров СССР обязал Минцветмет СССР разработать в 1969 году проектную документацию на расширение комбината «Иджеванский бентонит» с доведением мощности карьера до 1500 тыс. тн и производства бентонитовых порошков до 700 тыс. тонн в год.

Советский Союз особо остро нуждается в активированных бентопорошках, которые употребляются в качестве адсорбентов для нужд масложировой и нефтехимической промышленности. В связи с этим комиссия президиума Совета Министров СССР по внешнеэкономическим вопросам вынесла решение о закупе за границей отбеленной активированной глины для предприятий Минпищепрома СССР. В третьем пункте этого решения дано указание Миннефтепрому и Минпромстрою СССР совместно с Минмонтажспецстроем СССР осуществить мероприятия по ускорению строительства и ввода в действие завода по активизации отбеленных глин комбината «Иджеванский бентонит».

В настоящее время на базе Саригюхского месторождения щелочных бентонитов, в поселке Кривой-Мост, построены два завода: 1) завод бентопорошков для нужд нефтяного бурения и производства железорудных окатышей с общей мощностью в 700 тыс. тн в год и 2) завод активированных бентопорошков для нужд масложировой промышленности с общей мощностью в 10 тыс. тн в год.

Кроме указанных заводов, глины Саригюхского месторождения разным потребителям поставляются в комовом виде.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

В изучении района важное место занимают исследования К. Н. Паффенгольца (1934), проводившего площадную съемку района.

С целью уточнения и детализации существующей стратиграфической схемы юрских отложений Северной Армении, с 1943 по 1946 гг. А. Т. Асланяном была произведена маршрутная площадная съемка. Им же в 1946 г. произведены исследования по изучению стратиграфии и структуры меловых отложений.

В 1950—1952 годах детальным изучением меловых отложений бассейнов р. р. Агстев и Инджа-су занимался А. А. Атабекян, который расчленил меловые отложения до ярусов и свит.

Изучением геологического строения этого региона впоследствии занимались: М. А. Аракелян и Ц. М. Айвазян (1961ф); А. А. Гюрджян и К. А. Акопян (1962ф); Г. А. Туманян и Г. А. Чубарян (1966ф) и другие.

Описание геологического строения северо-восточной части Иджеванского и восточной части Ноемберянского районов Армянской ССР и западной части Казахского района Азербайджанской ССР приводится по данным К. Н. Паффенгольца (1934), А. Т. Асланяна (1953 ф), А. А. Атабекяна (1954ф; 1959), М. А. Аракеляна и Ц. М. Айвазяна (1961ф), М. М. Алиева (1956), Г. А. Туманяна и др. (1966ф), а также по результатам собственных исследований.

В геологическом строении района принимают участие юрские, меловые и в подчиненном отношении кайнозойские вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные отложения (рис. I и II). Среди них интересующими нас являются отложения мелового возраста, поскольку именно в них выявлена целая группа месторождений бентонитовых глин в Армянской ССР и сопредельных районах Азербайджанской ССР. В связи с вышеизложенным в настоящей работе приводится только описание пород мелового возраста.

Геологический разрез меловых пород района представлен в следующем виде (снизу вверх):

Средний-верхний альб — терригенные образования прибрежной фации. В районе с. Геташен А. А. Атабекяном (1954ф) альбские отложения подразделены на две части:

1) нижняя подсвита — толстослоистые мелкозернистые песчаники желтоватого цвета мощностью в 50 м;

[illegible]

2) верхняя подсвита — серые песчанистые мергели, переслаивающиеся со среднезернистыми песчаниками.

В районе с. Кошкотан снизу вверх по разрезу зафиксированы:

1) оксфордские туфобрекчии, трансгрессивно перекрываемые толсто-слоистыми мелкозернистыми песчаниками желтоватого цвета с остатками сохранившихся пелеципод, гастропод и обугленных остатков растений. Мощность 40 м;

2) тонкослоистые мелко- и среднезернистые песчанистые мергели, переслаивающиеся со среднезернистыми известковистыми песчаниками серого цвета. К востоку от с. Кошкотан отложения этого горизонта образуют ряд мелких синклинальных и антиклинальных складок близ меридионального простиранья. Мощность 70 м;

3) среднезернистые известковистые песчаники желтовато-серого цвета. Мощность 30 м. В окрестностях с. Кошкотан в этих песчаниках М. М. Алиевым (1956) обнаружена характерная для верхнеальбского времени фауна: *Aucelina cf. parva* Stol; *A. nassibienzi* Sow; *Corbula* sp; *Barbatia* sp; *Hysterocheras* sp; *Orbigny* sp; *Puzosia* sp; *Phylloceras* sp; *Turrilites* sp; *Baculites* sp; *Neohibolites* sp. и др. (опред. Халилова).

В районе с. Кущи-Айрум, по данным Г. А. Туманяна и Г. А. Чубаряна (1966ф), отложения альба, сеномана и нижнего сенона окаймляют субинтрузивные андезитовые порфиристы. Альбские отложения здесь представлены среднезернистыми туфогенными песчаниками зеленовато-серого цвета, имеющими мощность порядка 60 м. Далее, к северу, альбские отложения обнажаются в окрестностях с. Котигех в сводовой части периклинали и представлены туффитами, известковистыми песчаниками и туфопесчаниками.

Верхний мел. Отложения верхнего мела имеют широкое распространение и представлены всеми ярусами этого отдела в осадочной, вулканогенно-осадочной и вулканогенной фациях.

Сеноманские отложения впервые выделены К. Н. Паффенгольцем (1934) на основании общих региональных соображений. Позже, в 1936 г., сеноманский возраст песчаников окрестностей с. Кохб фаунистически обосновал В. П. Ренгартен. Отложения сеномана трансгрессивно залегают на вулканогенной толще оксфорда и частично на песчаниках альба и перекрываются большей частью породами нижнего сенона. Отличительной чертой сеноманских отложений является широкое развитие здесь мелкой складчатости. Отложения сеномана развиты к востоку от с. Кошкотан, в окрестностях сс. Котигех и Кущи-Айрум и в 1—1,5 км к юго-западу от с. Севкар.

Разрез сеноманских отложений в районе с. Кущи-Айрум, по данным А. А. Атабекяна (1954ф), представлен в следующем виде (снизу вверх):

1) грубообломочные, плотно сцементированные конгломераты. Гальки представлены разнообразными порфиритами и туфопесчаниками. Мощность 5,5 м;

2) слоистые, серовато-желтые песчанистые мергели мощностью в 9 м;

3) серые, мелкозернистые, слабо карбонатные песчаники. Мощность 12 м.

Сеноманский возраст фаунистически обоснован также М. М. Алиевым (1956) и Р. Н. Абдуллаевым (1957).

По Г. А. Туманяну (1966ф), сеноманские отложения представлены двумя пачками: нижней—вулканогенно-осадочной и верхней—терригенно-карбонатной. Нижняя часть разреза прорвана субинтрузивными телами андезитовых и базальтовых порфиритов общей мощностью в 30 м.

Нижнюю пачку снизу вверх по разрезу слагают:

- 1) гравелистые известняки (мощность 5 м);
- 2) туфобрекчии и порфириты с линзами песчаников, известковистых песчаников и известняков (мощность 120—130 м);
- 3) переслаивающиеся туфы и туфопесчаники (мощность 25 м);
- 4) туфобрекчии (мощность 75 м).

Верхнюю пачку снизу вверх по разрезу слагают:

- 1) желтоватые мягкие песчаные мергели (мощность 80—100 м);
- 2) желтоватые мягкие мергели с прослоями крепких известковистых песчаников (мощность 15—20);
- 3) желтоватые мягкие песчаные мергели (мощность 10 м).

По данным А. А. Атабекяна (1954ф), нижнетуронские отложения в описываемом районе отсутствуют, и на сеноманских отложениях трансгрессивно залегают вулканогенно-осадочные образования верхнего турона-нижнего коньяка. Однако в свете новых данных, полученных в 1964—65 гг., Г. А. Туманян и Г. А. Чубарян (1966ф) выделяют фаунистически обоснованные отложения сеноман-нижнетуронского возраста.

Сеноман-нижний турон. Отложения этого возраста широко распространены на северо-восточном крыле Котигехской периклинали и представлены двумя пачками: нижней и верхней.

В районе сс. Кошкотан и Баганис и на правом берегу р. Улханы нижняя пачка представлена толстослоистыми массивными известняками. В северо-западном направлении они фациально переходят в тонкослоистые плитчатые известняки, а затем в районе с. Котигех—в туфопесчаники с прослоями известняков, туффитов и редко брекчированных порфиритов. Мощность 100—120 м.

Верхняя пачка в районе с. Кошкотан представлена:

- 1) серыми грубозернистыми песчаниками с маломощными прослоями туфобрекчий и туфопесчаников (мощность 30 м);
- 2) туфобрекчиями и конгломератами с прослоями известковистых песчаников и туфопесчаников (мощность 80—100 м).

Верхний турон-нижний коньяк. К этому возрасту относится трансгрессивная мощная толща туфобрекчий, туфопесчаников, порфиритов, агломератовых туфов, распространенных южнее хребта Бабаляр и в окрестностях сс. Достлу, Куши-Айрум, Геташен, Цахкаван. Порфириты в этой толще представлены внутрiformационными потоками и корнями их излияний в виде даек.

Среди туфобрекчий и туфов преобладают литокластические и кристаллокластические разности, которые фациально связаны как между собой, так и с порфиритами и имеют тот же минеральный состав, что и порфири-

ты. Верхний турон — нижнеконьякский возраст этой толщи фаунистически обоснован В. П. Ренгартеном (1959) и А. А. Атабекиным (1954ф).

В северо-восточной части с. Достлу отложения верхнего турона — нижнего коньяка трансгрессивно и резко несогласно налегают на вулканогенную толщу оксфорда и, в свою очередь, перекрываются отложениями верхнего коньяка — нижнего сантона. Здесь свита представлена песчанистыми известняками, алевролитами и туфогенными песчаниками.

В окрестностях с. Цахкаван верхнетурон—нижнесенонские песчанистые известняки и туфогенные песчаники трансгрессивно налегают на верхнеюрские известняки и песчаники сеномана и постепенным переходом связываются с вышележащими верхнеконьяк—нижнесантонскими туфогенными песчаниками и туфоконгломератами.

Г. А. Туманяном и Г. А. Чубаряном (1966ф) в вулканогенно-осадочной толще у селений Кущи-Айрум, Цахкаван и Геташен выделен горизонт, относимый к верхнетуронскому возрасту, залегающий на различных горизонтах сеноманских, альбских и верхнеюрских отложений.

К ним относятся:

1) желтовато-серые, плотные, мелкозернистые известковистые туфогенные песчаники мощностью в 20—25 м;

2) мощная пачка фиолетовых туфобрекчий, туфоконгломератов с перемежающимися прослоями массивных известковистых песчаников, алевролитов и красно-бурых туфов. Мощность 350—400 м.

На вулканогенных образованиях верхнего турона согласно залегает пачка известковистых песчаников, мелкослоистых, плитчатых, плотных известняков с примесью туфогенного материала и слой разных туфопесчаников и туфоконгломератов, относимых к нижнеконьякскому ярусу. Разрез нижнеконьякских отложений венчается мощной пачкой среднеслоистых известняков и темно-серых плитчатых мергелистых известняков с прослоями кремне-фельзитовых туфов, туфопесчаников и туфоконгломератов.

Верхний коньяк—нижний сантон. Отложения верхнего коньяка — нижнего сантона отчетливо прослеживаются по линии Севкар-Геташен-Мазамлы-Кущи-Айрум-Камарлы. Во всех перечисленных районах они представлены довольно однообразными темноцветными грубообломочными туфоконгломератами, туфобрекчиями, туфогенными песчаниками, туфами и переслаивающимися с ними потоками разнообразных порфиритов. Наибольшей мощности они доходят в районе с с. Калача-Камарлы, а наименьшей у г. Иджеван.

Г. А. Туманян и Г. А. Чубарян (1966ф) в районах сс. Ноемберян, Довех и Камарлы выделяют породы верхнеконьякского времени общей мощностью 240—250 м. Представлены они грубозернистыми известковистыми песчаниками, песчаниками, базальными конгломератами, песчанистыми бентонитами и разнообразными туфопесчаниками и среднегалечными конгломератами.

В районе с. Кущи-Айрум, на органогенных известняках нижнего коньяка залегает пачка известковистых и полимиктовых песчаников с прослоями плитчатых мелкозернистых туфопесчаников и туффитов мощностью около 135 м, которую вышеотмеченные авторы относят к верхне-

коньяк-нижнесантонскому возрасту. К этому возрасту они относят также вышележащие (с постепенным переходом) розоватые туфобрекчии, туфоконгломераты, агломератовые и фельзитовые туфы с линзами белесоватых и красных известняков, песчаников и песчаных известняков мощностью 200—250 м.

В районе с. Довех на нижнеконьякских отложениях залегают фельзитовые туфы, белесоватые тонкослоистые известковистые туфопесчаники, бентонитизированные дацитовые туфы, туфопесчаники, мергелистые кремненые туфопесчаники и мергелистые органогенные известняки, относимые Г. А. Туманяном и Г. А. Чубаряном к нижнесантонскому возрасту. Мощность этих отложений достигает (по линии с. Довех-Меликлы) до 1000—1050 м.

Верхний сантон. Отложения верхнего сантона в районе развиты восточнее сс. Севкар и Кущи-Айрум, где они представлены туфобрекчиями, туфогенными песчаниками, песчаными известняками и черными порфиритами. Верхнесантонские отложения литологически заметно отличаются от верхнеконьякских и нижнесантонских. В верхнесантонских отложениях преобладают терригенные образования, которые по простирацию переходят в чисто вулканогенные фации.

Восточнее с. Саригюх (на территории Саригюхского месторождения бентонитовых глин) разрез верхнесантонских отложений представлен в следующем виде (снизу вверх):

1) на верхний коньяк-нижнесантонские вулканогенные отложения согласно налегают грубозернистые, желтовато-серые туфогенные песчаники (мощность 25 м);

2) светло-серые мергели, туфогенные песчаники и агломератовые туфы, переслаивающиеся между собой (мощность 30 м);

3) темно-серые туфобрекчии с угловато окатанными обломками разнообразных порфиритов, сцементированных туфогенным материалом (мощность 20 м);

4) черные столбчатые андезито-базальтовые порфириты, представленные субвулканическими межпластовыми пластообразными, дайкообразными и силлообразными телами с витрофировой основной массой. Они местами гидротермально сильно переработаны (хлоритизированы и монтмориллонитизированы), в результате чего местами нацело превращены в бентонитовую глину. Мощность их доходит до 140 м;

5) желтовато-серые песчаники с прослоями розовато-серых песчаных известняков и обилием рудистов (мощность 30 м);

6) андезитовые порфириты и туфобрекчии. Мощность 40 м.

Верхнесантонский возраст вышеописанного комплекса обоснован А. А. Атабекиным (1954ф) фаунистически.

На основании региональных сопоставлений А. Т. Асланяном (1953 ф), Г. А. Туманяном и Г. А. Чубаряном (1966ф) к верхнесантон-нижнекампанскому возрасту отнесена характерная желтовато-голубоватая пачка «витрофировых туфов» Ноемберянского района. Среди этих отложений залегают Ноемберянские месторождения бентонитовых глин и цеолитовых пород.

По нашим наблюдениям, разрез верхнесантон-нижекампанских отложений в районе Ноемберянского месторождения бентонитовых глин слагают (снизу вверх) следующие породы:

1) цеолитизированные туфобрекчии, туфопесчаники и туфы, фельзитовые туфы, фациально переходящие друг в друга и с прослоями известняков (мощность от 60—70 до 150 м);

2) известняки плотные, толстослоистые, ороговикованные с линзочками халцедона (мощность 60 м);

3) толстослоистые туфоизвестняки и известковистые туфы, фациально переходящие друг в друга (мощность 50—60 м);

4) красноватые мергелистые известняки и туфоизвестняки с гематитом (мощность 40 м);

5) бентонитовые глины песчаные (мощность 140—160 м);

6) фельзитовые туфы (мощность 8—10 м);

7) бентонитовые глины светло-голубые, кремоватые, местами белесоватые (маложелезистые) без посторонних примесей (мощность 100—110 м);

8) сильно ороговикованные (окремненные) известняки (мощность 8—10 м);

9) бентонитизированные пепловые туфы и мелкозернистые туфопесчаники (мощность 45—50 м);

10) тонкослоистые мергелистые известняки с примесью туфового материала (мощность 4—6 м);

11) бентонитизированные цеолитовые туфы и туфопесчаники (мощность 6—8 м);

12) мелкозернистые, тонкослоистые мергелистые известняки, слабо окремненные (мощность 4—5 м);

13) перемежающиеся слои мергелистых известняков и цеолитизированных, бентонитизированных туфопесчаников (мощность 50—55 м);

14) цеолитизированные, слабо бентонитизированные туфобрекчии, туфопесчаники и туфы, фациально переходящие друг в друга (мощность 20 м);

15) плотные, толстослоистые окремненные известняки, кверху переходящие в туфоизвестняки (мощность 35—40 м);

16) чередующиеся пласты цеолитовых туфов и известняков (мощность 150—200 м).

Общая мощность верхнесантон — нижекампанских отложений здесь доходит до 580—700 м.

Верхний кампан. В Ноемберянском районе отложения этого возраста представлены светлыми, с желтоватым оттенком, тонкослоистыми мелкообломочными органогенными известняками с прослоями хрупких мергелей. Возраст определен по аналогии с породами верхнего кампана Иджеванского и Шамшадинского районов Арм. ССР. Мощность их 70—80 м (по Г. А. Туманяну).

В составе кампанских комплексов Иджеванского района преобладают, характерные по внешнему облику, желтые, зеленые, голубые, фельзитовые и витрокластические туфы, переслаивающиеся на отдельных горизонтах пелитоморфными известняками и мягкими мергелями.

Отложения кампана в районе гор Цингал, Саталмыш и Цак-кар трансгрессивно налегают на верхнесантонские образования, и далее, к северу, в бассейне р. Джогаз они полностью размыты.

Маастрихт. Отложения маастрихта имеют ограниченное распространение. Они представлены светло-серыми мергелистыми известняками с прослоями мягких мергелей.

Отложения маастрихта сохранились в районе Саригюхского месторождения бентонитовых глин — у гор Саталмыш, Цингал и Цак-кар. У горы Цак-кар над красными полимиктовыми песчаниками верхнего сантона без видимого углового несогласия залегают чередующиеся светло-серые известняки и желтовато-серые мягкие мергели, которые сверху сменяются желтовато-серыми известковистыми песчаниками с базальным конгломератом в основании и перекрываются известняками датского возраста.

В районе горы Цингал и в нижнем течении р. Севкар светлые глинистые известняки с прослоями мягких мергелей маастрихта без видимого углового несогласия налегают на отложения кампана и на левом склоне р. Севкар трансгрессивно, с базальными конгломератами в основании, перекрываются фаунистически охарактеризованными отложениями датского яруса. Общая мощность 250 м.

Дат-палеоцен. Отложения этого времени обнажаются у горы Цак-кар на левом берегу р. Агстев. Они представлены известковистыми конгломератами, светлыми органогенными известняками, желтовато-серыми известняками с прослоями мергелей и серыми с желтоватым оттенком глинами. Общая мощность этих пород 150 м.

Средний эоцен. На дат-палеоценовых отложениях, в 1,5 км восточнее горы Цак-кар, залегает мощная вулканогенная толща сланцеватых серых авгит-плагиоклазовых порфиринов. Эта толща по аналогии с вулканогенными отложениями Казахского района Азербайджанской ССР А. А. Атабекианом (1954ф) отнесена к среднему эоцену.

Средний миоцен. На вершине горы Кыиль (731,0 м) над мергелистыми известняками сенона в виде останцев обнажаются крупные глыбы массивных светло-серых органогенных известняков, занимающих площадь в несколько десятков кв. м. А. Т. Асланяном (1953ф) они отнесены к среднему миоцену.

Магматизм

Верхнемеловой магматизм Прикуринской тектонической зоны, по Г. А. Туманяну (1965ф), расчленяется на два цикла: 1) доверхнеконьякский (нижний комплекс) и 2) послеверхнеконьякский (верхний комплекс).

А. Нижний комплекс

а) **Интрузивные породы.** Кохбская интрузия является крупнейшей среди гранитоидных интрузий Северной Армении, занимает около 9 кв. км площади и представлена кварцевыми диоритами. Краевые фации представлены диоритами и кварцевыми диоритами.



К. Н. Паффенгольц (1934) возраст интрузий определяет как пост-эоценовый, А. Т. Асланян (1953ф)— предсеноманский и Г. А. Туманян (1966ф)— верхнеконьякский.

Небольшой выход габбро, габбро-диорит и диорит-порфиритовой интрузии обнаружен в 3,0 км к северу от с. Кошкотан, в районе горы Воскеван. Эта интрузия прорывает верхнетуронские вулканогенно-осадочные образования и занимает площадь около 0,8 кв. км.

б) Субинтрузивные породы. Г. А. Туманяном (1965ф) выявлен ряд крупных субинтрузивных тел, которые ранее были определены как стратифицированные эффузивные образования.

Андезиты и андезито-дациты. Представлены сложными, преимущественно крупными лакколитообразными и пластовыми формами со слабо выраженной флюиальностью и с четко выраженной столбчатой отдельностью. Наиболее крупные их выходы констатированы в районах сс. Кущи-Айрум, Достлу, горы Янах-чал и на правом берегу р. Улханы.

Андезито-базальты. Ими сложено субинтрузивное тело, обнажающееся у с. Джуджеван. Оно имеет пластообразную форму, вытянутую в северо-восточном направлении, и залегает почти согласно напластованию пород нижнего коньяка.

К субинтрузивным породам нижнего комплекса относятся также диорит-порфириты, габбро-диабазы и диабазовые порфириты, представленные межпластовыми и дайкообразными телами, обнажающимися в районах с с. Кошкотан и Джуджеван. Дайкообразные тела диабазовых порфиритов в большинстве прорывают субинтрузивные андезитовые порфириты. Кроме того, в районе выявлен ряд выходов субинтрузивных тел, представленных кварцевыми порфирами, порфиритами андезито-базальтового состава и т. д.

Большинство исследователей района кварцевые порфиры описывали как эффузии, причем им придавалось маркирующее значение. А. Т. Асланян (1958), изучая юрские отложения Северной Армении, пришел к правильному выводу о субинтрузивном (по А. Т. Асланяну субвулканическом) характере кварцевых порфиров как Ахталы (Алавердский район), так и района Саригюхского месторождения бентонитовых глин.

Б. Верхний комплекс

Характерными особенностями магматизма верхнего комплекса являются: 1) отсутствие крупных абиссальных гранитоидных интрузий; 2) широкое развитие малых интрузивных тел и субвулканических образований; 3) отсутствие мощных потоков, описанных предыдущими исследователями и 4) широкое развитие постмагматических метасоматических процессов.

а) Интрузивные породы. Небольшие интрузивные тела обнажаются в районах с. Дебедашен, горы Эль и Ноемберянского месторождения бентонитовых глин, где преимущественно представлены дайкообразными телами диорит-порфиритов и щелочных гранитов близмеридионального простираания.

Они прорывают вмещающие верхнеконьяк-нижнесантонские и верхне-сантон-нижекампанские отложения с четко выраженными контактами и довольно мощной зоной контактово-измененных пород.

б) Субинтрузивные породы. Группа липаритовых порфиритов.

В эту группу Г. А. Туманян (1965 ф) объединяет липариты, липаритовые порфириты, риолитоидные дациты — трахидациты, альбитофиры, часто встречающиеся в пределах одного тела. Морфологически они представлены преимущественно в виде обособленных силловых железей, реже куполовидных тел, а в единичных случаях — даек. Выходы липаритовых порфиритов в большинстве обнажаются в районах гор: Цак-кар, Гюазан, Кякиль, Рызчал, Сурб-Саркис и в районе отметки 957,6 м хребта Баба-кяр. В большинстве они имеют лакколитообразную форму и внедрены в отложения верхнего сантона и нижнего кампана с хорошо выраженными зонами контактово-метасоматических пород.

Группа кварцевых порфиров. Они имеют сравнительно ограниченное распространение и представлены двумя субвулканическими выходами у горы Карачал и в 2,2 км юго-восточнее горы Цак-кар; у г. Карачал они внедрены в пачку грубозернистых песчаников и песчаных известняков верхнеконьяк-нижнесантонского возраста, а восточнее горы Цак-кар — в пачку туфопесчаников верхнего сантона.

Группа андезитов и андезито-дацитов. В эту группу объединены андезиты, андезито-дациты, гиалоандезиты, дациты и плагиоклазовые порфириты. Наиболее крупные выходы их констатированы в районе сс. Саригюх (на Саригюхском месторождении бентонитовых глин, к западу и юго-западу от Центрального участка), Куши-Айрум и Котигех. Морфологически эти породы имеют сложную лакколитообразную форму, редко образуют дайкообразные и куполообразные тела. Некоторые их разновидности (андезито-дацитовые порфириты Саригюхского месторождения агата) дают дайкообразные тела (корни излияния подводных потоков) и межформационные мелкие потоки (эффузии). Они встречаются в различных горизонтах турон-нижнесенонских вулканогенно-осадочных отложений, имеют темно-серую, местами черную окраску, слабо выраженную флюиальность и чаще с четкой столбчатой отдельностью.

Самый крупный выход андезито-дацитов обнажается у с. Куши-Айрум и представлен лакколитообразным телом, обнажающимся на западном крыле Одун-дагской синклинали. Крупный выход гиалоандезитов имеется у с. Котигех, который представлен пластовой залежью. Они имеют розовато-серую окраску, порфировую структуру со стекловатой основной массой, четко выраженной флюиальностью и столбчатой отдельностью.

Другой наиболее крупный выход андезито-дацитов и дацитов имеется в районе Алпоутского месторождения бентонитовых глин (в районе горы Кякиль). Представлен он стекловатой породой с резко ориентированной столбчатой отдельностью — от горизонтального до вертикального направления.

Группа андезито-базальтовых порфиритов. Г. А. Туманян (1965ф) в эту группу объединяет базальтовые порфириты, оливиновые долериты и андезито-базальты, широко развитые в районе Саригюхского месторожде-

ния бентонитовых глин. Однако, располагая огромным количеством полевых наблюдений, а также описанием 300 шлифов и 120 химическими анализами, мы в эту группу включаем базальтовые порфириды, андезитовые порфириды, оливиновые базальты, пироксеновые андезиты и андезитобазальтовые порфириды, занимающие наибольшее площадное распространение среди других пород. Макроскопически переходы одних пород в другие трудно уловимы или вовсе неуловимы; они устанавливаются лишь при помощи микроскопических исследований.

Т е к т о н и к а

В структурном отношении рассматриваемый район входит в пределы Сомхето-Карабахской геоантиклинальной и Прикуринской геосинклинальной зон, выделяемых Л. Н. Леонтьевым (1949).

Западная и юго-западная части района, входящие в состав Сомхето-Карабахской геоантиклинальной зоны, сложены отложениями средней и верхней юры вулканогенной и вулканогенно-осадочной фаций, а восточная и северо-восточная части, входящие в состав Прикуринской геосинклинальной зоны, сложены меловыми и частично эоценовыми отложениями.

А. Т. Асланян (1953ф) в юго-западной части района выделяет Чатындагский и Кечалдагский антиклинории, которые отделены друг от друга Маралдагской синклиналью. Однако, по данным А. А. Гюрджяна и К. А. Акопяна (1962ф), оба антиклинория соединяются и образуют единый крупный Чатындаг — Кечалдагский антиклинорий. Приближаясь к Куринской депрессии, антиклинорий постепенно погружается и переходит в крупную моноклиналъ общекавказского простирания.

В юго-восточной части района четко выражена Саригюхская антиклиналь, ядро которой сложено верхнесантонскими туфогенными песчаниками и порфиридами. На южном крыле Саригюхской антиклинали хорошо выражена Цингальская синклиналъ, сложенная отложениями дат-палеоцена и маастрихта, а на северном крыле — Саталмыш-Цаккарская, сложенная известняками и мергелями дат-палеоцена. Ось Саригюхской антиклинали к северо-востоку постепенно погружается под известняки и мергели верхнего сенона.

По западной окрестности с. Котигех протягивается ось Кошкотанской антиклинали, в ядре которой выступают вулканогенные породы оксфорда. Ось этой антиклинали далее, к северо-востоку, в районе с. Камарлы довольно круто погружается в Куринскую депрессию, вследствие чего здесь периклинально залегающие части складок сливаются в моноклиналъ северо-западного простирания.

Ноемберянская антиклиналь отчетливо прослеживается по линии сс. Кохб-Ноемберян-Джуджеван. В ядре складки, южнее с. Ноемберян и западнее с. Кохб, обнажаются вулканогенные отложения оксфорда. Кроме того, в районе развития меловых отложений широко распространена довольно мелкая складчатость, которая, по-видимому, обязана своим образованием наличию в этих отложениях субинтрузивных тел.

Дизъюнктивные нарушения в районе имеют, главным образом, характер сбросов, амплитуда которых колеблется от 110—120 м до 500—600 м. По линии с. Котигех—горы Шиштапа проходит одно такое тектоническое нарушение, вдоль которого отложения котигехской свиты примыкают к коньяк-сантонским. Около этого нарушения породы сильно смяты, брекчированы и имеют вертикальное падение. По юго-западному крылу Ноемберянской антиклинали проходит тектоническое нарушение северо-западного простиранья.

Два сравнительно крупных тектонических нарушения обнаружены на крыльях Котигехского антиклинория. Первое проходит через с. Кохб в северо-восточном направлении с падением в юго-восточные румбы под углом 50—70°. Второе проходит западнее горы Хачдаг и восточнее с. Котигех, где расчленяется на две ветви.

В районе отчетливо наблюдается определенная связь между структурами и магматизмом. На борту мелового прогиба и, в частности, Ноемберянского синклинория, где породы нижнего комплекса представлены максимальной мощностью, обнажается крупный Кохбский интрузив. Кроме этого, подобная связь наблюдается и в районах второстепенных синклинальных структур, по бокам которых внедрились многочисленные субинтрузивные тела, в целом падающие в сторону указанных структур. Хорошим доказательством этого являются субинтрузивные тела смоляно-черных, серых и плагиоклазовых порфиров, а также кварцевых порфиров Саригюхского месторождения бентонитовых глин. Внедрение указанных субинтрузивных тел имело место через ряд тектонических нарушений, из коих самым крупным является западное, с амплитудой смещения в 150 м.

В заключение следует отметить, что все складчатые структуры района, сложенные верхнеюрскими и меловыми отложениями в восточном направлении, постепенно погружаются, приближаясь к границе соседней прикуринской зоны, антиклинальные структуры периклинально замыкаются, а разделяющие их синклинальные структуры сильно раскрываются, и антикавказские структуры переходят в крупную моноклиаль общекавказского простиранья.

Складчатые структуры района оформились в результате ряда тектонических фаз. В современном виде складчатость оформилась, главным образом, после эоцена, поскольку отложения последнего в пределах данного тектонического пояса интенсивно дислоцированы совместно с более древнеюрскими и меловыми отложениями и вместе с ними прорваны интрузиями.

А. САРИГЮХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

1. КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В геологическом строении Саригюхского месторождения принимают участие верхнемеловые (сенонские и датские) вулканогенные, вулканогенно-осадочные, нормально-осадочные отложения и псслемеловые субинтрузивные смоляно-черные витрофировые порфириды. Наиболее значительным площадным распространением пользуются вулканогенные отложения, а среди них — смоляно-черные порфириды с их измененными разностями (рис. III а, б; IV а, б.)

Геологический разрез месторождения представлен в следующем виде (снизу вверх).

Верхний коньяк-нижний сантон. Отложения этого времени составляют фундамент Саригюхского месторождения и распространены в крайней его западной части. Представлены они мелкозернистыми туфопесчаниками, тонкозернистыми известняками, туфогенными алевролитами с прослоями мергелистых известняков и субинтрузивными пироксеновыми и базальтовыми порфиридами. Туфогенные мелкозернистые песчаники распространены здесь в виде линзообразных тел с невыдержанной мощностью от 10—15 до 120 м. По простирацию они прослеживаются на 300—500 м. Порода состоит на 80—85% из обломков эффузивных пород андезитового состава и кристаллов плагиоклаза, которые значительно пропитаны гидроокислами железа, пелитизированы и хлоритизированы. Цемент (15—20%) представлен кремнистым материалом и непрозрачным аморфным веществом, местами же хлоритом.

Туфогенные алевролиты залегают либо под туфопесчаниками, либо на них. Мощность их не превышает 0,5—1 м, редко достигает 2 м. Имеют линзообразную форму, протягиваясь по простирацию на 100—200 м. Порода состоит из алевролитовой фракции (около 60%) и связующего цемента (40%)

Тонкозернистые известняки и мергелистые известняки чередуются с туфогенными песчаниками, но отличаются большей выдержанностью по простирацию. Макроскопически они представлены плотными, светло-серыми, реже белыми породами с хорошо выраженной слоистостью. Мощность их колеблется от 30 до 50 метров.

Все вышеописанные породы чередуются с субвулканическими телами разнообразных порфиритов, описание которых приведено в главе «Магматизм месторождения». Эти порфириды в корневой части залегают в форме интрузивных (субинтрузивных) тел, а в остальных местах представлены межпластовыми согласными потоками, собранными в единую складку с осадочными и вулканогенно-осадочными породами. Вся пачка вышеописанных

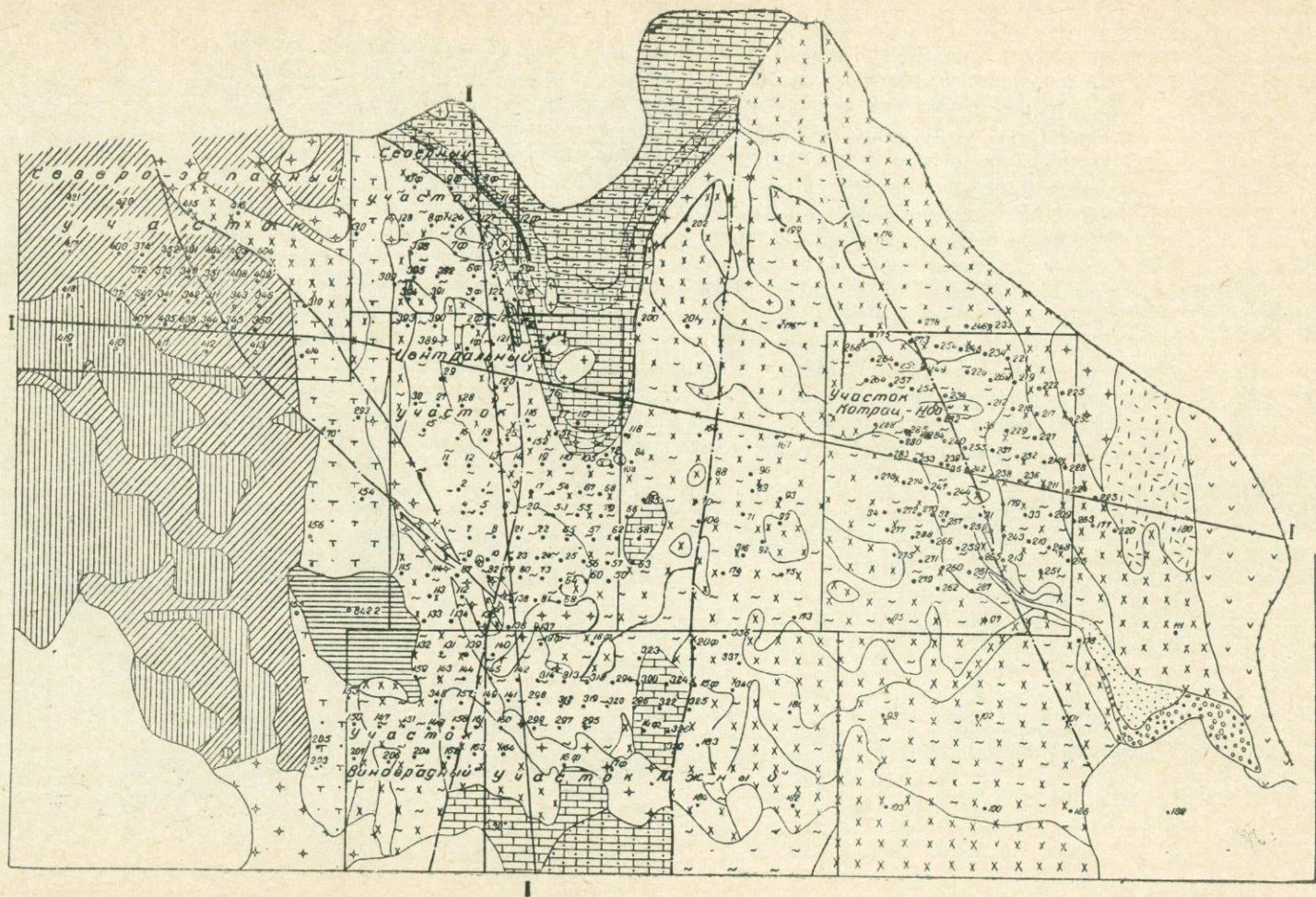


Рис. IIIа. Схематическая геологическая карта Саригжукского месторождения бентонитовых глин (усл. знаки см. рис. IIIб)

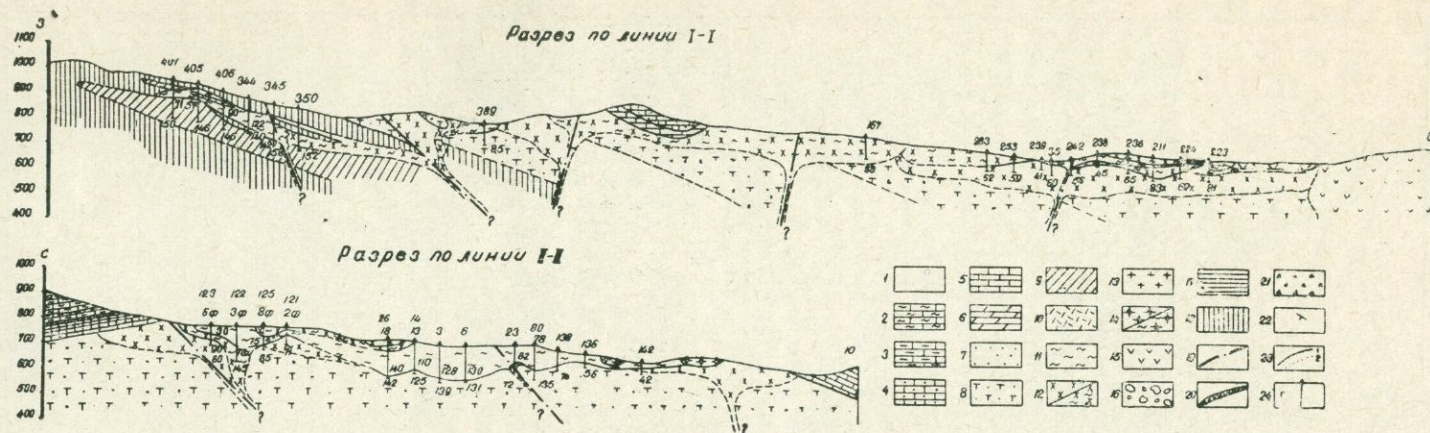


Рис. III 6. Геологические разрезы Саригюхского месторождения бентонитовых глин.

I. Современные аллювиально-делювиальные отложения. 2. Светлые слоистые известняки с прослоями мергелей (маастрихт). 3. Массивные известняки кампана. 4. Красноватые известковистые, крупнозернистые туфопесчаники с оруденением марганца (кампан). 5. Массивные известняки (верхний сантон). 6. Белесоватые, массивные, песчанитые известняки (верхний сантон). 7. Грубозернистые полимиктовые туфопесчаники (верхний сантон). 8. Среднезернистые туфопесчаники (верхний сантон). 9. Мелкозернистые туфопесчаники, аргиллиты, известняки с прослоями мергелей (верхний коньяк — нижний сантон). 10. Гидротермально измененные карбонатные породы (послемелового возраста). 11. Бентонитовые глины (послемелового возраста). 12. Смоляно-черные, витрофировые, андезит-базальтовые порфиры (а-свежие; б-измененные). 13. Габбро-диориты и оливинные долериты. 14. Серые андезит-дацитовые порфиры (а-свежие; б-измененные). 15. Кварцевые порфиры. 16. Кварцевые порфиры с шаровидной отдельностью. 17. Плагинпорфиры. 18. Порфиры и их брекчии. 19. Тектонические нарушения. 20. Пласт марганцевой руды. 21. Брекчиевая марганцевая руда. 22. Элементы залегания пород. 23. Контуры пород (1 — установленные; 2 — предполагаемые); 24. Буровые скважины.

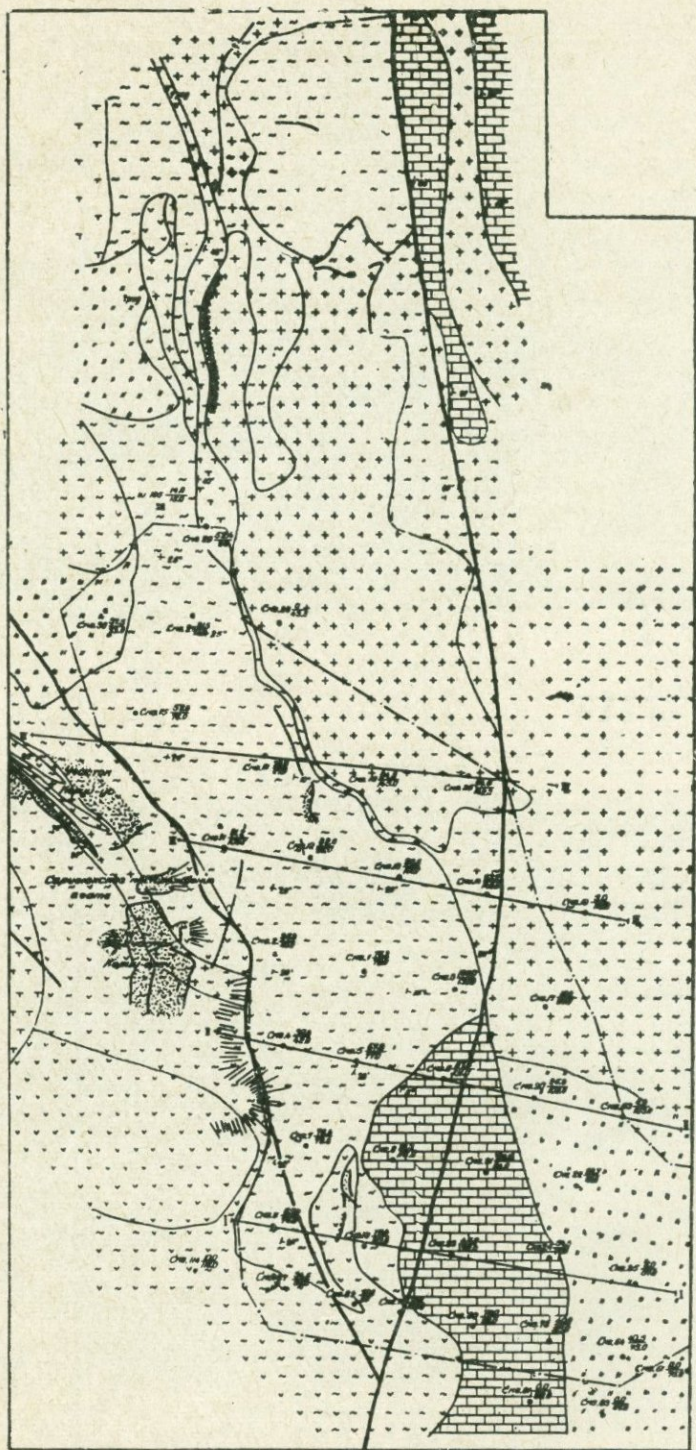


Рис. IVa. Геологическая карта Центрального участка Саригуковского месторождения бентонитовых глин (усл. знаки см. рис. IVб).

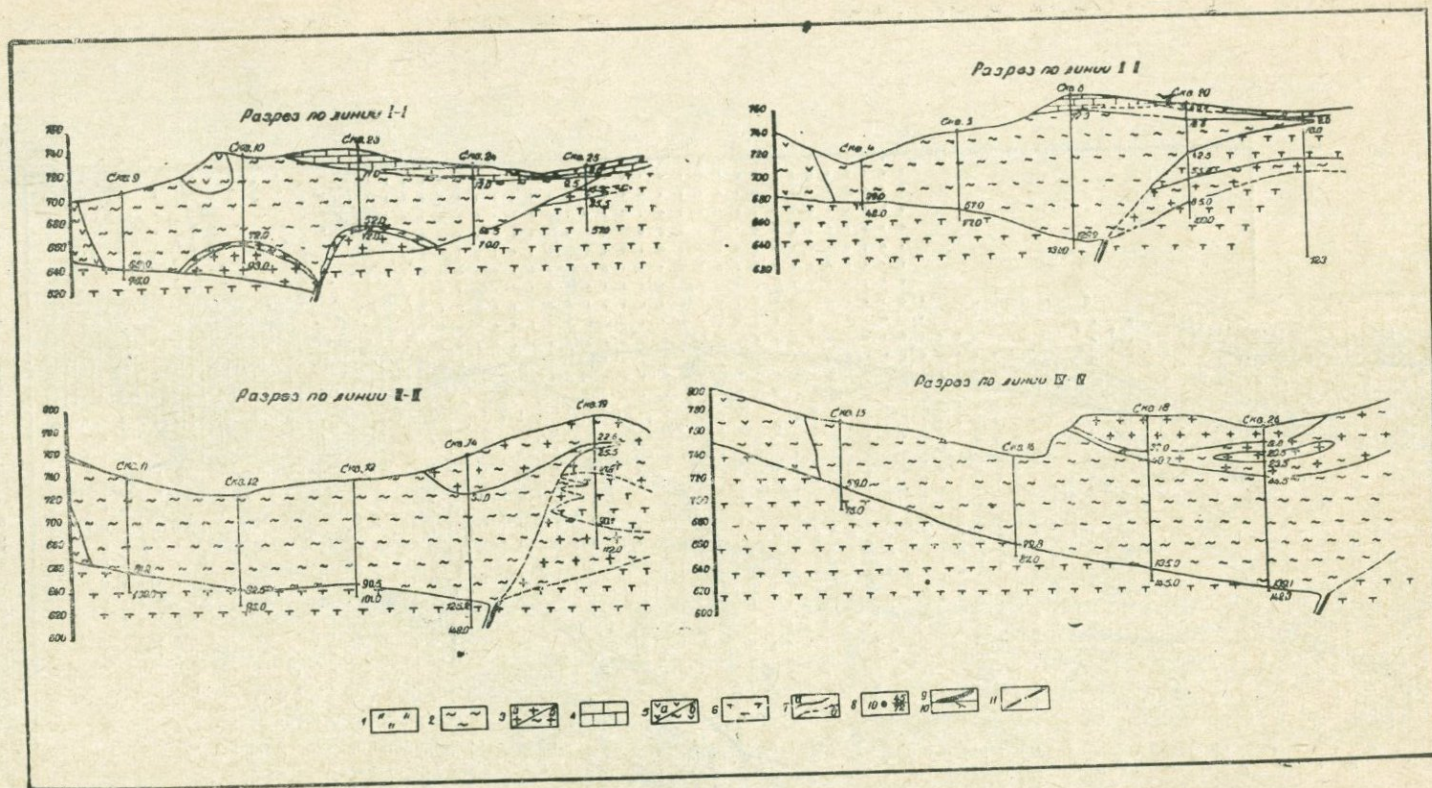
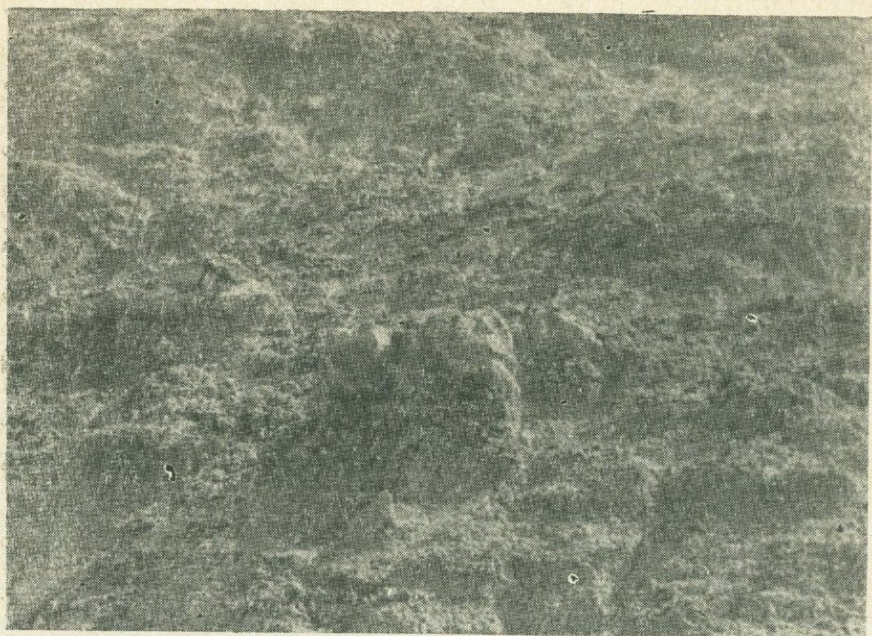


Рис. IVб. Геологические разрезы Центрального участка Саригюхского месторождения бентонитовых глин.

I. Современные аллювиально-делювиальные отложения. 2. Бентонитовые глины. 3. Смоляно-черные, витрофировые, андезито-базальтовые порфиры (1 — свежие; 2 — измененные). 4. Песчанистые и мергелистые известняки. 5. Серые, андезито-дацитовые порфиры (1 — свежие; 2 — измененные). 6. Туфопесчанники. 7. Контуры пород (а — установленные; б — предполагаемые). 8. Буровые скважины и их номер (в числителе — мощность бентонитов, вскрытых скважиной; в знаменателе — общая глубина скважины). 9. Тектонические нарушения. 10. Элементы залегания пород. 11. Контуры промышленных запасов.



а



б

Рис. 1 а,б. Ксенолиты туфспесчаников в бентонитовых глинах Саригюхского месторождения (Центральный участок).

санных пород общей мощностью до 800 м моноклинально падает на восток — северо-восток под углом 20—40°.

Верхний сантон. На территории Саригюхского месторождения породы этого возраста представлены среднезернистыми туфогенными песчаниками светло-серого цвета, грубозернистыми полимиктовыми туфопесчаниками, плотными белесоватыми песчанистыми известняками и массивными розоватыми песчанистыми известняками с межслойными потоками и округленными, реже плитчатыми и овальными обломками серых андезито-дацитовых порфиритов. Последние приурочены к средней части пачки известняков и имеют мощность цементированного слоя около 1 м.

В верхнесантонских породах размещены почти все главные тела бентонитовых глин (за исключением северо-западного участка) и смоляно-черных порфиритов. Последние являются субинтрузивными телами, внедрившимися в основном в верхнесантонскую толщу, а на западном фланге месторождения (на северо-западном участке) — и в породы верхнеконьяк-нижнесантонского возраста. Бентонитовые глины образовались за счет их гидротермального изменения в послемеловое время, и поэтому описание их приводится отдельно от других верхнесантонских пород. Описание же материнских пород — смоляно-черных порфиритов — дано в главе «Магматизм месторождения».

Среднезернистые туфогенные песчаники обнажаются на западном фланге Северного, Центрального, Виноградного участков и на восточном фланге участка «Северо-Западный». Здесь они куполообразно поднимаются, приближаясь к поверхности. Общая их мощность 250—300 м. Висячем боку они повсеместно прорваны как серыми андезито-дацитовыми, так и смоляно-черными андезито-базальтовыми порфиритами, внутри которых сохранились останцы туфопесчаников различных размеров от 0,5×1,0 м до 20×400 м. На контактах субинтрузивных тел порфиринов туфопесчаники несколько ассимилированы — гибридизированы, ороговикованы. Вдоль тектонических нарушений, вблизи бентонитовых глин и гидротермально измененных порфиринов, туфопесчаники также подвергнуты гидротермальному изменению.

Обломочный материал состоит из окатанных галек пород и кристаллов. Состав галек, величиной от 0,2 до 3,8—4 мм, соответствует андезитовым порфиритам, иногда более кислым порфиритам. Обломки кристаллов представлены неокатанными зернами кварца и плагиоклаза, реже биотита. Содержание обломков кристаллов не превышает 15%. Цемент представлен мелко- и среднезернистым агрегатом кристаллических зерен кальцита. Среди цемента встречаются скелеты органических остатков. В большинстве обломки порфирита карбонатизированы, хлоритизированы, а плагиоклаз пелитизирован, карбонатизирован и хлоритизирован.

Ксенолиты (останцы) туфопесчаников в бентонитовых глинах сильно ороговикованы и хлоритизированы, особенно сильно ороговикованы более мелкие ксенолиты. При выветривании вмещающих пород (бентонитовых глин) они сохраняются в виде удлиненных выступов (рис. 1 а, б).

Крупнозернистые полимиктовые туфопесчаники обнажаются в крайней юго-восточной части месторождения и подсечены скважиной на северо-

восточном фланге Северного участка (под белесоватыми песчанистыми известняками).

Структура породы псаммитовая. Порода состоит из кластического и цементирующего материала. Последний представлен туфогенным материалом, который местами сильно хлоритизирован.

Кластический материал представлен обломками плагиоклазов, кварца и обломками различных порфиритов (кварцевых и андезитовых), размеры которых варьируют в пределах от 0,1 до 4,0 и более мм. Обломки порфиритов большей частью имеют округлую форму и микролитовую структуру, где микролиты плагиоклаза погружены в хлоритизированное вулканическое стекло.

Породы, в основном, имеют пологое залегание, падают на северо-восток под углом 5—6°. Мощность их достигает 10 м.

Белесоватые песчанистые известняки обнажаются на северной границе Центрального участка и в виде небольших останцев сохраняются на восточном фланге Центрального участка. На Саригюхском месторождении бентонитовых глин белесоватые песчанистые известняки в большинстве случаев прорваны и замещены смоляно-черными порфиритами. Макроскопически представлены грубо-среднезернистыми породами с грубой слоистостью. Падение их восточное, порядка 30—40°, мощность—8—10 м.

Порода состоит из песчаной примеси — 20%, обломков органических остатков — 20% и связующего известковистого материала — 60%.

Песчаная примесь состоит из обломков порфиритов, обломков кристаллов плагиоклаза, реже кварца. Обломки порфиритов имеют андезитовый состав. Мощность (видимая) не превышает 10—12 м.

Массивные розоватые песчанистые известняки обнажаются на южном, юго-восточном и восточном склонах горы Саталмыш. Останцы их обнажаются также в центральной и юго-западной частях Южного и на восточном фланге Центрального участков месторождения бентонитовых глин. Общая их мощность порядка 30 м.

Под микроскопом структура породы псаммитовая. Порода состоит из обломков минералов и порфирита, которые сцементированы известковым цементом. Обломки порфирита имеют призматическую форму и сильно загрязнены гидроокислами железа.

В известняках, выше подошвы на 2—3 м, обнаружены сильно окатанные округлые, реже плитчатые обломки серых порфиритов размером от 1 мм до 1 см и меньше. Эти обломки в известняках занимают определенный горизонт мощностью от 0,5 до 2,0 м. Здесь же в известняках обнаружена обильная верхнесантонская фауна, которая равномерно распределена по всей мощности горизонта распространения обломочного материала. Последний, по всей вероятности, является продуктом деятельности подводного вулкана.

Кампан. Отложения кампанского возраста включают в себя две литологические разности пород:

а) красные известковистые, крупнозернистые туфопесчаники с оруденением марганца. Обнажаются они на склонах горы Саталмыш, где максимальная их мощность равна 75 м, и на южной окраине Южного участка.

Падение их на западном склоне горы Саталмыш северо-восточное, под углом 40° , а на восточном склоне — запад-северо-западное, под углом 10° ;

б) светлые, толстослойные массивные известняки, переслаивающиеся с тончайшими прослоями мягких и песчанистых мергелей. Максимальная их мощность 50 м.

Маастрихт. Отложения маастрихта имеют ограниченное распространение и представлены светло-серыми мергелистыми известняками с прослоями мягких мергелей. Обнажаются они на самом верху горы Саталмыш, где максимальная их мощность доходит до 100 м.

Даний. Отложения датского яруса отмечены лишь в двух пунктах, и то за пределами Саригюхского месторождения (в районе горы Цак-кар и на левом берегу р. Агстев). Представлены они известняками, мягкими мергелями, желтоватыми глинами и конгломератами, которые повсеместно трансгрессивно налегают на различные горизонты кампан-маастрихтских отложений.

2. МАГМАТИЗМ

На территории Саригюхского месторождения бентонитовых глин магматогенные породы занимают ведущее место. Среди них широким развитием пользуются субинтрузивные породы.

Субинтрузивный магматизм представляет связующее звено между эффузивным и интрузивным магматизмом. По морфологии он тяготеет к интрузивному магматизму, а по структурно-текстурным особенностям — к эффузивным образованиям.

Эффузивные породы. Самыми древними вулканогенными образованиями Саригюхского рудного поля являются порфириды, которые чередуются с верхнеконьяк-нижнесантонскими осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями. Они, в основном, представлены мелкими подводными потоками и корнями их излияния. По петрографическому составу относятся к базальтовым и пироксеновым порфиритам, которые часто и незаметно переходят друг в друга.

Другая группа излившихся пород — группа серых андезито-дацитовых порфиритов. В эту группу включены андезитовые, андезито-дацитовые порфириды и пироксеновые андезиты верхнесантонского возраста, часто встречающиеся совместно в пределах одного и того же тела. Все они связаны между собой постепенными переходами и отмечены лишь под микроскопом.

Мелкие выходы серых (андезито-дацитовых) порфиритов констатируются на Саригюхском месторождении в верхнесантонских породах. Они четко прорывают туфопесчаники, образуя в них дайкообразные тела, и переслаиваются с массивными известняками того же верхнесантонского возраста. Здесь, в основном, распространены их подводные потоки и вулканические подводные бомбы.

Выше горизонта верхнесантонских массивных известняков серые порфириды не распространяются, и так как массивные известняки занимают верхний горизонт верхнего сантона, то излияние серых порфиритов следует отнести к концу верхнесантонского времени.

Серые порфириты представлены среднезернистыми раскристаллизованными породами светло-серого цвета с коричневатым оттенком. Разностепенно гидротермально измененные их разности имеют разные оттенки. Породы, в основном, пористые, со столбчатыми отдельностями. Крупные поры отмечаются в дайкообразных телах (в корнях их излияния), причем размеры пор обратно пропорциональны мощностям даек. Мощность последних на Саригюхском месторождении агата колеблется от 0,5 до 6—8 м, местами — до 25 м.

Субинтрузивные породы. К ним относятся плагиоклазовые порфириты верхнего сантона, кварцевые порфиры послеверхнесантонского возраста и смоляно-черные порфириты послемелового возраста. Последние имеют наибольшее площадное распространение на Саригюхском рудном поле и являются основными материнскими породами бентонитовых глин.

а) Плагиопорфириты верхнего сантона. Единственный небольшой выход субинтрузивных плагиопорфиритов верхнесантонского возраста обнажается на самом юго-западном фланге Центрального и северо-западном фланге «Виноградного» участков в виде небольшого штока. Породы светло-серого цвета со слабо выраженной флюидалностью. Они прорывают верхнесантонские туфопесчаники, а сами, в свою очередь, прорываются смоляно-черными порфиритами. Структура породы порфировая, большей частью микролитовая. Основная масса состоит из хаотично разбросанных микролитов плагиоклаза, промежутки между которыми заняты зернышками пироксена и анальцима. Последний слегка разложен.

б) Кварцевые порфиры. Единственный выход кварцевых порфиров с шаровыми отдельностями на периферийных частях обнажается на крайнем востоке месторождения и имеет явно интрузивный облик. Они прорывают верхнесантонские грубозернистые полимиктовые туфопесчаники и сами прорываются смоляно-черными порфиритами. Породы, в основном, монолитные, без видимых следов флюидалности и имеют серую и розовато-серую окраску. Вытянутая в меридиональном направлении их форма и ровные контакты на западном фланге говорят о трещинном характере канала их излияния.

Структура породы порфировая. Основная масса представлена многочисленными лейстами и микролитами плагиоклаза, которые имеют определенную ориентировку в своем расположении. Кроме того, в основной массе отмечаются мелкие зернышки хлоритизированного пироксена.

Порфировые выделения по количеству уступают основной массе. Они представлены кварцем, плагиоклазом, биотитом и пироксеном. Кварц образует зерна округлой формы размерами до 3 и более мм, края которых оплавлены вулканическим стеклом.

в) Смоляно-черные порфириты представляют собой субинтрузивные образования, которые прорывают все вышеописанные породы, вплоть до горизонта мергелистых известняков маастрихта (рис. IIIa). Породы большей частью пористые, с очень хорошо выраженной столбчатой отдельностью. Последние, в основном, мелкие и ориентированы перпендикулярно плоскости остывания. Наблюдая за ориентировкой столбчатых отдельностей, можно достаточно легко определить морфологию тел, которые на Сари-

гюхском месторождении представлены силлами, мелкими лакколитами и дайками мощностью от 3 мм до 20—30 м. Последние доказывают, что каналами излияния смоляно-черных порфиритов служили тектонические трещины близмеридионального и северо-западного простирания.

Смоляно-черные порфириты, подвергшиеся на Саригюхском месторождении гидротермальному воздействию, представлены здесь разностепенно измененными разностями: от свежих до интенсивно измененных, превращенных в бентонитовые (монтмориллонитовые) глины.

В группу смоляно-черных порфиритов объединены базальтовые, андезитовые и андезито-базальтовые порфириты, оливиновые базальты, пироксеновые андезиты. Последние два типа пород встречаются редко, а первые три имеют широкое распространение. Все эти породы макроскопически не отличимы друг от друга, часто встречаются в пределах одного и того же тела и связаны между собой постепенными переходами. Учитывая, что эти породы часто переходят друг в друга и по составу находятся между андезитами и базальтами, они названы объединительным названием — андезито-базальтовые порфириты и в связи с их цветом — смоляно-черными. Они занимают обширную площадь (около 8 кв. км) и являются самыми молодыми образованиями среди магматогенных пород.

В связи с тем, что эти породы являются основными материнскими для бентонитовых глин Саригюхского месторождения, ниже приводится их более подробная петрографическая характеристика.

Базальтовые порфириты. Структура породы витропорфировая, реже порфировая с микролитовой структурой основной массы. Текстура пузыристая, миндалекаменная (на верхних горизонтах). Основная масса представлена темно-бурым вулканическим стеклом (от 80 до 90—95%), в которое погружены тонкие микролиты плагиоклаза. Порфировые выделения представлены основным плагиоклазом, пироксеном и реже псевдоморфным оливином.

Плагиоклаз образует призматические зерна (с полисинтетическим двойникованием), размеры которых колеблются от 0,4 до 1,5 мм. Плагиоклаз определен как лабрадор (№ 56—58), по нему наблюдается проплавленность вулканическим стеклом. Пироксен образует зерна большей частью восьмиугольной формы, которые часто собраны в мономинеральные скопления. Пироксен светло-зеленого цвета с характерными призматическими линиями спайности. Угол угасания $C : Ng = 50^\circ$. По составу отвечает авгиту. Оливин присутствует в виде короткопризматических зерен.

На месторождении бентонитовых глин отмечаются разностепенно гидротермально измененные разности базальтовых порфиритов — от свежих, почти незатронутых гидротермами, до превращения их в бентониты. При этом, почти всегда, сохраняются первичные реликты (структурно-текстурные особенности) пород. Плагиоклаз и пироксен остаются почти неизменными или очень слабо измененными, а оливин и вулканическое стекло значительно хлоритизированными. В сильно измененных разностях вулканическое стекло и оливин полностью хлоритизированы. Для этих пород (сильно измененных), как указывают И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971), характерно также присутствие скрытокристаллического (глинистого) вещества,

обрамляющего в виде тонкой каймы хлоритовые агрегаты; оно бесцветное, почти аморфное, едва поляризует. Нашими исследованиями в измененных породах, под микроскопом, минералы из группы гидрослюд не обнаружены.

Андезитовые порфириды являются типичными аналогами базальтовых порфиритов, с той лишь разницей, что плагиоклаз здесь представлен андезином (№ 40), содержание которого не превышает 5—15%. Структура основной массы (85—95%) гиалопилитовая. Основная масса состоит из светло-бурого вулканического стекла и хаотично разбросанных в нем микролитов плагиоклаза.

В некоторых измененных разностях отмечается структура с перлитовой текстурой основной массы, которая состоит из разложенного (оглиненного) вулканического стекла (рис. 2). В результате такого разложения образовался серовато-буровато-зеленоватый, едва двупреломляющийся продукт. В свою очередь, стекловатый базис не является однородной массой, а представляет отдельные шарики (перлы) концентрически скорлуповатого строения.

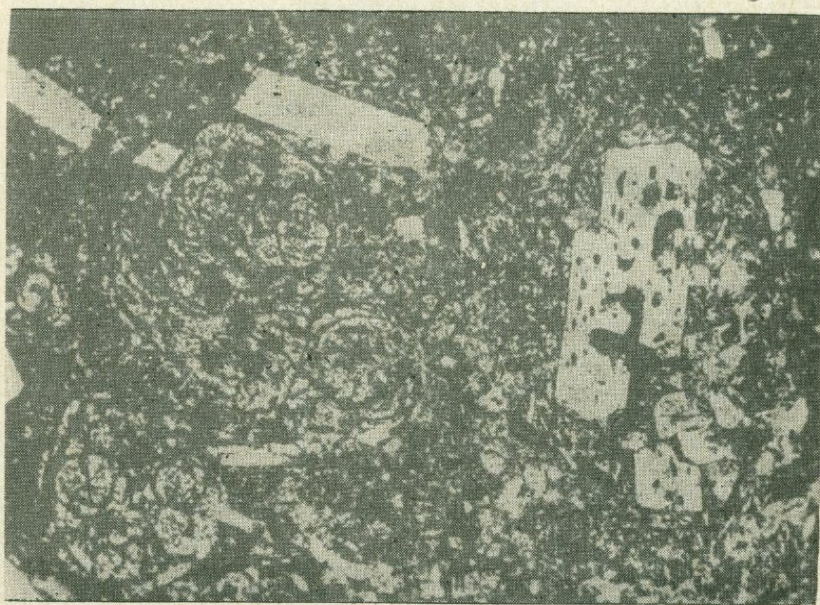


Рис. 2. Андезитовый порфирит с перлитовой текстурой.
Никולי параллельные. Ув. 45х.

Андезито-базальтовые порфириды. Структура породы витропорфировая, текстура пузыристая, реже миндалекаменная. Основная масса представлена бурым вулканическим стеклом (80—90%), в которую погружены микролиты и лейсты плагиоклаза. В основной массе обнаружены единичные зернышки цветного минерала-пироксена. Участками лейсты и микролиты обнаруживают ориентированность в своем расположении, что иногда сохраняется и при превращении породы в бентониты (рис. 3).

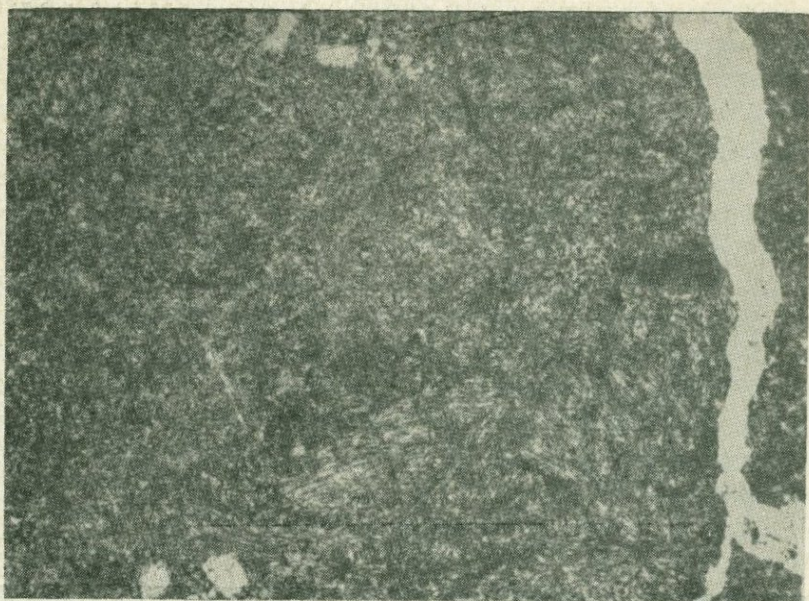


Рис. 3. Бентонитовая глина с сохранившимися ориентированными микролитами (внизу). Николи параллельные. (Ув. 45х).

Порфировые выделения представлены плагиоклазом, пироксеном и редко оливином.

Плагиоклаз образует коротко-удлиненнопризматические индивиды, совершенно свежие, размером от 0,2—0,3 до 1,9 мм с характерным полисинтетическим двойникованием. Плагиоклазовые зерна, в основном, имеют зональное строение. Местами кристаллы плагиоклаза включают округлые кристаллики пироксена. Плагиоклаз определен как лабрадор (№ 52), андезин-лабрадор (№ 50).

Пироксен представлен авгитом и гиперстеном, форма зерен короткопризматическая, изометричная, а у гиперстена чаще удлиненнопризматическая. В гидротермально измененных разностях пород вулканическое стекло частично, а таблитчатые зерна пироксена величиной до 0,5 мм нацело замещены хлоритом и кальцитом. Оливин полностью замещен карбонатным материалом и хлорито-серпентином. Рудный минерал представлен магнетитом.

В более сильно измененных разностях хлоритовые агрегаты окаймляются монтмориллонитом. Обычно монтмориллонитизация, как и хлоритизация, хорошо выражена в более пористых и трещиноватых участках. В слабо пористых (более плотных и монолитных) породах хлоритизация и монтмориллонитизация выражены слабо и имеют зональное строение вдоль трещинок. Ближе к стенкам трещины расположена зона монтмориллонита, а дальше — зона хлорита.

Повсеместно рудный минерал сохраняет свое первичное состояние (не окислен и не выщелочен).

Пироксеновые андезиты по петрографическим признакам идентичны с андезито-базальтами, где плагиоклаз представлен лабрадором (№ 56), а пироксен — авгитом и гиперстеном в равных количествах.

Оливиновые базальты. Структура породы порфировая. Основная масса состоит из беспорядочно рассеянных микролитов плагиоклаза, промежутки между которыми заняты мелкими зернами пироксена и рудным веществом. Вкрапленники представлены оливином и пироксеном. Оливин присутствует в виде короткопризматических зерен с бипирамидальными ограничениями. По краям и трещинам развивается хлорито-серпентин и иддингсит.

Пироксен светло-зеленоватый, имеет призматическую форму с хорошо выраженными линиями спайности. По углу угасания $C : Ng = 50^\circ$ пироксен определен как авгит. Рудный минерал представлен магнетитом.

Оливиновые диабазы. Структура породы порфировая, основная масса состоит из беспорядочно расположенных удлиненно-призматических индивидов плагиоклаза, угловатые промежутки между которыми выполнены одним- двумя зернами пироксена, оливина.

Микровкрапленники представлены оливином, имеющим тот же самый состав, что и фенокристаллы, которые присутствуют в виде овально вытянутых округлых зерен. Величина их колеблется от 0,4 до 0,9 мм. Шагреновая поверхность у оливина резко выражена. В гидротермально измененных породах зерна оливина окаймлены непрозрачной каемкой, выделившейся при диссоциации окиси железа. Кристаллы оливина испещрены извивающимися трещинами, которые, пересекаясь друг с другом, образуют петли. В последних остаются участки неразрушенного бесцветного оливина. Трещины, развивающиеся по зернам оливина, выполнены хлоритом и серпентино-хлоритом.

Габбро-диабазы. Структура породы порфировидная, гипидиоморфно-зернистая. В минералогическом составе принимают участие зерна плагиоклаза — 60%, цветного минерала — 20%, калиевого полевого шпата и кварца — 10%, а также акцессорные минералы.

Плагиоклаз образует мелко- и крупнопризматические зерна размером от 0,4 до 2,3 мм. Относительно крупные зерна придают породе порфировидный облик. Плагиоклаз определен как лабрадор (№ 54), зерна его сильно трещиноватые, вдоль трещин интенсивно карбонатизированы и хлоритизированы.

В гидротермально измененных разностях цветной минерал полностью замещен хлоритом и реже гидроокислами железа. Кварц и калиевый полевой шпат занимают промежутки между плагиоклазовыми индивидами, вследствие чего обладают неправильными формами. Вследствие пелитизации калиевый полевой шпат мутный, а кварц — водяно-прозрачный. Обычно зерна калиевого полевого шпата содержат включения игольчато-тонких призмочек апатита и ильменита. Помимо ильменита из рудных минералов отмечается магнетит в виде субидиоморфных и неправильной формы зерен размером от 0,02 до 0,3 мм.

Габбро-диориты занимают центральную часть выходов на участке Цагаехи (восточнее Центрального участка), а периферийные части пред-

ставлены габбро-диабазами и оливиновыми диабазами, с которыми наблюдаются постепенные переходы.

Структура породы порфировая. Основная масса состоит из мелких призмочек плагиоклаза, небольшого количества хлоритизированных и карбонатизированных призмочек пироксена. В небольшом количестве присутствуют кварц и калиевый полевой шпат, занимающие промежутки между плагиоклазовыми микролитами. Вкрапленники представлены плагиоклазом и пироксеном.

Плагиоклаз имеет призматическую форму зерен величиной до 3,4 мм с полисинтетическим двойникованием и зональным строением. Он определен как лабрадор (№ 52). Из вторичных минералов развиваются хлорит и карбонатное вещество.

Пироксен представлен короткопризматическими зернами размером до 1,2 мм. По трещинкам и краям зерен наблюдается образование хлорита и криптокристаллического кальцита.

Акцессорные минералы представлены апатитом и магнетитом, которые рассеяны среди основной массы, а также встречаются в виде включений во вкрапленниках.

3. БЕНТОНИТОВЫЕ ГЛИНЫ

Естественные обнажения бентонитовых глин Саригюхского месторождения размещены на площади порядка 10 кв. км и сконцентрированы на семи участках: Центральном, Южном, Северном, Северо-западном, Котрац-Нов, Виноградном и Джогазском. Все перечисленные участки детально разведаны, за исключением Северного и Джогазского, в которых завершена предварительная разведка и поставлены детальные работы.

Бентониты Центрального, Северного, Южного и Виноградного участков примыкают к западному нарушению и частично к его ветви северо-западного направления. Бентониты же большей части Южного участка примыкают ко второму нарушению и, в основном, размещены между западным и вторым нарушениями. Бентониты участка Котрац-Нов примыкают к восточному нарушению, а участков Северо-Западный и Джогаз — к ветви западного нарушения.

Все участки по существу представляют одно единое месторождение как по условиям образования полезного ископаемого, так и по геологическому строению.

Бентонитовые глины вместе с материнскими их породами — смоляно-черными стекловатыми порфиритами — стратифицируются, в основном, среди вулканогенно-осадочных и осадочных пород верхнего сантона и частично (Северо-Западный и Джогазский участки) среди тех же пород верхнеконьяк-нижнесантонского возраста. Глины по простиранию непрерывно протягиваются на 3,0 и более км (Виноградный, Центральный, Южный и Северный участки), а по падению прослеживаются на 150-550 м. Мощность их колеблется от 5 до 130 м.

Тела бентонитовых глин всех участков имеют пластообразную, местами линзообразную, несогласную с вмещающими породами, форму. Вытя-

нуты они, без исключения, в северо-западном — близмеридиональном направлении, вдоль тектонических нарушений. По этим нарушениям первоначально были внедрены материнские смоляно-черные порфириты в виде силл, лакколлитов и линз, имеющих местами согласное, а чаще несогласное с вмещающими туфоосадочными породами залегание. После внедрения материнских пород по этим же каналам (тектоническим нарушениям) были подняты гидротермальные щелочные растворы, которые привели к бентонитизации материнских пород, сохраняя первоначальную форму и элементы их залегания.

Бентониты в большинстве случаев перекрываются материнскими породами — смоляно-черными порфиритами, разностепенно гидротермально измененными. Подстилаются они либо верхнесантонскими туфопесчаниками (на Центральном участке), либо свежими и измененными материнскими породами. Вмещающие их туфопесчаники, как и смоляно-черные порфириты, подвергнуты гидротермальному изменению. Местами, особенно на участках с преобладанием вулканогенного стекловатого материала, эти туфопесчаники преобразованы в бентониты, как правило песчанистые.

На западном фланге Центрального участка (на месторождении агата — участки Керци-ус и Керци-арац) смоляно-черные порфириты прорывают туфопесчаники и серые андезито-дацитовые порфириты верхнего сантона в виде даек мощностью от 3 мм до 20—30 м. Все эти породы в связи с их пузыристостью и сильной раздробленностью интенсивно гидротермально изменены и местами превращены в бентонитовую глину. Бентонитизация здесь особенно хорошо выражена в более глубоких горизонтах (ниже гипсометрической отметки 700 м). Бентониты, образовавшиеся за счет разных пород, макроскопически четко отличаются друг от друга как по цвету, так и по сохранившимся в них реликтам материнских пород и, наконец, по размерам сохранившихся столбчатых отдельностей. Так, например, бентониты, образовавшиеся за счет смоляно-черных порфиритов, имеют бутыльно-зеленый цвет на глубине и желто-зеленый на поверхности, а глины, образовавшиеся за счет серых порфиритов — грязно-зеленый цвет с голубоватым оттенком. Столбчатая отдельность глин из смоляно-черных порфиритов более мелкая (10—15 см в поперечнике) и более четко выражена, чем отдельность глин из серых порфиритов (рис. 4).

Под микроскопом бентониты Саригюхского месторождения состоят из глинистой основной массы с тонковолокнистой, тонкочешуйчатой структурой, с реликтами порфировой, пепловой и сферолитовой (перлитовой) структур. Глины характеризуются средним цветом интерференции. Текстура породы тонкослоистая, реликтовая, флюидальная. Чешуйчатые агрегаты монтмориллонита располагаются слоями, чем и обуславливается слоистая текстура. Цвет глины светло-зеленый и желтоватый. Во всех структурных разновидностях, в отдельных полях (по участкам шлифа), сохранились реликты порфириковых выделений, представленные, в основном, плагиоклазом (рис. 5). Последние часто имеют удлиненно-призматическую форму с полисинтетическим двойникованием. Размеры их достигают до 1,7 мм.

И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971) выделяют глины с реликтовой пемзовой структурой и сохранившейся пузыристой текстурой (рис. 6),

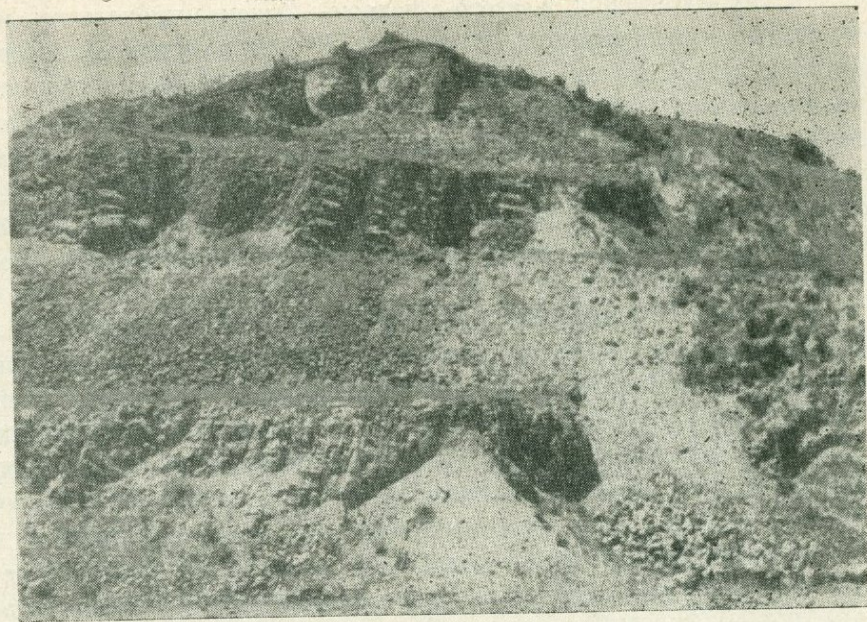


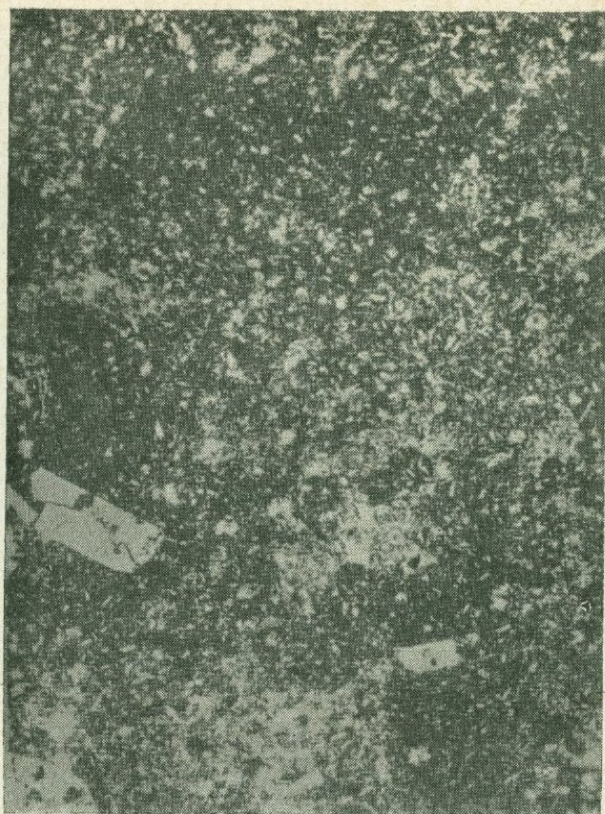
Рис. 4. Дайки серых и смоляно-черных (светлые) порфиритов с сохранившейся столбчатой отдельностью после гидротермального изменения.

состоящей из перерожденного пеплового материала. Приведенный микрофотоснимок шлифа (вернее маленький участок шлифа), по мнению автора, не доказывает перерождение пепла в бентониты, а наоборот — доказывает перерождение вулканогенного (субинтрузивного) материала в глины. Отмечаемая пузыристость никак не может служить доказательством наличия первичных пепловых туфов, так как лавы аналогичного типа, как указывает В. И. Луцицкий (1949), все пузыристые (в большинстве даже больше, чем породы Саригюхского месторождения).

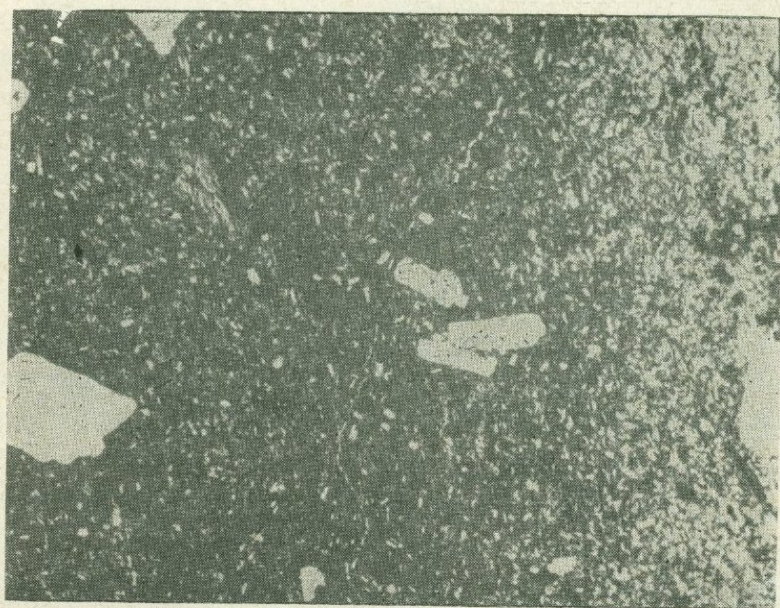
На микрофотографии приведенного шлифа (рис. 6) отчетливо выделяются два участка с различными структурно-текстурными особенностями, где центральная и верхняя части содержат пузырьки (поры), вытянутые в одном направлении (под углом к прямоугольной площади). Это обстоятельство является именно доказательством субинтрузивных образований, так как скопления осколков пепловых, пемзовых частиц должны были иметь разноориентированную вытянутость газовых пор.

Из темноцветных минералов в описываемой породе присутствует гиперстен, из аксессуарных — апатит (мелкие удлиненные призмочки) и магнетит. Кристаллическая часть породы почти не подверглась изменению. Ядро ячеек (пор) часто выполнено буроватым тонкослоистым, реже пластинчатым цеолитом, обнаруживающим слабую анизотропию; иногда в ядре присутствует грязно-зеленый хлорит и (очень редко) кальцит.

В глинах с реликтовой флюидалной структурой, как отмечают И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971), соотношение вулканического стекла и кристаллической фазы такое же, как и в глинах с пемзовой структурой, т. е. соответственно составляют 98% и 2%, где кристаллическая фаза пред-



а



б

Рис. 5. а. Сильно гидротермально измененные смоляно-черные порфириты. б. Bentonитовые глины с сохранившимися реликтами порфировых выделений плагиоклаза. Николи параллельные. Ув. 45х.

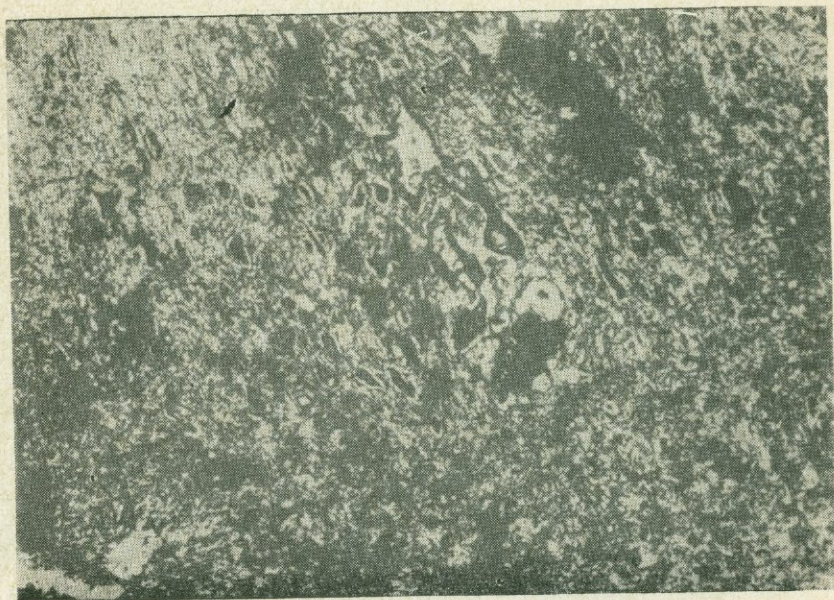
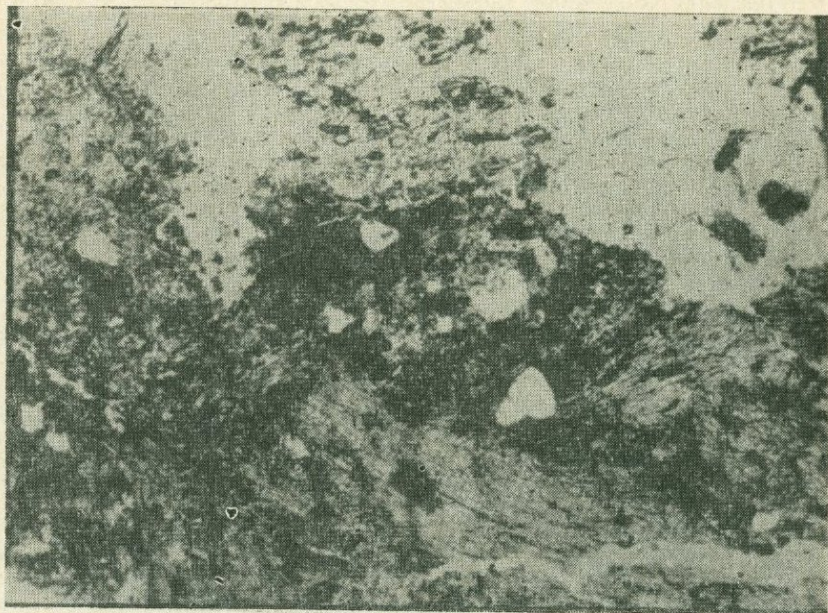


Рис. 6. Bentonитовая глина с сохранившейся пузыристой текстурой материнских пород. Николи параллельные. Ув. 45х.

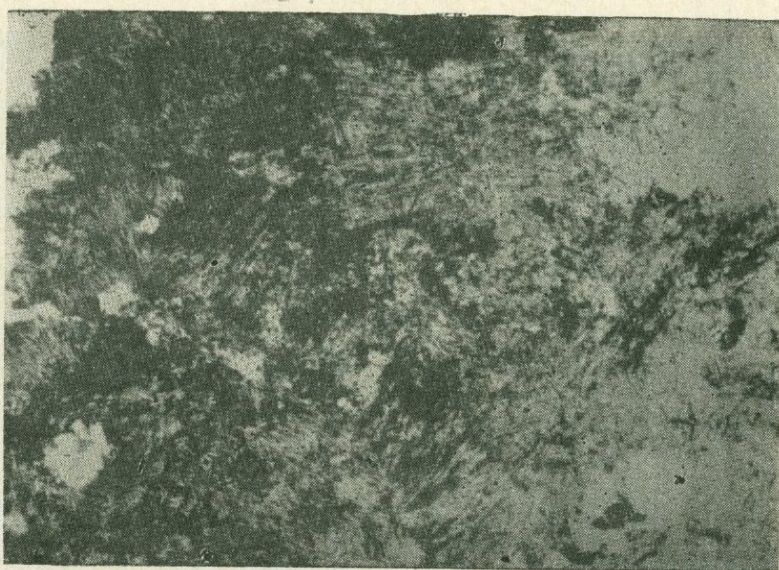
ставлена плагиоклазом, пироксеном, апатитом и магнетитом. Стекла, как отмечают И. Х. Петросов и П. П. Цамерян, имеют полосчатое строение (вызванное, очевидно, смещением различных по составу их разновидностей); полоски темные, непросвечивающие. На Саригюхском месторождении действительно отмечаются глины с флюидалной структурой и текстурой, однако это вовсе не значит, что они образовались из пепловых туфов с флюидалной структурой. Во-первых, флюидалную структуру (текстуру) могут иметь как эффузивные, так и субвулканические и субинтрузивные тела, а в большинстве даже субвулканические и субинтрузивные; во-вторых, на одном и том же образце (размерами 15×25 см) хорошо видны участки с флюидалной текстурой (даже несколько), порфировой (витрофировой) и даже пепловой и микролитовой структурами (рис. 7а, б, 8 а, б).

Флюидалная текстура обусловлена здесь ориентированным (потокообразным) расположением микролитов первичной (материнской) породы. Газовые пузыри (поры) отмечаются почти во всех структурных разновидностях (рис. 6, 7 а, б, 8 а, б — черные участки) и имеют ориентированную вытянутость в одном направлении.

Мелкочешуйчатая структура глин с реликтовой сферолитовой (перлитовой) структурой отмечается на более глубоких горизонтах. Здесь на фоне



а

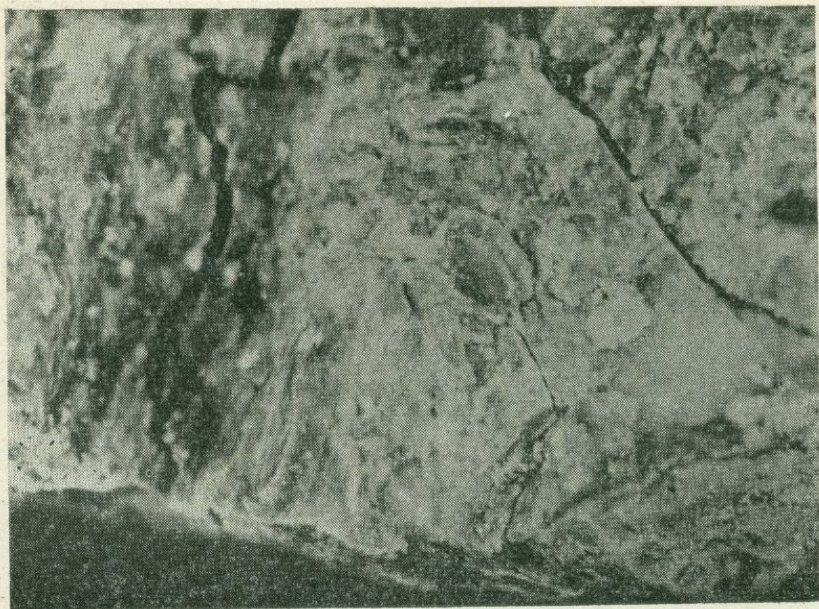


б

Рис. 7 а, б. Bentonитовые глины с сохранившимися реликтами флюидальной текстуры. Ув. 45х.

измененной массы наблюдаются вторичные сферолиты, которые образовались вследствие гидратации микростолбчатых отдельностей материнских пород.

Стекловатая масса, перешедшая в монтмориллонитовые глины, составляет 97—98%, на вкрапленники плагиоклаза, пироксена, редких зерен



а



б

Рис. 8 а,б. Бентонитовые глины с сохранившимися реликтами смоляно-черных порфиринов и флюидалной текстуры. Уменьшены в 2 раза.

магнетита и апатита падает 2—3%. Гидратация вулканического стекла и образования сфероидов (перлов) происходила по контракционным трещинам микростолбчатых отдельностей и, разумеется, снаружи к центру.

В первое время гидратации идет расслоение наружной поверхности пятиугольников вулканического стекла (рис. 9а) и выравнивание выступов (рис. 9б) с образованием сфероидальных поверхностей. Дальнейшая гидратация с метасоматическим преобразованием вулканического стекла в монтмориллонитовую глину сохраняет образованную ранее сферолитовую структуру (рис. 10).

В слабо измененных разностях по вулканическому стеклу развивается хлорит, в более сильно измененных — появляются гидрослюды, а в интенсивно измененных — взамен хлорита и гидрослюд развивается монтмориллонит.

Вышеописанные структурные разновидности глин на Саригюхском месторождении занимают очень подчиненное место, но часто обнаруживаются в пределах одного образца (рис. 10).

Основными структурными единицами саригюхских бентонитов являются реликтовая витропорфировая и реликтовая микролитовая структуры (рис. 11, 12, 13, 14).

Чистота бентонитовых глин зависит от количества вкрапленников (плагиоклазов и др.) в общей стекловатой основной массе, меньше вкрапленников — чище глина и наоборот.

В глинах с реликтовой витрофировой структурой вкрапленники составляют от 5 до 15%, редко до 20% и представлены плагиоклазом, реже пироксеном и оливином, очень мало магнетитом и апатитом. Оливин и часть пироксенов бентонитизированы; в слабо измененных разновидностях по этим минералам развивается хлорит, по более сильно измененным разновидностям — гидрослюды (селадонит). Остальные минералы — плагиоклаз, магнетит и апатит — остаются почти незатронутыми гидротермами.

4. ТЕКТОНИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Саригюхское месторождение бентонитовых глин расположено на восточном крыле Чатындаг-Кечалдагского антиклинория и территориально подчинено Прикуринской геосинклинали (на переходной границе Сомхето-Карабахской геоантиклинали и Прикуринской геосинклинали), где породы верхнемелового возраста собраны в пологую моноклираль восточного падения под углом 35—40°.

В формировании тел полезного ископаемого Саригюхского месторождения особо важное значение имеют разрывные тектонические нарушения, которые являлись как основными подводящими, так и распределяющими путями гидротермальных растворов. На площади распространения бентонитовых глин Саригюхского месторождения выявлено три наиболее крупных разрывных нарушения. Из них два, ветвящиеся друг от друга, проходят через Центральный, Южный, Северный, Северо-Западный, Виноградный и Джогазский участки и с ними пространственно связаны наиболее значительные запасы бентонитовых глин. Наличие четвертого нарушения предполагается; оно проходит через участок Котрац-Нов и имеет северо-западное простирание (рис. III).

Первое нарушение проходит по Центральному, Северному, Южному и Виноградному участкам, западнее горы Саталмыш и, по-видимому, яв-



а



б

Рис. 9. а, б. Образование перлитовой текстуры в смоляно-черных порфиритах в процессе гидратации (бентонитизации). Ув. 45х.

а. Столбчатые отдельности в начальной стадии гидратации.

б. Столбчатые отдельности после сильной гидратации.

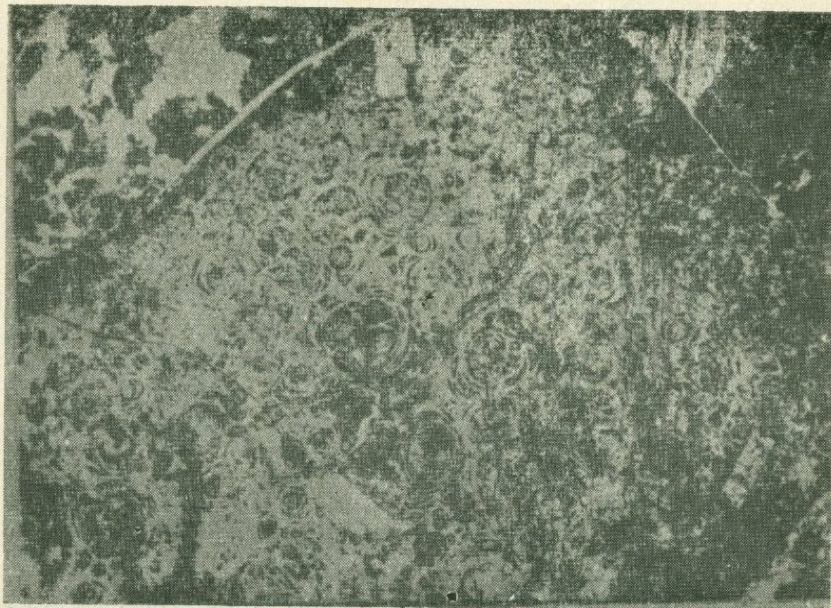


Рис. 10. Бентонитовая глина с перлитовой текстурой.
Никели параллельные. Ув. 45х.

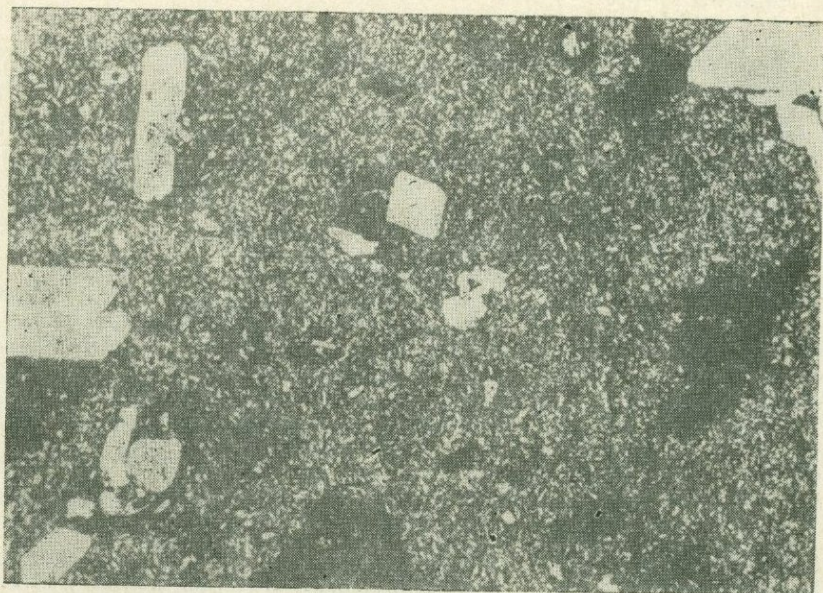


Рис. 11. Смоляно-черные порфиры с микролитовой структурой основной массы. Никели параллельные. Ув. 45х.

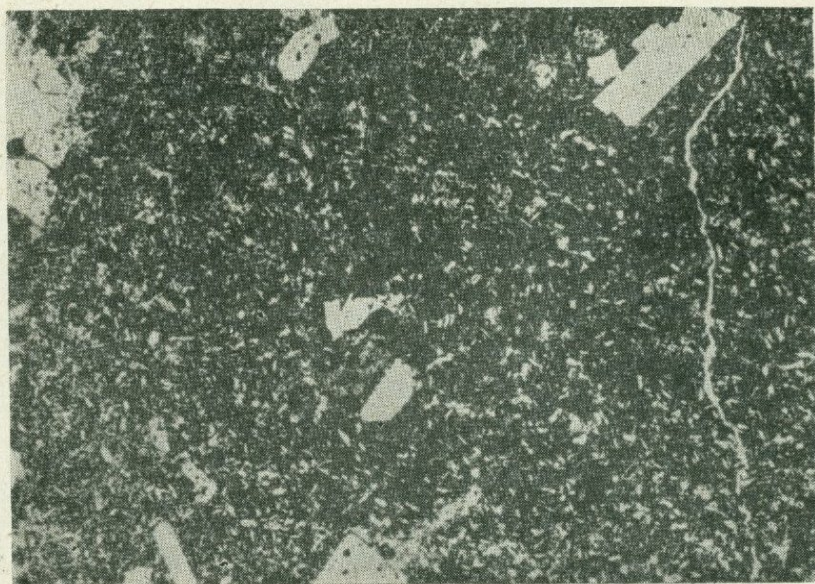


Рис. 12. Слабо гидротермально измененные смоляно-черные порфиры с микролитовой структурой основной массы. Николи параллельные. Ув. 45х.

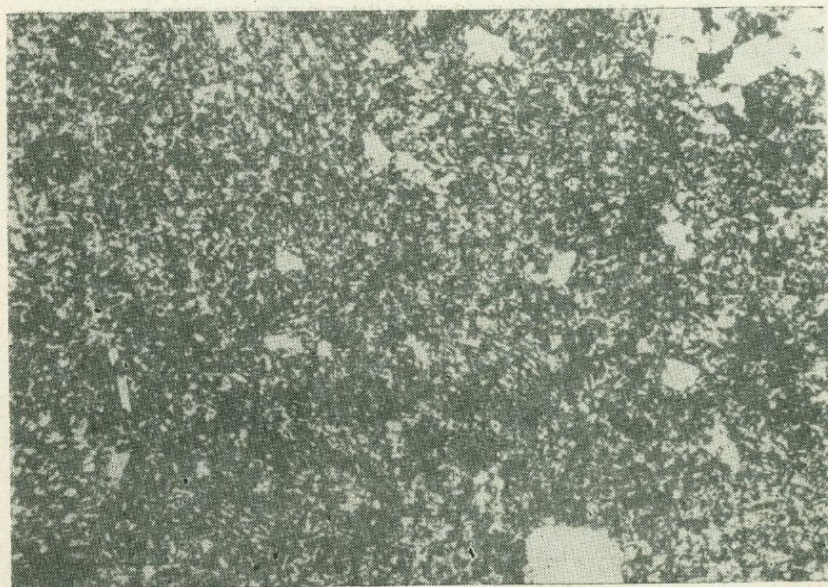


Рис. 13. Бентонитовая глина с сохранившейся микролитовой структурой основной массы. Николи параллельные. Ув. 45х.

ляется наиболее крупным. По этому нарушению породы восточного крыла (в основном, туфопесчаники верхнего сантона) приподняты вверх. Максимальная амплитуда смещения, порядка 150 м, устанавливается на Центральном участке, с тенденцией убывания к северу и югу. От этого нарушения, с южной границы Центрального участка, в северо-западном направлении отходит тектоническое нарушение, имеющее незначительное значение в формировании трех участков (Центрального, Северо-западного и Джогазского) бентонитовых глин и двух участков (Керци-ус и Керци-арач) агата. Параллельно этому от основного нарушения отходит еще ряд более мелких нарушений. К ним относятся три сближенные трещины, проходящие через месторождение агата (участки Керци-ус и Керци-арач). Они сопрягаются с основным нарушением, с углом встречи между ними $35-50^\circ$.

Основное нарушение прослеживается в субмеридиональном направлении с отклонениями к северо-востоку и северо-западу на протяжении нескольких километров. Имеет крутое падение на запад, юго-запад и северо-запад под углом 80° . Простирается оперяющих трещин, в том числе и крупной ветви, северо-западное $305-330^\circ$, падение на юго-запад под углом от 50° до 80° . Прослеживаются они от 600—650 м (более мелкие) до нескольких километров (крупная ветвь).

Параллельно первому основному нарушению, на расстоянии 800—900 м восточнее от него, проходит второе крупное нарушение, которое, как и первое, четко выражено на поверхности только на южном и частично на северном флангах месторождения, где оно пересекает массивные известняки верхнего сантона.

Кроме отмеченных трех нарушений, предполагается наличие и четвертого (третьего по величине), проходящего на восточном фланге месторождения, через участок Котрац-Нов. Это нарушение проходит под некоторым углом к первым двум крупным — в северо-западном направлении, вдоль бентонитовых глин, развитых среди смоляно-черных порфиристов; вытянутость бентонитовых глин узкой полосой в указанном направлении дала основание для предположения о наличии здесь тектонического нарушения.

Указанные нарушения образовались в верхнесантонское время, связывая очаг магматического расплава с дневной поверхностью. По ним имели место подводные излияния лав серых порфиристов и внедрения даек. Последние являются корнями излияния подводных потоков серых андезитовых порфиристов, которые, остывая в вышеотмеченных тектонических нарушениях, привели к залечиванию (закупорке) последних. Повторные тектонические подвижки в послемеловое время привели к раскрытию этих нарушений, по ним были внедрены смоляно-черные порфиристы — материнские породы бентонитовых глин.

При повторных тектонических подвижках в послемеловое время, на Саригюхском месторождении агата (участки Керци-ус и Керци-арач), раскрытию подверглись контакты даек серых порфиристов и вмещающих их туфопесчаников. Наряду с этим, несомненно, образовались также вторичные, более мелкие трещины как внутри самих даек (вдоль их простираения), так и проходящие под косым к ним углом. В эти же ослабленные трещино-

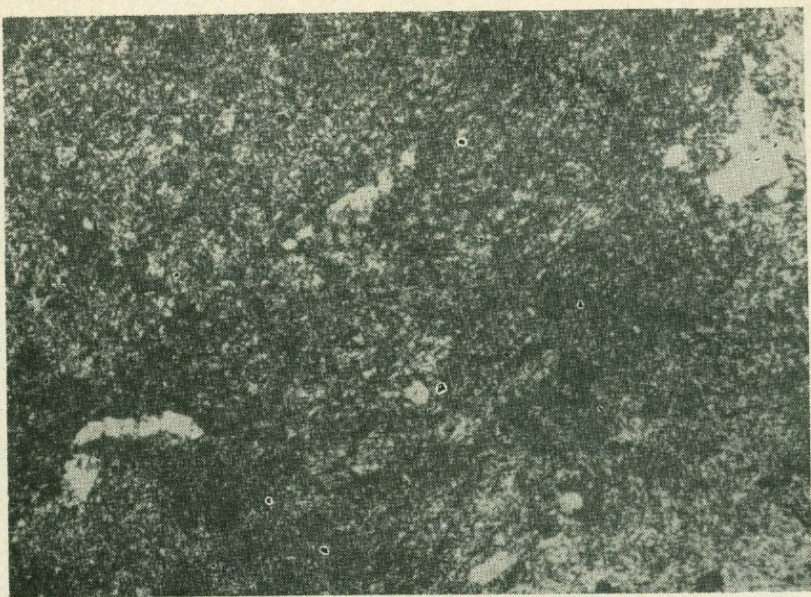


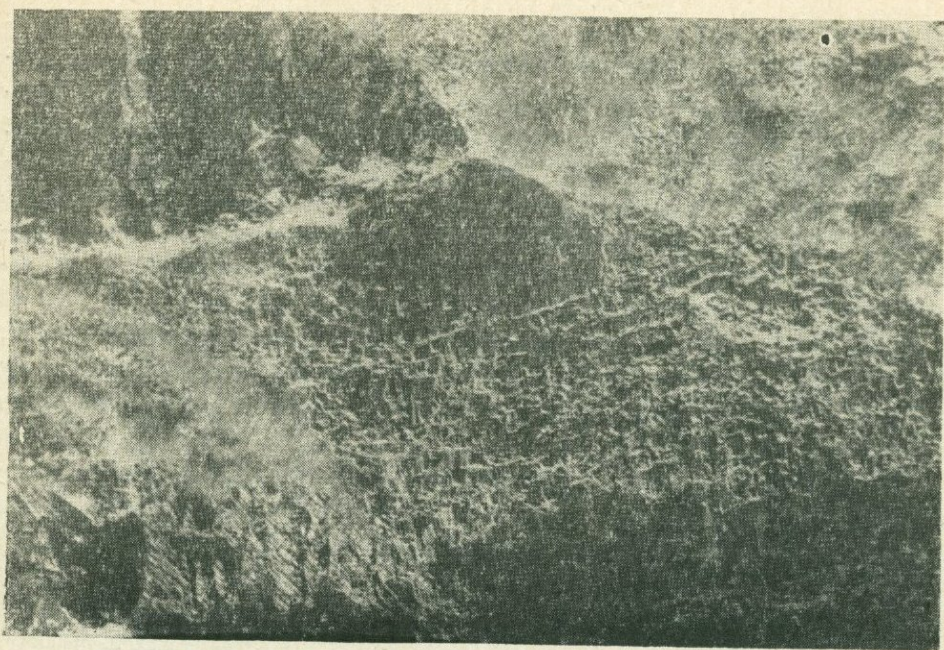
Рис. 14. Бентонитовая глина с сохранившейся микролитовой (псевдопелловой) структурой основной массы. Николи параллельные. Ув. 45х.

ватые участки были внедрены даечные тела смоляно-черных порфириров, создавая густую сеть сплетенных между собой даек серых и смоляно-черных порфириров. Такие участки, вообще, и вышеотмеченные два участка, в частности, являются благоприятной средой для локализации агата.

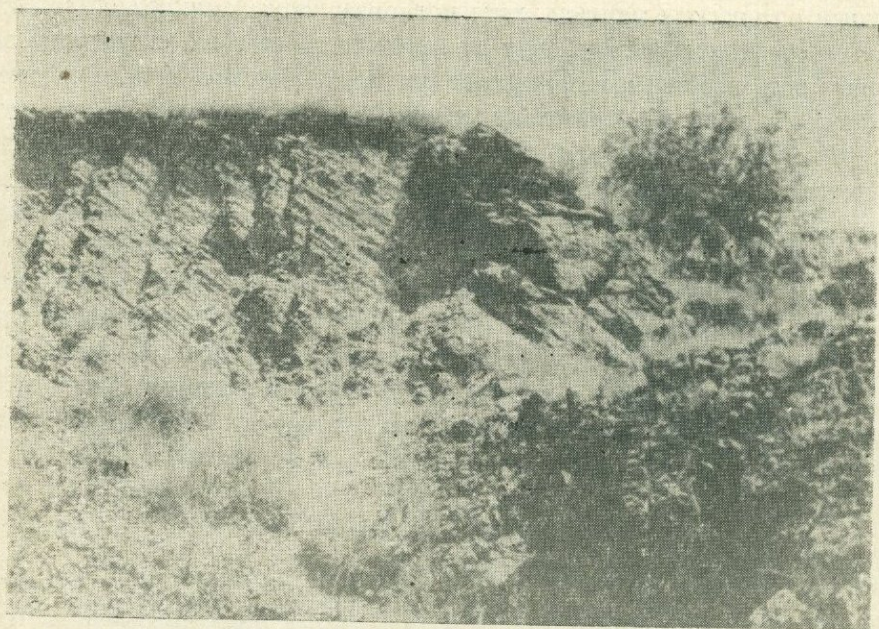
В формировании месторождений бентонитовых глин и агата немало важную роль сыграли также структуры вулканогенного происхождения. К таким структурам на Саригюхском месторождении относятся контракционные трещины и газовые полости (поры), которые играли роль основных растворораспределительных каналов. Они намного повысили фильтрационную способность пород и содействовали более глубокому метаморфизму (породы с хорошими фильтрационными свойствами испытывают более интенсивный метасоматоз, чем породы со слабыми или плохими фильтрационными свойствами).

Крупные по размерам поры (газовые пузыри) отмечаются на участках (Керци-ус и Керци-арач) взаимного пересечения даек серых и смоляно-черных порфириров, вдоль северо-западного крупного нарушения. Последнее (контакты даек и тектоническое нарушение) являлись теми каналами, по которым удалялись газовые эманации из магматического расплава, внедрившегося в эти же полости. Общеизвестно, что при быстром и свободном удалении газов расплав также быстро остывает, и формирующиеся породы становятся более пористыми и стекловатыми.

В других морфологических типах пород — силловых, лакколитовых и линзообразных — наиболее крупные поры расположены на кровле их. Вниз по глубине (к подошве) размеры и количество газовых пор постепенно уменьшаются. В связи с этим здесь породы являются более плотными и име-



а



б

Рис. 15 а, б. Смоляно-черные порфиры со столбчатой отдельностью, направленной перпендикулярно поверхности остывания.

ют низкую фильтрационную способность. Низкой фильтрационной способностью отличаются также кровельные части субинтрузивных тел, поскольку крупные поры изолированы друг от друга (несообщающиеся между собой) и перегородки между ними препятствуют продвижению гидротерм.

Пористость смоляно-черных порфиров, определенная по 10 образцам лабораторным способом, составляет $\sim 24\%$ и кажется сравнительно небольшой. Однако, наряду с этим в породе интенсивно развиты контракционные трещины (трещины отдельности), которые имеют радиальное расположение. Они, как и поры, сообщаются друг с другом, поскольку породы повсеместно имеют хорошо выраженные столбчатые отдельности (рис. 15 а, б). Эти трещины отдельности явились связующими звеньями между основными раствороподводящими каналами—тектоническими нарушениями и газовыми порами.

В конечном счете все вышеотмеченные как тектогенные, так и магматогенные структуры равным образом имеют большое и важное значение при формировании месторождения бентонитовых глин крупного масштаба.

1. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Как известно, глинистые минералы концентрируются преимущественно во фракции меньше $0,001\text{ мм}$, что невозможно диагностировать обычным оптическим методом, хотя поляризационный микроскоп остается важным средством исследования глин, в частности, их структурно-текстурных особенностей и неглинистых примесей. Поэтому для диагностики и выяснения условий образования глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений применялся комплекс методов изучения, включающий оптический, рентгеноструктурный, термический, электронно-микроскопический, электронографический, химический (полный силикатный и обменные катионы), спектральный и гранулометрический способы исследования.

Кроме перечисленных аналитических работ, которые имели целью получение возможно полной минералогической и генетической характеристик глин, были проведены также физико-химические исследования на большом количестве образцов, с целью установления области применения бентонитов Саригюхского и Ноемберянского месторождений в народном хозяйстве.

1. НЕГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ

В глинах и вмещающих породах (измененных смоляно-черных и серых порфиритах и туфопесчаниках) имерсионным методом были установлены следующие неглинистые минералы:

а) в легкой фракции — полевые шпаты (олигоклаз-редко, андезин и лабрадор), кварц, кордиерит, кремнистый минерал, хлорит (представлен как продукт изменения вулканического стекла), вулканическое стекло;

б) в тяжелой фракции — авгит, гиперстен, тремолит, диопсид, анатит, хлорит, рутил, пирит, магнетит, хромит, гидроокислы марганца и железа.

а) Минералы легкой фракции

Полевые шпаты. Наиболее распространены плагиоклазы среднего состава (андезин), реже встречаются олигоклаз и лабрадор. Андезин встречается, главным образом, в виде полисинтетических и простых двойников, форма зерен удлиненная, таблитчатая. В бентонитах и интенсивно бентонитизированных материнских породах андезин иногда очень слабо изменен и окрашен в желтоватые и розоватые тона (только на верхних горизонтах). Обычно он во всех типах пород свежий. Размеры зерен колеблются в широких пределах: от 0,02 до 0,2 мм в дробленных образцах и от 0,2 до 1,9 мм в недробленных. Показатель преломления андезина = 1,553—1,550. Олигоклаз и лабрадор встречаются редко в зернах удлиненной и изометричной формы, олигоклаз бесцветного и серовато-белого цвета, а лабрадор зеленоватого и грязно-зеленоватого цвета. Распространены полисинтетические и простые двойники. Зерна указанных минералов обычно свежие, иногда содержат включения рудного минерала. $Ng=1,545$ и $Np=1,536$ для олигоклаза и $Ng=1,562$, $Np=1,551$ для лабрадора.

Кварц встречается довольно часто во всех типах пород, но в незначительных количествах. Обычно он окрашен гидроокислами железа и марганца в различные оттенки красного и бурого цвета (из верхних горизонтов глин), но встречаются и бесцветные зерна (из нижних горизонтов глин). Зерна свежие и прозрачные. Размеры их колеблются в пределах от 0,03 до 0,2 мм в дробленных образцах и от 0,2 до 0,4 мм в недробленных.

Кордиерит установлен в глинах и интенсивно переработанных материнских породах. Цвет желтовато-серый, форма зерен неправильная и удлиненная, обнаруживает слабый плеохроизм, двуосный. Показатель преломления — 1,534, погасание прямое (параллельно ребру зерна).

Кремнистый минерал встречается редко в виде бесцветных или окрашенных в красноватые тона неправильно округлых зерен с низким показателем преломления ($Ng=1,448$).

Хлорит постоянно присутствует в разностепенно измененных вулканогенных породах, однако закономерно уменьшается от слабо измененных к более интенсивно измененным. В бентонитовых глинах вовсе исчезает или обнаруживается редко. Это обстоятельство трудно объяснить иначе, как полным перерождением структуры хлорита в продуктах наиболее интенсивного изменения вулканогенных пород. В легкой фракции хлорит представлен продуктом изменения вулканического стекла, где на поверхности агрегатов вулканического стекла наблюдается пленка или корочка, довольно окрашенная в зеленый цвет. Удивительно, что присутствие хлорита не подтверждается данными рентгеноструктурного анализа.

Вулканическое стекло является наиболее распространенным компонентом в легкой фракции. Встречается в виде угловатых и угловато-округлых зерен черного, бурого, буровато-желтого, буровато-зеленого, кирпично-красного и оранжевого цвета. Как правило, большая часть стекол подвергнута изменению — хлоритизации и монтмориллонитизации. Среди свежих разностей можно выделить, по крайней мере, две разновидности: темноокрашенные зерна среднего состава с показателем преломления в

пределах 1,514—1,525, и более; светлоокрашенные зерна кислого состава с показателем преломления в пределах 1,485—1,500. Последние встречаются реже.

б) Минералы тяжелой фракции

Авгит — один из наиболее распространенных минералов тяжелой фракции. Форма зерен неправильная, удлинённая. Встречаются преимущественно буровато-зелёные разновидности. Зерна в той или иной мере разложены, иногда содержат включения (по-видимому, рудного минерала; точное их определение не представляется возможным вследствие чрезвычайно малых размеров). Показатель преломления 1,723—1,734. Размеры зерен колеблются в пределах 0,04—0,2 мм.

Гиперстен обнаруживается редко и в единичных зернах, форма зерен удлинённо-призматическая. Цвет буровато-зелёный. Отличается характерным плеохроизмом. Размер зерен 0,07—0,2 мм. $Ng=1,693$ — $1,704$.

Диопсид присутствует в незначительных количествах. Представлен бесцветными призматическими зёрнами с зазубренными краями. Размер зерен 0,02—0,1 мм. $Ng=1,671$, $Np=1,676$.

Тремолит встречается очень редко и в единичных зернах. Цвет серовато-розовый. Форма удлинённо-призматическая. Оптические свойства: слабый плеохроизм, положительное удлинение, двусный, отрицательный. $Ng=1,624$, $Np=1,607$.

Апатит. Форма зерен короткопризматическая. Бесцветный, иногда беловато-жёлтый. Размеры зерен 0,01—0,08 мм.

Хлорит встречается редко. Форма зерен округлая и таблитчатая. Цвет зелёный, различных оттенков. Характерен слабый плеохроизм. По всей вероятности, он железистый.

Рутил установлен очень редко и в единичных зернах. Форма зерен неправильная, изоморфная, цвет желтовато-бурый. Показатель преломления 2,880—2,902. Зерна обнаруживают слабый плеохроизм.

Барит встречается часто, особенно в интенсивно изменённых породах. Представлен незначительными по размеру таблитчатыми и округлыми зёрнами. Характерны включения рудного минерала. Поверхность зерен загрязнена гидроокислами марганца и железа (на верхних горизонтах). Цвет желтовато-белый, имеются и бесцветные разновидности; отличается перламутровым блеском и волнистым погасанием.

Целестин — довольно распространенный минерал, обычно встречается в ассоциации с баритом. Форма зерен таблитчатая, овальная; иногда края зерен табличек как бы изъедены. Отличается от барита несколько большим размером зерен, почти полным отсутствием пятен на поверхности и включений рудного минерала, а также дисперсионным эффектом и интерференционной окраской. На основании указанных признаков отобраны зерна для спектрального анализа, результаты которого подтвердили наличие целестина. (данные И. Х. Петросова и П. П. Цамеряна, 1971).

Магнетит встречается часто, иногда в значительных количествах, совершенно свежий. Форма зерен октаэдрическая, неправильно угловатая, цвет черный.

Ильменит и хромит присутствуют в значительных количествах. Форма зерен неправильно-угловатая; немагнитны. Эти минералы отдельно определяются при помощи спектрального анализа. Кроме того, некоторые зерна хромита в отраженном свете приобретают красноватый оттенок.

Пирит обнаруживается довольно часто, но главным образом в редких зернах. Пирит из глин верхнего горизонта в различной степени окислен.

Гидроокислы железа и марганца встречаются весьма часто, иногда в значительных количествах (особенно на более верхних горизонтах месторождения). Представлены в различной степени гидратированными агрегатами, обычно в форме примазок и неправильных сгустковых образований на поверхностях в различной степени измененных вулканических стекол и других минералов, окрашивая их в желтый, бурый, розовый, красный и другие цвета.

Галенит встречается редко (дает концентрированные скопления в глинах нижнего горизонта) в виде хорошо выраженных крупных кристаллов кубической формы и свинцово-серого цвета.

Циркон встречается в виде единичных, удлиненнопризматических неправильных зерен бледно-розового и белого цвета.

Энстатит — обнаружено всего одно зерно призматического облика светло-зеленого цвета.

2. ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ

Главным породообразующим глинистым минералом в бентонитах Сарингхского месторождения является монтмориллонит, что диагностируется рентгеноструктурным, термическим, электронографическим, электронно-микроскопическим исследованиями и подтверждается данными химических анализов и емкостью обменных катионов.

а) Рентгенографическая характеристика

Рентгеноструктурным исследованиям были подвергнуты свыше 300 образцов бентонитов и около трех десятков образцов разностепенно измененных вмещающих и материнских пород. При исследовании бентонитов анализу были подвергнуты глинистая фракция ($< 0,001$ мм) и нефракционированная порода.

Рентгеноструктурным анализом установлено, что в глинистой фракции и в нефракционированных бентонитах главным породообразующим глинистым минералом является монтмориллонит, который диагностируется по наличию на дифрактометрических кривых необработанных образцов серий рефлексов $d(001) \sim 12,6-15 \text{ \AA}$; $d(004) \sim 3,17 \text{ \AA}$; $d(11,02) \sim 4,45 \text{ \AA}$; $d(002/003) \sim 5 \text{ \AA}$; $d(13,20) \sim 2,52-2,56 \text{ \AA}$; $d(31,15, 24) \sim 1,69 \text{ \AA}$; $d(33,06) \sim 1,49 \text{ \AA}$ и др. (рис.16,17, 18).

На дифрактограммах образцов, обработанных (насыщенных) глицерином, базальное расстояние возрастает до $d(001) \sim 17,7 \text{ \AA}$, а иногда до $18,0 \text{ \AA}$.

Меняются также значения производных базальных рефлексов $d(002)$, $d(003)$ и $d(004)$ и их интенсивности: $d(002) \sim 8,8-9,0\text{\AA}$; $d(003) \sim 5,9\text{\AA}$; $d(004) \sim 4,43\text{\AA}$; $d(005) \sim 3,54\text{\AA}$. Особенно отчетливо проявляется второй базальный рефлекс $d(002)$, который для воздушно-сухих образцов обычно не фиксируется.

При прокаливании до 600° в монтмориллонитах Саригюхского месторождения наблюдается усадка базальных слоев до $d(001) \sim 9,6-9,9\text{\AA}$, редко $10\text{\AA}$, и появление новых производных от них четких рефлексов $d(002) \sim 4,8\text{\AA}$; $d(003) \sim 3,18-3,20\text{\AA}$, что является одним из характерных признаков наличия минерала монтмориллонитовой группы.

Следует отметить, что отражения $d(001)$ бентонитов Саригюхского месторождения имеют необычную для монтмориллонитов низкую относительную интенсивность, что, очевидно, связано с присутствием в глинах рентгеноаморфного компонента (вулканического стекла). Наличие обломков вулканического стекла подтверждается оптическими исследованиями прозрачных шлифов. Положение рефлексов 06,33 ($1,49-1,496\text{\AA}$) указывает на принадлежность монтмориллонита Саригюхского месторождения к диоктаэдрическому типу.

Кроме порообразующего монтмориллонита, Р. Мхитаряном (ИГН АН Арм. ССР) в исследованных 242 образцах бентонитов обнаружено незначительное количество смешаннослойного минерала типа монтмориллонит — гидрослюда. В ряде образцов преобладающим глинистым минералом является смешанно-слойный минерал, который диагностируется по первому рефлексу в области $\sim 14-16\text{\AA}$ (рис. 19). Первое базальное отражение характеризуется широким и асимметричным максимумом в области $14-16\text{\AA}$ и диффузностью этого пика. Асимметрия выражается плавным спадом интенсивности в сторону больших углов отражения у естественных образцов и резким подъемом дифракционной кривой в сторону малых углов у образцов, насыщенных глицерином.

После насыщения глицерином первый рефлекс приобретает значение $18-18,9\text{\AA}$.

Отсутствие целочисленной серии отражений от базального рефлекса $14-16\text{\AA}$ свидетельствует о том, что смешаннослойный минерал принад-

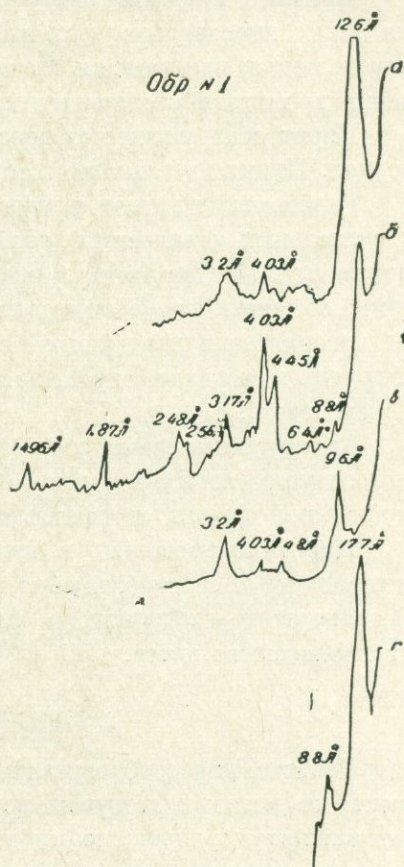


Рис. 16. Дифрактограммы бентонитовых глин Саригюхского месторождения (сбр. 1; Центральный участок; скв. 1; инт.—0,5—5,5 м). а — глинистая фракция; б — нефракционированная порода; в — прокаленная до 600°C ; г — пропитанная глицерином.

лежит к неупорядоченному типу — слюда-монтмориллонит с преобладанием (~ 70 — 80%) разбухающих (монтмориллонитовых) слоев, а также нерегулярным чередованием.

Рентгеноструктурными анализами в глинах Саригюхского месторождения установлены следующие неглинистые минералы: низкотемпературный кристобалит с характерными рефлексами $d=4,03\text{\AA}$ и $2,48\text{\AA}$; полевые шпаты (главным образом плагиоклазы) с рефлексами $d=6,3\text{\AA}$; $4,04\text{\AA}$; $3,73$ — $3,76\text{\AA}$; $3,16$ — $3,21\text{\AA}$; $2,93\text{\AA}$; $2,13$ — $2,14\text{\AA}$; $1,78\text{\AA}$; цеолит с рефлексом $d=8,8\text{\AA}$.

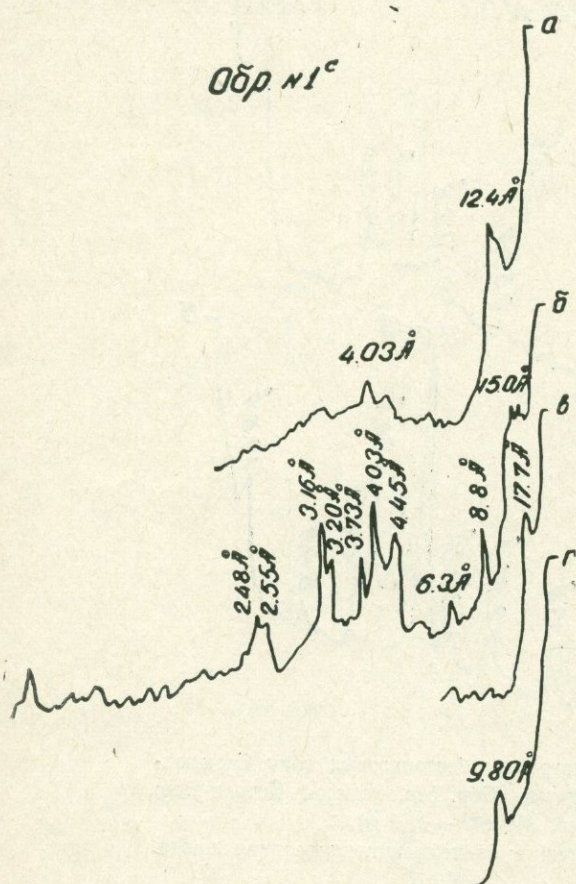


Рис. 17. Дифрактограммы бентонитовых глин Саригюхского месторождения (обр.1с; Центральный участок; скв 26; инт.—115,6. м) а — глинистая фракция; б — нефракционированная порода; в — пропитанная глицерином; г — прокаленная до 600°C .

В слабо и сильно измененных смоляно-черных порфиритах (материнских породах) рентгеноструктурными анализами установлено наличие гидрослюд (рис. 20 и 21), при этом в слабо измененных разностях количество гидрослюд сравнительно меньше (обр. №11в), чем в породах более сильно измененных (обр. № 26с). Гидрослюда диагностируется наличием на дифрактограммах рефлексов: $d(001) \sim 9,9$ — $10\text{\AA}$; $d(002) \sim 4,93\text{\AA}$; $d(110,020) \sim 4,44$ — $4,47\text{\AA}$; $d(003) \sim 3,30$ — $3,31\text{\AA}$; $d(200, 130) \sim 2,56$ — $2,5\text{\AA}$; $d(201,132) \sim 2,38\text{\AA}$; $d(202, 133) \sim 2,14\text{\AA}$; $d(060,220) \sim 1,504\text{\AA}$.

Серия перечисленных рефлексов указывает на принадлежность гидрослюд к селадонит-глауконитовому типу и на то, что сильно измененные материнские породы почти целиком состоят из этого минерала (рис. 21).

Кроме гидрослюд, в измененных материнских породах установлены: монтмориллонит (отражение $d(001) \sim 14,6$ — $15,4\text{\AA}$ на дифрактограммах необработанных образцов смещается в сторону увеличения до $18,0\text{\AA}$ после насыщения глицерином и сокращается до $10,0\text{\AA}$ после прокаливании образца при 600°) и полевые шпаты — плагиоклазы (рефлексы $d \sim 6,4\text{\AA}$ и $3,18\text{\AA}$). Количество монтмориллонита в сильно измененных материнских породах

заметно больше, чем в слабо измененных. Аналогичным минеральным составом характеризуются также измененные серые порфиры и несколько образцов туфопесчаников.

В образце № 8 (ксенолит туфопесчаника, ассимилированный смоляно-черными порфирами) установлено наличие смешанно-слоистого минерала типа гидрослюда-монтмориллонит с содержанием в структуре не более 30%

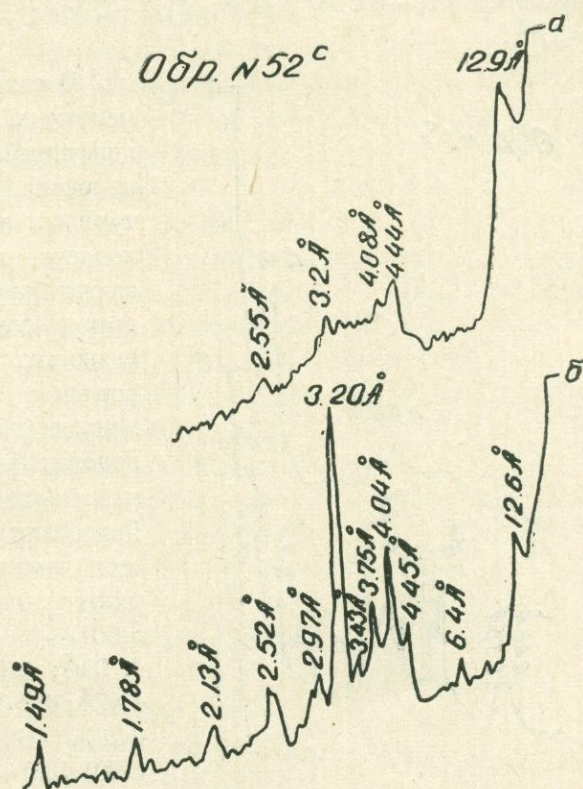


Рис. 18. Дифрактограммы бентонитовых глин Саригтукского месторождения (Обр. 52с, участок Котрац-Нов; скв. 35; инт.—11,0 м).

а — глинистая фракция; б — нефракционированная порода.

монтмориллонитовых слоев (рис. 22). Смешаннослойный минерал в необработанных образцах диагностируется рефлексами $d(001) \sim 10,6 \text{ \AA}$ и $d(003/004) \sim 3,3 \text{ \AA}$. После обработки глицерином исчезло сплошное рассеяние от отражения $10 \text{ \AA}$ в сторону малых углов — рефлексы $d(001/002) \sim 9,8 \text{ \AA}$; $d(11,02) \sim 4,45 \text{ \AA}$ и $d(003) \sim 3,31 \text{ \AA}$. На дифрактограммах, прокаленных до 600° , базальное отражение $10 \text{ \AA}$ стало резким, фон в сторону малых углов исчезает. Гидратированные слои в структуре после нагревания сократились до $10 \text{ \AA}$, появились рефлексы $d(001) \sim 10 \text{ \AA}$; $d(002) \sim 5,0 \text{ \AA}$; $d(003) \sim 3,32 \text{ \AA}$; $d(004) \sim 2,5 \text{ \AA}$.

В нефракционированной породе того же образца констатировано наличие обильного количества полевых шпатов и незначительные примеси кристобалита. В нефракционированной породе из подстилающих туфопес-

чаников (обр. № 15с) рентгеноструктурным анализом установлено обильное количество кварца с небольшими примесями полевого шпата. Указанные минералы присутствуют и в глинистой фракции, но в значительно меньших количествах.

Обобщая результаты рентгеноструктурного исследования, можно сделать следующие заключения:

1. В бентонитовых глинах Саригюхского месторождения основным породообразующим глинистым минералом является монтмориллонит диок-

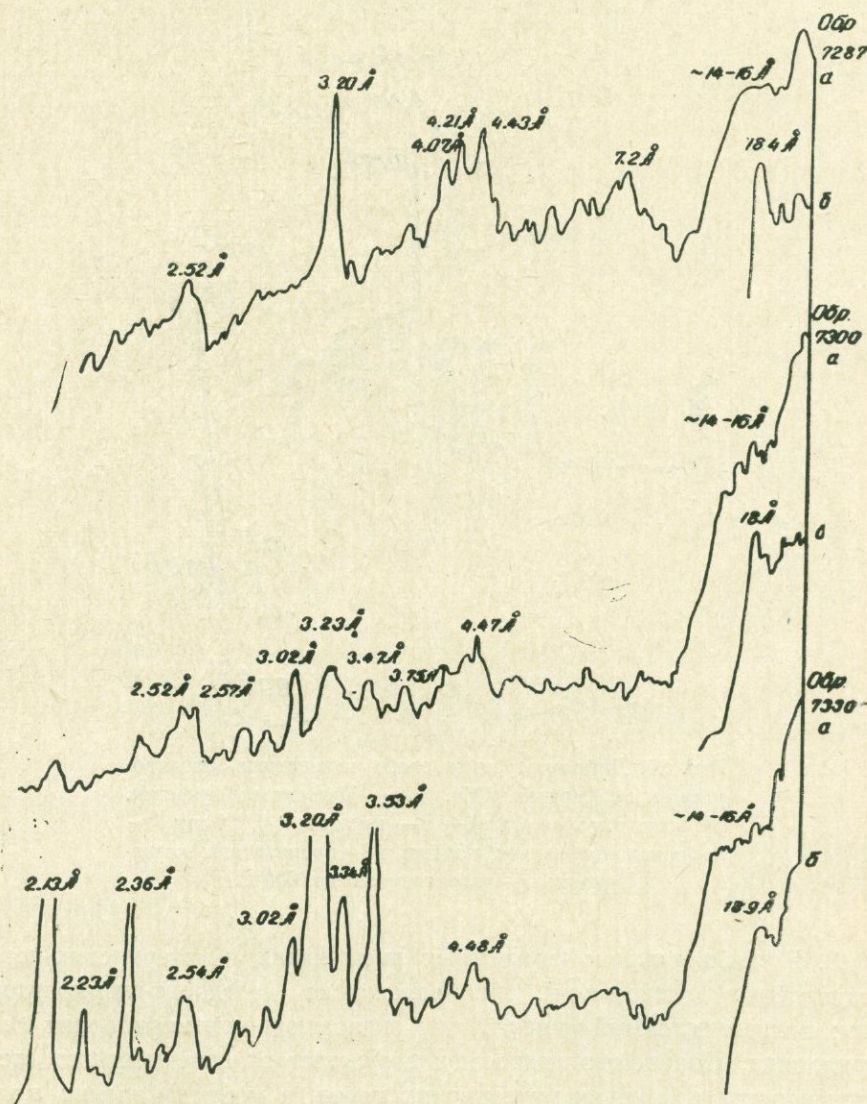


Рис. 19. Дифрактограммы бентонитовых глин Саригюхского месторождения с преобладанием смешанно-слоистого минерала типа — гидрослюда-монтмориллонит. (Обр. 7287 — Южный участок, скв. 165, инт. 22—23 м; обр. 7300 — участок Котрац-Нов, скв. 189, инт. 65—66; обр. 7330 — участок Котрац-Нов, скв. 189, инт. 95—96 м). а — нефракционированная порода; б — пропитанная глицерином.

таэдрического типа. В качестве незначительных примесей присутствует смешаннослойный минерал типа гидрослюда — монтмориллонит.

2. Из неглинистых минералов в бентонитах констатированы: полевые шпаты — плагиоклазы; низкотемпературный кристобалит и цеолиты.

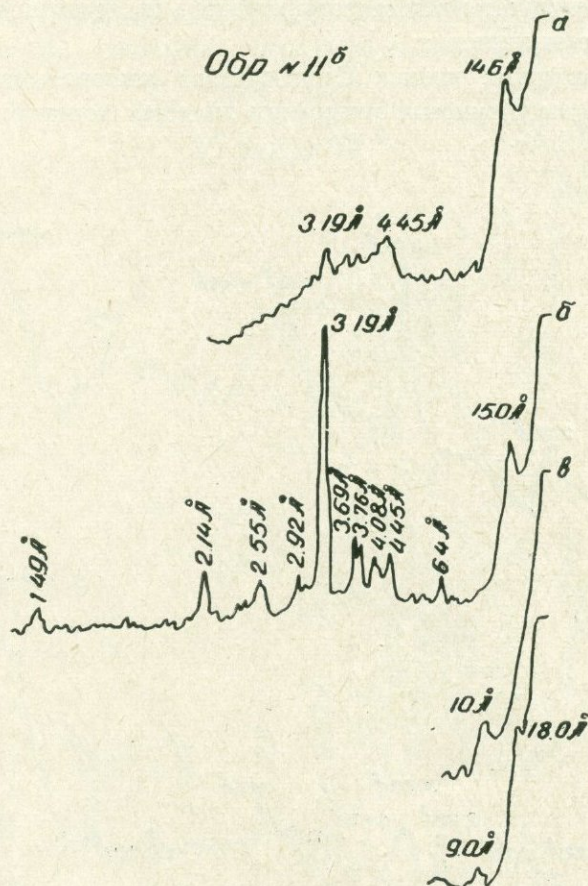


Рис. 20. Дифрактограммы слабо измененных смоляно-черных порфиров. (Обр. 116 — Центральный участок, IV уступ карьера агата). — а — фракция $< 0,001$ мм; б — нефракционированная порода; в — пропитанная глицерином; г — прокаленная до 600°C .

3. В слабо и сильно измененных вмещающих и материнских породах установлены: гидрослюды, принадлежащие селадонит-глауконитовому типу; смешаннослойный минерал типа гидрослюда-монтмориллонит и монтмориллонит. Количество гидрослюды возрастает в зависимости от степени интенсивности изменения материнских пород, а монтмориллонит появляется, в основном, в сильно измененных разностях вмещающих и материнских пород.

4. Минералогический состав смоляно-черных порфиров (измененных) и бентонитовых глин Саригюхского месторождения совсем одинаковый как по типу глинистого минерала (монтмориллонита), так и по неглинистым

минералам, что подтверждается данными микроскопического исследования.

5. Переход вулканического стекла (в основном) и некоторых темных минералов в хлорит в первоначальной стадии гидротермального их изменения (установлено оптическими исследованиями) и появление (за счет хлорита) гидрослюда и смешаннослойного минерала типа гидрослюда — монт-

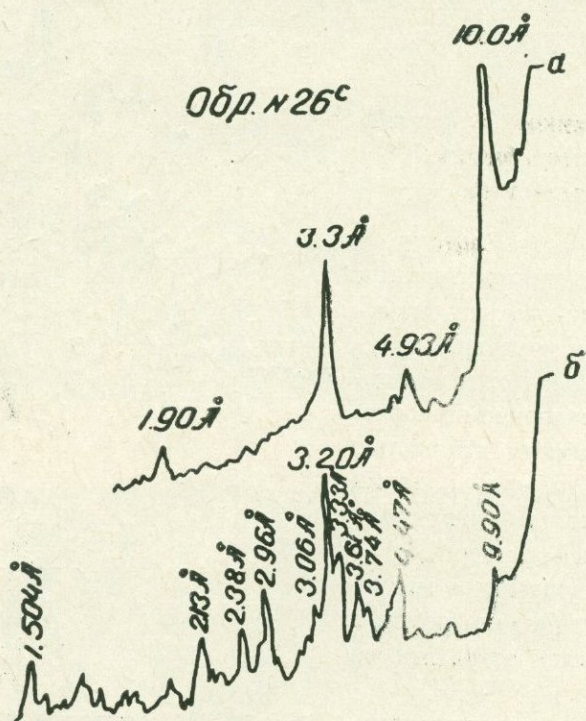


Рис. 21. Дифрактограммы сильно измененных смоляно-черных порфиров. (Обр. 26с — Центральный участок, скв. 18, инт. 39,0 м). а — фракция 0,001 мм; б — нефракционированная порода.

мориллонит при углублении процесса гидротермального метасоматоза подсказывают стадийное образование монтмориллонита, а именно — хлорит-гидрослюда-смешаннослойный минерал (гидрослюда-монтмориллонит) — монтмориллонит.

Мы не согласны с мнением И. Х. Петросова и П. П. Цамеряна, что каких-либо промежуточных или стадийных глинистых минералов не было и что «хлорит как промежуточный продукт неустойчив...». Наоборот, хлорит является более устойчивым минералом, чем монтмориллонит, и если хлорит (через гидрослюды и смешаннослойный минерал) перерождается в монтмориллонит, то только вследствие глубокого метасоматоза под воздействием щелочных и горячих гидротерм, а не сам собой. Общеизвестно, что первичные материнские породы намного устойчивы, чем продукты их изменения и, наконец, более гидратированный продукт менее устойчив, и наоборот. Следовательно, монтмориллонит менее устойчив, чем хло-

рит. Последовательность минералов по устойчивости совпадает с очередностью их образования: порода—хлорит—гидрослюды—смешаннослойный минерал—монтмориллонит. Все они неустойчивы в необычных для своего существования условиях.

б) Электронномикроскопическая и электронографическая характеристика

Микроструктура бентонитов и морфология глинистых частиц изучались при помощи коллодиево-угольных реплик, полученных со свежего скола бентонитов, и электронномикроскопических снимков глинистых суспензий. Угольные реплики со свежих сколов пород дали весьма ценный материал не только для суждения о микроструктурах глин, но помогли также установить отдельные их разновидности.

На электронномикроскопических снимках суспензий глинистых частиц (меньше 1 микрона) фиксируются частицы трех разновидностей (рис. 23 а, б, в, г, 24):

- 1) агрегаты, образующие очень мелкие, почти изометричной формы, бесструктурные массы с нечеткими (расплывчатыми) очертаниями (обр. № 7с);
- 2) агрегаты неопределенной формы, различной величины и толщины (от совершенно темных до просвечивающих) с расплывчатыми очертаниями (обр. № 5с);
- 3) совершенно крупные, плотные агрегаты с неправильной (редко шиповидной и шаровидной) формой с резкими очертаниями (обр. №№ 10с, 16с). В них присутствуют также крупные и мелкие чешуи с частично размытыми краями, но сохранившими очертания неправильного шестигранного параллелограмма, с удлиненными, мелкими, иногда просвечивающими пластинками с тупыми концами. От последних иногда во все стороны отходят щепковидные выступы, напоминающие иглы. Их значительно мало в бентонитах и, по-видимому, они представлены смешанно-слоистым минералом, но больше в сильно измененных материнских породах (фиг. 23).

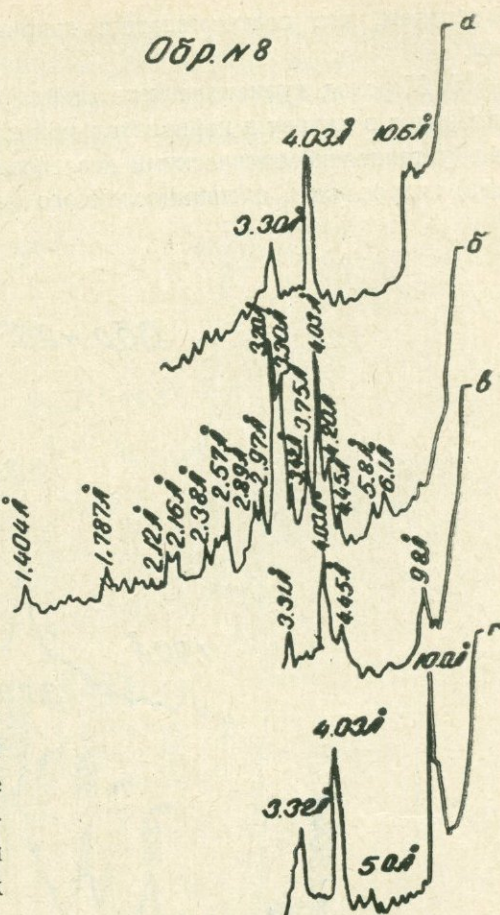
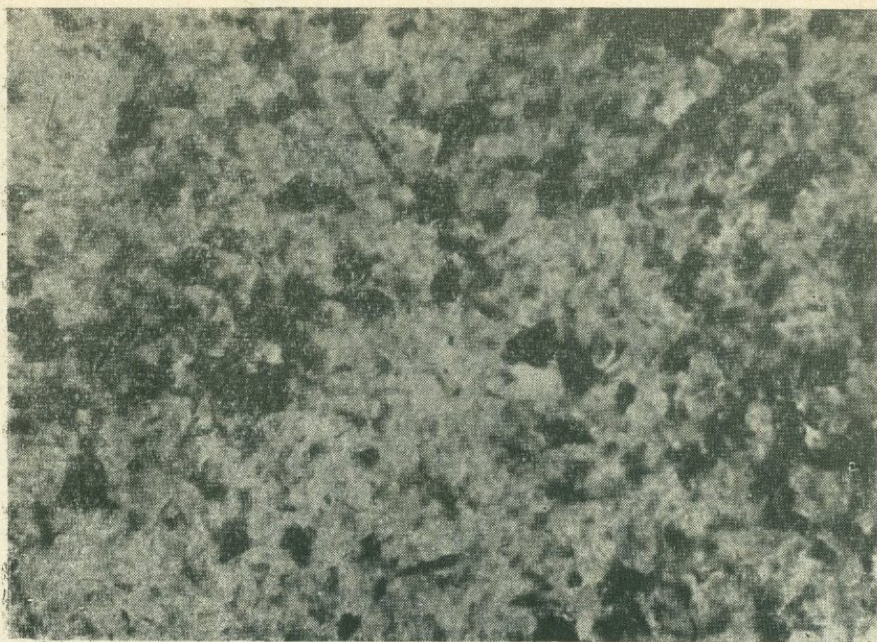


Рис. 22. Дифрактограммы туфопесчаников из Саригукхского месторождения (обр. 8, Центральный участок, скв. 26, инт. 139,2 м). а — фракция < 0,001 мм; б — нефракционированная порода; в — пропитанная глицерином; г — прокаленная до 600°C.



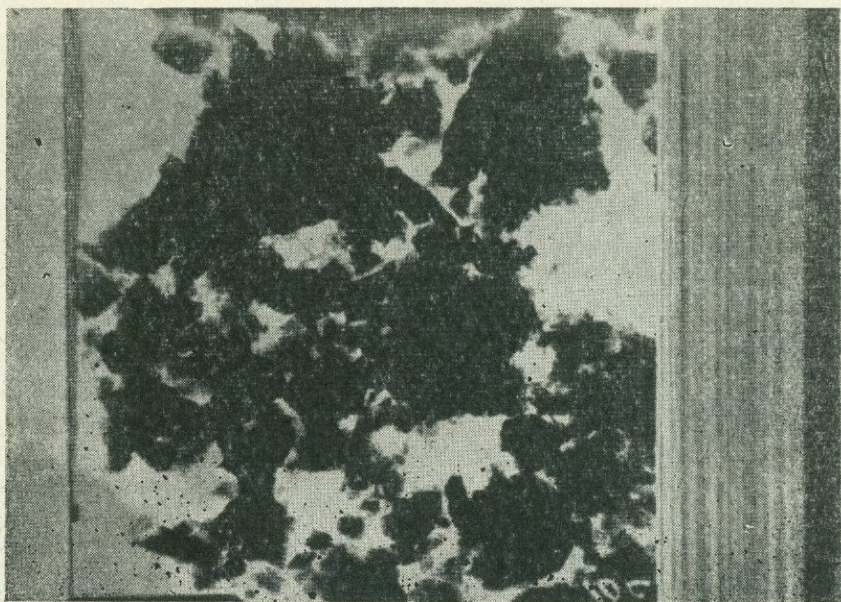
а



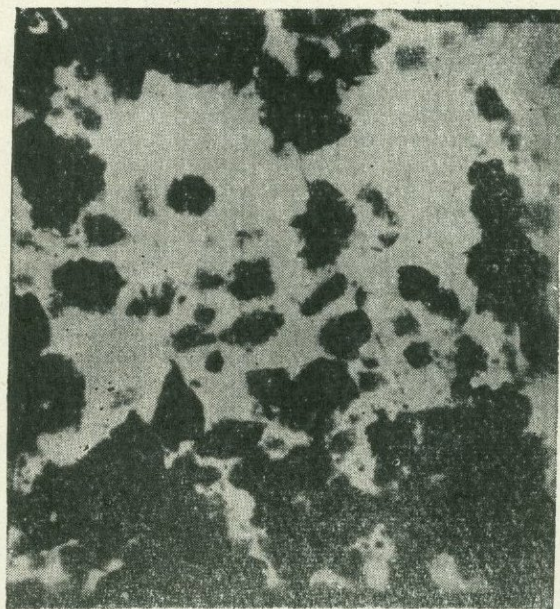
б

Рис. 23 а, б. Электронномикроскопические снимки из суспензии бентонитовых глин Саригюхского месторождения. а — обр. 7с(Центральный участок, скв.26, инт. 109м); б — обр. 5с(Центральный участок, скв. 23, инт. 119,1 м).

Увеличение 11000х



в



г

Рис. 23 в, г. Электронномикроскопические снимки из суспензии бентонитовых глин Саригюхского месторождения с плотными и крупными агрегатами глинистых частиц.

в — обр. 10с (Центральный участок, скв. 9, инт. 10,5м);

г — обр. 16 с (Центральный участок, скв. 9, инт. 1,0м);

Увеличение 11000х

Р. Мхитаряном (ИГН АН Арм. ССР) в 1968—69 гг. было исследовано 19 образцов глин Саригюхского месторождения, на основании чего он приходит к следующему выводу: «В исследованных 19 образцах основным глинистым минералом является монтмориллонит, за исключением шести образцов. Во всех образцах присутствует незначительное количество смешаннослойного минерала, а в указанных шести образцах его количество становится заметным, чуть ли не преобладающим».

Судя по электронномикроскопическим снимкам глин Саригюхского месторождения, монокристаллы монтмориллонита составляют более 80—90% глинистой фракции.

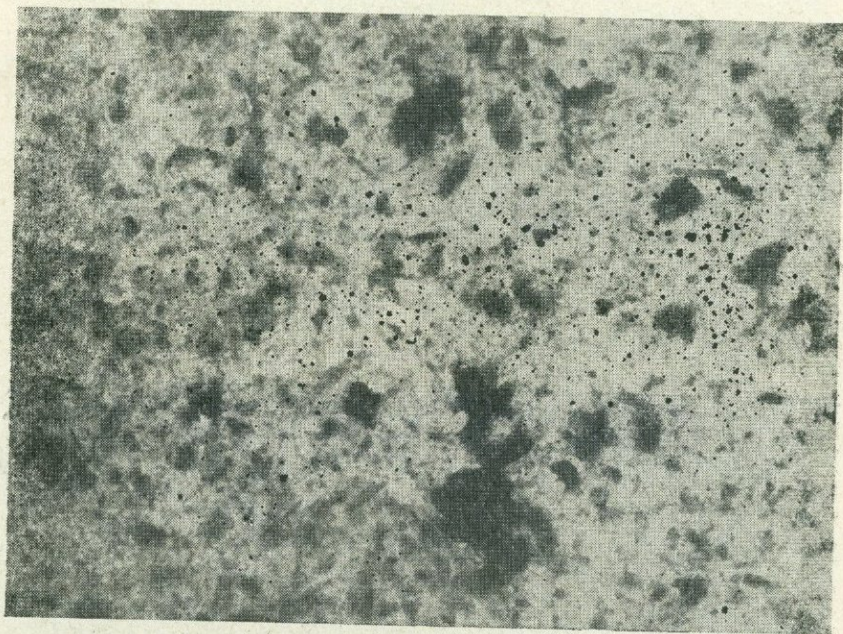


Рис. 24. Электронно-микроскопический снимок бентонитовых глин Саригюхского месторождения (монтмориллонит со смешаннослойным образованием). Обр. 5012, Центральный участок, скв. 57, инт. 11—12 м. Ув. 11000х.

На снимках естественных сколов (реplik) глины, в основном, имеют стекловидную гладкую поверхность (рис. 25а,б), на фоне которой выделяются испещренные многочисленными складками участки, создающие характерную «морщинистую» текстуру (рис. 26а, б). Здесь же отчетливо выделяются тонкие, удлинённые пластиночки гидрослюд (рис. 27а). Заметны также бентониты с сохранившимися формами пластиночек гидрослюд (рис. 25б). Иногда фиксируются вкрапленники и микролиты плагиоклазов (рис. 27 б).

Для саригюхских глин с породообразующим монтмориллонитом электронографическим методом, проведенным Б. Б. Звягиным, установлены следующие параметры ячейки: $a=5,19$ кх; $b=9,0$ кх; $c=10$ кх; $\beta=100^\circ$.



а



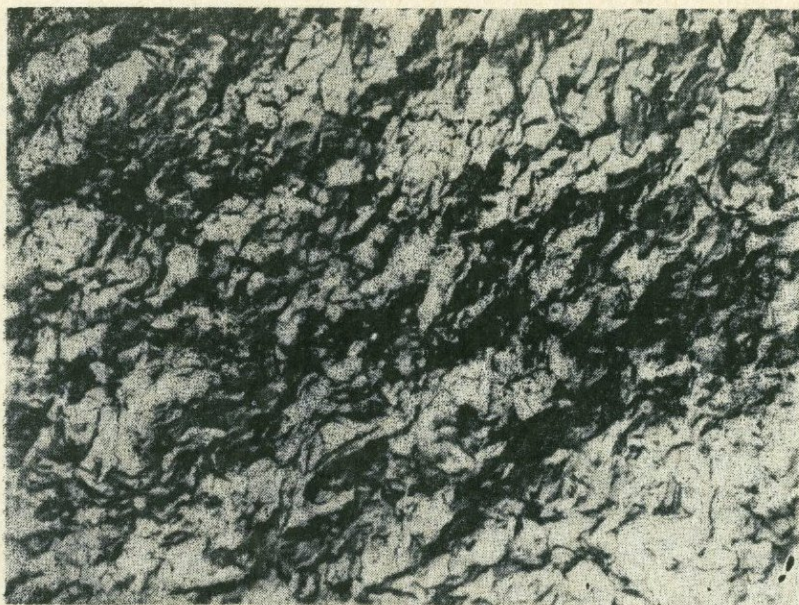
б

Рис. 25. а,б. Электронномикроскопические снимки естественных сколов (реплики) бентонитовых глин Саригюхского месторождения.

а. Обр. 7с (Центральный участок, скв. 26, инт. 109м).

б. Обр. 35с (Центральный участок, скв. 15, инт. 95м).

Увеличение 6000х.



а

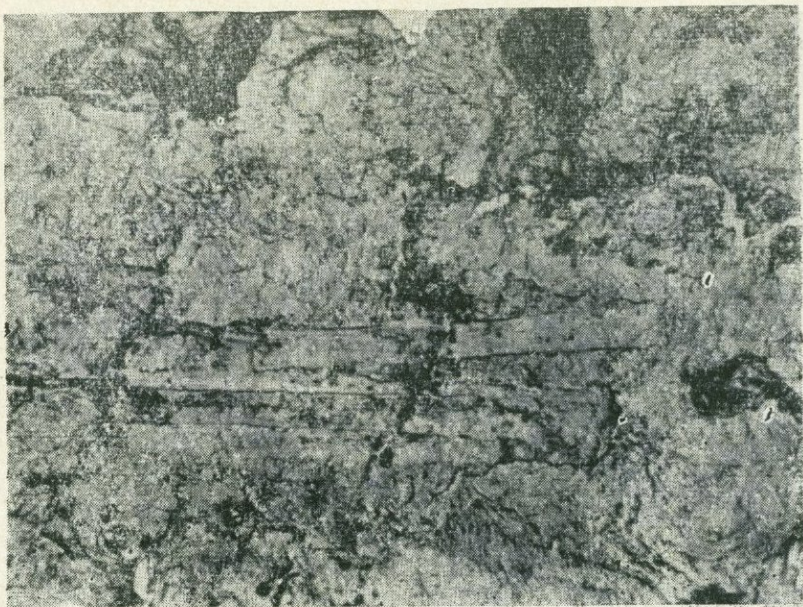


б

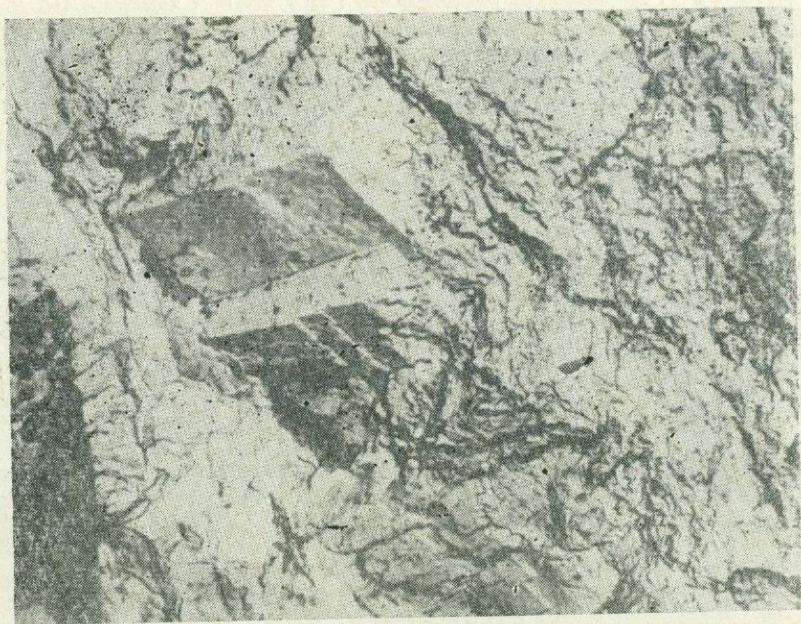
Рис. 26. а, б. Электронномикроскопические снимки естественных сколов (реплики) бентонитовых глин Саригюхского месторождения.

а. Обр. 5с (Центральный участок, скв. 26, инт. 119,1м), увеличение 6000х.

б. Обр. 10с (Центральный участок, скв. 9, инт. 10,5м), увеличение 20000х.



а



б

Рис. 27. а, б. Электронномикроскопические снимки естественных сколов (реплики) бентонитовых глин Саригюхского месторождения.
 а. Обр. 17с (Центральный участок, скв. 6 агат, инт. 48,5м)
 б. Обр. 27с(Центральный участок, скв. 18, инт. 62м).
 Увеличение 6000х.

в) Термическая характеристика

Наличие породообразующего монтмориллонита в глинах Саригюхского месторождения подтверждается также кривыми нагревания образцов (более 300) из разных участков, различных глубин и с обеих разновидностей. Здесь выделяются две группы дифференциальных кривых нагревания: 1) термограммы с тремя эндотермическими и одним или двумя экзотермическими эффектами (рис. 28а) и 2) термограммы с четырьмя эн-

дотермическими и одним или двумя экзотермическими эффектами (рис. 28б). Глины второй группы занимают подчиненное место.

Первая эндотермическая реакция, связанная с потерей межслойной воды, на всех термограммах протекает весьма интенсивно и имеет максимумы при 150—180°C. Вторая эндотермическая реакция, связанная с потерей гидроксильной (кристаллической) воды и разрушением кристаллической решетки монтмориллонита, протекает менее интенсивно, чем первая (что и характерно для монтмориллонита), но все же достаточно интенсивно и имеет максимумы 700—710°C. Смещение максимумов в высокотемпературную часть свидетельствует о наличии в октаэдрическом слое

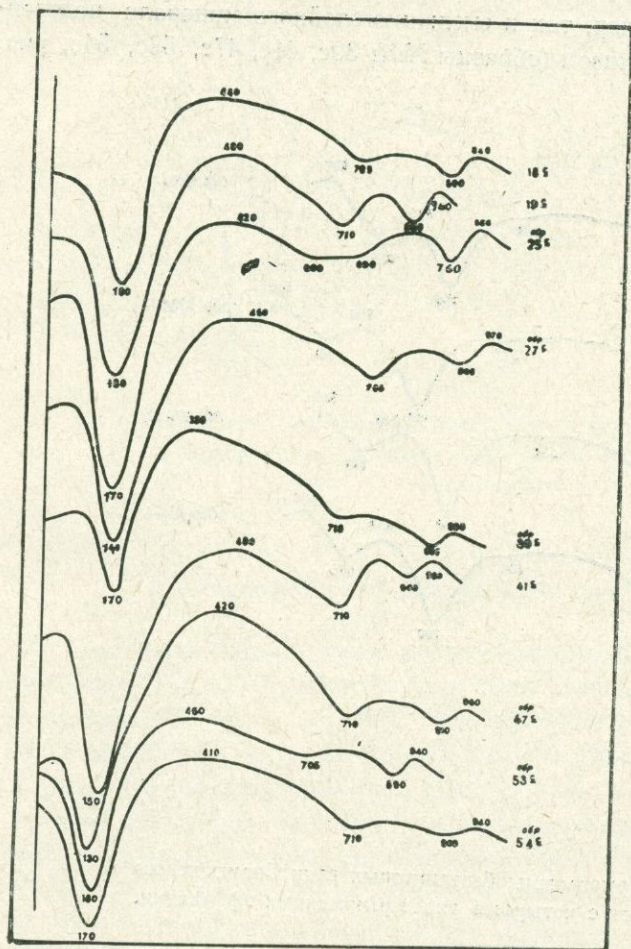


Рис. 28 а. Термограммы бентонитовых глин Саригюхского месторождения с тремя эндотермическими эффектами.

значительного количества катионов алюминия.

Раздвоение второго эндотермического пика, по-видимому, обусловлено присутствием заметной примеси гидрослюда, либо смешанно-слоистого минерала (гидрослюда-монтмориллонит).

Третий эндотермический эффект, вызванный окончательным разрушением кристаллической решетки монтмориллонита, выражен, в основном, слабо, максимумы располагаются в пределах 890—910°. У некоторых об-

разцов третий эндоэффект выражен более интенсивно, чем у других образцов, что обусловлено, по-видимому, наличием в глинах кальцита.

Первая экзотермическая реакция (окисление двухвалентного железа) проявляется, в основном, очень слабо, и максимумы расположены в пределах 400—480°C. И, наконец, третья эндотермическая реакция непосредственно сопровождается слабо выраженным вторым экзотермическим эффектом с максимумом 950—980°C, что соответствует образованию высокотемпературной фазы.

Наличие как гидрослюдов, так и смешанно-слоистого минерала подтверждается термическим анализом (образцы №№ 39с, 41с, 47с, 53с, 54с, рис. 28, и 29).

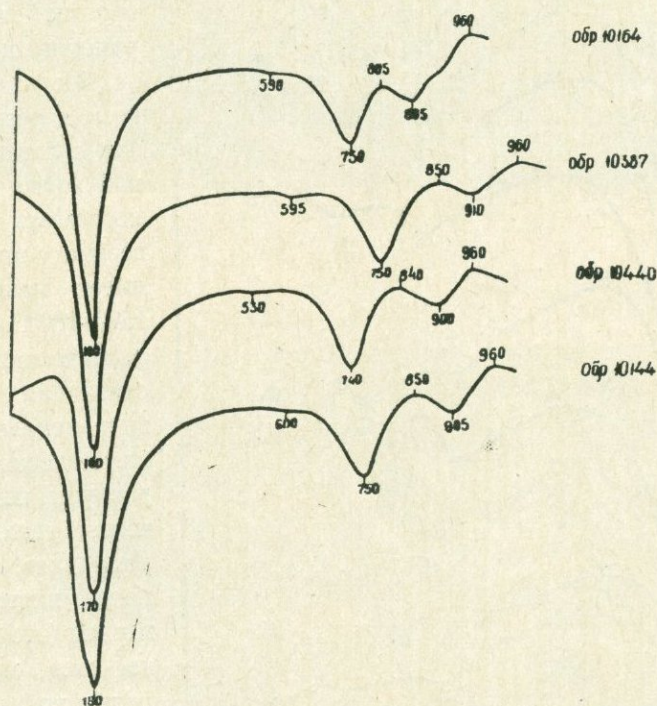


Рис. 28 б, Термограммы бентонитовых глин Саригуюхского месторождения с четырьмя эндотермическими эффектами.

В ориентированных препаратах, полученных из тонкой фракции глин Саригуюхского месторождения, Н. П. Тугуши (1961) определены оптические показатели: $N_g=1,532-1,536$; $N_p=1,513-1,515$; $N_g-N_p=0,019-0,021$, которые характерны для монтмориллонита.

Наконец, о наличии породообразующего монтмориллонита в глинах Саригуюхского месторождения говорит отношение SiO_2 к R_2O_3 , что составляет 4,50—4,97. Для теоретически чистого монтмориллонита это отношение равно 4. Избыток SiO_2 в глинах Саригуюхского месторождения связан с наличием во фракции <1 микрона кристобалита.

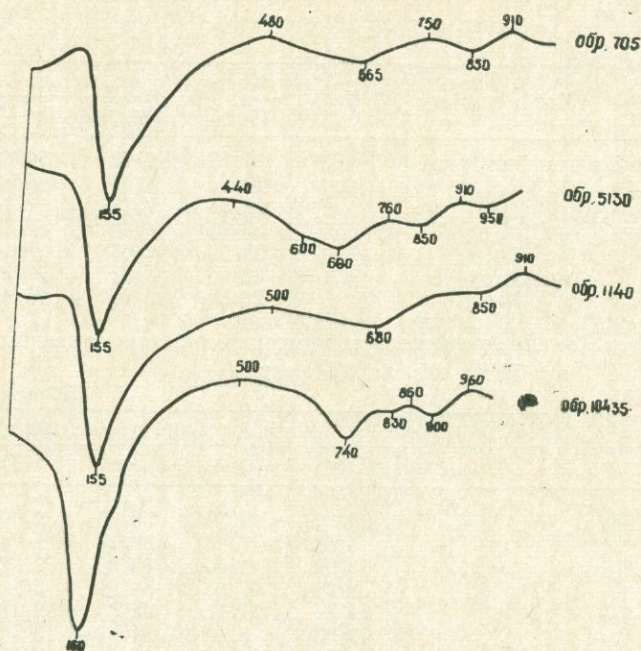


Рис. 29. Термограммы бентонитовых глин Саригухского месторождения со слабо выраженным первым эндотермическим эффектом.

г) Ионообменная способность саригухских глин

Бентониты Саригухского месторождения, наряду с бентонитами Грузинской ССР и СССР, обстоятельно были изучены в Кавказском институте минерального сырья (КИМС) под руководством М. С. Мерабишвили. М. С. Мерабишвили, Л. Я. Уридия и О. М. Мдивнишвили (1961) пришли к выводу, что «бентонитовые глины данного месторождения характеризуются высокой обменной емкостью, в поглощающем комплексе которых преобладают щелочные катионы, что позволяет отнести эти глины к истинным щелочным бентонитам». Общая обменная емкость составляет 73—96 мг. экв. на 100 г глины, из коих на долю обменных катионов Na приходится 46—58 мг. экв, Ca—25—39 мг. экв, Mg—2,7—7,2 мг. экв.

Обменная емкость бентонитов Саригухского месторождения по нашей просьбе в 1961 г. повторно была определена в КИМС-е. Общая обменная емкость по этим данным колеблется в пределах от 102,2 до 111,7 мг. экв на 100 г глины (табл. 2).

Количество обменных катионов в глинах Саригухского месторождения в 1963 г. было определено также в лаборатории физико-механических испытаний Всесоюзного научно-исследовательского института литейного машиностроения (НИИЛитмаш) под руководством Л. Я. Калашниковой. Общая обменная емкость по этим данным колеблется в пределах от 63,5 до 90,5 мг. экв на 100 г глины. Сумма обменных катионов щелочных

Состав и содержание обменных катионов в саригюхских бентонитах по данным КИМС
(в мг. экв. на 100 г глины)

Таблица 2

№№ проб	Место взятия проб	Катионы в мг. экв на 100 г глины			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Сумма
2	Центральный участок	31,87	2,68	76,89	111,44
5		19,37	8,07	76,68	104,12
10		22,50	7,17	77,74	107,41
14		33,75	4,48	73,47	111,70
31		25,00	2,68	77,74	105,42
17	Котрац-Нов	38,75	5,37	58,09	102,21
Среднее		28,54	5,07	73,43	107,04

Состав и содержание обменных катионов в саригюхских бентонитах по данным НИИЛитмаш
(в мг. экв. на 100 г глины)

Таблица 3

№№ проб	№№ скв. и участок	Катионы в мг. экв на 100 г глины				
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма
1.	Скв. I(Центр.)	22,32	9,30	56,53	2,40	90,55
16.	—»—	13,00	7,46	58,14	1,74	80,34
69	Скв. 6 (Центр.)	13,02	9,30	53,30	3,92	79,54
87	—»—	9,30	1,86	54,91	3,92	69,99
103	Скв. 8—»—	14,88	11,12	42,00	2,18	70,18
110	—»—	12,08	8,10	51,69	3,48	75,35
141	Скв.10—»—	3,72	24,18	35,53	2,18	65,61
181	Скв. 13—»—	14,88	10,12	48,45	1,74	75,19
198	—»—	7,74	2,78	51,69	1,30	63,51
211	Скв. 21—»—	18,60	9,30	42,00	2,40	72,30
	Среднее	12,95	9,35	49,43	2,53	74,2

Состав и содержание обменных катионов в саригюхских бентонитах по данным Централь-
ной лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР
(в мг. экв. на 100 г глины)

Таблица 4

№№ проб	Место отбора			Обменные катионы в мг. экв. на 100 г глины					
	Участок	№№ скв.	Интервал, м	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма	Na ⁺ +K ⁺
									Ca ²⁺ +Mg ²⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
653	Северный	1ф	7—10	10,10	6,06	56,10	1,33	73,59	3,55
657		»	19—22	8,08	8,08	56,22	1,72	74,10	3,59
661		»	31—34	12,12	6,06	63,48	1,52	83,18	3,02
664		2ф	12,5—14,2	16,16	4,04	85,30	3,62	109,28	4,40
667		»	20—23	12,12	6,06	53,75	2,05	71,93	3,07
670		5ф	9—12	16,16	4,04	88,67	0,54	109,40	3,92
674		»	21—24	8,08	8,08	34,35	1,26	51,77	2,20
678		»	33—36	4,04	6,06	57,18	1,43	69,61	5,80
682		»	45—48	16,16	8,08	54,90	1,49	80,63	2,33
684		3ф	10—13	10,0	6,0	100,03	3,53	119,50	6,47
688		»	22—25	10,0	4,0	33,50	1,94	49,44	2,53
692		3ф	53—56	2,0	2,0	62,64	1,43	68,07	16,01
696		»	65—68	12,0	8,0	79,80	1,66	101,46	4,07
700		»	77—80	10,0	2,0	49,59	1,41	63,00	4,25
704		»	89—92	4,0	4,0	76,13	1,66	85,79	9,72
Среднее по Северному участку				10,07	5,50	63,44	1,77	80,78	4,18
196	Южный	294	9—12	16,0	2,0	59,60	1,40	79,00	3,39
204		298	15—18	34,0	12,0	45,60	0,84	92,44	1,01
217		300	13—16	18,0	6,0	57,42	1,10	82,52	2,44
239		326	8—11	36,0	16,0	38,72	0,71	91,43	0,76
209		298	55—58	6,0	8,0	40,91	1,48	56,39	3,03
214		300	3—6	16,0	2,0	44,37	1,41	63,78	2,54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее по Южному участку				21,0	7,67	47,70	1,16	77,53	1,70
473	Котрац-Нов	228	35—38	12,0	14,0	25,60	1,52	53,61	1,06
487		232	45—48	8,0	18,0	сл	0,63	26,64	0,02
490		235	18—21	4,0	14,0	сл	0,64	18,64	0,03
494		»	31—34	22,0	8,0	33,93	1,08	65,01	1,17
563		259	37—40	6,0	4,0	35,67	1,46	47,13	3,71
501		236	45,5—48,5	8,0	6,0	43,50	2,48	59,98	3,28
516		238	16—20	8,0	10,0	42,67	2,56	63,23	2,51
521		244	28—31	2,0	4,0	36,80	2,81	45,61	6,27
497		236	33—36	2,08	4,16	36,98	2,61	45,81	6,34
505		237	12—15	2,08	14,56	29,58	1,97	48,19	1,90
512		238	4—7	18,72	16,64	49,59	1,64	86,56	1,45
633		285	21—24	4,16	8,32	48,72	1,79	62,99	4,05
637	»	33—36	14,56	24,96	41,33	2,53	83,38	1,11	
Среднее по участку Котрац-Нов				8,58	11,28	32,64	1,82	54,32	1,73
249	Виноградный	135	10,8—13,8	12,0	2,0	90,0	2,20	106,2	6,44
253		139	10—13	2,0	14,0	44,81	2,66	64,47	2,98
258		»	25—28	16,0	4,0	68,86	1,89	88,86	3,44
268		145	17—20	10,0	6,0	86,57	2,87	105,23	5,59
272		»	29—32	2,0	4,0	45,24	2,56	54,80	7,97
274		146	21—24	2,0	4,0	39,15	1,56	46,71	6,79
277		»	30—33	8,0	4,0	60,47	1,82	74,29	5,19
281		»	42—45	6,0	2,0	79,61	1,87	89,48	10,19
285		»	54—57	28,2	20,0	33,73	1,34	83,27	0,73
289		»	66—69	34,0	6,0	78,74	2,36	121,10	2,00
293		»	78—79	18,0	6,0	64,38	1,48	89,86	2,74
297		»	91—92	6,0	4,0	47,85	1,20	59,05	4,91
344		157	25—28	20,0	10,0	102,2	3,64	135,84	3,53
346		»	31—34	24,0	2,0	77,87	2,99	106,86	3,11
348		»	49—52	18,0	4,0	79,17	2,74	81,91	3,72
352	»	61—64	12,0	8,0	67,86	3,35	91,21	3,56	
356	»	73—76	34,0	12,0	63,13	1,87	111,38	1,42	
360	Виноградный	157	85—88	24,0	8,0	66,56	1,88	100,24	2,13
368		158	58—61	22,0	8,0	68,30	1,76	100,06	2,34
372		»	70—73	28,0	8,0	100,0	2,26	138,26	2,84
376		»	82—85	24,0	4,0	109,60	2,35	139,55	3,98
380	»	94—97	26,0	8,0	115,70	2,17	151,17	3,47	
Среднее по участку Виноградный				17,10	6,73	72,26	2,22	98,31	3,13

элементов ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) колеблется от 44,4 до 59,88 мг.экв на 100 г глины (табл. 3).

Состав обменных катионов саригюхских бентонитов и их фракций

Таблица 5.

Образцы	Состав обменных катионов в мг. экв на 100 г сухой глины				Сумма	Коэф. щелочности $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}		
Верхнего горизонта	50,3	2,2	33,4	5,5	91,4	1,35
Среднего горизонта	48,6	2,3	28,7	5,1	84,7	1,50
Нижнего горизонта	49,9	2,5	28,2	4,8	85,4	1,59
Фракция $< 0,001$ мм (верхний гориз.)	70,0	2,8	40,0	7,6	120,4	1,53
» (сред. гориз.)	70,0	4,0	22,2	9,4	105,6	2,34
—»— (нижн. гориз.)	78,6	4,1	17,4	2,8	102,9	4,09
Фракция 0,01—0,001 мм (верхн. горизонта)	4,2	2,0	46,7	15,7	68,6	0,10
То же (средн. гориз.)	5,3	2,4	46,3	12,8	66,8	0,11
То же (нижн. гориз.)	9,8	2,6	48,3	5,8	66,5	0,23

Как видно из приведенных таблиц, обменная емкость щелочных катионов почти в 2,5 раза преобладает над обменной емкостью катионов щелочноземельных металлов, что позволяет отнести бентониты Саригюхского месторождения к истинным щелочным бентонитам.

pH суспензии бентонитов Саригюхского месторождения, по определению А. Я. Калашниковой, составляет 9,1.

Кроме бентонитов Центрального участка, за последние годы в Центральной лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР (химики-аналитики: Атонян Н. П., Хачатрян К. К., Арутюнян Р. Г., Казарян Д. А.) достаточно детально изучались и глины других участков Саригюхского месторождения, состав и емкость обменных катионов которых приводится в таблице 4.

Из приведенных таблиц очевидно, что в поглощенном комплексе преобладающими являются катионы щелочных ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) металлов, содержание их в 2,5 раза больше, чем щелочноземельных. Этот фактор может указывать на то, что среда, где проходила бентонитизация (монтмориллонитизация) материнских пород, была именно щелочной, а не слабокислой до нейтральной, как об этом указывают И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971).

Очень интересные данные получены Г. С. Асратяном (1970 фондовый), который изучил состав обменных катионов саригюхских бентонитов и их фракций. При этом Г. С. Асратян бентониты Центрального участка Саригюхского месторождения условно разделил на три горизонта: I — верхний горизонт — желто-зеленые глины; II — средний горизонт — верхний слой бутылочно-зеленых глин мощностью примерно 25 м; III — нижний горизонт — нижний слой бутылочно-зеленых глин. Испытуемые образцы были составлены путем объединения рядовых — пометровых проб, отобранных из буровых скважин Центрального участка. Результаты этих исследований приведены в таблице 5.

Как видно из приведенной таблицы, коэффициент щелочности глин Саригюхского месторождения сверху вниз увеличивается. Этот факт особо четко выражается в глинистой ($<0,001$ мм) фракции.

Увеличение щелочности сверху вниз в валовых образцах (и в глинистой фракции) объясняется природными обменными реакциями под воздействием поверхностных вод, обогащенных катионами кальция, заимствованных из вышележащих известняков. Интенсивное же увеличение коэффициента щелочности сверху вниз в глинистой фракции объясняется тем, что при разделении фракции $<0,001$ мм, в глинистую фракцию попадают, в первую очередь, частицы щелочных (натриевых) бентонитов, а частицы щелочноземельных бентонитов, как наиболее сильно агрегированные, не поддающиеся быстрой дезагрегации без воздействия химреагентов, остаются в грубой фракции (от 0,01 до 0,001 мм). Поэтому из наиболее сильно агрегированных глин нижнего горизонта в глинистую фракцию попадают частицы исключительно щелочных бентонитов; одновременно некоторая часть щелочных бентонитов с частичками сильно агрегированных щелочноземельных бентонитов переходит во фракцию от 0,01 до 0,001 мм, что обуславливает некоторое увеличение коэффициента щелочности сверху вниз и в этой фракции.

д) Дисперсность

Высокое содержание щелочных катионов (в основном натрия) в обменном комплексе обуславливает высокую дисперсность саригюхских глин в естественном виде. Содержание тонкодисперсной фракции ($<1,5\mu$), по данным М. С. Мерабишвили и др. (1961), в природных образцах Саригюхского месторождения достигает 85—88%, поэтому при добавлении пептизатора количество тонкодисперсной фракции увеличивается незначительно.

Дисперсность глин Саригюхского месторождения определена как в КИМС, так и в Центральной лаборатории Управления геологии Совета Министров Арм. ССР, в НИИЛитмаш и в ИГН Арм. ССР. Расхождение между данными этих лабораторий невелико. Все они подтверждают высокую дисперсность глин Саригюхского месторождения.

Дисперсность бентонитов Саригюхского месторождения, по данным лаборатории физико-механических испытаний НИИЛитмаш, составляет: первая фракция с размерами частиц диаметром более 0,053 мм—6,23%; вторая фракция с размерами частиц от 0,053 до 0,001 мм—24,84%; третья фракция с размерами частиц меньше 0,001 мм—68,93%.

Дисперсность бентонитов Саригюхского месторождения, по данным М. С. Мерабишвили и др. (1961), приводится в табл. 6.

Дисперсность бентонитов Саригюхского месторождения по данным
М. С. Мерабишвили

Таблица 6

В естественном виде в %			После обработки пептизатором в %		
I фр. $>60\mu$	II фр. 60—1,5 μ	III фр. $<1,5\mu$	I фр. $>60\mu$	II фр. 60—1,5 μ	III фр. $<1,5\mu$
6,6—15,3	19,1—37,1	52—88	1,5—13,1	0,9—19,8	66,2—94,0

Ниже приводится средняя дисперсность бентонитов Саригюхского месторождения, по данным И. Х. Петросова (средняя по 33 пробам, табл. 7)

Дисперсность бентонитов Саригюхского месторождения по данным
И. Х. Петросова.

Таблица 7.

Содержание фракций в %, размер в мм.			
$>0,1$ мм	0,1—0,01мм	0,01—0,001мм	$<0,001$ мм
4,9	12,5	22,5	60,1

Средние показатели дисперсности, по пробам, изученным в Центральной лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР, приводятся в табл. 8.

Таблица 8

№№ проб	В естественном виде			После обработки $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$		
	I фр. >60μ	II фр. 60—1,5μ	III фр. <1,5 μ	I фр. >60μ	II фр. 60—1,5μ	III фр. <1,5 μ
1	9,7	31,6	58,7	9,5	6,7	83,8
2	9,5	32,3	57,7	9,4	8,5	82,1
3	10,0	29,9	60,1	9,8	8,6	81,6
4	11,7	35,6	52,7	10,0	5,1	84,9
5	7,7	19,1	73,2	6,3	5,0	88,7
7	11,7	22,2	66,1	8,9	0,9	90,2
9	8,1	25,5	66,4	7,9	11,9	80,8
10	6,6	20,5	72,9	6,1	4,9	89,0
11	7,6	19,5	72,9	7,1	4,5	88,4
12	6,5	24,7	68,8	6,0	3,7	90,3
13	7,4	31,9	60,7	7,3	12,5	80,2
14	8,4	21,6	70,0	8,2	10,7	81,1
15	15,3	28,4	56,3	15,0	19,8	65,2
17	7,4	26,0	66,6	7,2	6,9	85,9
30	11,9	16,5	71,6	11,0	6,8	82,2
31	13,8	19,3	66,9	13,1	6,6	80,3
Ср.	9,6	25,3	65,1	9,0	7,6	83,4

Обращает на себя внимание довольно значительное (2—3%) содержание в пробах труднорастворимых инертных включений, состоящих из плагиоклазов, кварца, кальцита и др. Поэтому при воздействии пирофосфорнокислого натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) грубодисперсная I фракция почти не изменяется; повышение дисперсности (III фракция) под воздействием указанного препарата происходит за счет дезинтеграции агрегированных частиц II фракции, что особенно отчетливо заметно в глинах нижнего слоя (бутылочно-зеленого цвета).

В 1974 году, по предложению Н. В. Кирсанова, с карьера разработки Центрального участка Саригюхского месторождения были отобраны три характерных образца, относящиеся к I—II-ому и переходному между ними сортам (по ВТУ — 73 на глинистое сырье для глинопорошков и буровых растворов) и переданы Всесоюзному научно-исследовательскому институту нерудных полезных ископаемых (ВНИИГеолнеруд) для дисперсного анализа с определением фракций менее 0,1 микрона ($<0,0001\text{мм}$). В результате этих исследований (аналитик Ефимова А. И.) оказалось, что: в бентонитах I сорта (дающих выход раствора более $10\text{ м}^3/\text{т}$) содержание глинистой фракции (менее $0,001\text{ мм}$) составляет 71,53%, в которой фракция менее $0,0001\text{ мм}$ составляет 16,53%; в бентонитах II сорта (дающих выход раствора $8\text{—}10\text{ м}^3/\text{т}$) содержание глинистой фракции составляет 58,07%, в которой фракция менее $0,0001\text{ мм}$ составляет 0,79%; в бентонитах же переходного сорта (дающих выход раствора $\sim 10\text{ м}^3/\text{т}$, т. е. раствора с удельным весом $1,06\text{ г}/\text{см}^3$ при вязкости в 25 сек по СПВ-5) содержание глинистой фракции ($<0,001\text{ м}$) составляет 61,21%, в которой содержание фракции $<0,0001\text{ мм}$ составляет 14,53%. Отсюда вытекает, что выход раствора прямо пропорционален количеству глинистой составляющей.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ИХ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД

Материнскими породами бентонитовых глин Саригюхского месторождения являются вулканогенные (субинтрузивные) породы со стекловатой основной массой. Основными материнскими породами, дающими бентониты высокого качества, являются смоляно-черные андезитово-базальтовые порфириды. Подчиненное место занимают бентониты, образованные за счет серых порфиритов.

В природных (влажных) свежих смоляно-черных порфиритах среднее содержание кремнезема (SiO_2) составляет 57,88%, в слабо измененных — 55,94%, а в сильно измененных — 56,08%. В природных (влажных) бентонитовых глинах, образованных за счет смоляно-черных порфиритов, содержание кремнезема составляет 56,78%, а в глинистой фракции — 54,35% (табл. 10). Прямые сравнения, как это делают И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971), можно установить, что в начальном этапе гидротермального изменения первичной породы из нее в раствор переходит некоторое количество кремнезема. В дальнейшем, при углублении процесса гидротермального изменения вынос SiO_2 затухает и в конце наблюдается на оборот — небольшой привнос его. Однако, прямые сопоставления процентных содержаний кремнезема не дают истинного представления о процессе, так как не учитывается пористость пород — их объемный вес. Более того, прямыми сопоставлениями содержаний кремнезема в абсолютно сухих породах (табл. 13) можно будет наблюдать обратную истинной картину, т. е. привнос кремнезема в породу по мере ее изменения. Однако, при пересчете процентных содержаний в природных (влажных) породах в абсолютные количества по окисно-объемному методу легко можно убедиться, что по мере изменения материнских пород имеет место постоянный вынос кремнезема. Так, например, при слабом гидротермальном изменении из свежих смоляно-черных порфиритов выносятся 140 кг кремнезема из одного кубометра пород. Далее, из 1 м³ слабо измененных порфиритов при преобразовании их в сильно измененные выносятся 80 кг кремнезема, а в процессе превращения последних в бентонитовую глину выносятся 100 кг кремнезема.

Вторым, по количеству, окислом является глинозем (Al_2O_3), среднее содержание которого в свежих природных (влажных) смоляно-черных порфиритах составляет 16,14%, в слабо измененных — 15,04%, в сильно измененных — 15,12%, а в бентонитовых глинах, образовавшихся за счет смоляно-черных порфиритов, — 14,32%. Делая прямые сопоставления этих содержаний, И. Х. Петросов приходит к выводу, что «содержание Al_2O_3 во всех типах пород постоянное...». Однако, нашими подсчетами (еще в 1968 году) доказано, что по мере гидротермального изменения смоляно-черных порфиритов из породы, наряду с другими окислами, выносятся и определенное количество глинозема. Так, например, из 1 м³ природных (влажных) смоляно-черных порфиритов, при их слабом гидротермальном

Химический состав свежих и гидротермально измененных разностей смоляно-черных и серых порфиров Центрального участка Саригюхского месторождения

Таблица 9

Название породы	Место отбора образцов		№№ проб	Содержание компонентов в весовых процентах													Гигроскоп. вода при 105°
	№№ вы- работки	Интер- вал в м		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Смоляно-черные порфиры свежие	Шт. 2 агат	48	5004	58,82	0,74	15,84	3,24	3,99	0,14	2,23	3,79	3,95	2,10	сл	3,80	1,26	
	IV уст. карьера агата		5011a	58,59	0,74	15,09	3,35	2,38	0,14	3,38	5,85	3,85	2,12	0,13	2,08	1,71	
	Скв. 6 агат	65	23с	57,60	0,75	15,42	3,94	3,02	сл	3,50	4,72	3,60	2,80	0,23	3,28	0,70	
	Поверх. Цент. уч.		2a	55,50	0,86	16,64	3,42	5,11	0,14	3,22	6,84	3,30	1,35	0,11	2,71	0,64	
	Больш. даяка		3a	53,53	0,52	16,13	5,13	4,39	сл	4,96	7,87	3,00	1,20	0,11	1,78	2,05	
	IV уст. карьера агата		11a	60,84	0,86	15,69	4,67	2,45	сл	1,14	3,18	2,80	2,80	0,11	3,83	0,83	
	Скв. 25	42,7	3с	56,82	0,62	17,17	4,90	2,45	0,14	5,27	6,67	3,55	2,05	0,18	2,55	3,28	
	Скв. 26	25,5	32с	53,70	0,91	14,93	4,84	4,46	0,21	4,63	6,81	3,45	1,80	0,15	1,67	2,55	
	Поверх. Цент. уч.		52	58,70	0,99	18,19	2,08	2,69	0,28	1,54	5,47	3,20	1,20	0,23	4,60	не опр.	
	—» —		54	57,2	1,05	17,48	3,39	2,23	0,14	2,04	5,32	3,20	2,50	0,23	6,0	—» —	
	—» —		55	57,3	0,80	18,16	2,20	0,77	сл	3,05	10,65	3,25	2,85	сл	2,26	—» —	
	—» —		56	58,85	0,55	16,26	3,40	3,85	0,14	3,94	7,52	3,00	1,25	0,23	3,11	—» —	
	—» —		10a	57,68	0,50	15,87	5,31	3,16	0,21	1,15	5,61	3,00	2,10	0,11	3,93	1,30	
	—» —		56a	60,41	0,77	16,16	2,03	3,14	0,14	1,16	4,34	2,17	2,75	0,15	6,60	не опр.	
	—» —		57a	59,98	0,69	16,04	2,11	3,20	0,13	1,09	4,78	2,30	2,67	0,12	6,51	—» —	
—» —		58a	60,56	0,80	15,99	1,77	3,00	0,10	1,06	5,94	2,14	3,02	0,11	5,28	—» —		
Среднее для свежих смоляно-чер-ных порфиритов				57,88	0,76	16,14	3,13	3,15	0,12	2,70	5,96	3,09	2,16	0,14	2,85	1,36	
Смоляно-черные порфиры слабо измененные	Шт. 2 агат	44	5003	59,59	0,65	14,48	3,69	1,26	сл	2,35	2,85	4,05	2,77	0,13	0,16	3,30	
	IV уступ карьер-а агата		50116	56,27	0,68	15,20	4,89	1,26	сл	3,41	4,23	3,38	3,19	0,13	3,82	3,03	
	Скв. 6 агат	57,5	20с	55,00	0,81	14,56	3,51	2,16	0,14	1,60	5,16	2,90	2,00	0,14	5,50	6,32	
	IV уступ карьер-а агата		116	55,20	0,82	16,03	5,60	0,64	сл	1,55	3,46	2,80	2,20	0,23	4,30	5,27	
	Скв. 18	36,4	2с	52,78	0,75	16,52	5,36	2,73	0,21	3,53	6,73	2,80	3,40	0,08	2,30	2,37	
	Скв. 26	28,0	37с	57,22	0,81	15,68	4,37	3,56	0,21	2,72	4,59	3,50	1,30	0,09	2,83	4,57	
	Скв. 35	11,0	52с	55,53	0,80	13,90	4,42	0,70	сл	1,76	3,18	2,50	1,60	0,11	7,29	не опр.	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Среднее для слабо измененных смоляно-черных порфиров					55,94	0,76	15,04	4,55	1,76	0,08	2,44	4,31	3,13	2,35	0,13	4,39	4,74
Сильно измененные смоляно-черные порфириты	Шт. 2 агат	43,8	5002	55,83	0,80	14,78	4,75	1,54	сл	1,59	3,22	3,34	2,52	0,23	7,33	4,20	
	IV уступ карьера агата		5011в	56,66	0,61	15,95	4,20	1,33	сл	1,31	3,53	3,18	2,75	0,13	5,45	4,64	
	Скв. 6 агат	54,5	22с	59,60	0,75	15,30	5,54	0,79	сл	1,00	3,50	3,45	3,40	0,23	2,65	4,00	
	IV уступ карьера агата		11в	56,70	0,65	14,03	5,77	0,86	0,14	1,40	3,67	2,80	2,05	0,30	4,90	6,55	
	Скв. 18	39,0	26с	53,81	0,91	14,43	6,75	2,88	0,14	3,62	4,62	2,35	4,20	сл	2,70	3,50	
	Скв. 26	31,5	14с	54,20	0,81	17,23	5,84	2,08	сл	2,10	6,90	3,20	3,70	0,09	3,60	не опр.	
	Скв. 35	30,5	24с	55,80	0,78	14,15	4,45	1,29	0,07	2,35	2,72	3,45	2,00	0,96	4,35	7,64	
Среднее для сильно измененных смоляно-черных порфиров.					56,08	0,77	15,12	5,28	1,54	0,05	1,91	4,02	3,11	2,94	0,28	4,42	5,09
Серые порфириты, IV уступ карьера агата				5006	60,54	0,88	14,04	2,15	2,45	сл	4,85	4,48	4,89	2,95	0,23	1,84	не опр.
свежие —» —				6а	60,63	0,47	15,30	4,14	2,37	сл	2,10	3,43	3,80	3,15	сл	1,56	1,12
К-13				3,5	58,60	0,60	15,50	3,79	3,46	0,14	4,17	4,30	3,55	2,60	0,23	1,72	1,04
К-24				8,0	59,00	0,88	15,20	4,46	4,23	сл	2,73	4,20	3,70	3,80	0,23	0,70	не опр.
—» —				10,5	61,43	0,68	16,21	4,63	3,07	0,14	2,17	3,13	3,80	3,62	сл	0,32	—» —
К-34				6,0	60,30	0,62	16,86	3,74	4,31	0,14	3,52	1,99	3,60	3,20	0,45	0,85	—» —
Среднее для свежих серых порфиров					60,08	0,69	15,52	3,82	3,39	0,07	3,25	3,59	3,89	3,22	0,19	1,00	1,08
Серые порфириты Шт. 2. агат				96	5001	60,13	0,65	15,44	3,53	1,90	сл	3,12	4,54	4,00	3,10	0,23	1,32
слабо измененные IV уступ карьера агата				12а	59,23	0,85	16,30	5,56	2,26	0,14	1,70	3,60	3,50	2,72	0,10	2,64	1,27
Среднее для слабо измененных серых порфиров					59,68	0,75	15,87	4,54	2,08	0,07	2,44	4,07	3,65	2,91	0,16	1,98	1,40
Серые порфириты Скв. 5 агат				35	7а	56,57	0,94	16,62	3,60	1,44	0,14	1,84	3,43	3,15	2,20	0,10	3,87
сильно II уступ карьера агата				66	59,74	0,76	15,61	5,20	0,72	сл	0,89	3,18	3,35	3,75	сл	2,60	3,34
измененные IV уступ карьера агата				126	58,65	0,86	15,18	4,80	0,94	сл	1,07	3,34	3,18	2,86	0,11	2,78	3,15
Среднее для сильно измененных серых порфиров					58,32	0,85	15,80	4,53	1,03	0,04	1,27	3,31	3,23	2,94	0,07	3,08	4,26
Бентонитовые глины из серых порфиров				50126	57,78	0,55	16,83	4,95	1,40	сл	1,04	2,85	3,43	3,48	0,13	2,72	6,84
Скв. 5 агат				64	76	56,23	0,75	15,88	4,26	1,22	сл	1,59	3,37	3,60	2,45	сл	4,27
Среднее для бентонитовых глин из серых порфиров					57,00	0,65	16,35	4,60	1,31	сл	1,31	3,11	3,51	2,96	0,06	3,49	6,23

Химический состав бентонитовых глин Центрального участка Саригюхского месторождения во влажном состоянии

Таблица 10

Название породы	Место отбора проб		№№ проб	Содержание компонентов в весовых процентах													
	№№ выработок	Интервал в м		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	H ₂ O	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Бентонитовые глины желто-зеленые	поверхность		2в	53,39	0,65	14,50	5,99	0,57	сл	2,93	3,28	2,65	2,60	0,11	5,85	7,22	99,74
	Скв. 3	11,2	33с	57,03	0,75	15,06	3,36	1,11	0,14	2,85	2,17	2,70	0,93	0,09	5,15	9,29	100,67
	Скв. 9	1,0	16с	55,30	0,67	12,90	5,12	1,08	0,14	2,03	5,20	2,80	2,25	1,74	4,03	6,60	99,86
	—» —	10,5	10с	56,22	0,52	16,47	3,76	0,57	0,14	3,43	2,31	2,50	0,74	0,08	5,42	9,00	100,16
	Скв. 15	9,5	35с	53,85	0,69	12,65	4,03	0,65	0,21	2,39	6,05	2,10	1,75	0,09	7,26	7,68	99,40
	—» —	19,5	34с	58,00	0,72	14,06	4,06	0,58	0,14	2,44	3,40	2,45	1,70	0,09	5,28	7,60	100,61
	Скв. 2	4,5	45с	56,95	0,81	12,84	5,66	0,58	нет	3,39	2,48	2,40	1,10	0,30	4,60	8,40	99,51
	—» —	14,5	36с	57,14	0,84	14,45	3,82	1,08	0,14	2,71	2,31	3,05	1,20	0,09	5,03	8,74	100,60
	Скв. 30	32,0	25с	52,50	0,78	14,17	5,68	0,57	сл	3,75	3,06	1,90	1,40	0,23	5,50	10,80	100,33
	—» —1	0,5—2,0	298	53,60	0,62	13,65	4,05	0,54	0,21	3,59	сл	2,20	1,30	0,23	19,86	неопр.	99,85
	—» —	4,0—6,0	300	57,90	0,62	14,06	4,51	0,31	0,14	2,13	3,33	2,40	1,23	0,23	12,39	—» —	99,25
	—» —	8,0—10,0	302	57,10	0,62	14,86	4,56	0,54	0,14	2,16	2,37	2,45	1,28	0,23	13,36	—» —	99,67
	—» —	12—14	304	56,07	0,62	13,26	4,22	0,38	0,21	2,13	4,88	2,29	1,16	0,37	14,05	—» —	99,64
	—» —	16—18	306	58,17	0,62	15,04	2,52	0,46	0,14	2,24	2,44	2,60	1,10	0,23	14,09	—» —	99,65
Среднее по желто-зеленым глинам Бентонитовые глины бу- тыльно-зеленые				55,94	0,68	14,07	4,38	0,64	0,12	2,73	3,09	2,46	1,41	0,30	5,35	8,30	99,17
	Скв. 18	45,0	12с	56,05	0,88	14,47	4,08	1,37	сл	2,56	2,24	2,80	2,30	0,09	5,90	7,50	100,23
	—» —	62,0	27с	56,41	0,69	15,21	2,95	1,51	0,14	2,01	2,11	3,60	2,10	0,09	7,70	5,64	100,16
	—» —	100,0	47с	59,56	0,70	14,15	3,21	1,29	нет	1,70	1,82	3,50	1,80	0,29	6,30	4,75	99,07
	—» —	113,0	44с	57,52	0,85	13,90	4,37	1,08	сл	2,34	2,55	2,55	1,45	0,25	5,91	7,36	100,13
	Скв. 26	97,5	39с	62,02	0,69	14,43	3,08	1,01	нет	2,12	1,56	2,80	2,00	0,20	5,30	5,25	100,46
	—» —	109,0	7с	59,95	0,62	14,50	3,44	1,22	0,14	2,03	2,04	2,50	1,10	0,10	4,86	7,15	99,65
	—» —	115,6	1с	55,10	0,90	16,90	4,26	1,29	сл	2,28	2,65	2,65	1,75	0,08	5,02	7,25	100,13
	Скв. 18	119,1	5с	53,85	0,69	17,00	3,16	1,29	0,21	2,99	3,43	2,55	1,45	0,28	5,60	7,27	100,05
	—»	128,0	13с	58,51	0,56	14,40	3,88	1,21	сл	2,53	2,66	2,75	1,00	0,09	5,60	6,97	100,16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Скв. 3	41,0	38с	57,80	0,65	12,91	4,37	1,08	сл	2,18	2,89	4,20	1,50	0,22	7,05	5,75	100,50
	—» —	66,0	54с	54,60	0,93	16,39	3,64	1,40	0,14	1,39	2,69	2,70	1,85	0,10	4,88	8,39	99,10
	—» —	104,0	49с	57,80	0,75	13,02	5,50	0,72	нет	3,78	2,10	2,55	0,62	0,30	4,63	8,20	99,97
	—» —	122,0	42с	58,22	0,64	12,49	4,38	1,01	нет	4,22	2,38	2,55	1,00	0,32	4,85	7,55	99,61
	Скв. 9	30,0	6с	52,93	0,83	16,14	3,60	1,02	0,14	3,50	4,28	2,80	0,74	0,08	6,63	7,21	99,90
	Скв. 15	29,5	28с	58,82	0,75	14,60	3,38	1,36	сл	2,26	2,04	2,70	1,70	0,09	5,03	7,54	100,27
	—» —	39,5	21с	57,90	0,78	14,06	3,61	1,15	сл	2,70	2,44	2,35	1,70	0,24	4,65	7,70	99,28
	—» —	49,5	41с	55,05	0,94	11,61	4,30	1,26	нет	3,46	5,24	2,45	1,95	0,27	7,68	6,47	100,68
	Скв. 2	24,5	50с	55,50	0,80	15,14	4,03	1,05	сл	2,35	2,94	2,75	1,15	0,11	5,68	8,55	100,05
	—» —	24,6	53с	54,40	0,81	15,31	3,96	1,12	0,14	2,20	3,81	3,00	1,20	0,11	5,90	8,00	99,96
	—» —	34,5	52с	55,53	0,81	13,90	4,42	0,70	сл	2,74	3,18	2,50	1,60	0,11	7,29	8,02	100,80
	Скв. 30	40,0	19с	58,15	0,64	12,92	3,49	1,08	0,14	2,61	3,00	1,90	1,40	0,36	5,27	8,80	99,76
	—» —	49,5	18с	58,40	0,78	14,35	1,50	1,22	сл	2,33	2,31	2,15	1,20	2,02	4,83	8,95	100,04
	—» —	60,0	48с	57,82	0,90	12,39	3,88	1,01	нет	3,46	3,19	2,55	1,25	0,31	5,50	7,30	99,56
	Скв. 1	18,8—21	308	57,00	0,62	11,38	6,42	1,15	0,14	1,55	2,96	2,70	1,18	0,23	14,00	неопр.	99,33
	—» —	23—25	310	58,00	0,76	13,37	3,86	1,15	сл	2,21	1,11	2,60	1,08	0,23	15,10	—» —	99,47
	—» —	27—29	312	58,48	0,60	15,00	3,46	0,92	сл	2,24	2,15	2,45	1,00	0,23	13,10	—» —	99,63
	—» —	31—33	314	58,40	0,75	15,00	4,03	1,00	сл	2,28	2,00	2,55	1,02	0,23	12,43	—» —	99,69
	—» —	35—37	316	58,13	1,79	15,08	3,29	1,09	сл	1,80	2,60	2,45	0,90	0,23	12,11	—» —	99,46
	—» —	39—41	318	58,43	0,76	14,80	3,68	0,92	сл	2,35	1,85	2,40	0,90	0,23	13,53	—» —	99,85
	—» —	43—45	320	58,00	0,76	15,64	4,03	1,00	сл	2,67	1,85	2,60	0,95	0,23	11,83	—» —	99,56
	—» —	47—49	334	57,07	0,76	15,36	3,68	0,92	0,21	2,61	2,74	2,45	0,87	0,23	12,72	—» —	99,62
	—» —	51—53	336	57,30	0,76	15,44	3,21	1,15	сл	2,00	2,66	2,45	0,83	0,23	12,93	—» —	99,79
	—» —	55—57	338	57,50	0,76	15,77	3,51	1,08	сл	2,64	2,66	2,45	0,90	0,23	12,00	—» —	99,50
	—» —	59—61	340	57,60	0,72	14,10	3,43	1,15	0,14	2,37	2,81	2,40	1,10	0,23	13,35	—» —	99,40
	Скв. 1	63—65	342	55,60	0,69	14,82	3,94	1,08	0,14	2,47	2,66	2,40	2,97	0,23	12,58	неопр.	99,58
	—» —	67—69	344	57,23	0,44	14,58	3,64	1,15	сл	2,38	2,89	2,50	1,15	0,23	13,37	—» —	99,56
	—» —	71—73	346	57,11	0,44	15,64	3,77	1,23	сл	2,70	2,55	2,50	1,50	0,23	12,20	—» —	99,87
	—» —	75—76,2	348	51,63	0,62	16,26	4,49	1,92	0,21	3,03	4,51	2,60	1,80	0,18	12,16	—» —	99,41
Среднее по бутылочно-зеленым глинам				57,08	0,76	14,54	3,81	1,14	0,05	2,50	2,67	2,64	1,31	0,25	5,74	8,28	99,77
Среднее для глинобоих цветов				56,78	0,73	14,32	3,97	1,01	0,07	2,55	2,78	2,57	1,34	0,26	5,55	7,57	99,50
Центр. участка																	
Глинистая фракция (<0,001 мм)	Скв. 3	23	560	54,71	0,56	16,51	5,56	0,31	сл	3,93	1,86	1,42	0,71	0,09	6,12	8,18	99,96
	—» —	35	571	53,65	0,58	15,47	6,14	0,44	сл	2,36	1,90	2,05	0,76	0,17	5,88	9,90	99,30

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	—» —	76	640	54,44	0,47	15,84	5,07	0,43	сл	0,65	2,12	2,18	0,53	0,20	6,46	10,45	98,84
	Скв. 6	23	694	54,32	0,51	16,17	5,68	0,36	сл	1,57	1,45	1,35	0,84	0,11	6,67	10,10	99,13
	—» —	33	704	53,05	0,65	14,89	4,91	0,33	сл	4,18	2,08	2,45	1,16	0,24	6,17	9,49	99,60
	—» —	45	716	55,64	0,48	14,18	5,09	0,64	сл	3,35	2,25	1,87	1,08	0,25	6,14	8,67	99,64
	Скв. 8	27,6	975	53,45	0,64	14,78	5,88	0,58	сл	3,65	2,18	0,64	0,45	0,16	6,85	9,93	99,19
	—» —	42,0	987	53,80	0,66	15,37	5,04	0,47	сл	4,81	1,85	1,08	0,67	0,09	5,49	10,08	99,41
	—» —	76,0	1050	54,78	0,57	15,66	4,91	0,51	сл	2,73	1,06	1,93	1,18	0,08	6,82	8,64	99,87
	Скв. 11	2,0	1442	55,67	0,60	15,56	4,62	0,52	сл	2,94	2,84	1,77	0,94	0,18	5,01	9,07	99,72
	—» —	8,0	1447	54,80	0,54	16,08	5,47	0,44	сл	1,07	2,61	0,79	0,55	0,14	6,32	10,60	99,41
	Скв. 9	10,5	10с	54,60	сл	15,45	5,53	0,42	сл	5,63	2,02	0,55	0,45	0,16	6,38	9,64	100,83
	Скв. 18	62,0	27с	53,68	0,15	15,40	4,64	0,28	сл	5,40	1,85	0,50	0,55	0,09	6,82	10,48	99,84
Среднее по глинистой фракции ля Центрального участка				54,35	0,49	15,50	5,29	0,44	сл	3,20	2,01	1,43	0,76	0,15	6,24	9,64	99,52

Средний химический состав материнских пород и бентонитовых глин Центрального участка во влажном состоянии

Таблица 11

Породы	Содержание компонентов в весовых процентах													Таблица 11		SiO ₂ R ₂ O ₃
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁻	ППП	Σ		
Свежий смоляно-черный порфирит	57,88	0,76	16,14	3,13	3,15	0,12	2,70	5,96	3,09	2,16	0,14	1,36	2,85	99,44	5,4	
Слабо измененный смоляно-черный порфирит	55,94	0,76	15,04	4,55	1,76	0,08	2,41	4,31	3,13	2,35	0,13	4,74	4,39	99,59	5,5	
Сильно измененный смоляно-черн. порф.	56,08	0,77	15,12	5,28	1,54	0,05	1,91	4,02	3,11	2,94	0,28	5,09	4,21	100,4	5,1	
Бент. природный (средний для уч.)	56,78	0,73	14,32	3,97	1,01	0,07	2,55	2,78	2,57	1,34	0,26	7,57	5,55	99,50	5,5	
Бент. природный желто-зел. цвета.	55,94	0,68	14,07	4,38	0,64	0,12	2,73	3,09	2,46	1,41	0,30	8,30	5,35	99,47	5,5	
Бент. природный бут.—зел. цвета	57,08	0,76	14,54	3,81	1,14	0,05	2,50	2,67	2,64	1,31	0,25	7,28	5,74	99,77	5,6	
Свежий серый порфирит	60,08	0,69	15,52	3,82	3,39	0,07	3,25	3,59	3,89	3,22	0,19	1,08	1,00	99,79	5,6	
Слабо изм. серый порфирит	59,68	0,75	15,87	4,54	2,08	0,07	2,44	4,07	3,65	2,91	0,16	1,40	1,98	99,60	5,4	
Сильно изм. серый порфирит	58,32	0,85	15,80	4,53	1,03	0,04	1,27	3,31	3,23	2,94	0,07	4,26	4,08	99,73	5,2	
Бент. из серых порфиритов	57,00	0,65	16,35	4,60	1,31	сл	1,31	3,11	3,51	2,96	0,06	6,23	3,49	100,58	5,0	
Бентонит фракционированный (глинистая фракция)	54,35	0,49	15,50	5,29	0,44	сл	3,20	2,01	1,43	0,76	0,15	9,64	6,24	99,50	4,8	

Химический состав бентонитовых глин Саригюхского месторождения в пересчете на абсолютно сухое вещество

Таблица 12

Название породы	Место отбора проб		№№ проб	H ₂ O- при 105°C	Содержание компонентов в весовых процентах													Сумма
	№№ выраб.	Интер- вал в м			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Центральный участок																		
Бентонитовые глины желто-зеленые.	Поверхность		2в	7,22	57,63	0,70	15,56	6,47	0,61	сл	3,16	3,54	2,85	2,80	0,12	6,32	99,76	
	Скв. 3	11,2	33с	9,29	62,73	0,82	16,57	3,70	1,22	0,15	3,03	2,38	2,97	1,02	0,10	5,66	100,35	
	Скв. 9	1,0	16с	6,60	59,17	0,72	13,81	5,48	1,16	0,15	2,17	5,56	3,00	2,41	1,86	4,31	99,80	
	—» —	10,5	10с	9,00	61,82	0,57	17,01	4,14	0,62	0,15	3,77	2,54	2,75	0,81	0,08	5,96	100,22	
	Скв. 15	9,5	35с	7,68	58,37	0,75	13,71	4,37	0,70	0,23	2,59	6,56	2,28	1,90	0,10	7,87	99,43	
	—» —	19,5	34с	7,60	62,65	0,78	15,18	4,39	0,63	0,15	2,64	3,67	2,65	1,84	0,10	5,70	100,38	
	Скв. 2	4,5	45с	8,40	62,19	0,88	14,02	6,18	0,63	нет	3,70	2,71	2,63	1,20	0,33	5,02	99,49	
	—» —	14,5	36с	8,74	62,57	0,93	15,82	4,18	1,18	0,15	2,97	2,53	3,34	1,30	0,10	5,51	100,48	
	Скв. 30	32,0	25с	10,80	58,80	0,87	15,87	6,36	0,64	сл	4,20	3,43	2,13	1,57	0,25	6,16	100,28	
Среднее по желто-зе- леным глинам																		
Бентонитовые глины бутыльно-зеленые	Скв. 18	45,0	12с	8,30	60,66	0,78	15,28	5,03	0,82	0,11	3,14	3,66	2,76	1,65	0,36	5,83	100,18	
	—» —	62,0	27с	7,50	60,54	0,95	15,63	4,41	1,48	сл	2,76	2,42	3,02	2,48	0,10	6,37	100,16	
	—» —	100,0	47с	5,64	59,79	0,73	16,12	3,13	1,60	0,15	2,13	2,24	3,81	2,23	0,10	8,16	100,19	
	—» —	113,0	44с	4,75	62,56	0,74	14,86	3,37	1,34	нет	1,78	1,91	3,68	1,89	0,32	6,61	99,06	
	Скв. 26	97,5	39с	7,36	62,10	0,91	15,01	4,71	1,16	сл	2,52	2,75	2,75	1,56	0,27	6,38	100,12	
	—» —	109,0	7с	5,25	65,43	0,73	15,22	3,25	1,06	нет	2,23	1,64	2,95	2,11	0,21	5,60	100,43	
	—» —	115,6	1с	7,15	64,57	0,67	15,62	3,70	1,31	0,15	2,19	2,20	2,69	1,18	0,11	5,23	99,62	
	—» —	119,1	5с	7,25	59,40	0,97	18,21	4,60	1,39	сл	2,46	2,86	2,86	1,89	0,09	5,40	100,13	
	—» —	128,0	13с	7,27	58,05	0,74	18,36	3,41	1,39	0,23	3,23	3,70	2,75	1,56	0,30	6,05	99,77	
	Скв. 3	41,0	38с	6,97	62,89	0,60	15,48	4,17	1,30	сл	2,72	2,86	2,96	1,07	0,10	6,02	100,17	
	—» —	66,0	54с	5,75	61,31	0,69	13,70	4,63	1,14	сл	2,31	3,06	4,45	1,59	0,23	7,48	100,59	
	—» —	104,0	49с	8,39	59,75	1,02	17,96	3,97	1,53	0,15	1,52	2,93	2,95	2,02	0,10	5,32	99,22	
	—» —	122,0	42с	8,20	62,96	0,82	14,18	6,00	0,78	нет	4,12	2,29	2,78	0,67	0,33	5,05	99,98	
	Скв. 9	30,0	6с	7,55	62,99	0,69	13,51	4,74	1,09	нет	4,57	2,57	2,76	1,08	0,35	5,25	99,60	
	Скв. 15	29,5	28с	7,21	57,01	0,89	17,40	3,88	1,10	0,15	3,77	4,62	3,02	0,80	0,09	7,16	99,98	
	—» —	39,5	21с	7,54	63,58	0,81	15,78	3,65	1,47	сл	2,44	2,21	2,92	1,84	0,10	5,44	100,24	
	—» —	49,5	41с	7,70	62,76	0,85	15,24	3,91	1,25	сл	2,93	2,65	2,55	1,84	0,26	5,04	99,28	
	Скв. 2	24,5	50с	6,47	58,60	1,00	12,30	4,60	1,34	нет	3,70	5,60	2,62	2,08	0,29	8,20	100,33	
				8,55	60,66	0,88	16,55	4,40	1,15	сл	2,57	3,21	3,01	1,26	0,12	6,21	100,02	

Продолжение таблицы 12

Продолжение таблицы 12																				
1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
	Скв. 2	24.6	53с	8.00	59.13	0.88	16.64	4.30	1.22	0.15	2.39	4.14	3.26	1.30	0.12	6.41	99.94			
	—» —	34.5	52с	8.02	60.31	0.88	15.10	4.80	0.76	сл	2.98	3.45	2.72	1.74	0.12	7.92	100.78			
	Скв.30	40.0	19с	8.80	63.75	0.70	14.17	3.82	1.18	0.15	2.86	3.29	2.08	1.53	0.39	5.78	99.70			
	—» —	49.5	18с	8.95	64.13	0.86	15.76	1.65	1.34	сл	2.56	2.54	2.37	1.32	2.22	5.30	100.05			
	—» —	60.0	48с	7.30	62.44	0.97	13.40	4.19	1.09	нет	3.74	3.44	2.75	1.35	0.33	5.94	99.64			
Среднее по бутыльно-зеленым глинам				7.28	61.51	0.82	15.50	4.06	1.24	0.05	2.80	2.98	2.94	1.58	0.28	6.18	99.94			
Среднее для глин обоих цветов Центрального участка				7.57	61.27	0.81	15.43	4.33	1.12	0.07	2.90	3.17	2.89	1.60	0.30	6.09	99.98			
Глинистая фракция (<0.001 мм)				Скв. 3	23.0	560	8.18	59.68	0.60	17.98	6.06	0.33	сл	4.31	2.03	1.55	0.77	0.10	6.71	100.12
	—» —	35.0	571	9.90	59.58	0.64	17.18	6.86	0.49	сл	2.62	2.11	2.27	0.84	0.19	6.53	99.31			
	—» —	76.0	640	10.45	60.97	0.53	17.74	5.68	0.48	сл	0.73	2.37	2.42	0.60	0.22	7.23	98.97			
	Скв. 6	23.0	694	10.10	60.42	0.57	17.98	6.32	0.40	сл	1.75	1.61	1.49	0.93	0.12	7.42	99.04			
	—» —	33.0	704	9.49	58.66	0.71	16.47	5.42	0.36	сл	4.62	2.30	2.71	1.28	0.26	6.81	99.60			
	—» —	45.0	716	8.67	60.95	0.53	15.56	5.58	0.70	сл	3.63	2.46	2.05	1.18	0.27	6.74	99.65			
	Скв. 8	27.6	975	9.93	59.45	0.71	16.44	6.53	0.64	сл	4.05	2.42	0.71	0.50	0.18	7.60	99.23			
	—» —	42.0	987	10.08	59.88	0.73	17.08	5.61	0.54	сл	5.35	2.06	1.21	0.75	0.10	6.11	99.42			
	—» —	76.0	1050	8.64	60.14	0.63	17.17	5.39	0.56	сл	2.99	1.16	2.11	1.29	0.09	7.48	99.01			
	Скв. 11	2.0	1442	9.07	61.24	0.66	17.12	5.08	0.57	сл	3.23	3.12	1.95	1.03	0.20	5.51	99.71			
	—» —	8.0	1447	10.60	61.37	0.60	18.00	6.12	0.49	сл	1.20	2.93	0.89	0.62	0.15	7.07	99.44			
	Скв. 9	10.5	10с	9.64	60.34	сл	17.07	6.10	0.47	сл	6.19	2.23	0.61	0.50	0.17	7.05	100.73			
	Скв. 18	62.0	27с	10.48	60.02	0.16	17.25	5.19	0.31	сл	6.05	2.07	0.56	0.62	0.10	7.64	99.97			
Среднее по глинистым фракциям				9.64	60.22	0.54	17.17	5.86	0.48	сл	3.55	2.23	1.58	0.83	0.17	6.91	99.54			
Северный участок																				
Бентонитовые глины желто-зеленые				Скв. 1ф	7—10	653	6.09	52.67	0.95	13.75	7.64	не опр	не опр	5.51	8.31	2.87	1.71	0.23	6.25	99.90
	Скв. 2ф	12.5-14.2	664	7.39	53.29	0.88	15.09	7.64	—» —	—» —	4.74	7.49	2.56	1.33	0.28	6.46	99.76			
	Скв. 5ф	9—12	670	6.00	53.29	0.93	15.09	9.63	—» —	—» —	5.42	7.26	2.77	1.62	0.35	3.40	99.76			
	Скв. 3ф	10—13	684	3.83	56.02	0.94	15.76	8.13	—» —	—» —	4.57	5.96	2.75	2.28	нет	3.59	100.0			
Среднее по желто-зеленым глинам					5.83	53.82	0.92	14.92	8.26	—	—	5.06	7.25	2.74	1.73	0.21	4.92	99.83		
Бентонитовые глины бутыльно-зеленые				Скв. 1ф	19—22	657	5.59	54.86	0.96	15.99	10.79	не опр	не опр	4.23	5.62	2.72	2.56	0.17	3.16	100.6
	—» —	31—34	661	5.39	53.15	0.88	14.87	6.97	—» —	—» —	5.59	7.96	2.70	1.77	0.23	5.66	99.78			
	Скв. 2ф	20—23	667	5.89	48.67	0.82	13.75	7.30	—» —	—» —	3.73	8.54	1.59	5.71	0.22	9.55	99.88			
	Скв. 5ф	21—24	674	5.81	50.78	0.71	14.65	7.30	—» —	—» —	5.00	9.48	2.48	2.05	0.20	7.15	99.80			
	—» —	33—36	678	6.05	54.80	0.95	16.21	8.30	—» —	—» —	4.99	6.91	2.70	сл	0.21	4.70	99.77			
	—» —	45—48	682	6.60	55.80	1.13	15.98	8.63	—» —	—» —	4.40	5.97	2.70	0.98	0.24	3.96	99.79			

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Скв. 3ф	22—25	688	4,52	55,05	0,65	15,98	9,30	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,32	5,73	2,80	2,68	0,12	3,24	99,87
	—» —	53—56	692	6,27	62,69	0,83	15,98	4,81	—» —» —» —»	—» —» —» —»	2,54	2,93	4,56	1,33	нет	4,16	99,83
	—» —	65—68	696	5,14	62,67	0,83	15,54	4,48	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,05	3,16	3,87	1,47	0,22	4,64	99,93
	—» —	77—80	700	6,11	61,91	1,00	15,54	5,64	—» —» —» —»	—» —» —» —»	2,80	3,16	3,85	1,70	0,23	3,98	99,81
	—» —	89—92	704	5,86	62,60	0,83	15,98	4,81	—» —» —» —»	—» —» —» —»	2,55	2,69	4,30	1,35	0,23	4,52	99,86
	—» —	123—127,1	133	6,89	56,08	1,02	15,96	6,72	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,48	6,44	3,20	0,75	0,23	4,91	99,79
Среднее по бутыльно-зеленым глинам				5,84	56,59	0,89	15,53	7,09	—	—	3,97	5,71	3,12	1,86	0,18	4,97	99,91
Среднее для глин обоих цветов Северного участка				5,84	55,89	0,90	15,38	7,37	—	—	4,24	6,10	3,03	1,83	0,20	4,96	99,90
Южный участок																	
Бентонитовые глины жел- то-зеленые	Скв. 294	9—12	196	9,0	58,80	1,10	14,00	8,20	не опр	не опр	2,82	2,76	3,04	0,83	0,50	7,20	99,25
	Скв. 326	8—11	239	9,0	58,00	0,73	15,20	6,57	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,18	3,60	2,32	1,00	0,32	8,75	99,67
	Скв. 300	3—6	214	7,45	53,40	0,90	15,80	8,03	—» —» —» —»	—» —» —» —»	1,22	7,30	1,26	3,06	0,46	8,40	99,83
				8,48	56,73	—	15,00	7,60	—	—	2,41	4,55	2,21	1,63	0,43	8,12	99,59
Среднее по желто-зеленым глинам				8,48	56,73	—	15,00	7,60	—	—	2,41	4,55	2,21	1,63	0,43	8,12	99,59
Бентонитовые глины бутыльно-зеленые	Скв. 298	15—18	204	7,75	61,20	0,97	15,18	5,32	не опр	не опр	1,28	4,35	2,38	1,02	0,30	8,35	100,35
	—» —	55—58	209	4,00	62,70	0,82	14,60	5,34	—» —» —» —»	—» —» —» —»	1,70	3,50	3,70	2,70	0,30	3,75	99,11
	Скв. 300	13—16	217	9,00	57,70	1,10	15,80	5,61	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,90	3,70	3,10	1,10	0,85	6,99	100,85
				6,92	60,53	0,96	15,13	5,42	—	—	2,63	3,85	3,06	1,61	0,48	6,36	100,03
Среднее по бутыльно-зеленым глинам				6,92	60,53	0,96	15,13	5,42	—	—	2,63	3,85	3,06	1,61	0,48	6,36	100,03
Среднее для глин обоих цветов				7,70	58,64	0,94	15,09	6,51	—	—	2,52	4,20	2,63	1,62	0,45	7,24	99,84
Виноградный участок																	
Бентонитовые глины бутыльно-зеленые	Скв. 135	10,8-13,8	249	4,94	62,28	0,88	15,09	4,99	не опр	не опр	1,78	3,04	5,00	1,90	0,22	4,72	99,90
	Скв. 139	7—10	253	7,09	63,68	0,67	14,43	4,81	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,06	2,34	2,00	1,54	0,22	6,16	99,91
	—» —	25—28	258	8,88	61,71	0,82	15,32	5,15	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,06	2,57	2,73	1,47	0,11	5,99	99,93
	Скв. 145	17—20	268	8,00	61,74	0,88	14,43	6,81	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,90	2,57	2,30	2,32	0,23	4,73	99,91
	—» —	29—32	272	5,30	64,43	0,92	14,24	4,10	—» —» —» —»	—» —» —» —»	1,58	2,19	3,60	2,10	0,28	6,56	100,00
	Скв. 146	21—24	274	4,75	63,25	1,01	15,32	4,59	—» —» —» —»	—» —» —» —»	1,66	2,99	4,26	1,76	0,25	4,76	99,85
	—» —	30—33	277	10,25	59,37	1,38	14,92	6,07	—» —» —» —»	—» —» —» —»	6,63	3,11	1,73	0,84	0,42	5,27	99,74
	—» —	42—45	281	7,00	63,39	0,92	15,32	4,42	—» —» —» —»	—» —» —» —»	2,40	2,30	3,26	1,23	0,24	6,29	99,87
	—» —	54—57	285	5,78	55,84	1,09	14,92	7,05	—» —» —» —»	—» —» —» —»	4,06	6,67	2,73	1,80	0,28	5,40	99,84
	—» —	66—69	289	7,74	63,24	0,90	14,67	5,08	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,07	1,95	2,73	1,52	0,21	5,51	98,88
	—» —	78—79	293	8,20	63,29	1,09	15,32	4,76	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,07	3,11	2,35	1,24	0,25	5,44	99,92
	—» —	91—92	297	4,36	63,44	0,95	14,67	5,25	—» —» —» —»	—» —» —» —»	3,32	2,30	3,40	1,40	0,25	5,06	100,04

Продолжение таблицы 12

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Скв. 157	25—28	344	4,75	64,77	1,00	14,03	3,61	—» —	—» —	—» —	1,33	2,30	3,36	1,47	0,22	7,83	99,92
—» —	31—34	346	5,76	63,22	0,95	14,24	4,43	—» —	—» —	—» —	1,82	2,30	2,96	1,40	0,22	6,55	98,09
—» —	49—52	348	5,76	64,72	0,95	14,46	4,43	—» —	—» —	—» —	1,82	2,30	2,96	1,40	0,22	6,55	99,81
—» —	61—64	352	6,98	64,89	0,85	15,10	4,43	—» —	—» —	—» —	2,98	2,07	2,54	1,10	0,18	5,66	99,80
—» —	73—76	356	9,56	66,31	0,83	14,46	4,27	—» —	—» —	—» —	2,82	1,84	2,72	0,90	0,18	5,52	99,85
—» —	85—88	360	6,96	64,83	0,97	14,92	4,26	—» —	—» —	—» —	3,48	2,07	2,63	1,00	0,23	5,36	99,75
Скв. 158	58—61	368	6,01	64,15	1,07	14,72	4,26	—» —	—» —	—» —	3,15	2,30	2,75	1,33	0,25	5,80	99,78
—» —	70—73	372	4,76	64,88	1,00	13,58	4,11	—» —	—» —	—» —	1,54	2,30	3,40	1,90	0,24	7,05	100,00
—» —	82—85	376	5,22	64,00	1,03	14,02	4,43	—» —	—» —	—» —	1,66	2,30	3,90	1,60	0,25	6,65	99,84
—» —	94—97	380	5,89	64,32	1,00	14,24	3,94	—» —	—» —	—» —	1,33	2,19	4,13	2,10	0,23	6,31	99,79
Среднее для участка Виноградный				6,54	63,26	0,96	14,66	4,78	—	—	2,80	2,60	3,06	1,51	0,23	5,87	99,73
Участок Котрац-Нов																	
Бентонитовые глины бутылочно-зеленые	Скв. 214	25—28	431	3,26	63,30	0,62	14,44	6,53	не опр	не опр	3,26	0,95	2,55	3,28	0,19	4,25	99,37
	Скв. 216	48—51	434	8,40	62,65	0,62	15,17	5,04	—» —	—» —	2,92	2,86	2,08	0,80	0,16	6,16	98,46
	Скв. 227	27—30	466	6,27	60,30	0,74	15,46	6,61	—» —	—» —	1,84	4,37	1,56	1,85	0,23	6,30	99,26
	Скв. 228	47—50	477	4,01	61,83	0,68	15,64	6,53	—» —	—» —	2,58	2,98	2,50	0,90	0,22	5,91	99,77
	Скв. 247	31—34	538	2,54	60,01	0,75	14,67	7,68	—» —	—» —	2,21	3,25	3,70	3,11	0,18	3,23	98,79
	Скв. 254	42—45	547	3,52	60,04	0,80	16,35	6,43	—» —	—» —	2,10	4,88	2,76	1,70	0,28	4,28	99,62
	Скв. 267	15—19	571	3,91	63,16	0,82	16,54	4,20	—» —	—» —	0,97	3,66	2,66	2,42	0,18	4,97	99,58
	Скв. 269	25—28	578	2,85	63,01	1,64	15,57	5,91	—» —	—» —	1,49	2,92	2,92	2,90	0,24	3,22	99,82
	Скв. 270	18—21	581	5,28	62,07	0,94	15,67	5,19	—» —	—» —	1,44	3,97	2,20	1,90	0,25	6,21	99,84
	Скв. 271	25—28	589	4,65	61,45	0,70	14,67	7,65	—» —	—» —	2,28	3,17	2,98	2,72	0,20	3,91	99,73
	—» —	37—40	593	3,88	63,04	0,68	15,51	5,04	—» —	—» —	1,55	3,53	3,16	2,98	0,16	3,77	99,42
	—» —	49—52	597	3,41	61,21	0,63	15,27	4,75	—» —	—» —	1,95	4,91	2,88	2,86	0,15	4,99	99,60
	Скв. 273	53—56	603	5,56	64,72	0,62	15,27	6,11	—» —	—» —	1,85	1,68	2,40	1,04	0,15	5,39	99,23
	Скв. 274	14—17	606	5,27	62,53	0,68	15,64	5,94	—» —	—» —	1,85	2,96	2,04	1,72	0,20	6,96	100,52
	Скв. 277	30—33	613	1,35	63,78	0,63	14,91	5,04	—» —	—» —	0,80	2,92	2,44	5,94	0,27	2,97	99,70
	Скв. 281	17—20	621	6,18	63,46	0,70	14,59	5,56	—» —	—» —	2,41	3,93	1,18	1,12	0,30	6,28	99,53
	Скв. 284	10—14	631	5,90	62,62	0,60	14,21	6,61	—» —	—» —	2,45	2,68	2,50	1,26	1,17	5,58	99,88
	Скв. 228	35—38	473	5,48	60,54	0,62	15,91	5,74	—» —	—» —	3,17	3,41	2,20	0,94	0,41	6,93	99,88
Среднее для участка Котрац-Нов				4,54	62,21	0,75	15,30	5,92	—	—	2,06	3,28	2,48	2,19	0,27	5,07	99,54

Средний химический состав материнских пород и бентонитовых глин Центрального участка в пересчете на абсолютно сухое вещество

Таблица 13

П о р о д ы	H ₂ O ⁻ при 105°C	Содержание компонентов в весовых процентах												
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП	Сумма
Свежий смоляно-черный порфирит	1,36	58,69	0,77	16,37	3,18	3,20	0,12	2,73	6,04	3,13	2,18	0,14	2,88	99,43
Слабо измененный смоляно-черный порфирит	4,74	58,74	0,80	15,79	4,78	1,85	0,08	2,53	4,52	3,29	2,47	0,14	4,61	99,60
Сильно измененный смоляно-черный порфирит	5,09	59,05	0,81	15,92	5,56	1,62	0,05	2,01	4,24	3,28	3,10	0,30	4,44	100,38
Бентонит природный (средний для участка)	7,57	61,27	0,81	15,43	4,33	1,12	0,07	2,90	3,17	2,89	1,60	0,30	6,09	99,98
Бентонит природный желто-зеленого цвета	8,30	60,66	0,78	15,28	5,03	0,82	0,11	3,14	3,66	2,76	1,65	0,36	5,83	100,18
Бентонит природный бутылочно-зел. цвета	7,28	61,51	0,82	15,50	4,06	1,24	0,05	2,80	2,98	2,94	1,58	0,28	6,18	99,94
Свежий серый порфирит	1,08	60,74	0,70	15,69	3,86	3,43	0,07	3,29	3,63	3,94	3,26	0,19	1,01	99,81
Слабо измененный серый порфирит	1,40	60,53	0,76	16,10	4,60	2,11	0,07	2,47	4,13	3,70	2,95	0,16	2,01	99,59
Сильно измененный серый порфирит	4,26	60,94	0,89	16,50	4,73	1,08	0,04	1,33	3,46	3,38	3,08	0,08	4,26	99,77
Бентонит из серых порфиритов	6,23	60,77	0,69	17,43	4,91	1,40	сл	1,40	3,32	3,74	3,16	0,06	3,72	100,60
Бентонит фракционированный (глинист. фракц.)	9,64	60,22	0,54	17,17	5,86	0,48	сл	3,55	2,33	1,58	0,83	0,17	6,91	99,54

изменении, выносится 60 кг глинозема. Далее, при преобразовании последних в сильно измененные породы из 1 м³ выносится еще 20 кг глинозема, а при превращении сильно измененных пород в бентониты выносится дополнительно 40 кг глинозема (см. табл. 19). Таким образом, легко убедиться, что прямое сопоставление не дает истинной картины переноса окислов и приводит к неправильному представлению о характере гидротермальной среды.

Аналогичная картина наблюдается и в серых порфиритах, где в свежих их разностях содержание кремнезема составляет 60,08%, в слабо измененных — 59,68%, в сильно измененных — 58,32%, а в бентонитовых глинах — 57,0%. Здесь, как видно, четко наблюдается уменьшение кремнезема и при прямом сопоставлении и при пересчете по окисно-объемному методу. Полученный бентонит из серых порфиритов содержит столько же кремнезема, сколько и бентониты, образовавшиеся за счет смоляно-черных порфиритов (бутыльно-зеленая разновидность). Бентониты, образовавшиеся за счет серых порфиритов, отличаются от бентонитов из смоляно-черных порфиритов тем, что в них (в первых) содержание глинозема несколько (около 2%) выше.

Как видно из данных таблицы 11, отношение SiO_2 к R_2O_3 в разных типах смоляно-черных порфиритов колеблется то в высшую, то в низшую сторону — в пределах от 5,1 до 5,6. Это обстоятельство говорит о том, что по мере гидротермальной переработки материнских пород то интенсивно выносится кремнезем, то глинозем, а количество Fe_2O_3 изменяется незначительно и в конечном итоге (в бентонитах) остается неизменным. Отношение SiO_2 к R_2O_3 в разных типах серых порфиритов проявляется иначе — по мере углубления гидротермального изменения это отношение пропорционально уменьшается (5,6; 5,4; 5,2; 5,0), что свидетельствует об интенсивном выносе кремнезема.

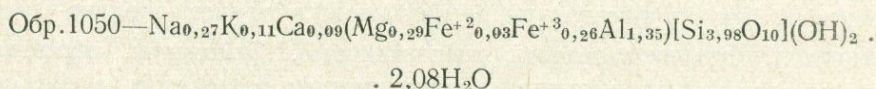
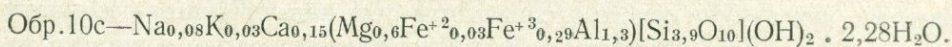
Отношение SiO_2 к R_2O_3 в глинах, образовавшихся за счет смоляно-черных порфиритов, отличается высокими значениями — 5,5 и 5,6 в природных глинах и 4,8 в глинистой фракции. Это лишний раз подтверждает принадлежность саригюхских глин к монтмориллонитовому типу. Однако, в теоретически чистом монтмориллоните это отношение равно 4. Очевидно, бентониты Саригюхского месторождения содержат избыток кремнезема в виде кристобалита. Последний установлен рентгеноструктурными анализами и в глинистой фракции размером $<0,001$ мм, что и обуславливает повышенное отношение в ней SiO_2 к R_2O_3 .

Для дачи сравнительной характеристики бентонитовых глин Саригюхского месторождения в табл. 14 приведены химические анализы бентонитовых глин некоторых, хорошо известных, месторождений мира и СССР. Отсюда видно, что саригюхские бентониты по своему химическому составу во многом сходны с таковыми Асканского месторождения Грузинской ССР, за исключением несколько повышенного содержания кремнезема, окиси кальция, щелочей и более низкого содержания глинозема.

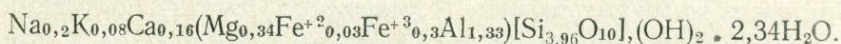
Глины Саригюхского месторождения отличаются более высоким содер-

жанием окиси железа (Fe_2O_3), и в этом отношении они близки к глинам месторождения Южной Дакоты и Фуллеровым землям Ольмстед Иллинойс. Они богаты щелочами, суммарное содержание которых колеблется от 2,19 до 3,95%. Однако, содержание щелочных земель всегда выше суммы щелочей и составляет от 5,17 до 5,82%. Следует отметить, что среди щелочных земель количество MgO почти постоянно преобладает над CaO , а среди щелочей Na_2O — над K_2O .

Структурные химические формулы бентонитовых глин Саригюхского месторождения, рассчитанные по химическим анализам рядовых проб и по средним показателям 13 образцов, приведены ниже:



Среднее по 13 образцам



Принадлежность бентонитов Саригюхского месторождения к монтмориллонитовому типу подтверждается также высоким содержанием гигроскопической и конституционной воды, а также соотношением компонентов в структурной формуле.

Так как при анализах образцов глин Саригюхского месторождения содержание конституционной воды (H_2O^+) не было определено, то ППП условно принята за конституционную воду, исходя из следующих соображений:

1) бентониты Саригюхского месторождения являются продуктом глубокого гидротермального разложения вулканогенных пород (смоляно-черных порфиритов), а последние не могли содержать остатков органики, которые вошли бы в ППП;

2) в глинах Саригюхского месторождения, кроме глинистого минерала (монтмориллонита), содержатся незначительные примеси неглинистых минералов, в том числе и карбонат, которые полностью отсутствуют во фракции $<0,001$ мм, за исключением ничтожного количества кристобалита, что в ППП также не входит;

3) количество закисного железа (FeO) как в природных глинах, так и в глинистой фракции ничтожное (0,44% в глинистой фракции), что не может повлиять на ППП в ощутимых количествах при окислении, и им можно пренебрегать.

Химический состав бентонитовых глин Саригюхского месторождения и некоторых других месторождений мира и СССР

Таблица 14

№№ пп	Месторождения	О к и с л ы											SiO ₂ /R ₂ O ₃
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁻	
1.	Природные желто-зеленые бентониты Саригюхского месторождения	55,94	0,68	14,07	4,38	0,64	0,12	2,73	3,09	2,46	1,41	8,30	5,5
2.	Природные бутылочно-зеленые бентониты Саригюхского месторождения	57,08	0,76	14,54	3,81	1,14	0,05	2,50	2,67	2,64	1,31	7,28	5,6
3.	Глинистая фракция (<0,001мм) из Саригюхского месторождения	54,35	0,49	15,50	5,29	0,44	сл	3,20	2,01	1,43	0,76	9,64	4,8
4.*	Аскангель природный (Груз. ССР)	53,52	нет данных	20,14	3,18	—	—	2,82	1,51	1,08	0,39	10,44	4,1
5.*	Аскангель фракция <0,001 мм	52,84	нет данных	19,72	1,36	—	—	0,14	1,48	1,74	—	9,32	4,5
6.*	Гумбрин фракция <0,001 мм (Груз. ССР)	58,14	0,25	13,25	2,58	0,28	сл	2,24	2,44	1,73	0,78	14,71	6,7
7.*	Гекторит (алюминиевый монтморил.) из северной группы-Калифорния (США)	58,99	0,17	16,62	1,82	сл	0,01	4,37	0,40	5,13	0,34	4,83	5,6
8.*	Монтмориллонит из Монтмориллон(Франция)	51,14	—	19,76	0,83	—	—	3,22	1,62	0,04	0,11	14,81	4,3
9.*	Бентонит месторождения Южная Дакота(США)	51,10	—	15,40	4,50	—	—	3,80	5,20	—	1,50	17,10	4,7
10.*	Фулерова земля-Ольмстед Иллинойс (верхн. горизонт станд. тип)	60,78	—	13,83	4,36	0,14	—	1,85	1,19	0,19	1,16	13,10	6,2
11.*	То же, средний горизонт	58,06	0,35	15,03	4,26	0,16	—	2,18	0,53	0,16	0,90	13,11	5,5
12.*	То же, нижний горизонт	56,20	0,45	15,40	4,17	0,16	—	1,95	4,47	0,15	1,13	13,25	5,4
* 4,5 и 6		— по данным Мерабишвили М. С. (1958)											
7		— по данным Эймс Л. Л. и др. (1962)											
8		— по данным Грим Р. Е. (1959)											
9		— по данным Шоболова С. П. (1958)											
10,11 и 12		— по данным Грим Р. Е. (1933)											

4. ПОВЕДЕНИЕ МАЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАТЕРИНСКИХ ПОРОДАХ И ИХ ИЗМЕНЕННЫХ РАЗНОСТЯХ

С целью выявления особенностей распределения малых химических элементов в глинах, в их материнских и промежуточных между ними породах, полному спектральному анализу было подвергнуто 69 образцов пород и глин, среди них — 7 образцов из свежих смоляно-черных порфиритов, 6 — из сильно измененных смоляно-черных порфиритов, 8 — из желто-зеленых бентонитовых глин, 27 — из бутыльно-зеленых бентонитовых глин и по два-три образца из свежих, разностепенно измененных серых порфиритов и из измененных туфопесчаников. Во всех случаях анализировались породы, а не глинистая фракция. Следовательно, приводимые величины отражают среднее содержание химических элементов в отдельных типах пород.

Результаты проведенных исследований отражены в табл. 15 (стр. 92), где приводятся содержания малых элементов семейства железа (Ti, Mn, Cr, Ni, Co и V), молибдена, меди, свинца и цинка, т. е. тех элементов, привнос которых представляется наиболее вероятным в процессе гидротермального метасоматоза.

Из данных таблицы 16 видно, что содержание Ti в смоляно-черных порфиритах и их измененных разностях колеблется от 0,211 до 0,255%. Наибольшее количество Ti (0,255%) содержат слабо измененные смоляно-черные порфириты, а наименьшее (0,211%) — бентонитовые глины желто-зеленого цвета. Ti среди остальных элементов является единственным, содержание которого не проявляет тенденции к закономерному изменению при переходе от свежих пород к измененным их разностям. Так, например, в свежих смоляно-черных порфиритах его содержание равно 0,214%, в слабо измененных — 0,255%, а в сильно измененных — 0,217% и т. д. Это объясняется слабой миграционной способностью Ti. Аналогичная картина наблюдается также и в серых порфиритах, и в их измененных разностях. Однако, эти данные получены по единичным анализам, и на их основании нельзя прийти к однозначному заключению.

Содержание Mn, Cr, Co, V, Mo, Cu и Zn, как правило, при переходе от свежих пород к их измененным разностям закономерно уменьшается. Так, например, наибольшее содержание Mn наблюдается в свежих смоляно-черных порфиритах (0,066%), что намного ниже кларка для аналогичных андезито-базальтовых пород (Виноградов, 1956, 1962). В слабо измененных породах это количество снижается до 0,048%, в сильно измененных — 0,032%, а в бентонитовых глинах составляет 0,036 и 0,038%. Аналогичным образом среднее содержание Mn снижается от свежих серых порфиритов (0,065%) до бентонитовых глин, образовавшихся за их счет (0,020%).

Среднее содержание Cr в свежих смоляно-черных порфиритах составляет 0,018% (намного выше кларкового содержания для аналогичных изверженных пород), при переходе к сильно измененным породам и бентонитовым глинам оно снижается соответственно до 0,004 и 0,0001%.

Среднее содержание Ni, равное 0,002% для свежих смоляно-черных порфиритов (ниже кларка), при переходе к сильно измененным разностям

снижается до 0,0011%, а в бентонитовых глинах резко падает, еще ниже — до 0,0009%—0,0005%.

Содержание кобальта в свежих смоляно-черных порфиритах в среднем составляет 0,0021%. С повышением интенсивности изменения пород отмечается закономерное уменьшение в них содержания кобальта. В слабо измененных оно составляет 0,002%, в сильно измененных падает до 0,001%, в бентонитовых глинах составляет совсем ничтожную величину 0,0006% и 0,0001%.

Аналогичная картина, т. е. закономерное уменьшение содержания в сторону интенсивно измененных смоляно-черных порфиритов наблюдается и для ванадия. Так, если содержание ванадия в свежих смоляно-черных порфиритах составляет 0,019%, то в слабо измененных снижается до 0,016%, в сильно измененных падает до 0,012%, а в бентонитовых глинах — 0,005% и 0,007%.

Наибольшее содержание молибдена, меди и цинка опять-таки отмечается в свежих породах, а наименьшее — в сильно измененных и глинах, образованных из них.

Исключением среди всех исследованных элементов является свинец, который при прямом сопоставлении весовых процентов как будто проявляет тенденцию возрастания в сторону глин и достигает максимума в бутылочно-зеленых их разностях. Однако, при пересчете по компонентно-объемному методу (с учетом пористости пород) оказывается, что он тоже вынесен из первичных материнских пород в процессе их бентонитизации.

Изложенные факты позволяют сделать вывод о том, что воздействие циркулирующих гидротермальных растворов на материнские вулканогенные и вмещающие их породы было весьма сложным. Эти растворы в процессе метасоматоза вносили одни компоненты (трехвалентное железо, вода, иногда магний) и выносили другие, в том числе и породообразующие (SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaO , MnO и др.) и малые элементы (хром, никель, кобальт, ванадий, молибден, медь, цинк и свинец).

Наибольшую интенсивность миграции проявляет хром, наименьшую — титан. Очередность малых химических элементов по проявленной ими интенсивности к выносу (миграции), установленная в породах Саригюхского месторождения, следующая: хром, никель, медь, кобальт, ванадий, молибден, марганец, цинк, свинец и титан.

Аналогичная картина выноса — привноса вышеотмеченных малых элементов наблюдается также и в серых порфиритах.

II. О ГЕНЕЗИСЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

Известные в настоящее время месторождения бентонитовых глин СССР и мира со стороны ряда исследователей подразделяются на четыре генетических типа:

1. **Элювиальные** остаточные месторождения, образованные: а) путем наземного выветривания вулканогенных, вулканогенно-осадочных, метаморфических и др. пород; б) путем выщелачивания мергелей и известковистых глин.

колебания в содержании некоторых малых элементов в материнских
в связи со степенью

Название пород	Место отбора проб		№№ проб		
	Название и № выработки	Интервал в м		Ti	Mn
1	2	3	4	5	6
Смоляно-черные порфириты, свежие	Поверхн. Центральн. уч.		2а	0,1—0,3	0,1
	Большая дайка		3а	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 25 42,7		3с	0,1—0,3	0,05—0,1
	Поверхн. Центральн. уч.		10а	0,3	0,03—0,1
	IV уступ карьера агата		11а	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 6 агат 65,0		23с	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 26 25,5		32с	0,1—0,3	0,03
Среднее по свежим смоляно-черным порфиритам:				0,214	0,066
Смоляно-черные порфириты слабо измененные	Поверхн. Центральн. уч.		2б	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 18 36,4		2с	0,3	0,03
	Большая дайка		3б	0,3	0,03—0,1
	Поверхн. Центральн. уч.		4с	0,3	0,03—0,1
	—»— Скв. 9		10б	0,3	0,03—0,1
	IV уступ карьера агата		11б	0,1—0,3	0,01—0,03
	—»— —»— —»—		11с	0,19—0,3	0,03—0,1
	Скв. 6 агат 57,5		20с	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 17 8,0		29с	0,3	0,03
	Скв. 26 28,0		37с	0,1—0,3	0,03
	Скв. 35 11,0		52с	0,3	0,03
Среднее по слабо измененным смоляно-черным порфиритам:				0,255	0,048
Смоляно-черные порфириты сильно измененные	IV уступ карьера агата		11в	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 26 31,5		14с	0,3	0,003
	Скв. 6 агат 54,5		22с	0,1—0,3	0,01—0,03
	Скв. 35 30,5		24с	0,1—0,3	0,03
	Скв. 18 39,0		26с	0,1—0,3	0,01—0,03
	Скв. 26 44,0		31с	0,1—0,3	0,03
Среднее по сильно измененным смоляно-черным порфиритам:				0,217	0,032
Бентонитовые глины желто-зеленые	Поверхн. Центральн. уч.		2в	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 1 1,5		10в	0,1—0,3	0,03
	Скв. 9 10,5		10с	0,3	0,01—0,03
	—»— 1,0		16с	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 15 19,5		34с	0,1—0,3	0,03
	—»— 9,5		35с	0,003—0,01	0,01—0,03
	Скв. 2 14,5		36с	0,1—0,3	0,03
	—»— 4,5		45с	0,1—0,3	0,03
Среднее по бентонитовым глинам желто-зеленого цвета				0,211 (0,188)	0,036
Бентонитовые глины бутылочно-зеленые	Скв. 26 115,6		1с	0,3	0,03—0,1
	—»— 119,1		5с	0,1—0,3	0,03—0,1
	Скв. 9 30,0		6с	0,3	0,03—0,1
	Скв. 26 109,0		7с	0,1—0,3	0,03—0,1
	—»— 64,0		8с	0,1—0,3	0,01—0,03
	Скв. 18 45,0		12с	0,1—0,3	0,03
	Скв. 26 128,0		13с	0,3	0,01—0,03
	Скв. 6 42,0		17с	0,1—0,3	0,03—0,1
—»—	52,0		18с	0,1—0,3	0,03

Л И Ц А

породах бентонитовых глин Саригюхского месторождения
их изменения

Таблица 15

Содержание элементов в %

Cr	Ni	Co	V	Mo	Cu	Pb	Zn
7	8	9	10	11	12	13	14
0,03 — 0,1	0,001—0,003	0,003	0,01 — 0,03	0,001	0,1	0,003	0,01
0,03	0,001—0,003	0,003	0,03	н	0,01 — 0,03	0,001	н
0,003—0,01	0,001—0,003	0,003	0,01 — 0,03	н	0,03	0,001	0,01
0,003—0,01	0,001—0,003	0,001—0,003	0,01 — 0,03	0,001	0,01 — 0,03	н	н
0,001—0,003	0,001—0,003	0,001	0,01	0,001	0,1 — 0,3	0,003	н
н	0,001	0,001	0,01	0,001	0,01 — 0,03	0,001	н
0,01—0,03	0,001—0,003	0,003	0,01 — 0,03	н	0,01 — 0,03	0,001	н
0,018	0,002	0,0023	0,019	0,0006	0,059	0,0014	0,003
0,03	0,001—0,003	0,003	0,03	н	0,01 — 0,03	0,001	н
0,03 — 0,1	0,001—0,003	0,003	0,03	н	0,03	0,001	0,01
0,03 — 0,1	0,001—0,003	0,003	0,01 — 0,03	н	0,03 — 0,1	0,001—0,003	н
0,1 — 0,3	0,01	0,003—0,01	0,03	0,001	0,01 — 0,03	н	0,01
0,001—0,003	0,001	н	0,01	н	0,03	0,001	н
н	0,001—0,003	н	0,003—0,1	н	0,1 — 0,3	0,001—0,003	н
н	н	н	0,003	н	0,001	н	н
н	0,001	0,001	0,003	0,001	0,01 — 0,03	0,001—0,003	н
0,003	0,001—0,003	0,001	0,01 — 0,03	н	0,03	0,001	н
0,01 — 0,03	0,001—0,003	0,001	0,01—0,03	0,001	0,1	0,001	н
н	н	0,001	0,003—0,1	н	0,01	0,003	н
0,018(0,035)	0,002	0,002	0,016	0,0003	0,048	0,0013	0,0018
н	н	0,001	0,003	н	0,003—0,01	0,001	н
0,01 — 0,03	0,001—0,003	0,001	0,01 — 0,03	н	0,03 — 0,1	0,001—0,003	0,01
н	0,001—0,003	н	0,01	н	0,03	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,001—0,003	н	0,003—0,01	0,001—0,003	н
0,03 — 0,01	0,001—0,003	0,001	0,01 — 0,03	н	0,03 — 0,1	0,001	н
н	0,001	0,001	0,01 — 0,03	н	0,03 — 0,1	0,001	н
0,004	0,001	0,001	0,012	н	0,04	0,0015	0,0017
н	0,001	0,003	0,003	н	0,01 — 0,03	0,001	0,01
н	0,001	н	0,001	н	0,03 — 0,1	0,003	н
н	0,001	н	0,001	н	0,001	0,001	н
н	0,001	н	0,01	0,001	0,003—0,01	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,003—0,01	н	0,03	0,001—0,003	н
н	н	н	н	0,001	0,001	н	н
0,001	0,001	0,001	0,01	н	0,1	0,001—0,003	0,001
н	0,001	0,001	0,01	н	0,001	0,001	н
0,0001	0,0009	0,0006	0,005	0,0002	0,028	0,0015	0,0014
н	н	н	0,003	н	0,003—0,01	0,001	0,01
н	0,001	н	0,001	н	0,001	0,001	н
0,001	0,001	н	0,003	н	0,1 — 0,3	0,003	0,01
н	н	н	0,001—0,003	н	0,001	н	н
0,001	0,001	0,001	0,01	н	0,1	0,003	н
н	н	н	0,001—0,003	н	0,001—0,003	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,003	0,001	0,001	н	0,01
н	0,001	н	0,003	н	0,003—0,01	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,003—0,01	н	0,003	0,001	0,01

1	2	3	4	5	6
Бентонитовые глины бутылочно-зеленые	Скв. 6	62,0	19с	0,1 —0,3	0,03 —0,1
	—»—	82,0	21с	0,1 —0,3	0,03 —0,1
	—»—	125,0	25с	0,1 —0,3	0,01
	Скв. 18	62,0	27с	0,1 —0,3	0,03
	Скв. 15	29,5	28с	0,1 —0,3	0,01 —0,03
	—»—	39,5	33с	0,1 —0,3	0,03
	Скв. 3	41,0	38с	0,1 —0,3	0,03
	Скв. 26	97,5	39с	0,1 —0,3	0,03
	—»—	78	40с	0,1 —0,3	0,03
	Скв. 15	49,5	41с	0,1 —0,3	0,03 —0,1
	Скв. 18	113,0	44с	0,3	0,03
	—»—	89,0	46с	0,3	0,03
	Скв. 18	100,0	47с	0,1	0,01
	Скв. 30	60,0	48с	0,3-	0,03
	Скв. 3	104,0	49с	0,1 —0,3	0,3 —0,1
	Скв. 2	24,5	50с	0,3	0,03
	—»—	16,6	51с	0,1	0,01 —0,03
	—»—	24,6	53с	0,1	0,03
Среднее по бутылочно-зеленым бентонитовым глинам				0,215	0,038(0,060)
Серые порфириты, свежие	IV уступ карьера агата		6а	0,1 —0,3	0,03 —0,1
Среднее по свежим серым порфиритам				0,2	0,065
Серые порфириты слабо измененные	IV уступ карьера агата		12а	0,3	0,03
Среднее по слабо измененным серым порфиритам				0,3	0,03
Серые порфириты сильно измененные	II уступ карьера агата		6б	0,3	0,03
	Скв. 5 агат	35,0	7а	0,1—0,3	0,01 —0,03
	IV уступ карьера агата		12б	0,1 —0,3	0,01 —0,03
Среднее по сильно измененным серым порфиритам:				0,23	0,023
Бентонитовые глины из серых порфиритов	Скв. 5 агат	64	7б	0,1	0,01 —0,03
Среднее по бентонитовым глинам из серых порфиритов:				0,1	0,02
Измененные туфопесча- ники	Скв. 26	130,2	8	0,1 —0,3	0,03 —0,01
	Скв. 6	126,0	9	0,1 —0,3	0,03
	Скв. 18	135,3	15с	0,1 —0,3	0,01 —0,03
	—»—	141,0	30с	0,1 —0,3	0,01 —0,03
Среднее по измененным туфопесчанникам:				0,2	0,034

7	8	9	10	11	12	13	14
н	н	н	0,001—0,003	н	0,003—0,01	0,001—0,003	0,001
н	0,01	н	0,001—0,003	н	0,001	0,001	н
н	н	н	0,01	н	0,001	н	н
н	н	н	0,001	н	0,01	0,003	н
н	н	н	0,001—0,003	0,001	0,03	0,001	н
н	н	н	0,003	0,001	0,03	0,001—0,003	н
0,001	н	0,001	0,01	н	0,03	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,003—0,01	0,001	0,03 — 0,1	0,003	н
н	0,001	н	0,003	н	0,01 — 0,03	0,003	н
н	0,001	0,001	0,001—0,01	0,001	0,03	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,01 — 0,03	н	0,001	н	н
0,001	н	н	0,01	н	0,01 — 0,03	0,001—0,003	н
н	н	н	0,003	н	0,001	н	н
н	0,001	н	0,01	н	0,01	0,003	н
н	0,001	н	0,003—0,01	н	0,001	н	н
н	н	н	0,01	н	0,003	0,01	н
н	н	н	0,001—0,003	н	0,01	н	0,01
н	н	н	0,003	н	н	н	н
0,0001	0,0005	0,0001	0,007	0,0002	0,003	0,0017	0,0022
0,001	0,001	0,001	0,01 — 0,03	0,001	0,1	0,001—0,003	0,01
0,001	0,001	0,001	0,02	0,001	0,1	0,002	0,01
0,001	0,001	0,001	0,01—0,03	0,001	0,01 — 0,03	0,001	н
0,001	0,001	0,001	0,2	0,001	0,02	0,001	н
н	0,001—0,003	н	0,003—0,01	н	0,003	0,001—0,003	н
н	0,01	н	0,003	н	0,001	н	н
н	н	н	0,03—0,01	н	0,03	0,001—0,003	н
н	0,001	н	0,0098	н	0,0023	0,0013	н
н	н	н	0,001—0,003	н	0,001—0,003	н	н
н	н	н	0,002	н	0,002	н	н
н	н	н	0,001—0,003	н	0,001—0,003	0,001	н
н	н	н	0,003	н	0,003—0,01	0,001	н
0,003—0,01	0,001—0,003	0,001	0,01 — 0,03	н	0,01	0,001	н
0,003—0,01	0,001—0,003	0,001	0,01 — 0,03	н	0,03 — 0,1	0,001—0,003	н
0,0065	0,001	0,0005	0,011	н	0,021	0,0012	н

Средние содержания малых элементов

Таблица 16

№№ пп	Породы	Элементы									
		Ti	Mn	Cr	Ni	Co	V	Mo	Cu	Pb	Zn
1.	Смоляно-черные порфи- риты свежие	0,214	0,066	0,018	0,002	0,002	0,019	0,0006	0,059	0,0014	0,003
2.	Смоляно-черные порфи- риты слабо измененные	0,255	0,048	0,018 (0,035)	0,002	0,002	0,016	0,0003	0,048	0,0013	0,0018
3.	Смоляно-черные порфи- риты сильно измененные	0,217	0,032	0,004	0,001	0,001	0,012	нет	0,040	0,0015	0,0017
4.	Бентонитовые глины желто-зеленые	0,211	0,0360	0,0001	0,0009	0,0006	0,005	0,0002	0,028	0,0015	0,0014
5.	Бентонитовые глины бутылочно-зеленые	(0,188) 0,215	0,038 (0,060)	0,0001	0,0005	0,0001	0,007	0,0002	0,003	0,0017	0,0022
6.	Серые порфириты свежие	0,20	0,065	0,001	0,001	0,001	0,020	0,001	0,10	0,0020	0,010
7.	Серые порфириты слабо измененные	0,30	0,030	0,001	0,001	0,001	0,020	0,001	0,02	0,0010	нет
8.	Серые порфириты сильно измененные	0,23	0,023	нет	0,001	нет	0,0098	нет	0,0023	0,0013	нет
9.	Бентонитовые глины из серых порфиритов	0,10	0,020	нет	нет	нет	0,002	нет	0,002	нет	нет
10.	Измененные туфо- песчаники	0,20	0,034	0,0065	0,001	0,0005	0,011	нет	0,021	0,0012	нет

Таким путем, как отмечает Н. В. Кирсанов (1972), могут быть образованы как щелочноземельные, так и относительно редкие щелочные бентонитовые глины. Формирование бентонитовых глин, связанных с корами выветривания, определяется, в основном, тремя факторами: составом исходных материнских пород, климатом и тектоникой.

Наиболее благоприятными для формирования монтмориллонитовых глин, по мнению Н. В. Кирсанова, являются ультраосновные, основные, иногда средние изверженные, метаморфические и пирокластические породы. Для образования и устойчивого сохранения монтмориллонита, как показали исследования Н. М. Страхова и М. А. Ратеева, благоприятен гумидный — умеренный и теплый влажный — климат.

Месторождения бентонитовых глин, принадлежащих к этому генетическому типу, крупных промышленных скоплений не дают и пока большого практического интереса не представляют.

2. Вулканогенно-осадочные месторождения, сформированные путем подводного преобразования вулканических пеплов и туфов.

Преобладающая часть месторождений этого генетического типа формировалась на дне морских водоемов за счет разложения вулканогенного материала подводного извержения или пеплового материала прибрежного и островного извержения. Морская щелочная восстановительная среда весьма благоприятна для преобразования вулканического стекла (пепла) в монтмориллонит. Такое преобразование, как показал Р. Е. Грим, происходило вскоре после накопления пепла или почти одновременно с его накоплением, т. е. главным образом в стадии седиментогенеза и частично диагенеза. Процесс перерождения вулканического стекла происходит в щелочной среде путем девитрификации с разрушением стекла пепла, путем гидратации (вхождения в его состав большого количества воды). По заключению Слоутера и Ирли (Slaughter, Early, 1965), исследовавших минералогию бентонитов Вайомингского месторождения в США, и Хейя (R. L. Hay, 1966), исследовавшего цеолиты в осадочных породах США, диагенез пепла в морской среде идет по схеме: $\text{стекло} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{монтмориллонит} + \text{цеолит} + \text{SiO}_2 + \text{металлические ионы в растворе}$. Другие исследователи монтмориллонитовых глин дают более сложную схему преобразования стекла в монтмориллонит. Однако большинство исследователей пришло к единому мнению о том, что исходный пепел должен содержать некоторое количество MgO , так как пепел, лишенный окиси магния, в монтмориллонит не преобразуется.

По заключению Г. С. Дзюценидзе (1969), процесс монтмориллонитизации нередко сопровождается образованием цеолитов. М. А. Ратеев (1968) установил, что «монтмориллонит является в основном продуктом перестройки сильно гидратированного силикатного каркаса на поверхности обломков стекла и замещает последние в их пределах, образуя агрегаты мельчайших тонкочешуйчатых частиц». Цеолитовые же минералы, по его данным, «могут и непосредственно осаждаться из растворов», о чем свидетельствуют более значительные размеры их кристаллов. Г. С. Авакян (1973), изучающий Ноемберянское месторождение цеолито-бентонитовых пород, установил, что в цеолиты (морденит+клиноптилолит), цеолито-бентониты (клино-

птилолит-мordenит-монтмориллонит) и бентониты превращены пепловые туфы в верхнемеловом морском бассейне. Им же установлена следующая последовательность преобразования вулканического стекла: $\text{стекло} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{цеолит} \rightarrow \text{монтмориллонит} + \text{SiO}_2$. Кремнезем в виде аморфного минерала (халцедон) накапливается в перекрывающих известняках и туфоизвестняках.

Вулканогенно-осадочные месторождения характеризуются относительной однородностью, выдержанностью по простиранию на значительные площади.

3. Осадочные месторождения сформировались: а) за счет коры выветривания вулканогенных пород, а также переотложения месторождений бентонитовых глин других генетических типов; б) за счет продуктов разрушения осадочных пород.

Формирование переотложенных осадочных месторождений бентонитовых глин имеет сложное происхождение, поскольку состав материнских пород, размываемых с суши, разнообразен. Щелочная среда морских водоемов, отмечает Н. В. Кирсанов, к которым приурочена преобладающая часть месторождений этого типа, благоприятствует преобразованию хлорито-гидрослюдистых продуктов выветривания и раскристаллизации гелей в монтмориллонит. В кислой гидрохимической среде, наоборот, происходит разубоживание уже принесенного монтмориллонита путем существенного превращения его в гидрослюду, а частично даже и в каолинит.

Изучив ряд месторождений СССР и ознакомившись с материалами зарубежных стран, Н. В. Кирсанов пришел к выводу, что почти все месторождения осадочного типа в минералогическом отношении принадлежат к категории щелочноземельных. В щелочноземельные превращаются даже поступающие в водоем продукты выветривания щелочных бентонитов, что имеет место вследствие постоянно высокого содержания в морской воде катионов кальция и магния, а также более высоких их энергий связи. По этой причине последние вытесняют одновалентные (с малой энергией связи) катионы H^+ и частично Na^+ , способствуя преобразованию частиц щелочного монтмориллонита в щелочноземельный.

Морская среда, справедливо замечает Н. В. Кирсанов, в течение продолжительного времени на больших площадях остается почти неизменной, а потому, при известном постоянстве сносимого в нее с суши благоприятного для образования монтмориллонитовых глин материала, создает условия для формирования мощных залежей, выдержанных по простиранию на больших площадях, измеряемых сотнями тысяч квадратных километров.

4. Гидротермальные месторождения сформированы за счет гидротермального метасоматоза вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород. К этому генетическому типу в СССР относятся: крупное и уникальное Саригюхское месторождение Армянской ССР, Даш-Салахлинское — Азербайджанской ССР и Асканское — Грузинской ССР.

Из зарубежных месторождений гидротермального генезиса на первом плане стоит крупное месторождение белых безжелезистых щелочных натриевых бентонитов на острове Понцо в Италии. Далее, к этому типу отно-

ся также месторождение Гектор в штате Калифорния в США, группа щелочных бентонитовых глин палеогенового и неогенового возраста в Японии (месторождение Бодай в префектуре Исигава, Каминоиамы в префектуре Ямагата, Хаттари на острове Хоккайдо) и ряд других. В гидротермальных и вулканогенно-осадочных бентонитах монтмориллонит весьма часто сопровождается цеолитами типа клиноптилолита. Образование гидротермальных бентонитовых глин в основном связано с вулканической деятельностью и, как правило, с ее заключительными стадиями (Дзоцендзе, 1969).

В настоящее время образование монтмориллонитовых глин и цеолитов (сопутствующих друг другу) путем воздействия горячих источников на продукты вулканической деятельности наблюдается во многих районах мира, в том числе: в Йеллоустинском парке Северной Америки, в Новой Зеландии, в Стимбоутских источниках Невады, на Камчатке и Курильских островах и др. Бейделлит в Йеллоустинском парке образуется при температуре 250°, на глубине 80 м в щелочной среде. В Стимбоутских источниках Невады монтмориллонитовые глины с цеолитами образуются под воздействием щелочных вод при температуре 95°. Как видно, щелочной характер гидротерм—обязательное условие для образования монтмориллонита.

1. ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ САРИГЮХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В ПАРАГЕНЕЗИ С АГАТОМ И МАРГАНЦЕМ

Большинство исследователей считают твердо установленным, что бентонитовые глины образовались за счет вулканических пеплов и туфов. Но не отрицается также образование монтмориллонита за счет магм и лав. Так, например, И. И. Гинзбург (1958) считает, что «гораздо чаще монтмориллониты возникают за счет разложения основных и ультраосновных пород: габбро, амфиболов, перидотитов, базальтов и др. Иногда бентониты образуются и по гранодиоритам. С другой стороны, и пепловый материал не всегда дает монтмориллониты». Такого мнения придерживался также и А. А. Твалчрелидзе (1953) при описании Асканского месторождения Грузинской ССР. Он отмечал, что «Асканское месторождение бентонитовых глин образовалось за счет гидрохимического разложения не отложенный вулканического пепла, а трахиандезитовой туфолавы и, при том, на месте ее залегания».

На примере Саригюхского месторождения еще раз подтверждается правильность взглядов И. И. Гинзбурга и А. А. Твалчрелидзе. Здесь в бентониты превращены как субинтрузивные смоляно-черные андезитобазальты со стекловатой (витрофировой) основной массой, так и серые андезитодацитовые порфириды верхнего сантона, в которых основная масса также состоит из стекла.

Иное сложилось мнение у И. Х. Петросова и П. П. Цамеряна, которые, проводя петрографо-минералогические исследования, пришли к выводу, что «бентонитовые глины Саригюхского месторождения в основной массе образовались за счет туфов, главным образом кислого и среднего

состава...» (1971, стр. 107). Подтверждением такого вывода по данным этих исследователей являются «прекрасно сохранившиеся реликтовые туфовые структуры» и тот факт, что «туфы и лавы, расположенные вблизи очага гидротермальных растворов, почти полностью переродились в бентонитовые глины».

Результаты исследований автора не позволяют согласиться с таким выводом. Во-первых, в глинах Саригюхского месторождения нигде, никогда и никем еще не обнаружен образец бентонита с типичной реликтовой туфовой структурой.

Глины ни с пемзовой, ни с флюидалной и ни с беспорядочно туфовой структурами не могут служить основой для отнесения материнских пород к туфам и пеплам. Общеизвестно, что лавы (аналогичным образом и субинтрузивные тела) имеют пузыристую текстуру. Последние являются порами, оставшимися после удаления газов. В пемзовых породах поры имеют неориентированное направление, если они являются результатом накопления пепловых частиц или обломков вспенившегося вулканического стекла (пирокластами), а в приведенной микрофотографии (рис. 6) отчетливо наблюдается строгая ориентированность газовых пузырей. Последнее обстоятельство доказывает, что газы удалялись не из отдельных мелких обломков вулканического стекла, а из всей породы в целом (после ее формирования в процессе остывания).

Неубедительно и второе утверждение И. Х. Петросова и П. П. Цамеряна о том, что «туфы и лавы, расположенные вблизи очага гидротермальных растворов, почти полностью переродились в бентонитовые глины». Возникают вопросы. А где же останцы тех туфов и лав, которые были расположены вдали от очагов гидротермальных растворов? Ведь эти туфы не могли преднамеренно накопиться только там, откуда в дальнейшем должны были подняться гидротермальные растворы. Или же, тектонические нарушения, являющиеся основными каналами для поднятия гидротерм, не могли преднамеренно образоваться только там, где были накоплены туфовые и лавовые материалы. Необосновано и предположение, что туфы и лавы имели вытянутость именно в том направлении, какую имеют тектонические нарушения.

Общеизвестно, что туфы (пепловые или пемзовые) имеют более или менее выдержанные мощности и распространяются на сравнительно большие площади. Так, например, себя ведут туфы соседних с Саригюхским месторождением Ноемберянского района Арм. ССР, Казахского и Таузского районов Азербайджанской ССР и др. Однако, бурением, квадратной (400×400) сеткой, на всей территории Саригюхского месторождения, на площади более чем 20 кв. км, до глубины 150 м (до подошвы распространения бентонитовых глин) свежие или слабо измененные туфы нигде еще не подсечены.

Работами последних лет (1967—1973 гг.) залежи высококачественных бентонитовых глин с останцами свежих и разностепенно измененных смоляно-черных порфиринов выявлены также среди пород верхнеконьяк-нижнеантонского возраста (Северо-Западный и Джогазский участки).

По данным автора, вполне убедительно можно обосновать лишь вывод

о том, что бентонитовые глины образовались именно за счет смоляно-черных субинтрузивных андезито-базальтовых порфириров.

Витрофирова — стекловатая основная масса, а также химический и минералогический состав андезито-базальтовой материнской породы во многом способствовали преобразованию ее именно в щелочные бентонитовые глины в щелочной гидротермальной среде. Установлено, что лавы одинакового химического состава обладают различной степенью сопротивляемости в зависимости от их строения. Окристаллизованные лавы, содержащие значительное количество кристаллических зерен (вкрапленников) породообразующих минералов, являются более стойкими по отношению к химическим агентам, чем вулканические стекла того же состава. Расплавленные кислотоупорные андезиты и трахиты, застывшие после плавки в вулканическое стекло, имеют значительно меньшую сопротивляемость действию кислот.

Немаловажным фактором, как уже указывалось, является химический состав пород и породообразующих минералов. Так, например, для образования монтмориллонита фемические минералы, содержащие Mg^{2+} и Fe^{2+} , менее стойки по отношению к химическим агентам, чем минералы, содержащие K^+ и Na^+ (полевые шпаты и светлые слюды); кислые полевые шпаты более устойчивы, чем основные. Породы, в которых SiO_2 по содержанию сильно преобладает над Al_2O_3 и которые почти не содержат Mg^{2+} , Fe^{2+} и Ca^{2+} , не могут считаться достаточно благоприятными для образования монтмориллонита. Однако, при гидротермальных процессах, при вносе указанных оснований могут в кислых породах возникать минералы группы монтмориллонита (Грим, 1953). В этом отношении весьма интересны опыты американских исследователей Хаузера и Рейнолдса (Hauser E. A., Reynolds H. H., 1939).

В качестве материала для опытов Хаузер и Рейнолдс взяли вулканическое стекло — обсидиан — с высоким содержанием кремнезема — 77% и подвергли его действию серной кислоты, едких щелочей и гидратов окисей кальция и магния. При температуре 300° они достигли постепенного понижения содержания кремнезема и, после того, как отношение между глиноземом (Al_2O_3) и кремнеземом (SiO_2) снизилось до 1 : 5 (в исходном обсидиане оно равнялось 1 : 9), процесс преобразования вулканического стекла в тонкодисперсную глину монтмориллонитового состава стал протекать быстро и без всяких помех.

Сплавив искусственное стекло, имеющее химический состав, близкий к монтмориллониту, и подвергнув его действию указанных выше растворов при температуре 300° , упомянутые исследователи получили искусственный монтмориллонит со всеми свойствами природного минерала.

Интересны также опыты Нолля (Грим, 1953). Он систему $(CaMg)O—(K_2Na_2)O—Al_2O_3—SiO_2—H_2O$ подвергнул нагреванию до 300° и $400^\circ C$ в течение 8—24 часов. При этом сосуд был заполнен водой на 35% и было создано давление в 87 атм. при 300° и в 300 атм. при 400° . Когда к смеси состава $Al_2O_3 : 4SiO_2$ добавляли щелочи или щелочные земли, то получался во все возрастающих количествах монтмориллонит за счет каолинита. Концентрация около 0,2 г мол $(CaMg)O$ или $(K_2Na_2)O$ на 1 г мол окиси алюминия

при отношении $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 4$, по-видимому, оптимальная для образования монтмориллонита.

Ход реакции в системе $(\text{CaMg})\text{O}-(\text{K}_2\text{Na}_2)\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ по Ноллю приводится ниже (табл. 17).

При очень высоких концентрациях MgO с отношением $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 4$, вместо монтмориллонита образуется тальк, а затем серпентин плюс каолинит или пиррофиллит. При температуре выше 400° образующейся фазой является скорее пиррофиллит, чем монтмориллонит.

С. С. Филатов (сб. ст. «Бентонитовые глины Грузии и их применение в народном хозяйстве», 1953) в своих опытах в качестве исходного материала взял туфовую лаву (трахиандезит), являющуюся материнской породой бентонитовых глин Асканского месторождения. Обработывая ее при комнатной температуре путем длительного взбалтывания (более месяца) с растворами соды, поваренной соли, хлористого кальция, сернокислого магния и децинормальной соляной кислоты, он также получил продукты, очень близкие по составу и свойствам к бентонитовым глинам.

Эти и другие экспериментальные работы проливают свет на природные процессы преобразования вулканических пород в бентониты и дают основание утверждать на примере Саригюхского месторождения, что бентонитовые глины могут образоваться за счет андезито-базальтовых порфиритов, путем воздействия на них щелочных гидротермальных растворов на глубине порядка 350—250 м и при температуре, близкой к 300°C .

Материнские породы бентонитовых глин Саригюхского месторождения — субинтрузивные андезито-базальтовые порфириты внедрились в приповерхностные слои земной коры (на глубине 350—250 м от поверхности) в виде силлообразных, пластообразных (в основном несогласных) залежей, небольших лакколитов (с мощностями более 120—150 м) и даек мощностью от 0,5 до 20 м. Остывание их происходило под воздействием вмещающих туфопесчаников, известняков и порфиритов в условиях низкого давления и низкой температуры окружающей среды. Малая мощность материнских пород, с одной стороны, и приповерхностные холодные вмещающие породы, с другой, создали условия для быстрого остывания некоторой (основной) части субинтрузивных тел с образованием залежей со сплошным стекловатым строением. Наряду с этим, незначительные внутренние слои расплава, имея уже остывшую корку сверху и снизу, местами остывали сравнительно медленнее и частично приобретали витропорфировую структуру.

Немаловажную роль, при преобразовании смоляно-черных порфиритов в бентониты, играла также проницаемость их отдельных частей. Отмечается, что в окристаллизованных более плотных частях порфиритов контракционные трещины (трещины остывания) развиты слабее, чем в порфиритах со сплошным стекловатым строением.

Следует отметить, что наилучшими качествами обладают бентониты, образовавшиеся за счет тел смоляно-черных порфиритов со сплошными стекловатыми строениями. Сравнительно худшим качеством обладают бентониты, образовавшиеся за счет тел с порфировой и микролитовой структурой, с преобладанием вкрапленников над стекловатой массой.

С х е м а
синтеза монтмориллонита из системы
(CaMg)O—(K₂Na₂)O—Al₂O₃—SiO₂—H₂O по Ноллю (Грим, 1953)
Таблица 17

Темп С° и окислы	Раствор	(CaMg)O—(K ₂ Na ₂)O—Al ₂ O ₃ —SiO ₂ (H ₂ O постоянное)			
		0,2 : 1 : 4	0,2 : 1 : 4	0,37 : 1 : 2	1 : 1 : 4
300 MgO	Щелочной	Каолинит (> Монтморил- лонит (<)	Монтморилло- нит		Монтморил- лонит
300 CaO	Щелочной	Каолинит Монтморилло- нит	Монтморилло- нит		
300 Na ₂ O	Щелочной	Каолинит (> Монтморил- лонит(<)	Монтморилло- нит (+каоли- нит)		Анальцим
300 K ₂ O	Щелочной	Каолинит (> Монтморил- лонит (<)	Монтморилло- нит (+каоли- нит)	Слюда	Калиевый полевой шпат+?
	Кислый	Каолинит	Каолинит	Каолинит	Каолинит
400 K ₂ O	Щелочной Кислый			Слюда Пирофиллит+ бемит и као- линит	

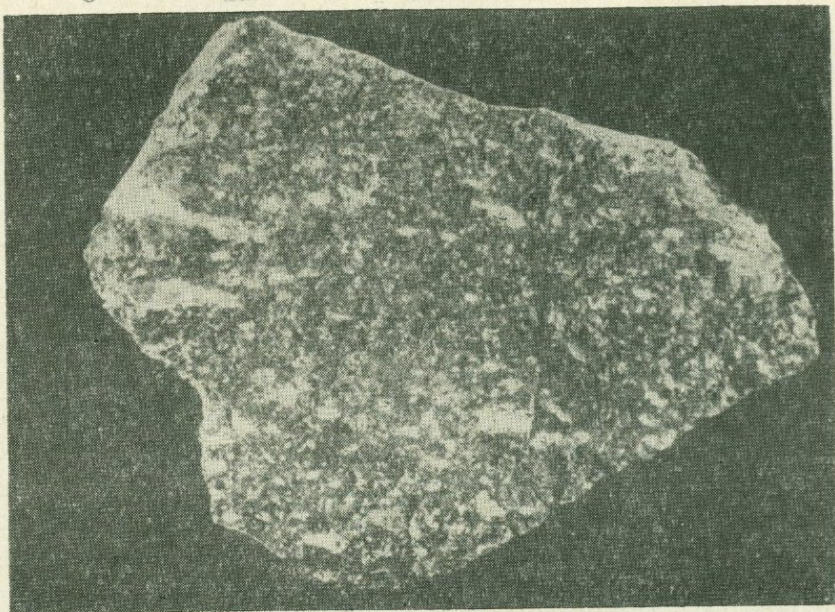
Важным благоприятным условием для образования бентонитовых глин Саригюхского месторождения явился химический состав материнских пород. Как было отмечено выше, процесс преобразования материнских вулканогенных пород в бентониты протекает легко и быстро, если отношение R₂O₃ к SiO₂ в материнских породах близко к отношению 1 : 5. Подсчеты показывают, что отношение R₂O₃ к SiO₂ в смоляно-черных порфиритах, за счет которых образовались глины Саригюхского месторождения, составляет 1 : 5,4 (см. табл. 18).

Таблица 18

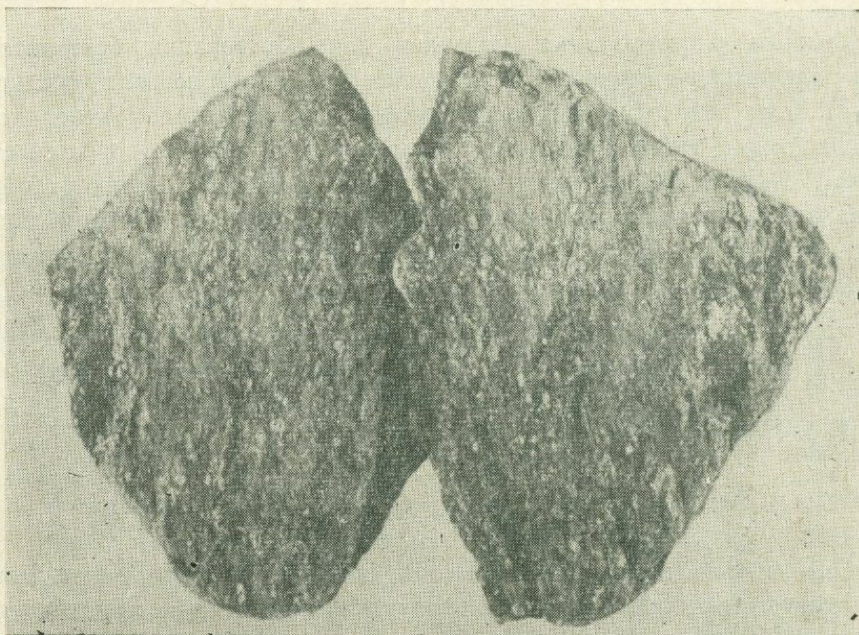
Окислы	% содержания	Молекулярные количества	Отношение R ₂ O ₃ к SiO ₂
SiO ₂	57,88	0,964	$\frac{0,158+0,02}{0,964} = \frac{1}{5,4}$
Al ₂ O ₃	16,14	0,158	
Fe ₂ O ₃	3,13	0,020	

Вся совокупность благоприятных химических, минералогических, структурно-текстурных факторов, наряду с щелочной среднетемпературной (около 300°) гидротермальной средой, привела к преобразованию смоляно-черных андезито-базальтовых порфиринов в высококачественную щелочную (натриевую) бентонитовую глину.

Образование бентонитов Саригюхского месторождения за счет смоляно-черных порфиринов подтверждается также следующими фактами, установленными полевыми наблюдениями:



а



б

Рис. 30. а, б. Бентонитизация с сохранением первичной текстуры материнских пород. а. Материнские породы бентонитовых глин (смоляно-черные порфириды). б. Бентонитовые глины с сохранившимися реликтами материнских пород. Уменьшение в 2 раза.

1. Бентониты повсеместно залегают совместно со смоляно-черными порфиритами (рис. III а, б; IV а, б).

2. На западном фланге Центрального участка, непосредственно на месторождении агата, отмечается серия даек смоляно-черных порфиритов, которые местами целиком, иногда частично превращены в высококачественные бентониты с сохранением столбчатой отдельности (рис. 4). Здесь бентонитизированы также вмещающие серые порфириты.

3. Бентониты почти повсеместно сохраняют реликты материнских пород смоляно-черных порфиритов (рис. 30 а, б, 31, 32 а, б).

4. Во многих местах отмечаются постепенные переходы бентонитовых глин к свежим смоляно-черным андезито-базальтам, особенно снизу вверх (рис. 32 а, б, в, 33 а, б).

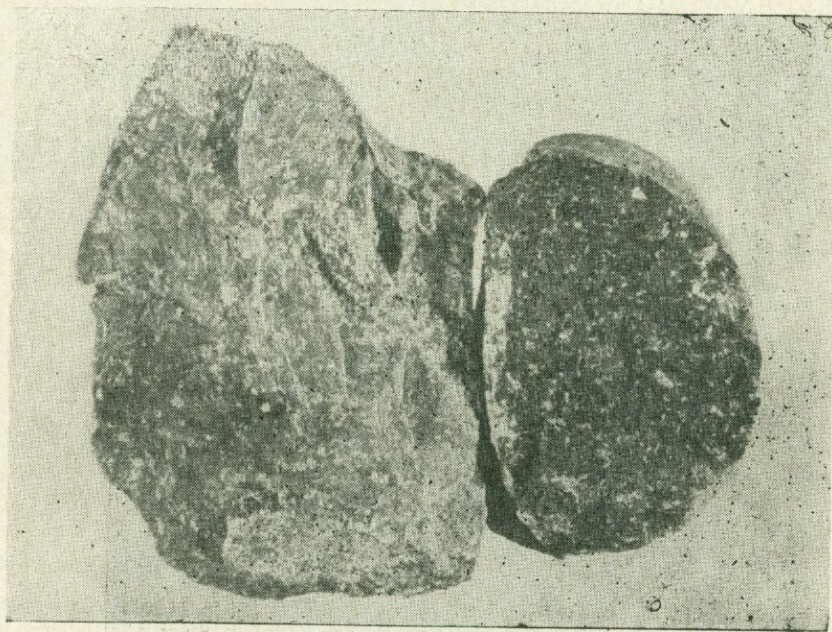


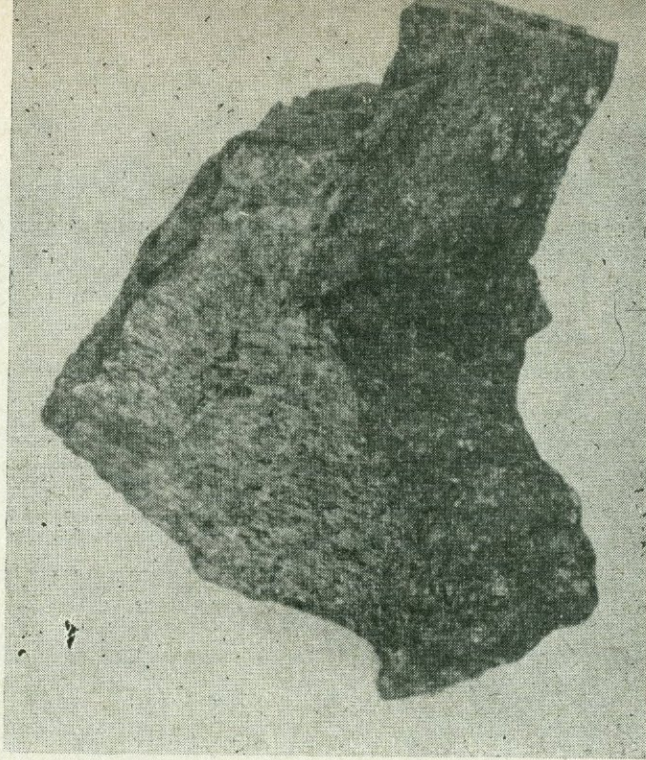
Рис. 31 Бентонитовая глина (слева) с сохранившимися реликтами материнских пород — смоляно-черных порфиритов (справа). Уменьшение в 2 раза.

5. Морфология бентонитов идентична с морфологией материнских пород, то есть бентониты залегают силлообразными — пластообразными (в основном несогласными), лакколитообразными — линзообразными и дайкообразными телами.

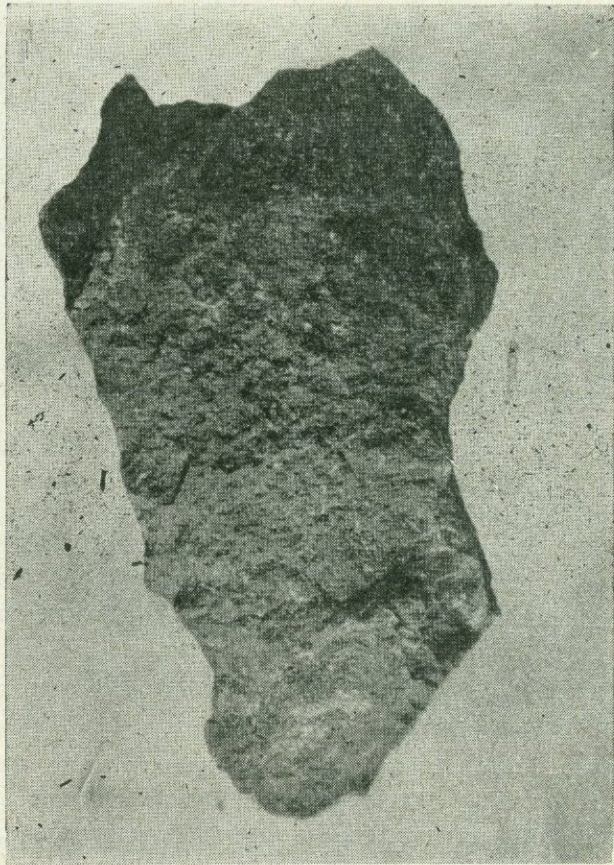
6. По химическому составу бентонитовые глины близки к материнским смоляно-черным порфиритам (табл. 11).

7. Залегание бентонитовых глин и разностепенно измененных их материнских пород на разных горизонтах верхнемеловых пород, начиная от верхнеконьяк-нижнесантонских и кончая до маастрихтских (рис. III а, б)

Основными же признаками гидротермально-метасоматического происхождения бентонитовых глин Саригюхского месторождения являются:



а



б

Рис. 32. а,б,в Постепенные переходы бентонитовых глин (светлые участки) к свежим материнским породам — смоляно-черным порфиритам (снизу вверх).

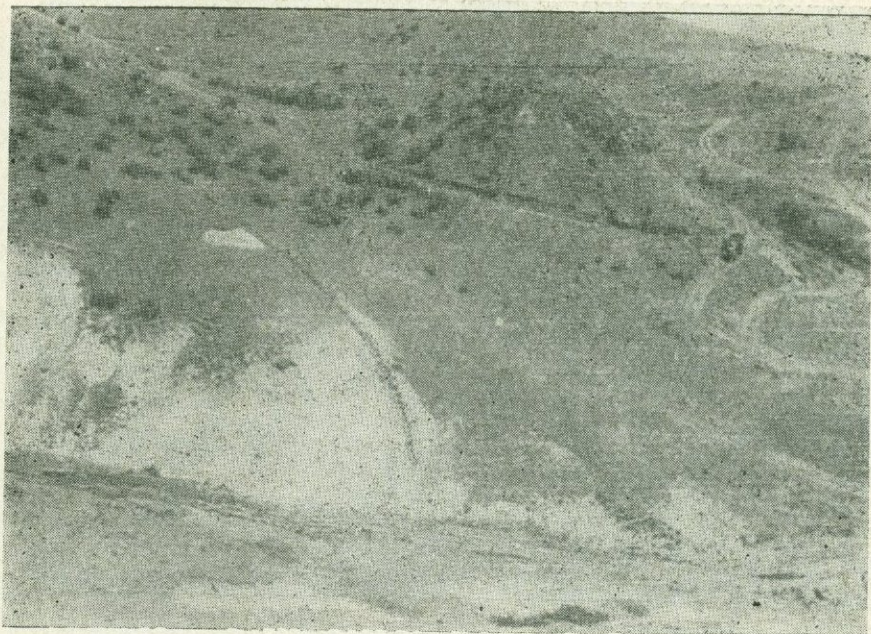


Рис. 32. в (подпись см. стр. 103)

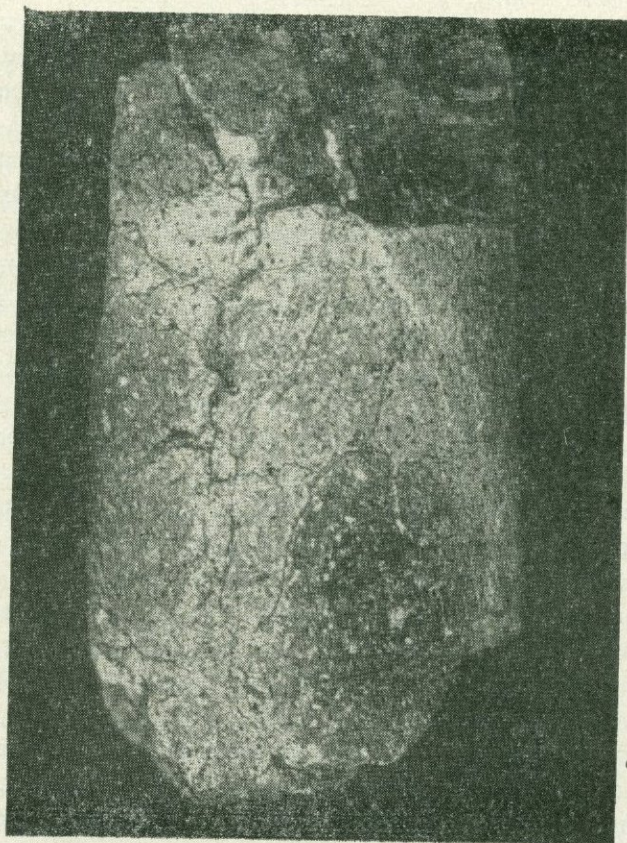


Рис. 33. а,б. Bentonитовые глины с останцами материнских пород (темные участки) и прожилками цеолитов (Северный участок, скв. 27ф, инт. 35,0—36,0м).

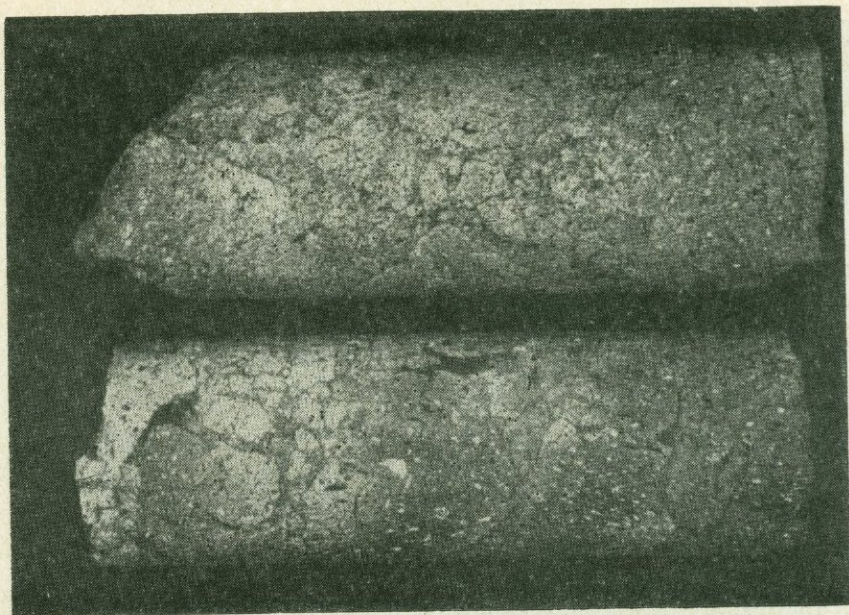


Рис. 33. б. (подписи см. стр. 107)

1. Специфическая форма залежей бентонитовых глин: силлообразные-пластообразные, лакколитообразные-линзообразные (несогласные с вмещающими породами) и дайкообразные, отрицающие возможности образования их другими генетическими путями.

2. Наличие в глинах ассоциаций минералов гидротермального происхождения: галенита, пирита, рутила (в виде тонких волосяных кристаллов в жеодах агата, протягивающихся от одного кристалла горного хрусталя к другому), родохрозита, с жильными гидротермальными минералами — кварцем (горный хрусталь и аметист), халцедоном (агатом), кристаллическим кальцитом, баритом, цеолитом и хлоритом, установленными как макроскопически, так и под биноклем в грубой фракции глин.

3. Пространственная и генетическая связь бентонитов с месторождениями агата и марганца, первый из которых заведомо гидротермального происхождения (доказано Хакимовым методом гомогенизации газово-жидких включений в халцедоне, горном хрустале, кальците и др., и определена температура их образования. Хакимов, 1966ф).

4. Постепенные переходы бентонитовых глин к свежим материнским породам снизу вверх по разрезу, характерные для восходящих растворов.

5. Останцы свежих и измененных материнских пород в глинах с прожилками кварца, кальцита, цеолитов (гейландит, морденит) и редкими, мелкими гнездами пирита (рис. 33 а, б).

6. В некоторой степени гидротермальное изменение всех вмещающих вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных пород.

7. Наличие в глинах селадонита и (или) глауконита, как продукта, сохранившегося при стадийном преобразовании смоляно-черных порфири-тов в монтмориллонит.

Гидротермальные растворы, генетически связанные с глубинным очагом материнских пород, имели, по-видимому, щелочной состав с преобладанием в них катионов натрия, что и предопределяло благоприятную среду для образования бентонитовых глин из магматогенных пород среднего состава.

О глубинном характере гидротерм, способствовавших в формировании бентонитовых глин Саригюхского месторождения, свидетельствуют крупный масштаб и глубокая переработка материнских, а также боковых, перекрывающих и подстилающих пород и притом на большую глубину. Такой вывод вполне согласуется с характером современных гидротермальных процессов.

Ф. И. Вольфсон (1962) по этому поводу пишет: «Современные гидротермы, обогащенные бромом, мышьяком и некоторыми рудными элементами, нередко связаны с корнями действующих вулканов, т. е. обязаны своим происхождением глубинным магматическим массам».

С. И. Набоко (1966) отмечает, что гидротермальные растворы в областях современного магмопроявления не представляют собой изолированных от подземных вод ювенильных магматических растворов, а формируются при значительном участии подземных вод. Подземные воды выступают в виде основного поставщика воды гидротерм, в то же время немалая доля воды (10—30%) привносится глубинными эндогенными эманациями. С. И. Набоко (1966) приходит к выводу о том, что «хотя гидротермальные процессы и сопряжены во времени и пространстве с активным вулканизмом, порождаются они не вулканитами, а также, как и сами вулканы, глубинным источником». Представляет интерес и заключение этого автора относительно характера гидротермальных растворов на примере действующих вулканов Камчатки и Курильских островов. Она отмечает, что «при конденсации и окислении в поверхностных условиях отделившегося от глубинных гидротерм пара (с углекислотой и сероводородом) происходит образование приповерхностных слабокислых растворов и под их воздействием каолинизация пород. В более глубокой зоне конденсации растворы имеют гидрокарбонатный состав, и под их воздействием развивается монтмориллонитизация пород». К аналогичному выводу пришли также И. И. Гинзбург (1958) и А. А. Твалчрелидзе (1953) при изучении бентонитовых глин СССР.

По данным Феннера, бейделлит в Иеллоустинском парке образуется по полевому шпату при $t=250^{\circ}$, на глубине 80 м в щелочной среде.

По данным Бреннока и его сотрудников (Steiner, 1953), в Стимбоутских источниках Невады монтмориллонитовые глины с цеолитами образуются под действием щелочных вод при $t=95^{\circ}\text{C}$.

Относительно характера гидротермальных растворов, способствующих образованию монтмориллонита, небезынтересны заключения У. Д. Келлера (1963), который пишет: «Глинистые минералы группы монтмориллонита химически отличаются от каолиновых минералов тем, что монтмориллониты богаче кремнеземом и содержат также в кристаллической решетке Mg, Fe, Zn, Sr и др. катионы. Они также содержат слабо связанные, способные к катионному обмену ионы Ca, K, Na и др. Логически можно предполо-

жить, что монтмориллониты, которые содержат ионы, не допустимые в системе формирования каолинита, являются продуктами химического выветривания алюмо-силикатов в условиях, противоположных тем, которые наблюдаются при каолинизации. Образованию минералов этого типа благоприятствуют щелочные условия, тогда как образованию каолинита способствуют кислые условия».

Как было указано выше, с бентонитами Саригюхского месторождения почти повсеместно отмечаются минералы цеолитов, представленные гейландитом коричневатого цвета и морденитом белого цвета. На керне скв. № 16ф Южного участка Саригюхского месторождения обнаружен ряд прожилков гейландита с морденитом (см. дифрактограмму рис. 34 и рис. 35 а, б), в приконтактных частях которых вмещающие породы (смоляно-черные порфириды) превращены в монтмориллонит.

Общеизвестно, что указанные цеолиты образуются в щелочной ($\text{pH} = 7,2$ до $10-12$) среде (Сендерев, Хитаров, 1970, Нау, 1966). Этот факт является дополнительным свидетельством о том, что растворы, преобразовавшие смоляно-черные и серые порфириды в бентониты, имели щелочную реакцию.

С 5 по 10 сентября 1969 года в Японии проходила Международная конференция по изучению глин. В одной из секций заслушивались доклады относительно генезиса глин. Изменениям вулканогенных пород Японии и генерации слоистых силикатов в условиях кислой, нейтральной и щелочной среды, как отмечают М. А. Ратеев и В. И. Муравьев (1971), был посвящен доклад Х. Ямада, С. Яваи и Я. Осака. Ими было установлено, что породы, подвергшиеся воздействию кислых вулканических газов или кислых горячих источников, обычно переходят в высококремнистые опаловые образования. Это явление часто сопровождается образованием сульфатных минералов. Вулканические стекла под влиянием нейтральных грунтовых вод изменены в агрегаты глинистых минералов — аллофана, каолиновых минералов и т. п. Изменения в щелочных условиях показаны авторами на примере извержения вулкана, где большие массы грязевой лавы выжаты наружу по трещинам в конусе. Глины грязевой лавы состояли из монтмориллонита с некоторыми реликтами первичных минералов. Было показано, что при изменениях в весьма кислой среде кремнезем почти нерастворим, а растворимость глинозема и ионов железа значительно выше. При слабокислых условиях ионы железа и кремнезема более или менее растворимы, а глинозем практически нерастворим. Поэтому Al^{3+} концентрируется в остаточных породах, в силу чего образуются глиноземистые минералы типа каолинита. При изменении почти в нейтральных условиях растворимость Al^{3+} и ионов железа не так велика, тогда как растворимость кремнезема становится очень высокой. При этом образуется аллофан и глинистые минералы, содержащие Al^{3+} и Fe^{3+} вместе с гидратированным галлуазитом. Изменения при щелочных условиях происходят, когда растворимость кремнезема возрастает, глинозем также более или менее растворим, а ионы железа абсолютно нерастворимы.

На интенсивность преобразования смоляно-черных андезито-базальтовых порфиритов в бентониты большое влияние оказывали их высокие

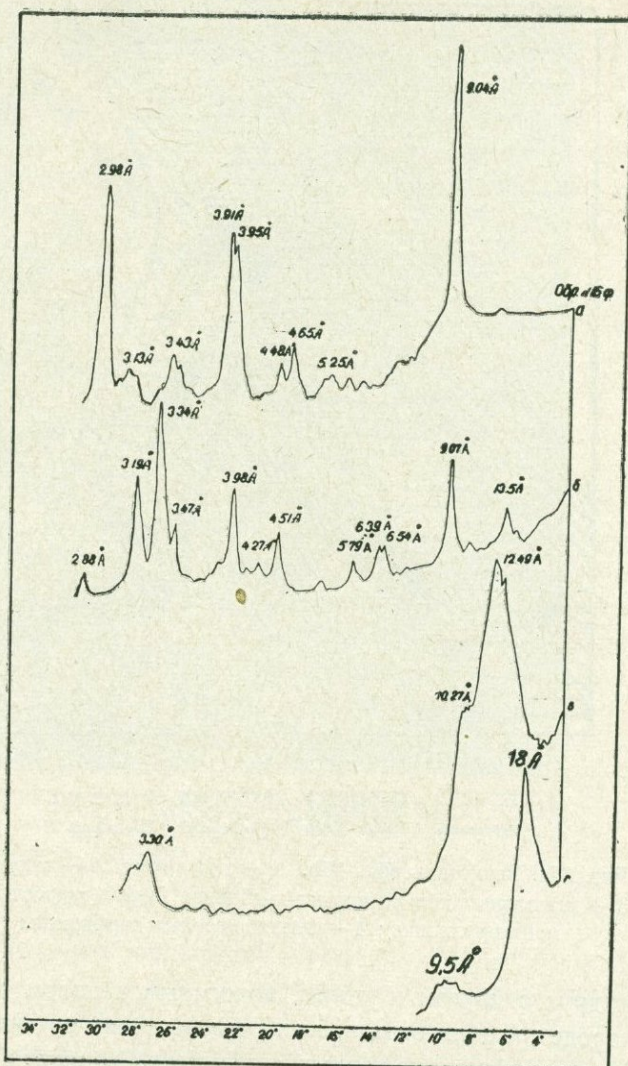


Рис. 34. Дифрактограммы обр. № 16 ф. а.—гейландит; б—морденит; в — монтмориллонит и смешаннослойная фаза (природный образец); 2 — монтмориллонит и смешаннослойная фаза (пропитанная глицерином).

фильтрационные особенности. Общеизвестно, что породы с хорошими фильтрационными свойствами испытывают максимальный метасоматизм. Пути для проникновения гидротермальных растворов во всю массу породы служили контракционные трещины, так называемые трещины отдельности, и газовые поры самых различных размеров. Пористость уцелевших от гидротермального изменения смоляно-черных порфиров составляет 24,0%, причем поры вблизи зон дробления (например, на месторождении агата) сравнительно большие по размерам, а дальше от зон тектонических нарушений — мелкие. Под микроскопом газовые полости (поры) имеют вытянутые в одно определенное направление формы (ориентированные), иногда

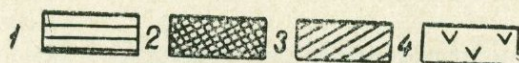
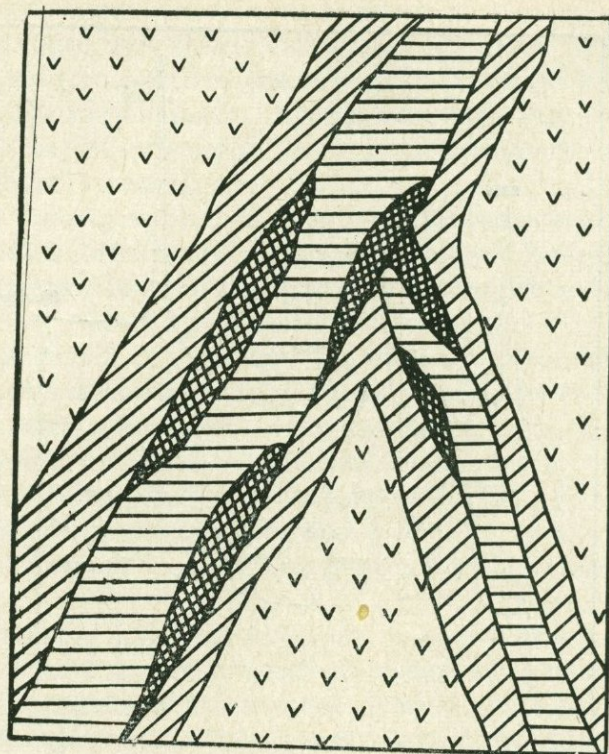


Рис. 35а. Зарисовка обр. 16ф. 1 — гейландит; 2 — морденит; 3 — монтмориллонит со смешанно-слоистой фазой (гидрослюда — монтмориллонит); 4 — смоляно-черные порфириды.

сообщаются друг с другом и узким, волосняным каналом уходят из поля зрения. В породе трещины отдельности развиты очень интенсивно и, в соответствии с тем, что в смоляно-черных материнских породах хорошо выражена столбчатая (в основном мелкая) и микростолбчатая отдельности, все эти трещины сообщаются между собой. В результате создаются густая сеть сплетенных трещин и условия для циркуляции гидротермальных растворов.

Те участки пород, которые отличались большей монолитностью, сохранились практически неизменными, либо изменены слабо.

Основными же путями для поднятия из земных глубин гидротерм служили тектонические нарушения северо-западного и близмеридионального простирания. Существование этих нарушений констатировано на самом северном и южном флангах Саригюхского месторождения, а в остальных местах (на Центральном участке и участке Котрац-Нов) их существование предполагается, и места порождения устанавливаются по морфологии тел полезного ископаемого. По этим тектоническим нарушениям первоначально были внедрены материнские смоляно-черные порфириды, вследствие чего (после их остывания) последними были залечены эти нарушения.

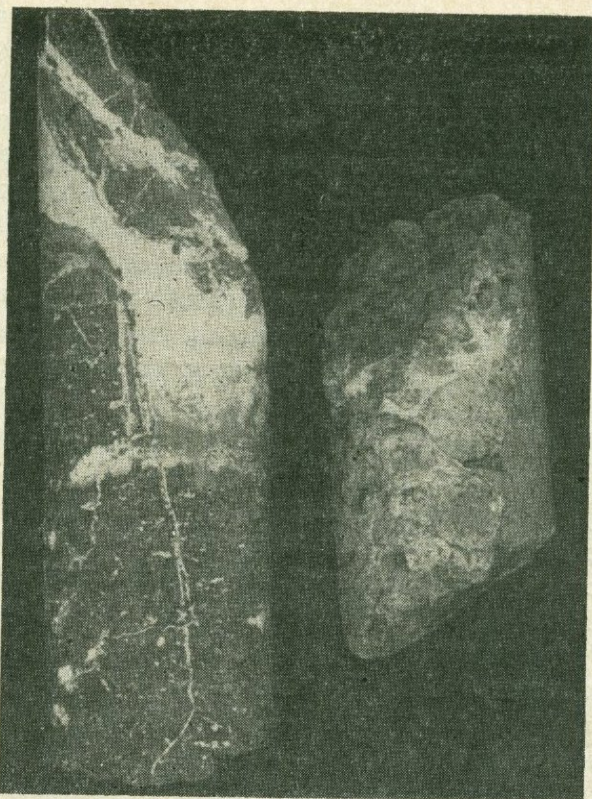


Рис. 356. Бентонитизированные смоляно-черные порфи-
риты с прожилками морденита и гейландита (светлые
участки). Образец керна из скв. 21ф, инт. 61,5 м
(Северный участок).

По оперяющим из этих нарушений трещинам были внедрены, в основ-
ном, даечные тела смоляно-черных порфиритов мощностью от 0,5 до 20 м.
Постмагматические — послемеловые тектонические подвижки привели к
повторному раскрытию уже залеченных трещин, к увеличению зон дробле-
ния вдоль них и тем самым создали дополнительные благоприятные
условия для продвижения гидротермальных растворов.

Гидротермы в самом начале зарождения близ магматического очага,
как отмечает Д. С. Коржинский (1966), имели щелочной характер. Они,
по-видимому, находились в относительном химическом равновесии с
щелочными силикатными расплавами, откуда при своем выделении извле-
кали огромное количество щелочных элементов. В ходе циркуляции по выше-
лежащим породам и минералообразования реакция растворов постепенно
изменяется, опускаясь до кислой, но потом снова становится щелочной,
вызванной уходом волны кислотности.

С. И. Набоко (1966) указывает, что эволюция гидротерм при филь-
трации к поверхности происходит от глубинных, слабокислых (за счет уг-
лекислоты) до слабощелочных (при дегазации углекислоты). В связи с ог-
раниченной растворимостью углекислоты и сероводорода в высоконагре-

тых растворах, последние на глубине имеют слабокислую реакцию, а при незначительных концентрациях сероводорода в зоне подземного кипения образуется мощная зона щелочных растворов. Дегазация CO_2 растворов в связи с парообразованием в зоне подземного кипения и превращение слабокислых растворов в щелочные, в данном случае, то есть в районе Саригюхского месторождения, происходили на глубине порядка 350—500 м от поверхности, чему во многом благоприятствовало наличие открытых трещин (тектонических и контракционных) и температура (около 300°) самих растворов. После этого гидротермальные растворы вступили в реакцию как со смоляно-черными порфиритами, так и с вмещающими их породами, имея уже щелочную реакцию. Именно эти щелочные растворы способны, по мнению А. И. Захарченко (1955), растворять в себе и переносить огромные количества кремнезема и других более слабых оснований (глинозем и окись титана).

Можно привести еще ряд факторов, подтверждающих принадлежность гидротермальных растворов к щелочному типу, так например:

1) в обменном комплексе глин Саригюхского месторождения преобладающими являются щелочные катионы (на первом месте натрия, потом кальция, магний и далее калий);

2) в глинах сохранились (остались незатронутыми) полевые шпаты. Если бы растворы, как полагают Н. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971), были слабокислыми, то тогда, по А. Г. Бетехтину (1956), «кислые воды с содержанием CO_2 полностью разлагают полевые шпаты и превращают их в каолинит»;

3) в глинах сохранились вкрапленники магнетита и апатита, что не должно было быть при воздействии агрессивных кислых растворов;

4) в бентонитах Саригюхского месторождения концентрация водородных ионов (рН), по определению НИИЛитмаш, ВНИИТМаш и НИИКМА, колеблется от 8,9 до 9,95, в среднем, по данным 21 определения составляет 9,5, что говорит о низкой концентрации водородных ионов в бентонитообразующих растворах и, в связи с этим, о щелочном составе последних.

Умеренная щелочность (рН=8—9) растворов поддерживалась, по видимому, на глубине 500—200 м от поверхности, где смоляно-черные порфириты, а местами и вмещающие породы (серые андезито-дацитовые порфириты и частично туфопесчаники) интенсивно бентонитизированы. При этом смоляно-черные порфириты превращены в высококачественные бентониты, а остальные породы бентонитизированы лишь в некоторой степени.

Сравнение средних химических составов свежих андезито-базальтовых и серых андезито-дацитовых порфиритов со средними типами таковых, по А. Н. Заварицкому и Дели, показало, что оба порфирита пересыщены кремнеземом. Избыток кремнезема в смоляно-черных порфиритах содержится в стекле, а в серых порфиритах — в их стекле и в виде порфировых выделений. Отношение SiO_2 к R_2O_3 в смоляно-черных порфиритах составляет 5,4, а в серых порфиритах — 7,6. Здесь следует также указать, что в смоляно-черных порфиритах содержание Na_2O почти всегда превышает над K_2O , а в серых порфиритах — почти равны. Содержание же щелочных

земель ($\text{CaO} + \text{MgO}$) в смоляно-черных порфиритах выше суммы щелочей, а в серых порфиритах — ниже.

Пересчетами химических анализов материнских пород, измененных различной степенью, проведенными по окисно-объемному методу, установлено, что в процессе гидротермального изменения из свежих материнских пород были вынесены почти все породообразующие окислы, за исключением окиси железа, которая в породе остается почти неизменной, если не учитывать, что имеет место некоторый привнос его. Породообразующие окислы были вынесены также и из вмещающих гидротермально измененных пород — серых порфиритов (см. табл. 19 и 20).

В первой стадии изменения, при преобразовании свежих смоляно-черных порфиритов в слабо измененные (хлоритизации), из 1 м^3 породы было вынесено: кремнезема (SiO_2)—140 кг, глинозема (Al_2O_3)—60 кг, FeO —38 кг, TiO_2 —1 кг, CaO —48 кг, MgO —12 кг, MnO —1 кг, Na_2O —4 кг.

Наряду с выносом названных окислов в этой стадии изменения имел место привнос в породу окисла железа (Fe_2O_3) в количестве 28 кг/м^3 ; гигроскопической воды 81 кг/м^3 ; содержание K_2O в породе осталось неизменным.

Во второй стадии изменения смоляно-черных порфиритов, при преобразовании слабо измененных (хлоритовых) в сильно измененные разности, т. е. при преобразовании хлоритов в гидрослюды (?), из 1 м^3 породы было вынесено: кремнезема (SiO_2)—80 кг, глинозема (Al_2O_3)—20 кг, FeO —7 кг, TiO_2 —1 кг, CaO —13 кг, MgO —14 кг, MnO —0,9 кг, Na_2O —5 кг; в то же время в породу было привнесено: Fe_2O_3 —10 кг и K_2O —10 кг. Количество воды в этом случае остается неизменное, вероятно, по той причине, что ее в межслоевом пространстве и адсорбированная на поверхности хлоритов почти столько же (в некоторых случаях даже больше), сколько и в гидрослюдах. Процесс преобразования хлоритов в гидрослюды (?) протекает путем перегруппировки оставшихся в породе окислов. Для этого, по всей вероятности, понадобилось некоторое добавочное количество окиси калия, так как в глауконите и селадоните присутствует K_2O в количестве до 4,0—9,5%.

Далее, в третьей стадии изменения, при преобразовании сильно измененных смоляно-черных порфиритов в бентониты, т. е. при превращении гидрослюды в монтмориллонит, из 1 м^3 породы было вынесено: SiO_2 —100 кг, Al_2O_3 —40 кг, Fe_2O_3 —37 кг, FeO —14 кг, TiO_2 —2 кг, CaO —32 кг, MnO —0,1 кг, K_2O —37 кг, Na_2O —16 кг. В то же время в породу было привнесено: MgO —9 кг и гигроскопической воды — 40 кг.

В конечном счете, для преобразования свежих смоляно-черных андезито-базальтовых порфиритов в бентонитовые глины, из каждого куб. метра исходной породы было вынесено: SiO_2 —320 кг, Al_2O_3 —120 кг, FeO —59 кг, TiO_2 —4 кг, CaO —93 кг, MgO —17 кг, MnO —2 кг, K_2O —27 кг, Na_2O —25 кг. В то же время было привнесено: Fe_2O_3 —1 кг и гигроскопической воды —121 кг (рис. 36—40).

Относительная инертность окиси железа (Fe_2O_3) объясняется тем, что она в породе частично была выражена в виде магнетита (подтверждается

Движение содержания компонентов в смоляно-черных андезито-базальтовых порфиритах в зависимости от степени их изменения

Таблица 19

Окислы	Свежие с объемным весом 2,51 тн/м ³		Слабо измененные с объемным весом 2,34 тн/м ³		Разница в весах гр 3—5 (в тн)	Сильно измененные с объемным весом 2,19 тн/м ³		Разница в весах гр. 5—8 (в тн)	Бентонитовые глины с объемным весом 2 тн/м ³		Разница в весах гр. 8—11 (в тн)	Разница в весах от свеж. гр. 3—11 (в тн)
	Содерж. в весов. %	Количество окислов в 1 м ³ (в тн)	Содержание в весов. %	Количество окислов в 1 м ³ в тн		Содерж. в весов. %	Количество окислов в 1 м ³ в тн		Содерж. в весов. %	Количество окислов в 1 м ³ (в тн)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	57,88	1,450	55,94	1,310	—0,140	56,08	1,230	—0,080	56,78	1,130	—0,100	—0,320
Al ₂ O ₃	16,14	0,410	15,05	0,350	—0,060	15,12	0,330	—0,020	14,32	0,290	—0,040	—0,120
Fe ₂ O ₃	3,13	0,078	4,55	0,106	+0,028	5,28	0,116	+0,010	3,97	0,079	—0,037	+0,001
FeO	3,15	0,079	1,76	0,041	—0,038	1,54	0,034	—0,007	1,01	0,020	—0,014	—0,059
TiO ₂	0,76	0,019	0,76	0,018	—0,001	0,77	0,017	—0,001	0,73	0,015	—0,002	—0,004
CaO	5,96	0,149	4,31	0,101	—0,048	4,02	0,088	—0,013	2,78	0,056	—0,032	—0,093
MgO	2,70	0,068	2,41	0,056	—0,012	1,91	0,042	—0,014	2,55	0,051	+0,009	—0,017
MnO	0,12	0,003	0,08	0,002	—0,001	0,05	0,0011	—0,0009	0,07	0,001	—0,0001	—0,002
K ₂ O	2,16	0,054	2,35	0,054	0,0	2,94	0,064	+0,010	1,34	0,027	—0,037	—0,027
Na ₂ O	3,09	0,077	3,13	0,073	—0,04	3,11	0,068	—0,005	2,59	0,052	—0,016	—0,025
H ₂ O	1,36	0,030	4,74	0,111	+0,081	5,09	0,111	+0,0	7,57	0,151	+0,040	+0,121

— вынесено
+ привнесено

Движение содержания компонентов в серых андезито-дацитовых порфиритах в зависимости от степени их изменения

Таблица 20

Окислы	Свежие с объем- ным весом 2,6 тн/м ³		Слабо измененные с объемным ве- сом 2,46 тн/м ³		Разница в весах гр. 3—5 (в тн)	Сильно изменен. с объемным весом 2,3 тн/м ³		Разница в весах гр. 5—8 (в тн)	Бентонитовые гли- ны с объемным ве- сом 2,1 тн/м ³		Разница в весах гр. 8—11 (в тн)	Разница в весах от свежих пород гр. 3—11 в тн
	Содерж. в весов. %	Колич. окислов в 1 м ³ (в тн)	Содерж. в вес. %	Колич. окислов в 1 м ³ (тн)		Содерж. в вес. %	Колич. окислов в 1 м ³ (в тн)		Содерж. в вес. %	Колич. окислов в 1 м ³ (в тн)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	60,08	1,562	59,68	1,470	—0,092	58,32	1,340	—0,130	57,00	1,197	—0,143	—0,365
Al ₂ O ₃	15,52	0,403	15,87	0,390	—0,013	15,80	0,363	—0,027	16,35	0,343	—0,020	—0,060
Fe ₂ O ₃	3,82	0,099	4,54	0,112	+0,013	4,53	0,104	—0,008	4,60	0,097	—0,007	—0,002
FeO	3,39	0,088	2,08	0,051	—0,037	1,03	0,024	—0,027	1,31	0,027	+0,003	+0,061
TiO ₂	0,69	0,018	0,75	0,018	0,0	0,85	0,019	+0,001	0,65	0,014	—0,005	—0,004
CaO	3,59	0,093	4,07	0,100	+0,007	3,31	0,076	—0,024	3,11	0,065	—0,011	—0,028
MgO	3,25	0,084	2,44	0,060	—0,024	1,27	0,029	—0,031	1,31	0,027	—0,002	—0,057
MnO	0,07	0,002	0,07	0,0017	—0,003	0,04	0,001	—0,0007	сл.	0,0	—0,001	—0,002
K ₂ O	3,22	0,084	2,91	0,072	—0,012	2,94	0,068	—0,004	2,96	0,062	—0,006	—0,022
Na ₂ O	3,89	0,101	3,65	0,090	—0,011	3,23	0,074	—0,016	3,51	0,074	0,0	—0,027
H ₂ O [—]	1,08	0,028	1,40	0,034	+0,006	4,26	0,098	+0,076	6,23	0,131	+0,033	+0,103

— вынесено

+ привнесено

оптическими исследованиями), который, как было видно, остался в глинах незатронутым щелочными гидротермами. А её то количество, которое содержалось в составе вулканического стекла и темных минералов материнских пород, вошло в кристаллическую решетку монтмориллонита при их бентонитизации.

Процесс преобразования смоляно-черных андезито-базальтовых порфиритов в бентониты, по-видимому, протекал через промежуточные продукты, а именно — хлорит и гидрослюда. Наличие промежуточного хлорита установлено под микроскопом в слабо измененных материнских породах и подтверждено электронномикроскопическими снимками и термическими анализами. Наряду с этим очень удивительно, что он не обнаружен рентгеноструктурным анализом. Однако, рентгеноструктурными исследованиями в сильно измененных материнских породах обнаружены гидрослюда и смешаннослойный минерал типа гидрослюда—монтмориллонит, что не было обнаружено никакими другими

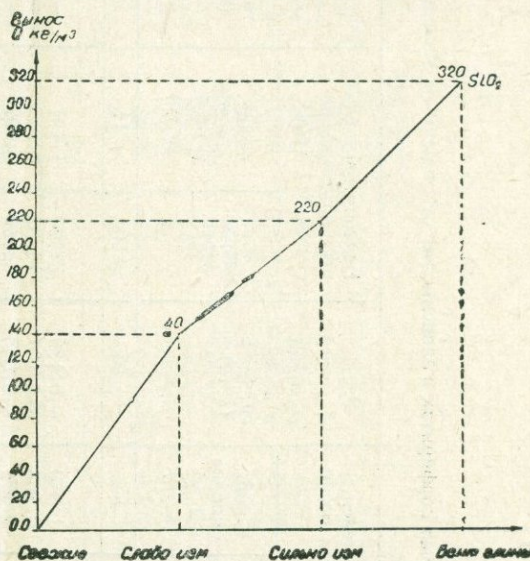


Рис. 36. График зависимости выноса кремнезема от степени изменения родоначальных (материнских) пород.

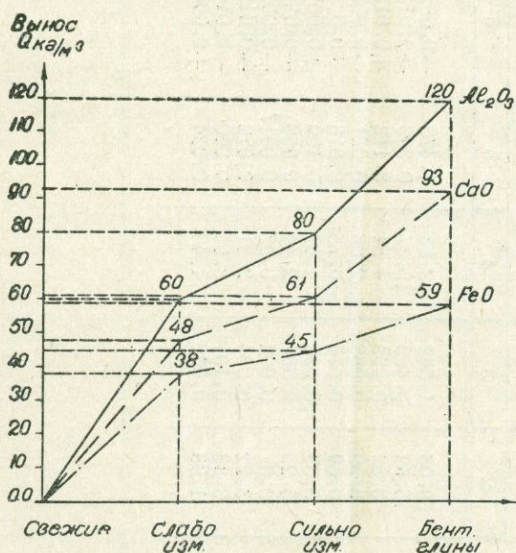


Рис. 37. График зависимости выноса глинозема, окиси кальция и закиси железа от степени изменения родоначальных (материнских) пород.

методами исследования. Количество хлорита с увеличением степени интенсивности изменения материнских пород уменьшается, а количество гидрослюда, наоборот, возрастает. В слабо измененных материнских породах гидрослюда отсутствуют, преобладающими являются хлориты. В сильно измененных породах хлориты присутствуют в качестве незначительных примесей, а гидрослюда — как основные породообразующие минералы. Наконец, в бенто-

нитовых глинах преобладающими, почти единственными, минералами являются минералы группы монтмориллонита; в качестве незначительных примесей присутствуют гидрослюда и смешанно-слоистый минерал типа гидрослюда — монтмориллонит.

Наличие породообразующих минералов смешаннослоистого и гидрослюдистого типов обнаружены рентгеноструктурными анализами сотрудником ИГН АН Арм. ССР Р. Мхитаряном и сотрудником ВНИИГеолнеруд В. В. Власовым, а также электронномикроскопическими снимками суспензий, сделанными Р. Мхитаряном. Хлорит в глинах вовсе отсутствует. Это обстоятельство позволяет предполагать, что вулканическое стекло и некоторые породообразующие минералы (оливин, частично пироксен) первоначально под воздействием щелочных гидротер-

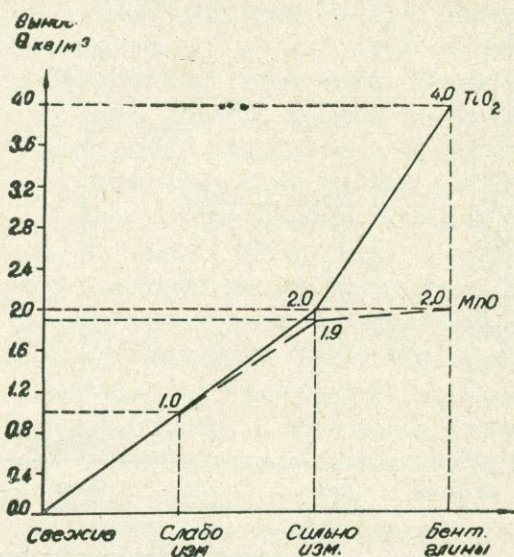


Рис. 38 График зависимости выноса окиси титана и марганца от степени изменения родоначальных (материнских) пород.

мальных растворов переходили в хлорит, хлорит — в гидрослюда, а последние, в свою очередь, — в монтмориллонит (через промежуточный смешаннослоистый минерал).

Из таблиц и графиков выноса — привноса окислов очевидно, что интенсивный вынос наблюдается в стадии перехода свежих материнских пород в слабо измененные; в этой стадии K_2O не выносится, и имеет место привнос Fe_2O_3 и воды (рис. 40).

В следующую стадию, при переходе слабо измененных пород в сильно измененные, вынос и привнос происходит более спокойно, за исключением MgO , TiO_2 и Na_2O ; первый и третий из них во вторую стадию изме-

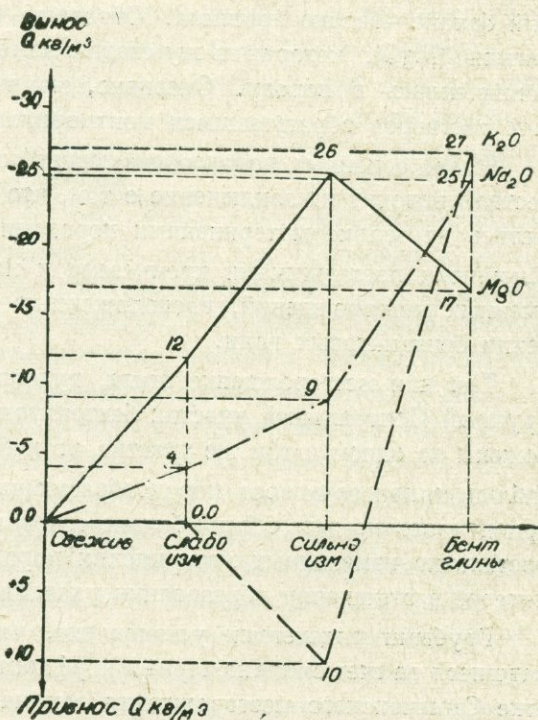


Рис. 39. График зависимости привноса-выноса окиси калия, натрия и магния от степени изменения родоначальных (материнских) пород.

нения выносятся более интенсивно, чем в первую, а второй—с такой же интенсивностью, как и в первую стадию изменения (рис. 38, 39). Во вторую стадию изменения, как уже было отмечено, имел место некоторый привнос K_2O . Интенсивный привнос Fe_2O_3 и H_2O^- , начавшийся в первой стадии изменения, сильно ослабевает, — Fe_2O_3 снижается до 10 кг/м^3 , а H_2O^- вовсе не привносился.

В третьей стадии изменения, при переходе сильно измененных материнских пород в бентониты, вынос-привнос породообразующих окислов происходит с новой интенсивностью; выносилось даже некоторое количество окиси

железа, которое в предыдущих двух стадиях изменения имело обратный баланс—баланс привноса. Обратный баланс приобрела также окись магния (MgO), которая в эту стадию изменения, в количестве 9 кг/м^3 , привносилась в породу. Очевидно, она улавливалась из гидротермальных растворов образующимся монтмориллонитом (рис. 39).

Вынос основных породообразующих окислов в таких огромных количествах наводит на заключение о том, что смоляно-черные порфириты являлись не только материнскими породами для бентонитовых глин, но и основными поставщиками кремнезема и марганца для образования одноименных месторождений, расположенных непосредственно на месторождениях бентонитовых глин.

Так как месторождение агата, рудопоявление марганца и наиболее крупный Центральный участок бентонитовых глин территориально расположены на одном и том же участке, то небезынтересно было бы на основе таблиц привноса-выноса породообразующих окислов, хотя бы несколько ориентировочно дать общий баланс основных окислов, вынесенных из разностепенно измененных материнских пород, представляющих наибольший интерес в отношении образования указанных месторождений.

Грубыми подсчетами установлено, что бентонитовые глины, образовавшиеся за счет смоляно-черных порфиритов, только на Центральном участке Саригюхского месторождения занимают по объему около 25 млн. м^3 ; слабо измененные породы — 30 млн. м^3 ; сильно измененные — 25 млн. м^3 . Следовательно, только из основных материнских пород — смоляно-черных порфиритов Центрального участка вынесено:

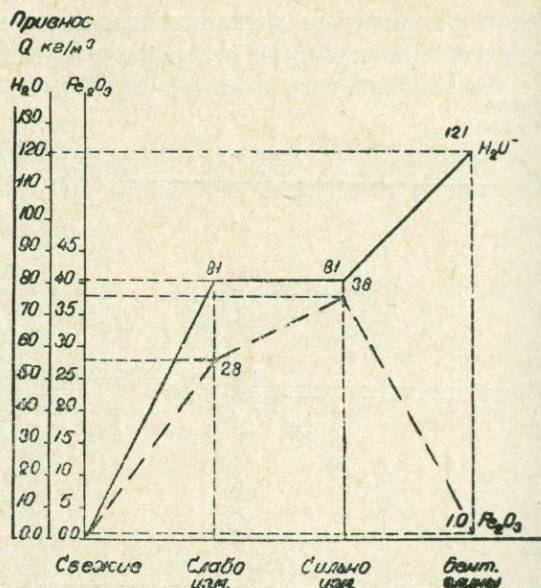


Рис. 40. График зависимости привноса окиси железа и гигроскопической воды от степени изменения родоначальных (материнских) пород.

а) при преобразовании смоляно-черных порфиров в бентониты: SiO_2 —8000 тыс. тонн; MnO —50 тыс. тонн;

б) при образовании сильно измененных смоляно-черных порфиров: SiO_2 —5500 тыс. тонн; MnO —47,5 тыс. тонн;

в) при образовании слабо измененных смоляно-черных порфиров: SiO_2 —4200 тыс. тонн; MnO —30 тыс. тонн.

Таким образом, из смоляно-черных андезито-базальтовых порфиров Центрального участка Саригюхского месторождения вынесено всего 17,7 млн. тонн кремнезема и 127,5 тыс. тонн окиси марганца.

Аналогичные подсчеты можно провести и для всех других участков.

По данным И. И. Гинзбурга (1958), из общего количества кремнезема, перешедшего в раствор из материнских пород, около 80—90% находится в растворимой (молекулярной и диссоциированной) форме, остальное — в коллоидной. Таким образом, из общего количества 17,7 млн. тонн, вынесенного из смоляно-черных порфиров кремнезема, около 2,6 млн. тонн находилось в коллоидном состоянии и могло служить источником для образования агат—халцедонового месторождения (участки Керци-ус и Керци-арач).

Саригюхское месторождение агата, в основном, расположено в зонах дробления и интенсивной трещиноватости. Последние были сильно развиты в приконтактных частях даек смоляно-черных порфиров с вмещающими серыми андезито-дацитовыми порфиритами. Действительно, агат-халцедоновая минерализация хорошо выражена там, где более интенсивно развит даечный комплекс. Так, например, на западном фланге Центрального участка Саригюхского месторождения бентонитовых глин серые порфиры и туфопесчаники прорваны серией густо расположенных даек смоляно-черных порфиров мощностью от 0,5 до 20 м и редко более. Здесь же породы, как серые, так и смоляно-черные порфиры, сильно раздроблены и содержат богатое агат-халцедоновое оруденение.

Вполне естественно полагать, что наряду с благоприятными условиями локализации агата, немаловажную роль для образования агатовых месторождений играли также и благоприятные условия для продвижения растворов. Открытые и крупные трещинные полости, имеющие непосредственную связь с дневной поверхностью, являлись зонами наименьшего сопротивления. К ним и стремились напряженные (вследствие давления и температуры) растворы. Поскольку большая часть площади, особенно Центрального, Северного, Северо-Западного и частично Южного участков Саригюхского месторождения бентонитовых глин, была покрыта слабо трещиноватыми, очень слабо проницаемыми (фактически водоупорными) мергелистыми известняками, растворы, в основном, стремились к зоне наименьшего сопротивления. В связи с этим большая часть их удалялась через зоны дробления, приконтактные к дайкам трещины и, частично, через плоскости напластования осадочных карбонатных пород.

При продвижении через тонкие трещины и микропоры пород гидротермальные растворы не отлагают растворенные в себе коллоидные частицы, так как находятся под напряжением, и скорость их продвижения сравнительно высокая.

При достижении зон открытых и больших трещин, видимых газовых полостей и камер растворения, давление и скорость продвижения агатонных гидротермальных растворов быстро падают, наступает период относительного покоя. Кроме того, в открытых, имеющих непосредственную связь с дневной поверхностью трещинных полостях происходит интенсивное парообразование, вследствие чего растворы теряют часть растворителя и пересыщаются растворенным в нем кремнеземом. В этом случае постепенно повышается концентрация молекулярного диспергированного кремнезема и при превышении степени его растворимости подвергается полимеризация с образованием коллоидов. Таким образом часть кремнезема из истинных растворов переходит в коллоидную форму.

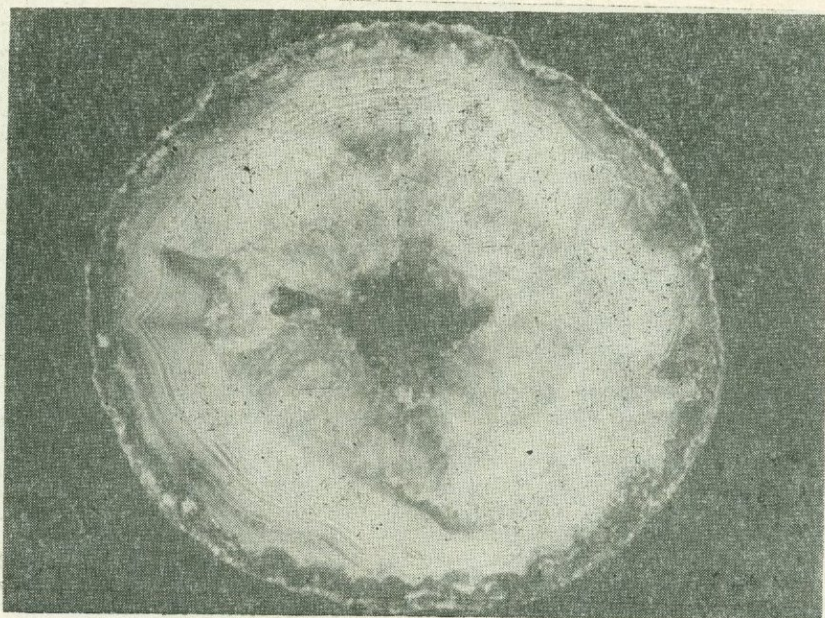
Механизм формирования агатовых тел на Саригюхском месторождении имеет специфические особенности. Установлено, что агат на Саригюхском месторождении представлен почти исключительно бастионным типом, механизм формирования которого намного сложнее, чем агат уругвайского типа. Последний образуется вследствие обычной коагуляции геля кремнезема и оседания на дне полости под влиянием силы тяжести. Коагуляции же в этом случае способствуют имеющиеся в растворе катионы трехвалентных металлов. Г. Окамото и др. (1963) установлено, что 1 мг алюминия (Al^{3+}) осаждает около 40 мг коллоидного кремнезема.

Образование агатовых тел бастионного типа не может быть объяснено процессом обычной коагуляции, как это делают Б. Н. Шаронов (1965ф), И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971), так как этот процесс не в силах объяснить концентрически-зональное строение агата этого типа.

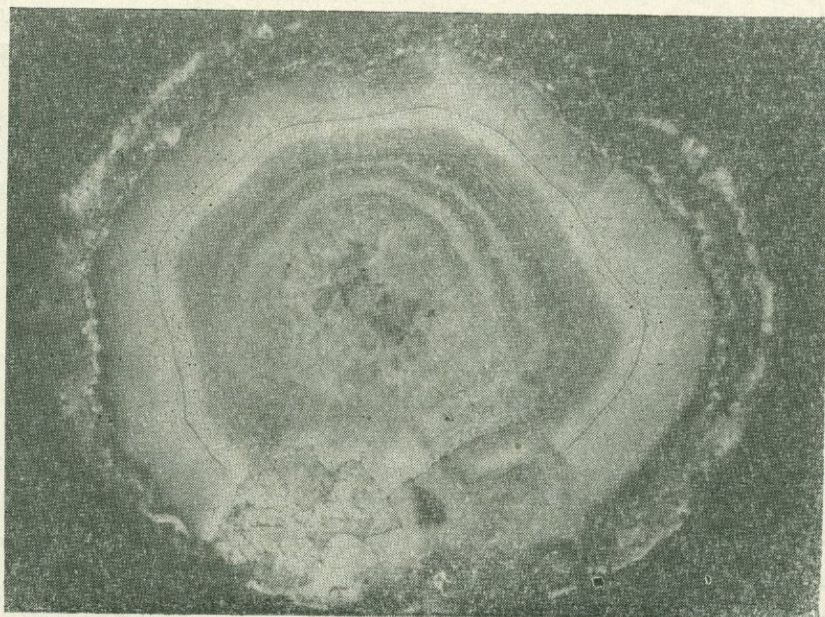
На Саригюхском месторождении агат представлен тремя морфологическими типами — миндалевидным, гнездовидным и прожилковым. В первых двух случаях агат представлен бастионным типом, т. е. характеризуется концентрически-зональным расположением слоев халцедона. В третьем случае агат представлен уругвайским типом, с плоскопараллельным расположением слоев халцедона, однако со следами роста слоев в направлении от обеих стенок крутопадающих трещин к центру (рис. 45). Это обстоятельство говорит о том, что и при прожилковом морфологическом типе агат образовался не просто вследствие коагуляции и оседания геля кремнезема на дне полости, а в результате более сложного физико-химического процесса. В противном случае слои халцедона были бы расположены перпендикулярно (или почти перпендикулярно) к стенкам трещины, а не параллельно им.

Кроме агат-халцедоновой минерализации на месторождении большим развитием пользуются также кристаллический кварц-горный хрусталь и аметист, из коих, как известно, агат и халцедон образуются из коллоидных растворов, а кристаллический кварц — из истинных растворов.

Коллоидные частицы кремнезема заряжены отрицательным зарядом вследствие адсорбции на поверхности ядра коллоида ионов стабилизатора. Доказано, что заряд всех коллоидных частиц одного и того же материала одинаковый (в данном случае отрицательный), вследствие чего исключается агрегация в растворе и оседание (коагуляция) без воздействия электролита (Воюцкий, 1964).



а



б

Рис. 41. а, б. Агаты бастионного типа.
Уменьшение 2х.

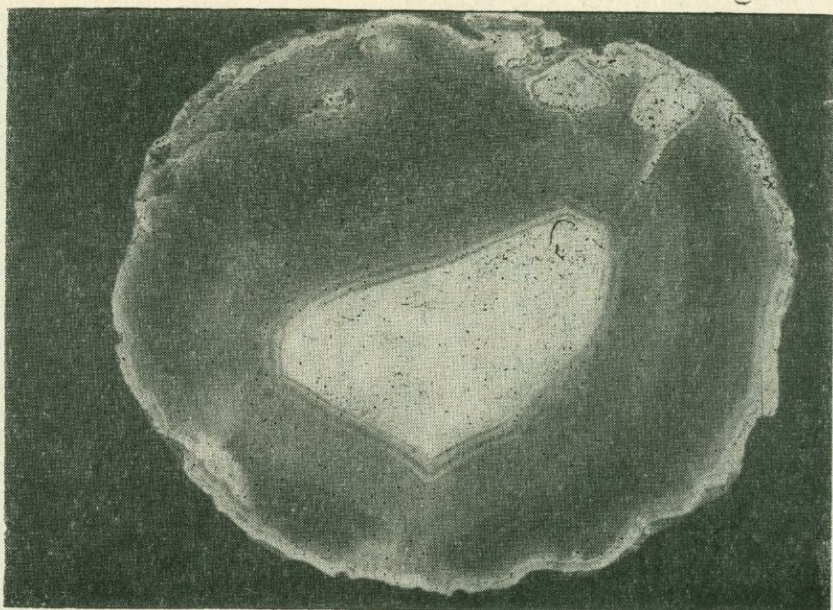


Рис. 41. в. Агат бастионного типа. Уменьшение 2х.

Как уже сказано, агат на Саригюхском месторождении представлен почти исключительно бастионным типом (рис. 41 а,б, в) и, несомненно, этот структурно-морфологический тип не может образоваться вследствие коагуляции геля кремнезема и выпадения его под воздействием силы тяжести. Образование его представляется следующим образом.

В гидротермальных растворах, кроме ионов кремния и кислорода, находятся также ионы других элементов (в основном элементов порообразующих минералов, перешедших в раствор при омывании последними материнских пород) — Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Ti^{2+} , Al^{3+} , K^+ , Na^+ и др. Коллоиды кремнезема на горизонте растворения (превращения материнских пород в бентониты) находятся в агрегативно-устойчивом состоянии (стабильны).

Это объясняется, во-первых, тем, что на поверхности их ядер адсорбируется определенный сорт потенциалоопределяющих ионов (стабилизаторов) с одинаковыми (отрицательными) зарядами, при этом на ядре коллоида адсорбируются те ионы стабилизатора, которые содержат элементы, общие с ядрами (SiO_3^{2-}). Во-вторых, высокая температура гидротерм поддерживает коллоидные частицы в состоянии постоянного броуновского движения. В-третьих, условия для формирования агата на более глубоких горизонтах являются неблагоприятными. Это объясняется отсутствием значительных по размерам пустот и сравнительно высоким давлением, обусловившим продвижение гидротерм через микропоры и микротрещины со сравнительно большой скоростью, при которой коллоиды всегда удерживаются в растворе.

При достижении открытых и крупных трещин, видимых газовых по-

лостей и камер растворения, давление, температура и скорость продвижения продуктивных гидротермальных растворов быстро падают, наступает период относительного покоя и с этого же момента начинается формирование агатовых тел.

Поверхность газовых полостей, камер растворения и трещин заряжена положительно вследствие нарушения сплошности и потери электронов поверхностными атомами. Гранулы кремнезема (ядро с адсорбционным слоем), заряженные отрицательно, в процессе броуновского движения приближаются к поверхности вышеотмеченных пустот и притягиваются ими. Нетрудно представить, что при микроскопических размерах гранул кремнезема (меньше 1 микрона) и большом их числе количество ударов таких частиц об стенку пустот на каждую единицу площади приходится почти равным, что и приводит к образованию слоя халцедона почти одинаковой толщины в любой точке сфероида или на стенке трещины.

После того, как положительно заряженная поверхность пустоты покрывается слоем отрицательно заряженных коллоидных частиц кремнезема, что осуществляется за короткий промежуток времени и почти одновременно на всей площади сфероида, мгновенно происходит перераспределение (притягивание) отрицательно заряженных ионов SiO_3^{2-} в сторону положительно заряженных ионов стенки (в силу того, что связь положительных ионов поверхности пустоты с самой породой сильнее, чем связь подвижных ионов SiO_3^{2-}). Получается, что противоположная (от стенки) поверхность ядра коллоида освобождается от отрицательно заряженных ионов, где адсорбируются (притягиваются) положительно заряженные ионы (находящиеся в растворе) тех петрогенных элементов, которые были вынесены из материнских пород. Их в дальнейшем (впервые) назовем потенциалопределяющими ионами II порядка (рис. 42).

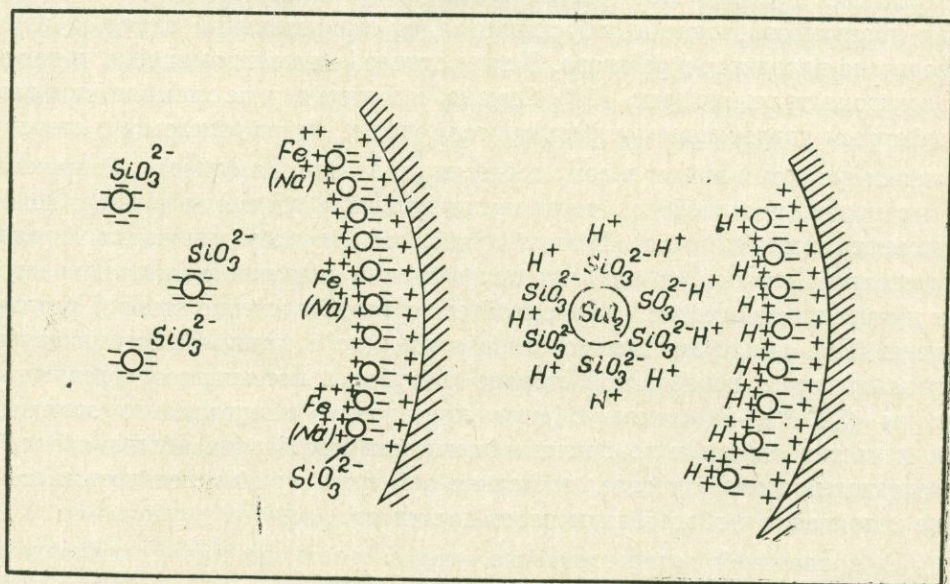


Рис. 42. Схема формирования агатов бастионного типа.

Таким образом, поверхность первого слоя халцедона опять приобретает положительный заряд и притягивает новые порции потоков коллоидных частиц. Аналогичная картина повторяется многократно, до тех пор, пока полностью не залечивается пустота халцедоновыми слоями или же прекращается поступление гидротермальных растворов.

На Саригюхском месторождении в одном и том же агатовом теле часто разноцветно окрашенные слои халцедона чередуются друг с другом. Так, например, молочно-белые слои халцедона чередуются с бурыми, а бурые — с серыми, коричневыми и т. д.

По-видимому, такое чередование слоев халцедона связано с тем, что положительно заряженные потенциалоопределяющие ионы II порядка одних элементов (например, Fe^{2+}) замещаются другими (например, Ca^{2+} или Al^{3+} и др.), теми, которые в данной порции гидротермальных растворов являются более активными и преобладающими по количеству.

Аналогичным путем на Саригюхском месторождении образовались яшмы, состоящие из плоскопараллельных и концентрически-зональных слоев кремнезема. Окраска этих яшм находится в прямой зависимости от цвета вмещающих пород. Так, например, в охристо-зеленых измененных порфиритах яшмы имеют зеленый, охристо-зеленый цвет. В коричневых порфиритах — бурый, коричневый и коричнево-красный цвет и т. д.

Такая прямая зависимость цвета яшмы от цвета окружающих пород является прямым доказательством того, что окраска халцедона тоже связана с наличием в них примесей того или иного элемента. Не исключается, что на ядре коллоидных частиц кремнезема возникает двойной электрический слой следующим образом: молекулы SiO_2 , взаимодействуя с дисперсионной средой, гидратируются и образуют кремнекислоту, способную ионизироваться $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+$, причем силикатные ионы SiO_3^{2-} остаются на поверхности частицы, обуславливая ее отрицательный заряд, а ионы водорода находятся в растворе. В этом случае получается мицелла, в целом электронейтральная (рис. 42б). Однако, и в этом случае мицелла, под воздействием ударов молекул растворителя (воды), будет двигаться в сторону стенки камеры и войдет в зону действия отталкивания одинаково заряженных ионов (противоионов на гранулы коллоида и положительных ионов на поверхности полости). В этом случае, если скорость движения частицы (мицеллы) большая, то она, преодолевая силу отталкивания, приблизится и прикрепится к стенке, где произойдет перераспределение ионов. Противоионы (H^+), как сравнительно слабо связанные с гранулой, отталкиваясь, накапливаются на обратной стороне гранулы, а потенциалоопределяющие ионы (SiO_3^{2-}) — на стенке. В силу притяжения положительно заряженных частиц стенки и по причине отрицательного заряда потенциалоопределяющих ионов коллоида, последние останутся прикрепленными к стенке и приведут к образованию слоев халцедона.

В коллоидной химии доказано, что скорость движения коллоидных частиц прямо пропорциональна температуре растворов и обратно пропорциональна величине (массе) коллоидных частиц. В рассматриваемом случае температура растворов на Саригюхском месторождении была очень

высокой (порядка 300°), что доказано А. Х. Хакимовым методом гомогенизации газовой-жидких включений.

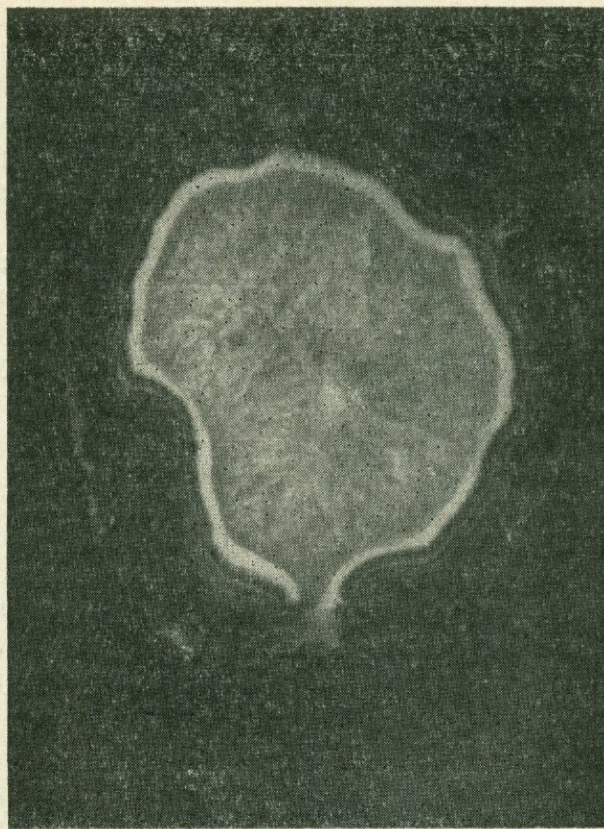
О размере коллоидных частиц можно судить из следующего примера. В одном сантиметре толщины агатов Саригюхского месторождения содержится около 7000 слоев халцедона, что несомненно связано с диаметром коллоидных частиц. Он должен составлять около 0,0014 мм или около 1 микрона.

Питание открытых полостей гидротермами происходит через приоткрытые мелкие трещины, сообщающиеся между собой порами или по каналам удалившихся газов. Трудно представить, что коллоидные частицы (гранулы) проникли в газовые полости или камеры растворения путем диффузии, так как эти же растворы превратили силлообразную залежь смоляно-черных порфиринов, размерами более чем $1000 \times 400 \times 100$ м, в бентониты самого высокого качества. Несомненно, высокая пористость и трещиноватость материнских пород (они же рудовмещающие) создали благоприятные условия для проникновения гидротерм и образования агатовых тел непосредственно из этих растворов. Доказательством этому служит и то, что на поперечном сечении агатовых тел (миндалин) даже макроскопически видны каналы (иногда даже несколько), по которым поступали и удалялись гидротермальные растворы с коллоидным кремнеземом (рис. 43 а, б, в, г, 44, 45.)

Чередование разноцветно окрашенных полосок халцедона и непрерывный рост агатовых тел в одном случае доказывают непрерывное поступление гидротерм, в другом — чередование агата с кварцем (кристаллическим), пересечение одних агатовых тел другими и наличие включений кальцита (исландского шпата) в агате обнаруживают перерывы в процессе образования некоторой части агатовых тел. Эти факты говорят о том, что циркуляция гидротермальных растворов по вмещающим породам происходила непрерывно и длительно; прерывистым же было их поступление в отдельные пустоты, пути которых были залечены продуктами ранних порций гидротерм. Лишь при повторных тектонических подвижках, когда происходит приоткрывание путей к этим камерам, возобновляется послойное отложение кремнезема.

Иногда эти процессы повторяются неоднократно. Вследствие закупорки подводящих каналов, в большинстве случаев, образуются агатовые тела с пустотами, внутри которых отмечаются пирамидальные кристаллы кварца и аметиста, игольчатые кристаллы рутила, пиролюзита и родохозита, призмы кальцита и т. д., которые кристаллизовались из пересыщенных истинных растворов, замкнутых в полости, и, частично, путем диффузии через слои халцедона (через промежутки коллоидных частиц).

А. Х. Хакимов (1966ф) методом гомогенизации газовой-жидких включений в зернистом кварце, в кристаллах горного хрусталя и в аметисте определил температуру минерализующих растворов Саригюхского месторождения агата. Он установил, что зернистый кварц кристаллизовался при температуре $255-180^\circ$, горный хрусталь и аметист — $180-80^\circ$. Аналогичным способом он определил температуру образования халцедона. Для этого предварительно производилось сопоставление губчатых включений с



а

Рис. 43. а,б,в,г. Агаты бастионного типа: а и б — с одним каналом проникновения гидротерм, в и г — с двумя каналами проникновения гидротерм.

гомогенизированными бахромчатыми включениями в опалах, затем по аналогии с этими губчатыми включениями температура образования халцедона визуальным и весьма приближенно была установлена порядка 300—250°. Такой широкий диапазон температурных условий образования минералов кремнезема говорит о том, что имела разницу в температурах как между отдельными порциями растворов, так и внутри отдельных порций. Однако, переходя к температуре растворов, преобразовавших смоляно-черные андезито-базальтовые порфиры в бентонитовую глину (монтмориллонит), следует отметить, что их температура не могла быть ниже температуры образования халцедона. Поэтому верхний температурный предел образования халцедона — 300° следует принять за среднюю температуру гидротерм, преобразовавших порфиры в бентонитовые глины, что соответствует температуре синтеза монтмориллонита, полученного Ноллем и другими исследователями.

Вопрос температуры образования Саригюхского месторождения затрагивали также И. Х. Петросов и П. П. Цамерян (1971). Они склоняются к мнению, что температурный интервал образования бентонитов, установленный А. Х. Хакимовым, несколько завышен, так как он не учел

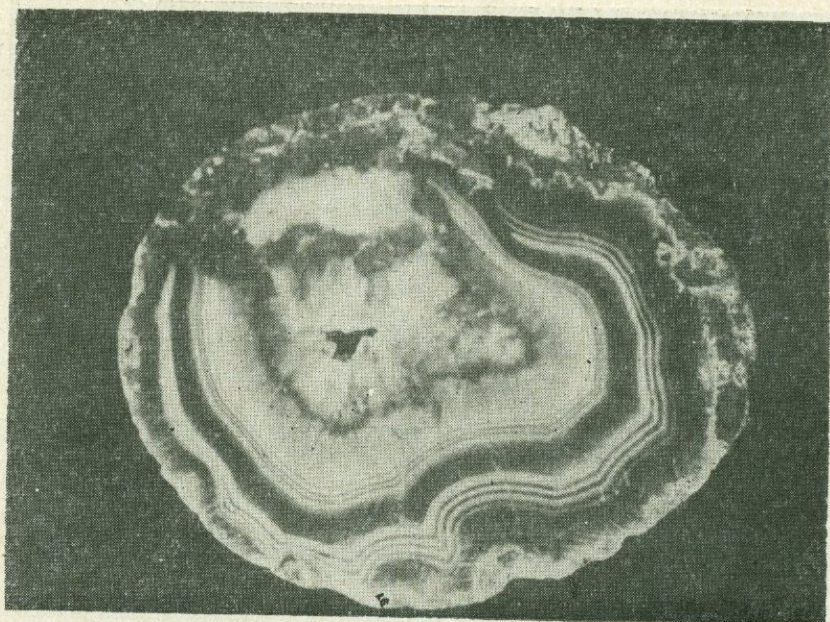


Рис. 43. б (подпись см. стр. 128)

величины всестороннего давления, и допускают, что «температура растворов в областях разгрузки колебалась в пределах 60—200°C».

Автор не разделяет позицию этих исследователей, т. к. если А. Х. Хакимов действительно не учел фактора всестороннего давления, то верхний температурный предел, определенный им, будет не завышенным, а наоборот будет заниженным, ибо «при определении истинных температур необходимо к температуре гомогенизации вводить поправку в сторону завышения» (Захарченко, 1955, стр. 22, 38). Это доказывают также и Е. Ингерсон (Ingerson, 1947), И. А. Островский (1950), Г. Кеннеди (Cennedy, 1950) и др.

Вынесенная из смоляно-черных порфиров окись марганца перемещалась с гидротермальными растворами на более значительные расстояния и скоплялась в виде пластообразного тела, в основном, на контакте плотных и массивных известняков с мергелями кампанского яруса. Брекчиевая марганцевая руда с цементирующим кальцитом скоплялась также в красных известковистых туфопесчаниках кампана на непосредственном экзоконтакте субинтрузивных тел габбро-диоритов (габбро-диабазов), где вмещающие известковистые туфопесчаники, вследствие внедрения габбро-диоритов, сильно раздроблены и брекчированы.

Следы марганца обнаружены также и в верхних горизонтах бентонитовых глин. Количество марганца несколько увеличивается в горизонте ага-

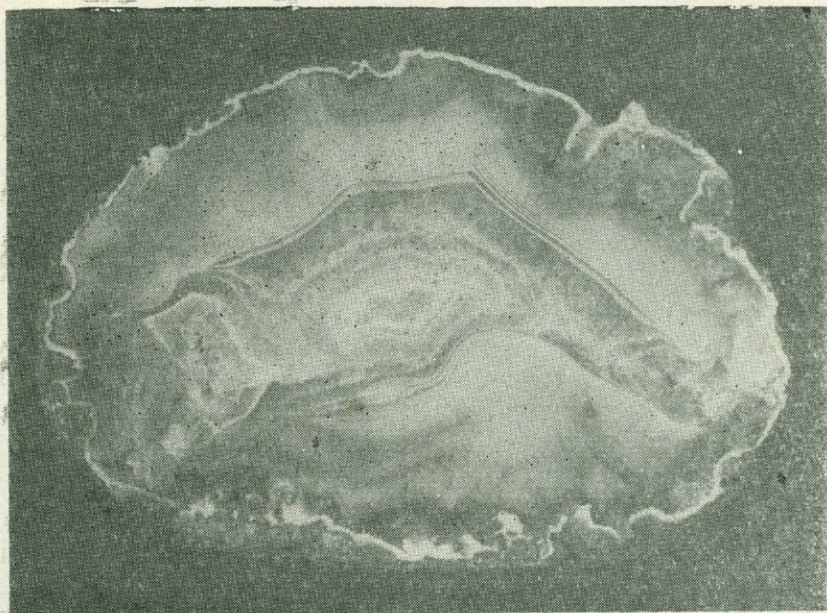
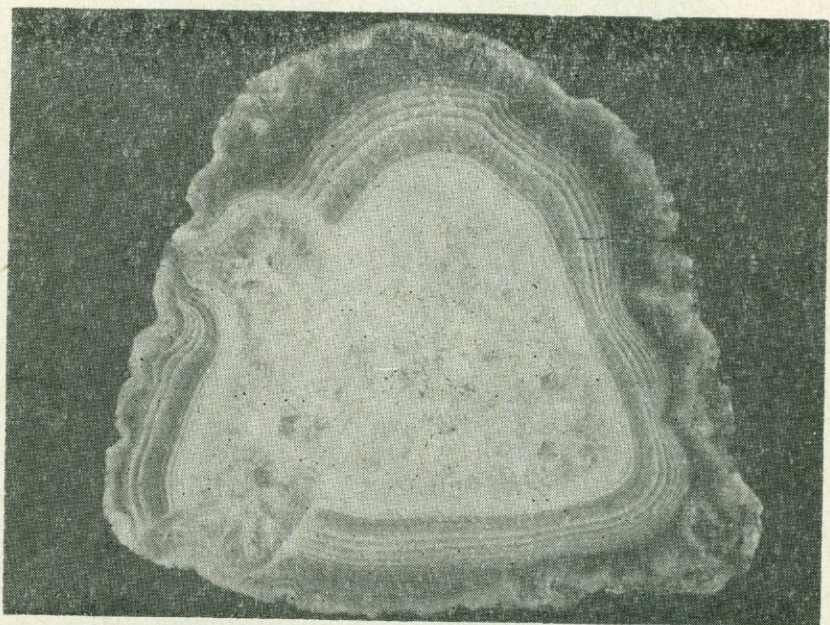


Рис. 43. в (подписи см. стр. 128)

товой минерализации, где он представлен пирролюзитом, родохрозитом и редко браунитом. Кристаллы родохрозита и пирролюзита почти всегда встречаются в пустотах миндалин агата. Часть их дифундирована через тонкие трещины в агат из последующих порций растворов, и в этом случае хорошо наблюдается прорыв (канал проникновения) стенки агата растворами, носящими марганец (рис. 41, 43). Основная же часть хорошо образованных кристаллов пирролюзита и родохрозита в пустотах отделялась из замкнутых в миндалине агата растворов в конечной, низкотемпературной, стадии кристаллизации. Поэтому в сравнительно более значительных по объему пустотах, где остаточные замкнутые растворы по объему были также большие, наблюдается большее количество кристаллов и, наоборот, в мелких пустотах кристаллики родохрозита и пирролюзита встречаются редко и в виде мелких игольчатых кристалликов. Ни в верхних горизонтах бентонитовых глин, ни в горизонте агата марганцевые минералы крупных скоплений не образовали, что объясняется как температурой гидротермальных растворов, так и химически пассивной для концентрации марганца средой вмещающих пород.

Гидротермальные растворы, перемещаясь по трещинам и порам до кампанских известняков, постепенно охлаждаясь до 60° и одновременно в связи с окислением сероводорода (атмосферным кислородом) в приповерхностных условиях, становились более кислыми, а затем, при соприкосно-



Р.с. 43. г. (подпись см. стр. 128)

вании с химически более активными известняками, создавались благоприятные условия для выпадения марганца в виде пиролюзита и в подчиненных количествах рамделлита, манганита, криптомелана и голландита.

В подтверждение соображения о том, что гидротермальные растворы на более высоких горизонтах (выше горизонта бентонитовых глин) становились кислыми (раскислялись), можно привести тот факт, что на кровле бентонитовых глин появляются розетки гипса (синтезированные из слабых кислотных растворов), а на участке Котрац-Нов в гипсы превращены останцы известняков. Механизм такого превращения нам представляется следующим образом: при приближении термальных вод к поверхности происходит интенсивное окисление выделившегося из них сероводорода, вследствие чего в растворе образуются ионы SO_4^{2-} , которые, замещая в известняках ионы CO_3^{2-} , превращают их в гипсы.

В процессе концентрации (выпадения из растворов) марганца имеет место окисление его, следовательно, доступ атмосферного кислорода в горизонт осаждения пиролюзита и, даже несколько ниже, является обязательным.

Конрад Б. Краускопф (1963) показал, что при постоянном значении $\text{pH}=6$ марганец может выделяться при повышенном окислительно-восстановительном потенциале среды ($E_h=+0,6\text{v}$).-

Наряду с этим, можно заметить, что в процессе окисления марганца и осаждения пиролюзита и других минералов марганца не исключается также роль бактерий, что нуждается в специальном исследовании.

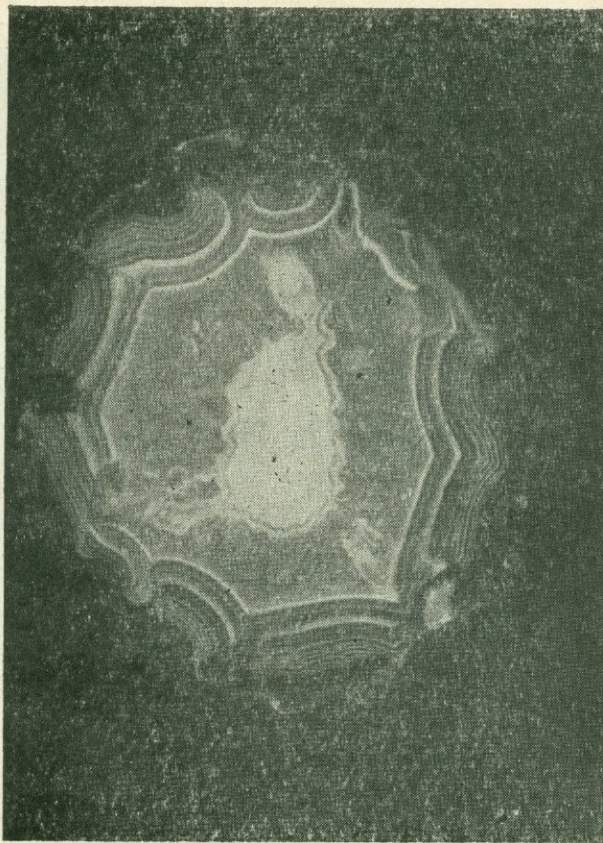


Рис. 44. Агат бастионного типа с несколькими каналами проникновения гидротерм.

Все факты, говорящие в пользу генетической связи месторождений бентонитовых глин, агата и марганца, можно систематизировать в следующем порядке:

1) все три месторождения пространственно примыкают друг к другу, залегают среди гидротермально измененных пород и в разрезе расположены следующим образом: в нижней части разреза — бентониты, в средней — агат, а в верхней части — марганец;

2) месторождение агата локально приурочено, в основном, к материнским породам бентонитовых глин, которые здесь также в некоторой степени гидротермально изменены. Месторождение марганца расположено на территории распространения бентонитовых глин, но локально приурочено к известнякам и известковистым песчаникам кампанского яруса. Здесь значительное распространение имеет брекчиевидное оруденение марганца, которое приурочено к зонам дробления известняков, прорванных апофизами силловых залежей смоляно-черных порфиритов (габбро-диоритами);

3) месторождение агата (участки Керци-ус и Керци-арач) с Центральным участком месторождения бентонитовых глин связано постепенными переходами. Здесь на глубоких горизонтах (ниже гипсометрической отметки 700м) широкое распространение имеют бентонитизированные породы,

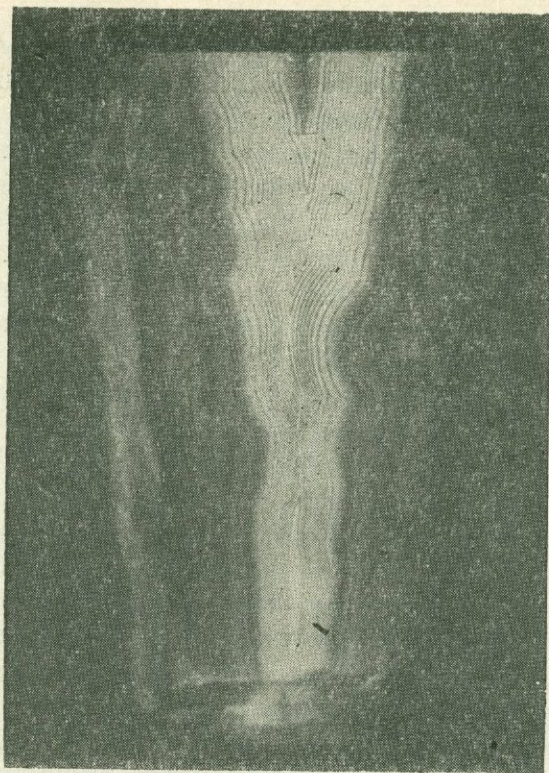


Рис. 45. Прожилковый агат Уругвайского типа
(нат. вел.).

которые кверху постепенно, через сильно измененные разности, переходят в более слабо измененные агатоносные породы;

4) вокруг агатовых тел гидротермально измененные вмещающие породы повторяют форму этих тел, обрамляют их со всех сторон, повторяя все очертания наружной поверхности. Иногда в жеодах агата встречаются ксенолиты (останцы) гидротермально измененных (хлоритизированных) материнских пород;

5) в пустотах жеед агата почти повсеместно обнаружены игольчатые кристаллы пиролюзита, радиально лучистые кристаллы родохрозита и скаленоэдрические кристаллы кальцита. Очень часто пиролюзит, родохрозит, кальцит, гематит и редко доломит обрамляют жееды агата, создавая снаружи своеобразную корку;

6) в верхних горизонтах бентонитовых глин (на кровле), в самих бентонитах и бентонитизированных промежуточных породах часто отмечаются налеты псиломелана и редкие мелкие кристаллики пиролюзита. Здесь же встречаются желтоватые миндалины агата сплошного выполнения.

В заключение следует отметить, что глины Саригюхского месторождения представлены двумя разноцветными типами, резко отличающимися друг от друга по цвету, но очень незначительно по качеству приготовленного из них глинистого раствора. Обе разновидности глин вместе отмечаются лишь на тех участках, где бентониты вскрыты эрозией, и обнажаются

на дневной поверхности (Центральном, Северном, Южном и Котрац-Нов). На остальных участках, где бентониты покрыты слоем вышележащих пород (Северо-западный, Джогазский и Виноградный), глины представлены только одним типом — бутыльно-зеленого цвета.

На участках, где обе цветовые разновидности бентонитов залегают совместно, верхний слой, мощностью от 3,5 до 30 м (на Центральном участке), представлен желто-зелеными глинами, местами с кремоватым оттенком. Нижний слой, мощностью от 2,5 до 110 м (Центральный участок), представлен глинами бутыльно-зеленого цвета, и по сравнению с желто-зелеными глинами они имеют сравнительно низкое качество (по параметрам глинистых растворов, приготовленных из этих глин).

В обеих разновидностях глин в кернах буровых скважин обнаружены редкие и мелкие орешки и кристаллики пирита, которые в глинах верхнего слоя (в желто-зеленых глинах) сильно окислены, а в глинах нижнего слоя (в бутыльно-зеленых глинах) сохранились совсем незатронутыми.

Установлено, что глины желто-зеленого цвета развиты только на тех участках, где глины обнажаются на дневной поверхности. Отмечено также, что образцы глин нижних слоев (бутыльно-зеленого цвета), оставаясь некоторое время (около 2 месяцев) под открытым небом, под влиянием атмосферных агентов (осадков, кислорода и солнца) приобретают желтовато-зеленый цвет и все свойства и качества глин верхнего горизонта. В связи с этим можно прийти к заключению, что обе разновидности принадлежат к одному общему типу и что желто-зеленые глины верхнего слоя являются преобразованными в экзогенных условиях аналогами бутыльно-зеленых. Это преобразование выражается в дезагрегации агрегированных под давлением вышележащих пород, глинистых частиц, и в частичном обесцвечивании вследствие окисления красящих в бутыльно-зеленый цвет пигментов (железа, алюминия, магния и др.)

Небольшая мощность желто-зеленых глин объясняется тем, что бентониты вообще являются хорошими водоупорами и проникновение атмосферных осадков в них крайне затруднено. Известно, что бентониты Саригюхского месторождения относятся к группе истинных щелочных набухающих глин (набухаемость достигает от 6 до 20 раз), которые под воздействием осадков (дождя) поглощают влагу и сильно набухают. После высыхания в них образуются мелкие многочисленные трещины высыхания и тем самым создаются условия для доступа влаги и кислорода на более глубокие горизонты. Таким образом, постепенно, но и до определенной глубины, увеличиваются возможности проникновения атмосферных агентов, которые и приводят к видоизменению первичных бутыльно-зеленых глин.

Б. НОЕМБЕРЯНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

1. КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Ноемберянское месторождение бентонитовых глин расположено на территории распространения цеолитовых и цеолито-бентонитовых пород среди меловых (от нижнего сантона до нижнего кампана) вулканогенно-осадочных образований. Южная граница месторождения расположена в 3,0 км к северо-востоку от с. Калача. Бентонитовые глины как генетически, так и пространственно тесно примыкают к цеолитовым породам и с ними вместе занимают обширную площадь — около 30 кв. км. Естественные выходы цеолитовых и бентонитовых пород с их промежуточными типами (цеолито-бентонит) распространены на пяти участках, разделенных друг от друга условно по глубоким (сравнительно) оврагам, вдоль простирающихся слагающих месторождение пород.

Месторождение, в основном, сложено разнообразными известняками, редко песчаниками (в виде маломощных линз) из осадочного комплекса пород, а также туфобрекчиями, туффитами, туфопесчаниками, пепловыми, пемзовыми и фельзитовыми туфами из вулканического комплекса пород.

Как бентонитовые глины, так и цеолиты образовались за счет вулканогенных образований. Более или менее мономинеральные цеолиты и бентониты образовались за счет пепловых, реже пемзовых туфов с преобладанием стекловатой массы. Пемзовые разновидности в основном распространены на территории Азербайджанской ССР — восточнее Центрального участка месторождения бентонитовых глин.

Цеолиты и бентониты, образовавшиеся за счет других типов пород вулканогенного комплекса, загрязнены посторонними примесями (обломками минералов и пород) и по сравнению с первыми малоперспективны.

Цеолитовые породы, в основном, имеют голубые, светло-зеленые, редко серые и светло-серые окраски и на расстоянии хорошо выделяются на белом фоне вмещающих известковых пород. Бентонитовые же глины имеют светло-голубые, желто-зеленые, серые, светло-серые до белесоватого окраски и иногда сливаются с вмещающими их известняками, туфоизвестняками и фельзитовыми туфами, становясь трудно отличимыми на расстоянии.

При выполнении поисковых работ на цеолиты, нами, в 1972—1973 гг., была схематически закартирована вся территория распространения цеолито-бентонитовых пород с выделением перспективных участков и пластов в отношении как цеолитов, так и бентонитовых глин (рис. V а, б).

Разрез Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитов представлен в следующем виде (рис. V а, б, 46).

Нижний сантон. На мергелистые органогенные известняки и тонкослоистые известняки этого же возраста залегает мощная пачка вулкано-

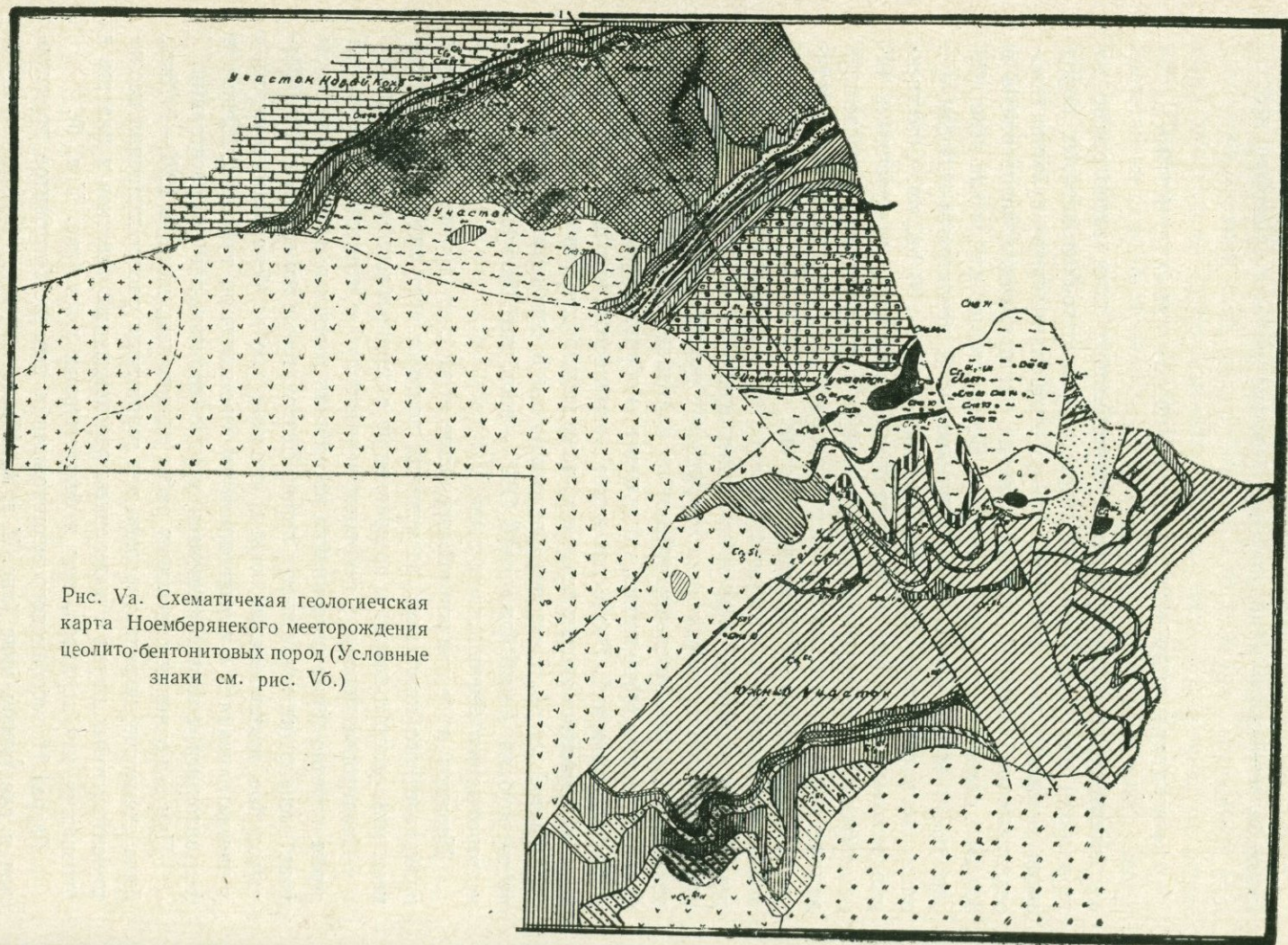


Рис. Va. Схематическая геологическая карта Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород (Условные знаки см. рис. Vб.)

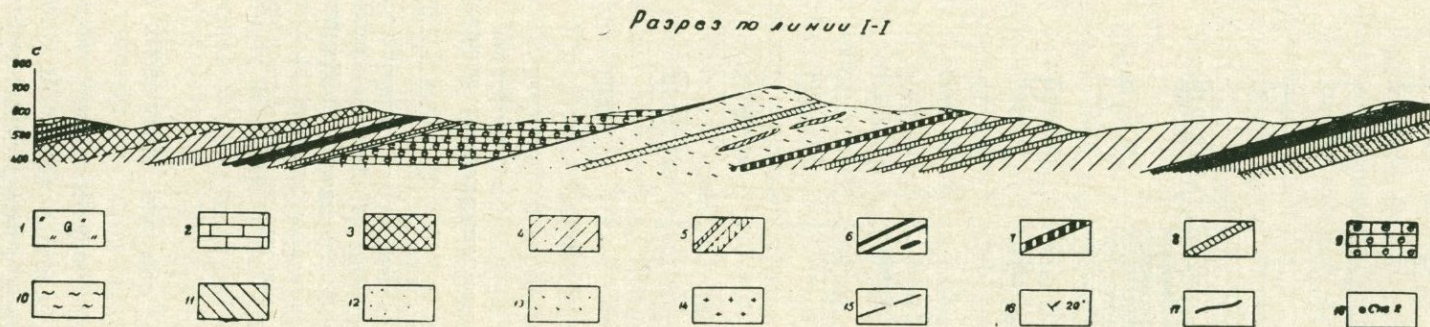


Рис. Vб. Схематический геологический разрез Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород.

1. Современные аллювиально-делювиальные отложения. 2. Белесоватые мергелистые известняки верхнего кампана. 3. Цеолитизированные (клиноптилолит-мordenитовые) пеплово-пемзовые туфы. 4. Цеолитизированные, бентонитизированные пеплово-пемзовые туфы с прослоями известняков, туфоизвестняков, туфопесчаников и туфобрекчий). 5. Сероватые, белесоватые мергелистые и органогенные известняки. 6. Кремнистые известняки коричневатого, бурого цветов. 7. Мергелистые и доломитизированные известняки и туфоизвестняки с линзами халцедона. 8. Фельзитовые туфы. 9. Красноватые мергелистые известняки с окислами и гидроокислами железа. 10. Бентонитовые глины. 11. Туфобрекчий и туфопесчаники анальцимовые. 12. Туфобрекчий и туфопесчаники клиноптилолит-мordenитовые. 13. Андезито-базальтовые порфиристы и их туфобрекчий. 14. Липариты и липарито-дациты (породы жерла древнего вулкана). 15. Тектонические нарушения. 16. Элементы залегания пород. 17. Контуры пород. 18. Буровые скважины и их номера.

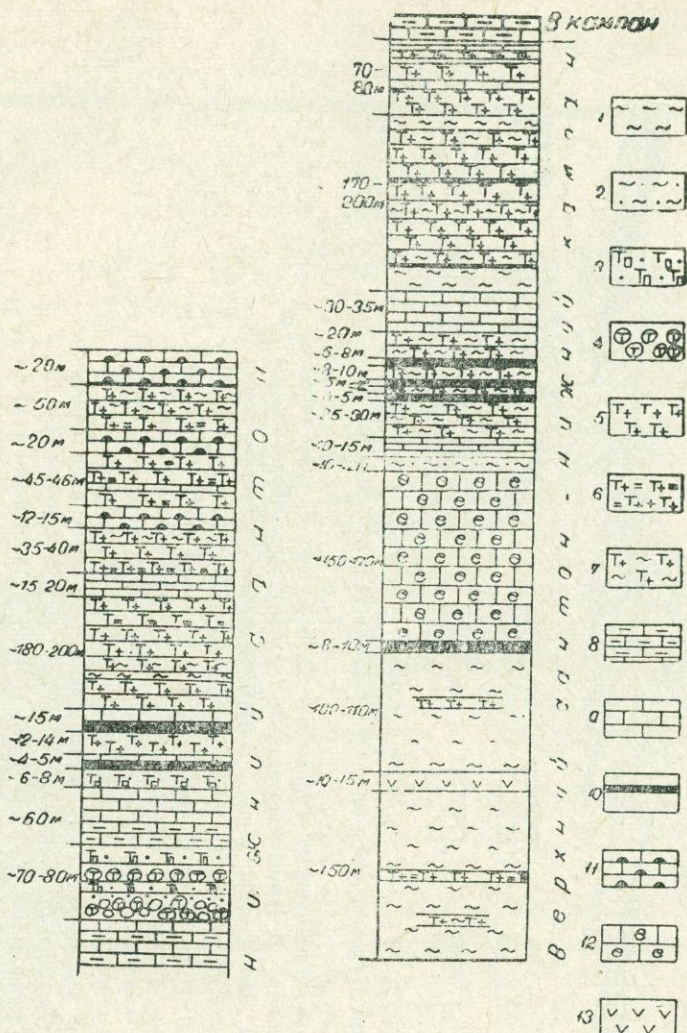


Рис. 46. Литологический разрез Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород.

1. Бентонитовые глины. 2. Бентонитовые глины, песчанистые. 3. Туфопесчаники анальцимовые. 4. Туфобрекчии анальцимовые. 5. Пеплово-пемзовые туфы клиноптилолитовые. 6. Пеплово-пемзовые туфы клиноптилолит-мordenитовые. 7. Пеплово-пемзовые туфы цеолито-бентонитовые. 8. Мергелистые известняки. 9. Известняки. 10. Известняки окремненные (кремнистые). 11. Известняки с гнездами и линзами халцедона. 12. Красноватые мергелистые известняки с окислами и гидроокислами железа. 13. Фельзитовые туфы

генно-осадочных и осадочных отложений, которую снизу вверх слагают следующие породы:

1. Цеолитизированные (анальцимовые) грубозернистые туфопесчаники и туфобрекчии от светло-голубого до зеленого цвета. Местами в них содержатся пропластки и линзы известняков и фельзитовых туфов. Мощность 70—80 м.

2. Тонкослоистые известняки и мергелистые известняки от белесоватого до светло-серого цвета. Мощность 50—60 м.
 3. Цеолитизированные (анальцимовые), средне-крупнозернистые туфопесчаники светло-голубого цвета. Мощность 6—8 м.
 4. Белесоватые известняки и мергелистые известняки, плотные, слабо окремненные. Мощность 4—5 м.
 5. Цеолитизированные (клиноптилолит-морденитовые), слабо бентонитизированные пепловые туфы светло-голубого и светло-зеленого цвета с раковистым изломом. Макроскопически отмечаются мелкие чешуи темных слюдистых минералов (гидробиотита). Мощность 12—14 м.
 6. Толстослоистые известняки, плотные, крепкие, слабо окремненные. Мощность 15 м.
 7. Цеолитизированные (клиноптилолит-морденитовые), местами бентонитизированные пеплово-пемзовые туфы светло-зеленого, голубого, серого и белесоватого цветов. По мощности пласта, в виде отдельных пропластков, чередуются известняки, цеолитовые (клиноптилолит-морденитовые мощностью 8—12 м), цеолито-бентонитовые (мощностью 15—20 м) породы с бентонитовыми глинами белесоватого и сероватого цветов (мощностью от 1 до 45 м). Белесоватые бентониты слагают пропластки мощностью от 1 до 3,5—4 м и обычно встречаются в сопровождении морденита. Общая мощность 180—200 м.
 8. Белесоватые, тонкослоистые известняки, мергелистые известняки с прослоями пепловых туфов, туфоизвестняков и туфопесчаников. Мощность 15—20 м.
 9. Цеолитизированные (клиноптилолит-морденитовые), слабо бентонитизированные пепловые туфы светло-голубого цвета с пропластками белесоватых фельзитовых туфов и слабо окремненных известняков. Мощность 35—40 м.
 10. Известняки, мергелистые известняки с гнездами и линзами халцедона, белесоватого и сероватого цветов. Мощность 12—15 м.
 11. Цеолитизированные (клиноптилолит-морденитовые), слабо бентонитизированные пепловые туфы светло-голубого цвета с пропластками известняков и мергелистых известняков. Мощность 45—46 м.
 12. Известняки и мергелистые известняки белесоватого цвета, плотные, толстослоистые, крепкие с гнездами и линзами халцедона, опала и яшмы. Мощность 20 м.
 13. Цеолитизированные (клиноптилолит-морденитовые), бентонитизированные пепловые туфы светло-голубого, сероватого (на участках с интенсивной бентонитизацией) цветов с раковистым изломом. Мощность 50 м.
 14. Известняки, мергелистые известняки, туфоизвестняки с преобладанием известкового материала с линзами и гнездами халцедона. В основании известняки окремненные (яшмовидные). Мощность 20 м.
- Общая мощность вулканогенно-осадочных и осадочных образований нижнесантонского времени на территории Ноемберянского месторождения составляет порядка 535—590 м.

Верхний сантон — нижний кампан. Основное месторождение бентонитовых глин расположено среди пород этого возраста, которые отличаются большим разнообразием и частыми чередованиями. Бентониты в большинстве распространены в низах этой толщи. Здесь же расположен основной — Центральный участок Ноемберянского месторождения бентонитовых глин. Среди пород этого возраста широким распространением пользуются известные издавна и разрабатываемые ныне красивые декоративные фельзитовые туфы (Керпилинское месторождение). В верхах этой толщи широким развитием пользуются высококачественные, почти мономинеральные цеолитовые породы, представленные, в основном, клиноптилолитом с ничтожными примесями морденита и монтмориллонита.

Разрез верхнесантон-нижнекампанских отложений представлен в следующем виде (снизу вверх):

1. Бентонитовые глины, в низах за счет грубообломочных пемзовых туфов и туфобрекчий, а в верхах за счет пепловых туфов. В основном, они тонкодисперсные, жирные на ощупь, без видимых посторонних примесей, местами щелочного типа (набухают и дают стабильные гомогенные суспензии), местами же камнеподобные, щелочноземельного типа (рассыпаются в воде). Бентониты в пределах этого горизонта отличаются пятью цветами — светло-желтыми, желто-зелеными, светло-голубыми, зелеными и разными тонами серого цвета (от серого до белесоватого). Среди бентонитов этой толщи, мощность которой доходит до 150 м, выделяются отдельные пропластки (мощностью от 3 до 24 м) цеолито-бентонитовых и цеолитовых пород. Этот горизонт выявлен впервые (в 1972 году), он обнажается на восточном фланге Центрального участка, занимает площадь порядка 0,6—0,7 кв. км.

На Северо-Западном участке (западнее от жерла верхнемелового вулкана Кяси-Кар) этот горизонт представлен цеолитизированными (клиноптилолит) и слабо бентонитизированными туфобрекчиями, туфопесчаниками, фельзитовыми туфами и мелкими прослоями (мощностью от 0,7 до 20 м) цеолитизированных пепловых туфов, фациально переходящими друг в друга. Цвет пепловых туфов и туфобрекчий — светло-зеленый, голубой, а фельзитовых туфов — светло-серый, белесоватый с розоватым, зеленоватым, голубым, кремоватым оттенками. В цеолитизированных пепловых туфах содержание клиноптилолита колеблется от 60 до 80%, а в туфобрекчиях и туфопесчаниках — от 20 до 40% (определение В. В. Власова — ВНИИГеолнеруд). Общая мощность всей толщи здесь тоже, как и на Центральном участке, достигает до 150 м.

2. Пласт фельзитовых туфов, серого, светло-серого до белесоватого цвета. Мощность — 10—15 м.

3. Бентониты в основании более грубодисперсные (образованные за счет пемзовых туфов), далее кверху по разрезу более тонкодисперсные, жирные на ощупь, с раковистым изломом, светло-голубого, желто-серого с кремоватым оттенком, серого, светло-серого цветов. В них тоже отмечаются пропластки слабо бентонитизированных цеолитовых туфов мощностью от

1 до 10—12 м. Общая мощность этого пласта бентонитовых глин достигает от 100 до 110 м.

4. Известняки сильно окремненные, коричневатые, бурые, серые, желтовато-серые с окислами железа; в основании кремень преобладает над известковистым материалом, с постепенным уменьшением кверху. Местами они превращены в яшмовидную породу коричневатого цвета. Мощность 8—10 м.

5. Мощный пласт красноватых мергелистых известняков и туфоизвестняков с окислами и гидроокислами железа. В основании они слабо окремненные. Мощность 150—170 м.

6. Песчанистые бентониты, образовавшиеся за счет туффигов, пемзовых туфов и туфопесчаников, желто-зеленого, серого, светло-голубого цветов. Все они содержат пропластки (мощностью 0,5—3 м) слабо бентонитизированных цеолитовых пепловых туфов. Мощность 10—12 м.

7. Тонкослоистые мергелистые известняки с примесью туфового материала, серого, светло-серого цвета с зеленоватым оттенком. Мощность 10—15 м.

8. Бентонитизированные, цеолитизированные пеплово-пемзовые туфы, туфопесчаники, светло-зеленого, голубого цвета. К востоку пепловые туфы довольно резко фациально переходят в пемзовые грубообломочные туфы. Местами пемзовые обломки настолько велики, что породе придают облик туфобрекчий. Мощность 25—30 м.

9. Сильно окремненные тонкослоистые известняки и мергелистые известняки серого, светло-серого цвета. Мощность 4—5 м.

10. Тонкий пласт пемзовых туфов, туфопесчаников и туфобрекчий светло-зеленого, голубого цвета. Обломки пемзовых пород сильно бентонитизированы. Мощность 4—5 м.

11. Окремненные тонкослоистые мергелистые известняки светло-серого цвета. Мощность 5 м.

12. Пеплово-пемзовые, бентонитизированные туфы с пропластками (мощность 0,2—1 м) известняков и мергелистых известняков. Мощность 8—10 м.

13. Окремненные, тонкослоистые, светло-серые известняки. Мощность 6—8 м.

14. Цеолитизированные, бентонитизированные грубообломочные пемзовые туфы и туфобрекчий, к западу фациально переходящие в цеолитовые пепловые туфы голубого цвета. Пепловые цеолитовые туфы имеют плитчатую отдельность. Мощность 20 м.

15. Светло-серые, тонкослоистые, мергелистые, местами доломитизированные известняки, в основании слабо окремненные. Мощность 30—35 м.

16. Переслаивающиеся цеолитизированные пеплово-пемзовые туфы, бентонитовые глины серого, светло-серого цвета, окремненные известняки, туфопесчаники, туффины, туфобрекчий и фельзитовые туфы пестрого цвета. Интенсивная бентонитизация отмечается в пределах нижней половины этого пласта. Здесь скважинами №№ 12, 14, 15, 16, 18, 19, 33, 34, 37 вскрыто несколько пропластков светло-серых бентонитовых глин мощностью от

1,0—1,5 до 80 м. Кверху бентонитизация постепенно ослабевает, уступая свое место цеолитовым минералам (клиноптилолиту). Мощность 170—200, местами до 250 м.

17. Верхний горизонт цеолитизированных, очень слабо бентонитизированных пеплово-пемзовых туфов с перемежающимися с ними известняками, мергелистыми известняками, фельзитовыми туфами и туффитами. Мощность 70—80 м.

Обнаружено четыре пласта цеолитизированных туфов, где содержание цеолитов (клиноптилолита) составляет от 70 до 90—95% (по определению В. В. Власова—ВНИИГеолнеруд и Н. Ф. Челищева—ИМГРЭ). Особенно интенсивно цеолитизированы верхние три пласта, в которых процесс бентонитизации занимает подчиненное место. При этом цеолитовые породы Ноемберянского месторождения очень похожи на месторождение Гектор-Калифорния.

Общая мощность верхнесантон-нижнекампанских отложений здесь доходит от 780 до 880 м, местами до 900 м.

Верхний кампан. Отложения верхнего кампана обнажаются на самом северном фланге месторождения, севернее пос. «Новый Кохб» и представлены светлыми с желтоватым оттенком тонкослоистыми мергелистыми известняками, органогенными известняками с прослоями хрупких мергелей. Мощность 70—80 м, местами 120 м. Все вышеописанные породы имеют моноклиальное северо-восточное пологое падение под углами от 10—15° до 45°.

В тектоническом отношении район Ноемберянского месторождения входит в состав Прикуринской мегасинклинальной зоны (по А. Т. Асланяну), где складчатые структуры в восточном направлении постепенно, но довольно круто погружаются в Куринскую депрессию, вследствие чего периклиналильные пологие части складок сливаются в моноклиаль юго-восточного (общекавказского) простиранья.

Эта моноклиаль на территории Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитов осложнена тектоническими нарушениями разрывного и сколового характеров. По этим нарушениям часто отложения нижнесантонского возраста приведены в контакт с породами верхнесантон-нижнекампанского времени. На месторождении отмечаются нарушения двух систем: северо-восточного простиранья (более ранние) и северозападного простиранья (более поздние). Наиболее крупными являются нарушения северо-западного простиранья, с которыми связано излияние лав и их пирокластов.

Так как цеолиты и сопутствующие им бентониты генетически связаны с вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями, которые имеют широкое развитие на территории Ноемберянского месторождения, то ниже приводится их детальное петрографическое описание. Здесь надо отметить, что на всей территории месторождения, более чем на 30 кв. км, нигде не обнаружены свежие разности материнских пород, с которыми можно было бы сравнить измененные их разности. Более того, переходные стадии отмечаются только между цеолитами и бентонитами, а между материнскими породами и цеолитами переходных пород не обнаружено. Это озна-

чает, что материнские породы, как пепловые туфы, так и туфопесчаники, туфобрекчии и др., интенсивно цеолитизированы и бентонитизированы.

Цеолитовые туфы макроскопически представлены плотными, крепкими, легкими (с малым объемным весом) породами светло-зеленого, зеленого и светло-голубого цветов со столбчатой и плитчатой стдельностями. Бентонитизированные их разности становятся более легкими, менее крепкими и светлыми, жирными на ощупь и с раковистым изломом.

Под микроскопом структура породы реликтовая, пепловая, алевритовая, иногда лито-кристаллокластическая. В большинстве случаев породы обнаруживают типичную пепловую структуру реликтового характера, заметную при одном никеле. Пепловые частицы имеют дугообразные, рогульчатые, серповидные формы со спекшимися границами и местами сливающимися со стекловатой массой. В связующей массе спекание пепла в большинстве случаев происходит без деформации отдельных частиц. Вулканическое стекло повсеместно замещено цеолитами, которые характеризуются низкими (ниже канадского бальзама) показателями преломления — 1,474—1,480, с очень малым двупреломлением $\leq 0,003$. Цеолиты бесцветны и в поляризованном свете изотропны.

В более интенсивно измененных разностях цеолиты занимают центральную часть осколков вулканического стекла и пепловых частиц, а по периферии (по краям обломков и пепловых частиц) окаймляются тонкой оторочкой монтмориллонита, имеющего яркую поляризацию в поляризованном свете. Оторочка монтмориллонита, при более глубоком изменении, иногда увеличивается, создавая широкую каемку вокруг цеолитов, или полностью замещает цеолит.

Чаще всего цеолиты бесцветны, но встречаются желтовато-бурые разности. При большом увеличении (порядка 180 х—320 х) и в сходящемся свете заметно, что кристаллы цеолита располагаются по длине волокон обломков стекла. Радиально-волокнутое расположение цеолитов обнаруживается изредка.

В реликтовую пепловую цеолитизированную массу, составляющую, в основном, более 70%, иногда от 60% до 90—95% площади шлифа, погружены алевритовые частицы кварца, полевого шпата, биотита и кальцита.

Плагиноклаз образует угловатые изометричные обломки, которые имеют размер от 0,01 до 0,05 мм, очень редко доходят до 0,4 мм. Они иногда сохраняют неотчетливое полисинтетическое или зональное строение. Номер плагиноклаза определяется очень трудно из-за размера. В одном обломке состав плагиноклаза, по методу симметричного угасания в разрезе перпендикулярной оси (010), определен как лабрадор (№ 53). Плагиноклаз, в основном, свежий, редко со следами оплавления.

Кварц представлен угловатыми обломками, размерами до 0,15 мм. Они водяно-прозрачные, со стеклянным блеском, характеризуются волнистым и косым угасанием.

Биотит зафиксирован в виде удлинённых пластинок и изометричных листочков размерами до 0,2 мм. Он имеет вторичное происхождение (?), отличается характерным плеохроизмом, от желто-зеленого по Ng до темно-бурого по Nr. Угасание прямое. В большинстве случаев хлоритизирован.

Кальцит образует отдельные изометричные зерна с отчетливой псевдоабсорбцией и перламутровыми цветами интерференции. Кроме того, развивается крупнозернистый кальцит с агрегатной поляризацией, он развит в виде скоплений по пеплу.

Кроме кластических зерен, иногда в породе отмечаются обломки эффузивных пород среднеосновного состава, содержащие микролиты плагиоклаза, погруженные в темно-бурый стекловатый мезостазис. Они имеют ограниченное развитие и редко составляют около 20% общей площади шлифа. По этим обломкам пород развиты хлорит и гидрослюда, а в более интенсивно измененных разностях — монтмориллонит.

Количество пирокластического материала в породе колеблется от 5% до 30 и редко до 40%.

Пемзовые туфы отличаются лито-витрокластической, кристалло-витрокластической структурой со связующей пепловой массой. Кластическая часть породы представлена обломками пемзы и среднекислой эффузивной породы. Последние, на фоне интенсивно измененного пемзового и цементирующего материала, перерожденного в цеолит и бентонит, сравнительно слабо изменены — хлоритизированы. Обломки эффузивных пород, по всей вероятности, представлены андезитами с гиалопилитовой основной массой и фенокристаллами (размерами от 0,05 до 1,2 мм) плагиоклаза, кварца и реже биотита.

Крупные обломки стекла, размером до 0,5—0,6 мм, имеют кислый состав и обладают флюидальностью, характерной для кислых стекол. Они повсеместно цеолитизированы и иногда оконтурены каемкой монтмориллонита. Поры по обломкам вулканического стекла (пемзы) имеют трубчатые и округлые формы, иногда заполнены хлоритом с интенсивно зеленым цветом, низким двупреломлением и заметным плеохроизмом.

Пепловые частицы, слагающие связующую массу, состоят из рогульчатых, серповидных, причудливо изогнутых обломков стекла, которые повсеместно замещены цеолитами, хорошо видны в проходящем свете при одном никеле и не заметны в скрещенных николях: форма их подчеркивается развитием тонкоагрегатных каемок минералов группы монтмориллонита (или гидрослюд?) с высоким двупреломлением.

Туфопесчаники отличаются алевропсаммитовой, переходящей в псаммитовую, структурой с реликтовой пепловой структурой связующей массы. Порода сложена нормально-осадочными и туфогенными составляющими, которые представлены почти в равных количествах. Туфогенный материал является цементирующей массой и имеет реликтивно-пепловую структуру, состоит из реликтовых пепловых частиц, имеющих неправильные дугообразные формы, расположение которых придает породе псевдофлюидальный облик.

Туфовый пепловый цемент нацело замещен минералами группы цеолитов с очень низким двупреломлением ($\leq 0,003$), не действующим на поляризованный свет. В более сильно измененных разновидностях, вокруг обломков цеолитизированного стекла и осколков пепловых частиц, наблюдаются тонкие оторочки волокнистых минералов из группы гидрослюд и монтмориллонита. По мере усиления интенсивности изменения увеличивается

ширина монтмориллонитовой каемки, и иногда она полностью замещает цеолиты.

Цеолитизированный туфовый цемент цементирует нормально-осадочный песчанистый материал, сложенный обломками пород, имеющих различный петрографический состав, близкий к андезитовым порфиритам, обломками кристаллов — плагиоклаза, биотита и карбоната.

Обломки пород имеют небольшие (0,1—0,15 мм) размеры и угловато-округлые формы. Они несут следы перекристаллизационных процессов, некоторые из них пропитаны черным рудным веществом, в которое погружены мелкие таблички, микролиты полевого шпата. Единичные обломки пород замещены хлоритом.

Обломки кристаллов плагиоклаза характеризуются зональным и полисинтетически-сдвойникованным строением, остаются почти незатронутыми действиями подводного разложения.

Биотит представлен тонкими пластинками величиной до 0,2 мм по длине, которые повсеместно деформированы и искривлены. Плеохроизм заметный, варьирующий в темных и светлых тонах коричнево-желтой окраски.

Карбонат (кальцит) имеет ограниченное распространение, характеризуется перламутровыми цветами интерференции.

Встречаются единичные кристаллики красно-бурого цвета, возможно монацита.

Отмечены также единичные раковины органических остатков, заполненных бесцветным, иногда буроватым от разложения цеолитом, и изредка рудным веществом.

Единичные зерна магнетита имеют неправильные формы и серо-стальной блеск в отраженном свете.

Как на Центральном участке, так и на всех других участках, промышленные цеолитовые и бентонитовые образования как генетически, так и пространственно тесно связаны с пепловыми туфами, имеющими большое развитие на Ноемберянском месторождении. Пласты цеолитовых пород очень часто, иногда ритмично чередуются с пластами бентонитовых глин и известковых пород. Цеолиты и бентониты, в виде отдельных пропластков, иногда чередуются даже в пределах одного пласта пепловых туфов (в том случае, если мощность туфов очень велика). Однако, в этом случае на границе бентонитовых и цеолитовых пород (пропластков) отмечается смена фаций — пепловый материал переходит в более грубозернистый и наоборот. Это обстоятельство означает, что в процессе накопления вулканического материала извержение имело место неоднократно. Бентониты являются продуктами более глубокого разложения пепловых туфов и сопровождалась выносом некоторого количества породообразующих окислов из промежуточного (между породой и бентонитами) цеолитизированного продукта.

2. Субвулканические породы. Единственный выход субвулканических липаритов и липарито-дацитов обнаружен на северо-западной части Ноемберянского месторождения (рис. 47), где занимает площадь более 1 кв. км. Он является центром излияния как фельзитовых туфов, так и всех выше-

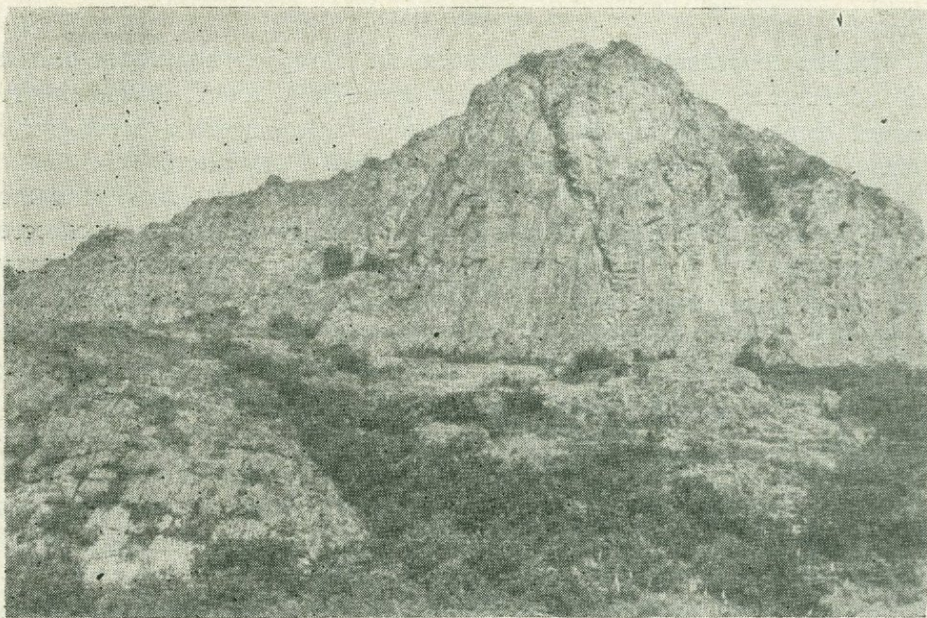


Рис. 47. Общий вид жерла (НЕКК) Кяси-кар (снимок сделан с востока).

описанных пирокластических материалов (рис. V). К ним относятся также материнские породы цеолитов и бентонитовых глин. Этот некк, по всей вероятности, существовал еще со времен до нижнего сантона и действовал до кампанского времени. Он был возвышен из-под воды в виде острова; лавы его излились непосредственно под водой, а пирокластический материал поступил в водоем через атмосферу. Воздушными течениями мельчайшие частицы кислых лав были отнесены на большие расстояния и отложены на площади более чем 30—40 кв. км.

Под микроскопом структура породы порфировая, в основной массе микролитовая. Последняя сложена стекловатым неравномерно раскристаллизованным агрегатом с хорошо выраженной флюиальностью, огибающей фенокристаллы.

В результате неоднородного состава кислого стекла произошла неравномерная раскристаллизация с послойными участками микропйкилобластовых стекловатых структур, развивающихся по микрофельзитовой структуре девитрификации.

Микропйкилобластовая структура находится в стадии развития, где только начинается выделение не вполне ясных, четких микролитов полевого шпата (включенных в кварц-полевошпатовый базис), которые постепенно укрупняются и обособляются. Участками основная масса заметно хлоритизирована, пелитизирована. На фоне микрофельзитовой основной массы выделяются фенокристаллы плагиоклаза величиной от 0,1 до 0,3 мм, подверженные разложению и частичному окремнению.

Обнаружен реликт цветного минерала, напоминающего по своему кристаллографическому габитусу пироксен, оконтуренный магнетитом.

3. Бентонитовые глины. Бентонитовые глины с сопутствующими им цеолитами распространены на обширной площади, около 30 кв. км, и размещены на пяти участках, разделенных друг от друга условно, а именно: на Южном, Центральном, Новом, Ново-Кохбском и Северо-Западном. Собственно бентонитовые глины распространены только на первых четырех участках, на дневную поверхность они обнажаются только на Центральном участке, на юго-восточной небольшой части Нового участка и северо-западной части участка «Новый Кохб».

Так как цеолиты и бентонитовые глины образовались за счет пепло-пемзовых туфов, туффитов и туфопесчаников, то они залегают согласно с их материнскими породами (рис. 48 и 49).

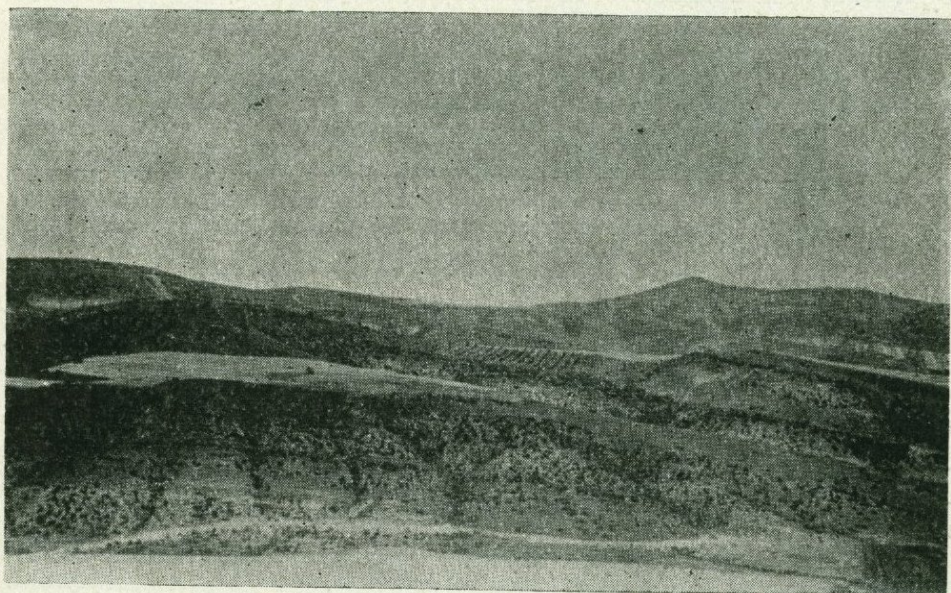


Рис. 48. Общий вид Центрального участка Ноемберянского месторождения бентонитовых глин.

Морфологически бентонитовые глины представлены выдержанными по мощности пластообразными телами (за исключением пластов, обнажающихся на дневную поверхность, некоторая часть которых размыта эрозией) с пологим падением на северо-восток, под углами $10-15^{\circ}$ до 45° . Мощности отдельных пластов колеблются от 0,8 до нескольких десятков метров. Количество пластов бентонитовых глин на каждом участке доходит от 2—3 до 5—6 и более только до глубины 150 м (вскрыты поисковыми скважинами, пробуренными до глубины 150 м). Отдельные пласты распространяются на площади около 4 кв. км.

Наиболее качественными являются бентониты, образовавшиеся за счет пепловых туфов. Они тонкодисперсные, более или менее мономинеральные, жирные на ощупь; имеют раковистый излом (глины Центрального участка).

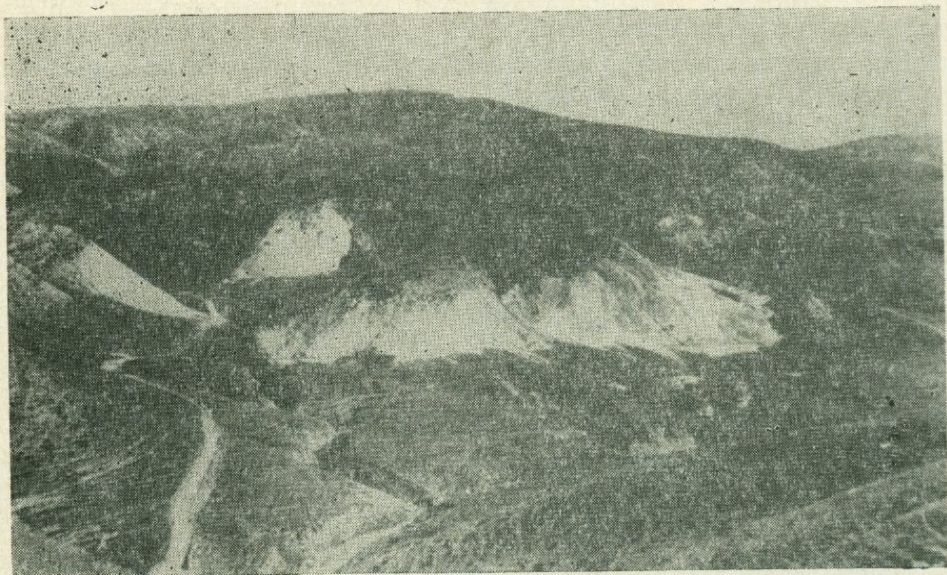


Рис. 49. Обнажение бентонитовых глин на Центральном участке Ноемберянского месторождения.

На месторождении обнаружены бентониты разных цветов: светло-зеленые, голубовато-зеленые, серые, светло-серые, белесоватые, светло-голубые и др. Глины желто-зеленого, серого и светло-голубого цветов на дневной поверхности в течение некоторого времени обесцвечиваются и приобретают белесоватые тона. Некоторые их разновидности — желто-зеленые и зеленые-мягкие, а остальные — плотные, сравнительно крепкие, камнеподобные.

А. Торосьяном (1962ф) при изучении (разведке) Центрального участка месторождения в 1960—61 гг. было зафиксировано интересное явление, связанное с бентонитами этого месторождения:

«Бентонитовые глины в свежедобытом состоянии на ощупь жирные, при высыхании трескаются и рассыпаются на угловатые обломки. Если поместить в воду кубик сухой бентонитовой глины, то можно наблюдать довольно интересную картину; начинается расщепление кубика вдоль ребер, каждая грань куба, набухая, постепенно отделяется от центра, образуя при этом крестообразную форму. Затем, по достижении определенного предела, сила тяжести преодолевает силу сцепления, и отделившиеся грани куба обрушиваются. Расслоение распространяется к центру, и постепенно вся масса глины распадается в порошок».

Пласты бентонитовых глин одного участка (начиная с юга) погружаются под породы соседнего (к северу) участка и, таким образом, на самом северном участке (Новый Кохб) при бурении глубоких скважин можно будет вскрыть наибольшее количество пластов бентонитовых глин.

Важно отметить, что на месторождении нет свежих материнских пород и их постепенных переходов в цеолитовые породы, что создает много неясностей в процессе опознавания механизма превращения туфов в цео-

литы. В то же время при переходе из цеолитизированных пород в бентонитовые глины имеются все переходные разности (от слабо бентонитизированных до бентонитов), что делает возможным опознавать все стадии этого превращения.

Превращение туфов в цеолитовые породы, т. е. их цеолитизация протекала, по-видимому, путем гидратации и девитрификации (раскристаллизации) вулканического стекла без заметного нарушения структурно-текстурных особенностей первичной породы и, поэтому, по всей вероятности, прежние исследователи района не заметили цеолитизацию и пренебрегли ею. Бентонитизация же проходила с интенсивным разложением вулканического стекла, иногда с нарушением сплошности материнских пород до потери реликтовой пепловой структуры и с интенсивным выносом некоторых пороодообразующих окислов. Однако, бентонитовые глины в большинстве случаев сохраняют реликтовую структуру материнских пород, что позволяет не только распознавать процесс бентонитизации, но и выделить, даже макроскопически, бентониты по типам их материнских пород. Последнее обстоятельство имеет большое практическое значение в том смысле, что в процессе полевых работ можно будет выделить наиболее перспективный с промышленным значением участок, зная, что бентониты, образовавшиеся за счет пепловых и пемзовых туфов, принадлежат к наиболее перспективным, промышленным типам.

Слабо бентонитизированные породы сохраняют реликты структуры первичных материнских цеолитизированных пород. Под микроскопом структура реликтовая, пепловая (рис. 50). Цеолитизация охватывает центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркополяризующим монтмориллонитом. Ширина монтмориллонитовой каемки прямо пропорциональна интенсивности изменения (бентонитизации), т. е. монтмориллонитовая каемка увеличивается от краев к центру, как-то разъедавая цеолиты и замещая их. Это обстоятельство противоречит укоренившимся представлениям о том, что переход вулканического стекла в цеолиты протекает через промежуточный продукт — монтмориллонит (R. L. Нау 1966). Оно дает нам основание утверждать, что на Ноемберянском месторождении имеет место обратное явление, т. е. пепловые частицы и осколки вулканического стекла, первоначально путем гидратации и девитрификации, были превращены в цеолиты, а последние, после более глубокого изменения, образованы в глинистые минералы типа монтмориллонита.

Бентонитовые глины в основном имеют пелитовую, алевропелитовую и фитагмоалевропелитовую структуры, пятнистые, волокнистые и спутанно-волокнистые текстуры.

Под микроскопом порода состоит из пелитовых частиц размером менее 0,01 мм, на фоне которых выделяются более крупные частицы размером до 0,05 мм. В проходящем свете заметно, что порода содержит в своем составе большое количество пепловых частиц мелких размеров (до 0,1 мм). Но в скрещенных николях в породе видно беспорядочное переплетение частиц, действующих на поляризованный свет, угасающих и просветляющихся как бы в виде нитей, волокон, пучков, хлопьев, чешуй, иногда с участ-

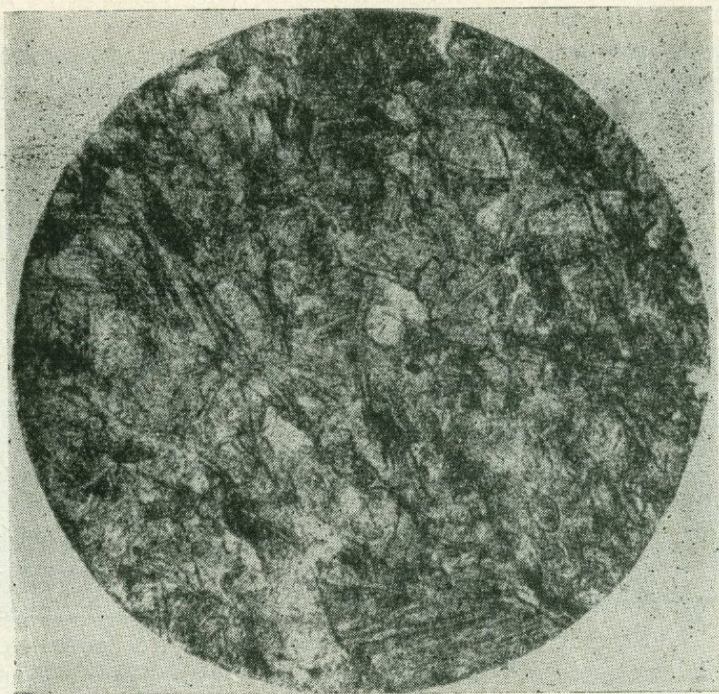


Рис. 50. Бентонитизированный туф с реликтовой пепловой структурой. Николи параллельные. Ув. 85х.

ками беспорядочного микрозернистого строения. Такие структурно-текстурные особенности, характерные для глинистых пород Ноемберянского месторождения, показывают, что порода состоит из туфоосадочного материала.

Алевритовая часть обычно незначительная (5—7%, редко до 10%) и состоит из кластических зернышек кварца, полевого шпата, кальцита и редко — обломков пород. Местами волокна глинистых минералов располагаются параллельно друг другу, местами переслаиваются и образуют спутанно-волокнистый агрегат. Глины обычно имеют бледно-зеленый и желто-зеленый цвета интерференции в желто-зеленых, серовато-зеленых и серовато-голубых тонах.

Нередко в глинистом агрегате выделяются участки, которые почти не действуют на поляризованный свет. Возможно, что они сложены минералами группы цеолитов, которые диагностируются рентгеноструктурными исследованиями.

Глинистые породы с фитагмоалевритовой структурой сложены тонкодисперсным глинистым веществом с агрегатной поляризацией, однообразие которой нарушается алевритовой примесью постороннего обломочного материала, а также причудливо изогнутыми волокнами. Песчаная примесь представлена угловатыми зернами кварца, тончайшими пластинками гидробиотита и неправильными зернами карбоната, характеризующимися перламутровыми цветами интерференции. Алевритовая примесь составляет около 5—10%, а карбонатная — доходит до 30%.

1. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ВМЕЩАЮЩИХ (МАТЕРИНСКИХ) ТУФОГЕННЫХ ПОРОД

1 НЕГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ.

В бентонитовых глинах, цеолито-бентонитовых и цеолитизированных туфогенных породах Ноемберянского месторождения, в петрографической лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР и И. Х. Петросовым и П. П. Цамеряном (1971) установлены следующие неглинистые минералы: плагиоклаз, кварц, халцедон, опал, хлорит, биотит, кальцит, вулканическое стекло, авгит, апатит, циркон, барит, пирит, гематит, магнетит, гидроокислы железа и галенит.

а. Минералы легкой фракции

Плагиоклазы представлены, в основном, андезин-олигоклазовым рядом, иногда встречаются плагиоклазы, соответствующие лабрадор-андезиновому составу. Встречаются во всех типах вулканогенно-осадочных пород: цеолитизированных туфах, туфопесчаниках, туфобрекчиях и в бентонитовых глинах. Интересно, что во всех типах пород, от цеолитизированных до бентонитовых, плагиоклазы отличаются необыкновенной свежестью и сохраняют четко выделяющееся двойниковое строение. Обломки плагиоклазов угловатые, чаще таблитчатой формы.

Кварц встречается во всех типах пород, но чаще и в обильном количестве — в туфопесчаниках, в виде остроугольных и угловатых обломков, обычно с включениями пузырьков воздуха и жидкости, иногда с игольчатыми микрокристалликами как с большим, так и с меньшим показателем преломления, чем у кварца. Встречаются обломки с волнистым угасанием. Размеры зерен колеблются от 0,02 до 0,15 мм.

Халцедон составляет значительную часть железисто-кремнистых конкреций, встречающихся в цеолито-бентонитовых породах и туфоизвестняках. В обильном количестве обнаруживается в верхних горизонтах бентонитовых глин и в перекрывающих их пластах и пропластках известняков. Форма халцедоновых агрегатов округлая, чечевицеобразная, линзообразная с различными размерами, от 0,4 мм до нескольких десятков сантиметров в поперечнике. Иногда обнаруживает агрегатную поляризацию с показателем преломления—1,533—1,541.

Опал встречается редко. Сравнительно часто он встречается в перекрывающих бентониты окремненных известняках, туфоизвестняках и в верхних горизонтах бентонитовых глин, совместно с халцедоном. Представлен бесцветными агрегатами неправильной и редко округлой формы. От халцедона отличается изотропностью и несколько меньшими показателями преломления — 1,42—1,45.

Хлорит отмечается почти во всех типах пород. Чаще встречается в туфопесчаниках и туфобрекчиях, где обильно развиты обломки среднеосновных, среднекислых вулканических пород. Последние при подводном разложении переходят в хлорит. Хлорит развит также в цеолитизированных и цеолито-бентонитовых туфах вдоль обломков вулканического стекла в виде каемок. Форма хлоритовых зерен округлая, часто изометричная, травяно-

зеленого цвета и с величиной 0,1—0,2 мм. В бентонитовых глинах их количество резко уменьшается, по-видимому, от того, что они полностью бентонитизированы. Характерны слабое двупреломление и плеохроизм (в желтовато-зеленых тонах). Показатель преломления 1,585—1,590.

Биотит встречается почти во всех типах пород и в разном количестве. Обильное его количество отмечается в цеолитизированных туфах, туфопесчаниках и туфобрекчиях. Содержание биотита пропорционально степени бентонитизации, и наименьшее количество его отмечено в бентонитовых глинах. Представлен он тонкими удлинёнными пластинками — сколами гексагональных чешуек по 001, изогнутыми чешуйками и редко волокнистым агрегатом; цвет — буровато-желтый, желтовато-коричневый и коричнево-желтый. Показатель преломления 1,63—1,66. Размер чешуек колеблется от 0,03 мм до 0,2 мм и редко до 2—3 мм.

Кальцит фиксируется в виде криптокристаллических скоплений различной конфигурации, иногда выполняет реликты фораминифер и образует отдельные изометричные зернышки с отчетливой псевдоабсорбцией. Размеры зерен колеблются от 0,01 до 0,3 мм. Характерна агрегатная поляризация.

Вулканическое стекло имеет весьма широкое распространение во всех типах пород. Свежее стекло, как отметили ранее, на всей территории месторождения нигде не обнаружено. Оно повсеместно изменено и превращено в цеолиты и цеолито-бентониты. Оно представлено остроугольными, угловатыми, рогульчатыми, серповидными, волокнистыми, пузырчатыми, шаровидными и другими формами. Они девитрифицированы и по ним развиваются шестовато-игольчатые (с максимальной длиной 0,01 мм), хорошо образованные микрокристаллики цеолитов с показателями преломления ниже канадского бальзама — 1,474—1,480, с очень малым двупреломлением $\leq 0,003$. В большинстве случаев они бесцветны и в поляризованном свете изотропны. Значительно реже встречаются буроватые разности. Стекла кислого состава цеолитизированы, а основного — хлоритизированы.

6. Минералы тяжелой фракции

Барит встречается почти во всех типах пород, но в единичных зернах. Представлен пластинчатой формой. Характерно наличие многочисленных непрозрачных включений (по всей вероятности, рудных минералов). Цвет белый; двуосный, положительный, показатель преломления колеблется в пределах 1,64—1,65.

Пирит в пепловых цеолитизированных и бентонитизированных туфах встречается в виде мелких, хорошо оформленных кристалликов кубической формы, редко в виде мелких скоплений. Пирит, вынутый из глубоких горизонтов по керну буровой скважины, свежий, не затронутый выветриванием, а на поверхности — окислен. Часто совместно с кальцитом замещает раковины фораминифер.

Гематит встречается часто, достигая иногда до 5%, в виде пластин неправильной формы красновато-бурого цвета. Некоторые зерна на поверхности имеют характерную штриховку.

Магнетит имеет широкое распространение и встречается во всех типах пород, достигая иногда более 30% тяжелой фракции. Форма зерен неправильная, октаэдрическая. Цвет серовато-черный, смоляно-черный.

Гидроокислы железа имеют широкое распространение во всех типах пород, за исключением бентонитовых глин, образованных за счет пепловых туфов. Особенно интенсивно развиты они в перекрывающих бентонитовые глины известняках совместно с кремнием и в верхних горизонтах (в самых верхних слоях) бентонитовых глин. Они часто в виде пленок и налетов обволакивают поверхность опала, халцедона, карбонатов и обломков вулканического стекла.

Значительно реже (в зоне окисления) гидроокислы железа развиваются по пириту.

Галенит встречается редко и то только в бентонитовых глинах. Дает редкие гнездообразные скопления с хорошо сформированными кристаллами стально-серого цвета. Такое гнездообразное скопление галенита размером в 2—3 см в поперечнике встречено в скважине № 2, на интервале 43,5 м, пробуренной на Центральном участке бентонитовых глин.

Авгит встречается редко и в единичных зернах. Форма зерен угловатая, короткопризматическая. Содержит включения рудных минералов. Цвет желтовато-зеленый. Отмечается слабый плеохроизм, показатель преломления — 1,71—1,68.

Апатит встречается очень часто и во всех типах пород в единичных зернах. Форма зерен призматическая, реже-бипирамидальная. Обычно бесцветен, с редким желтовато-зеленым оттенком.

Циркон весьма характерен для всех типов пород. Содержание его в некоторых типах пород (цеолитизированных и бентонитизированных пепловых туфах) составляет несколько процентов. Распространен в виде бипирамидальных зерен и комбинированных форм призмы и бипирамиды. Обычно бесцветен, редко встречаются отдельные зерна с желтоватым и желтовато-розовым оттенками. Содержит включения рудных и нерудных минералов, расположенных, как правило, по длине кристалла. Отмечается редкий и слабый плеохроизм. Угасание прямое, удлинение положительное, показатель преломления колеблется в пределах 1,95—1,97.

в. Цеолиты. Цеолитизацией охвачены все типы вулканогенно-осадочных пород: пепловые и пемзовые туфы, туфопесчаники, туфобрекчии и туффиты, распространенные на пяти участках, общей площадью около 30 кв. км. Содержание цеолитов прямо пропорционально содержанию вулканического стекла в первичной породе, в связи с чем наибольшее содержание цеолитов (около 90—95%) отмечается в пепловых туфах.

Цеолитовые породы имеют голубые, светло-зеленые и редко светло-серые окраски. На всех пяти участках цеолиты сопровождаются бентонитами, за исключением верхних четырех пластов участка «Новый Кохб». Последние почти не охвачены бентонитизацией и содержат наибольшее количество цеолитов — от 80 до 95% и представлены плотными, крепкими породами с плитчатой, местами столбчатой, отдельностью.

Каждый из указанных пяти участков самостоятельно может иметь про-

мышленное значение, так как запасы цеолитовых пород (не учитывая бентонитизированных) составляют несколько десятков миллионов тонн.

Цеолит имеет низкий показатель преломления 1,474—1,480, с очень малым двупреломлением ($\leq 0,003$), бесцветен, в поляризованном свете изотропен.

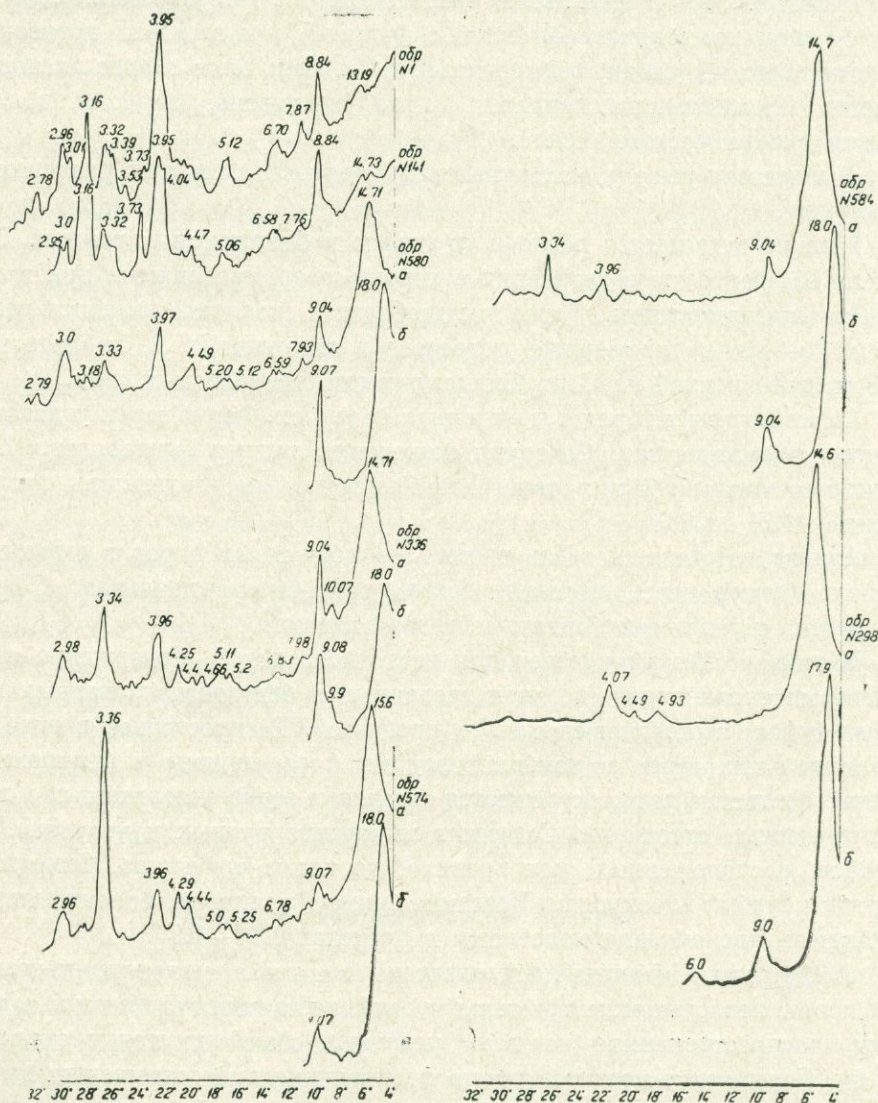


Рис. 51. Дифрактограммы цеолито-бентонитовых пород Ноемберянского месторождения.

а) Природный образец.

б) Пропитанный глицерином.

№№ обр.	Места отбора			Порода
	Участок	№№ выраб.	Интер- вал в м	
1	Центральный	Скв—1	40	Цеолитовая (очень мало монтмориллонита)
141	—»—	—»—	79—80	Цеолитовая (мало монтмориллонита)
580	Новый	Скв—18	17	Цеолито-бentonитовая
336	Южный	Скв—7	8—9	Бentonитовая (мало цеолита)
574	Новый Кохб	Скв—15	27—28	Бentonитовая (очень мало цеолита)
584	Новый	Скв—18	97	Бentonитовая (ничтожное количество цеолита)
598	Центральный	Скв—72	7—8	Бentonитовая

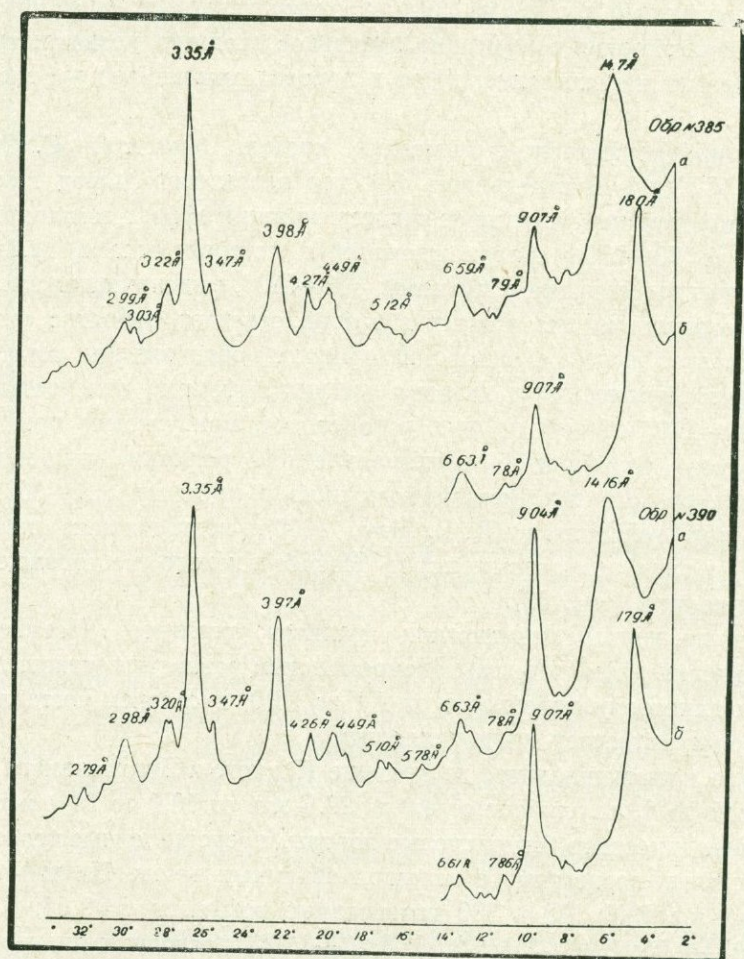


Рис. 52. Дифрактограммы монтмориллонит-морденитовых пород Ноемберянского месторождения.

а. Природный образец.

б. Пропитанный глицерином.

№№ обр.	Место отбора			Порода
	Участок	№№ выраб.	Интервал в м	
385	Южный-Центр.	Скв. 8	12,7—14	Монтмориллонит с морденитом
390	—»—	—»—	18—19 2	—»—

На дифрактограммах, выполненных во ВНИИГеолнеруде (аналитик В. В. Власов, прибор УРС-50ИМ, Cu — излучение, Ni — фильтр) цеолитовых пород Ноемберянского месторождения (рис. 51, 52) интенсивные рефлексы $d=8,84-9,07$; $3,93-3,97$; $3,40-3,42$; $2,95-2,98\text{\AA}$, а также ряд других более слабых отражений $d=7,8-7,98$; $6,58-6,70$; $5,07-5,13$; $4,64-4,65$; $4,42$; $3,17$; $2,78-2,79\text{\AA}$ позволяют диагностировать основную массу цеолитов как клиноптилолит.

Сопоставление дифрактометрических кривых цеолитовых пород участка «Новый Кохб» Ноемберянского месторождения с дифрактограммой образца цеолитовой породы из Гектора, содержащего не менее 90% клиноптилолита, показывает совершенно идеальное сходство, позволяющее определить содержание клиноптилолита в породах указанного участка не менее 90 %.

На дифференциально-термических кривых (аналитик С. Степанян, прибор ТУ-1М, чувствительность 80) для цеолитовых пород Ноемберянского месторождения характерен эндотермический эффект дегидратации при температуре $70-230^\circ$, сопровождающийся потерей веса в $12,3-12,8\%$. Экзотермическая реакция в пределах $300-520^\circ$, фиксирующаяся с различной интенсивностью для разных образцов, отвечает, вероятно, окислению двухвалентного железа и выгоранию примесей органических остатков. Ряд слабых эндотермических и экзотермических эффектов, отмеченных в пределах $630-970^\circ$, обязан, по всей вероятности, присутствию примесей или ступенчатому разрушению кристаллической решетки клиноптилолита. Отсутствие резкого эндотермического пика в пределах $230-300^\circ$, характерного для гейландита (R. L. Nau, 1966), подтверждает диагностику основной массы цеолитовых пород Ноемберянского месторождения как клиноптилолита (рис. 53).

Судя по данным химических анализов, цеолиты Ноемберянского месторождения относятся к высококремнистым разновидностям (отношение кремнезема к глинозему колеблется от 9,1 до 13,0, в среднем составляет 10,6) и по составу отвечает клиноптилолиту.

Кроме клиноптилолита, на границе Южного и Центрального участков скважиной № 8, на глубине от 4,0 до 29,5 м и от 56,0 до 74,0 м подсечены цеолитовые и цеолито-бentonитовые породы, представленные белесоватыми, более мягкими разновидностями с меньшим объемным весом. На дифрактограммах образцов №№ 385 и 390 интенсивные рефлексы $d=9,04$; $6,59-6,63$; $4,49$; $3,97-3,98$; $3,46-3,47$; $3,35$; $3,20-3,22\text{\AA}$ позволяют диагностировать выявленный цеолитовый минерал как морденит (рис. 52).

2. ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ

Главным породообразующим глинистым минералом в бентонитах Ноемберянского месторождения является монтмориллонит, который диагностируется рентгеноструктурным, электронографическим, электронномикроскопическим, термическим, оптическим и другими исследованиями. В небольшом количестве фиксируется хлорит и гидрослюда.

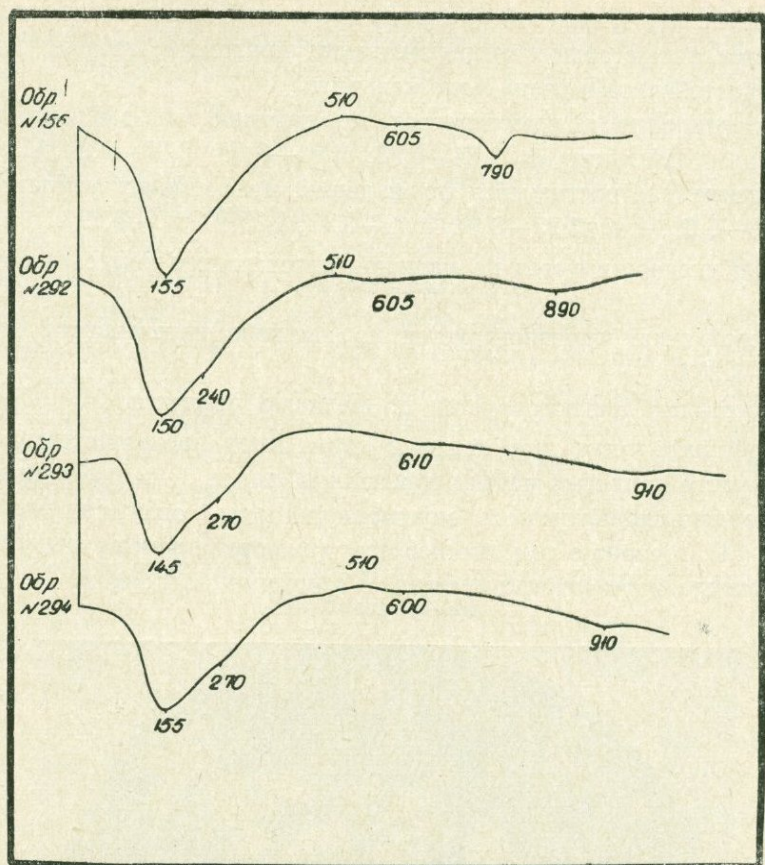


Рис. 53. Дифференциальные кривые нагрева природных образцов цеолитовых пород Ноемберянского месторождения (участок Новый Кохб).

Указанному комплексу исследования, наряду с химическими анализами, определению ионообменной способности и дисперсному анализу были подвергнуты 85 образцов бентонитовых глин из всех пяти участков и более чем 300 образцов цеолитовых и цеолито-бентонитовых пород.

а) Рентгенографическая характеристика

В глинистой фракции и в нефракционированных породах рентгеноструктурными анализами из глинистых минералов установлены монтмориллонит и очень мало гидрослюда. Монтмориллонит диагностируется по наличию на дифрактометрических кривых необработанных образцов серий рефлексов с $d(001) \sim 14,4-15,60 \text{ \AA}$; $d(11,02) \sim 4,40-4,49 \text{ \AA}$; $d(003) \sim 4,93-5,0 \text{ \AA}$. На дифрактограммах образцов, обработанных глицерином, базальное расстояние $d(001)$ возрастает до $17,9-18,2 \text{ \AA}$. На дифрактограммах образцов, прокаленных до 550°C , базальное расстояние $d(001)$ уменьшается до $9,6-9,8 \text{ \AA}$.

Гидрослюда диагностируется по наличию на дифрактометрических кривых рефлексов $d(001) \sim 9,82-10,07 \text{ \AA}$.

В породе и в глинистой фракции, кроме глинистых минералов, устанавливается также много клиноптилолита, морденита, кварца, полевого шпата, кристобалита и очень мало кальцита.

Клиноптилолит диагностируется по наличию на дифрактограммах интенсивных рефлексов $d=8,84-8,93$; $3,94-3,96$; $2,95-2,97 \text{ \AA}$.

Морденит диагностируется по наличию интенсивных рефлексов $d=9,04$; $6,59-6,63$; $4,49$; $3,97-3,98$; $3,46-3,47$; $3,35$ и $3,20-3,22 \text{ \AA}$.

Кварц диагностируется по наличию интенсивного рефлекса $d=3,32-3,35 \text{ \AA}$.

Полевой шпат диагностируется по наличию интенсивного рефлекса $d=3,17-3,20 \text{ \AA}$.

Кристобалит диагностируется по наличию рефлекса $d=4,05 \text{ \AA}$.

То обстоятельство, что цеолиты охватывают преимущественно центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркополяризующимся монтмориллонитом, окаймляющим цеолиты (рис. 54), говорит о том, что цеолиты являются промежуточными минералами между вулканическим стеклом и монтмориллонитом.

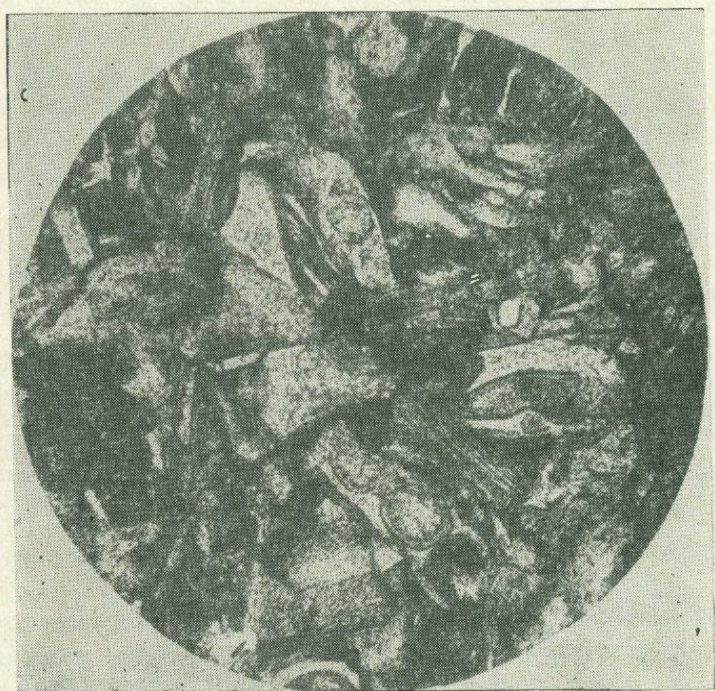


Рис. 54. Замещение клиноптилолита монтмориллонитом. Ув. 85х.

Не отрицается также, что монтмориллонитизация в некоторых разновидностях (в более основных типах) пород проходила через промежуточные — хлорит, гидрослюда и, возможно, смешаннослойный минерал типа гидрослюда — монтмориллонит. Такое предположение обосновывается тем, что обломки более основных пород (андезито-базальтов) в туфопесчаниках и

пемзовых туфах повсеместно хлоритизированы. В более интенсивно измененных разновидностях количество хлорита заметно уменьшается, а в связи с этим в породе появляется гидрослюда. В типичных бентонитовых глинах количество хлорита сводится на нет, гидрослюды становятся очень мало.

Последнее обстоятельство, т. е. образование монтмориллонита через промежуточные глинистые минералы хлорит — гидрослюда — смешанно — слойное образование, в связи с незначительным количеством пород более основного состава, занимает подчиненное место.

Таким образом, на Ноемберянском месторождении бентонитовых глин констатируется: 1) монтмориллонитизация кислого вулканического стекла проходит через промежуточный клиноптилолит и морденит; 2) монтмориллонитизация более основного (андезито-базальтового) вулканического стекла проходит через промежуточные хлорит — гидрослюда-смешанно-слойное образование.

б) Электронномикроскопическая и электронографическая характеристики

На электронномикроскопических снимках 19-и образцов бентонитовых глин Ноемберянского месторождения, отобранных из всех четырех участков и различных глубин, фиксируются четыре типа глинистых пород:

1) частицы монтмориллонита образуют комковатые агрегаты различных форм и размеров с весьма расплывчатыми очертаниями (рис. 55 а, б); частицы гидрослюда отмечаются весьма редко;

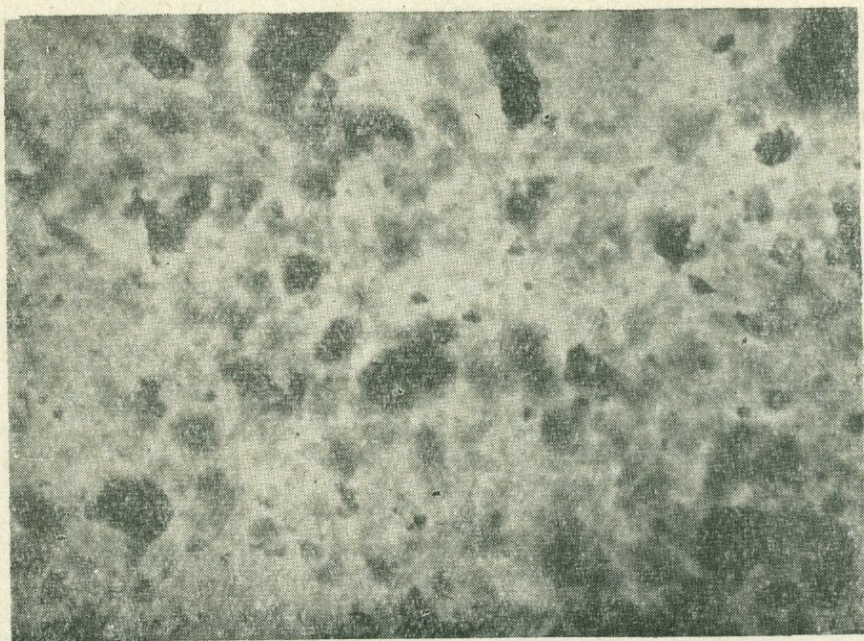
2) частицы монтмориллонита образуют, в основном, крупные комковатые агрегаты изометричной формы с расплывчатыми очертаниями (рис. 56 а, б, в). С такими глинами постоянно присутствуют пластинки гидрослюда удлиненной, изометричной и остроугольной формы с резкими ограничениями;

3) частицы монтмориллонита образуют, в основном, удлиненные, удлиненно-призматические, редко изометричные агрегаты различных размеров с расплывчатыми, иногда четкими очертаниями (рис. 57);

4) частицы монтмориллонита образуют комковатые агрегаты различных размеров со слабо расплывчатыми, иногда сравнительно четкими очертаниями, и с постоянным присутствием узких удлиненно-призматических кристалликов морденита (рис. 58 а, б, в).

Интересно отметить, что первые три типа характерны для бентонитов трех участков — Центрального, Нового и Ново-Кохбского, а четвертый — только для Южного участка. Интересно также и то, что количество монтмориллонита на Южном участке заметно уменьшается с глубиной. Так, например, если в образце № 382, отобранного с глубины 9,5—10,7 м скважины № 8, количество монтмориллонита преобладает над морденитом, то в образце № 385 (глуб. 12,7—14 м) наоборот — преобладающим является морденит, а в образце № 394 (глубина 22—23 м) монтмориллонит вовсе исчезает, и доминирующим является исключительно морденит.

Пласты монтмориллонит-морденитовых и морденитовых пород Юж-



а

Рис. 55 а, б. Электронномикроскопические снимки из суспензии бентонитов Ноемберянского месторождения. Увеличение 8000х.

а—обр. № 230 (скв. № 2—12,5—14,0 м)

б—обр. № 234 (Скв. № 2—17,0—18,0м)

ного участка заметно отличаются от других типов пород (монтмориллонитовых и монтмориллонит-клиноптилолитовых) по цвету; они имеют белеватый цвет и низкий объемный вес. Однако, по химическому составу заметных отличий не наблюдается.

На электронномикроскопических снимках поверхности со свежих сколов бентонитовых глин Ноемберянского месторождения (коллодиево-угольные реплики) отчетливо фиксируются: либо ровная поверхность со слабо выраженными микропузырьками, либо слабо морщинистая поверхность с овальными и полукруглыми формами морщинок. Последние, по всей вероятности, повторяют формы пепловых частиц, накопленных друг на друге (рис. 59 а, б). Электронографические анализы тех же образцов бентонитов Ноемберянского месторождения дали почти одинаковые параметры элементарной ячейки монтмориллонита, равные: $a=5,16-5,17\text{кх}$; $b=8,97-9,03\text{кх}$; $c=10-10,2\text{кх}$; $\beta=100^{\circ}55'-101^{\circ}$.

в. Термическая характеристика. Здесь выделяются три типа дифференциально-термических кривых: 1) термограммы с очень характерными для монтмориллонитовых глин тремя эндотермическими и двумя экзотермическими эффектами (рис. 60, 61); 2) термограммы с четырьмя эндотермиче-

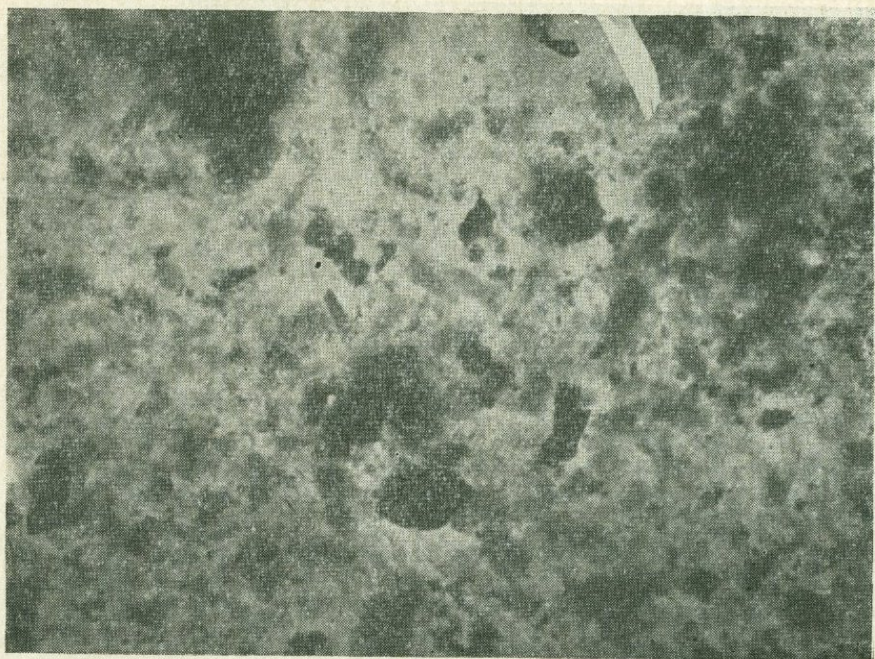


Рис. 55 б. (подписи см. стр. 160)

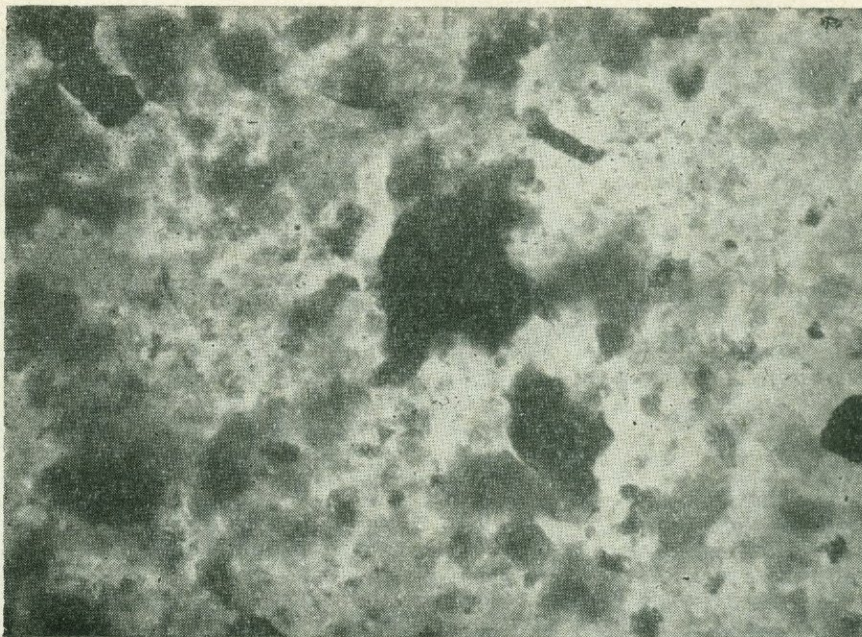
скими и двумя или тремя экзотермическими эффектами (рис. 62); 3) термограммы с четырьмя эндотермическими эффектами, из коих первый выражен очень интенсивно, а остальные — очень слабо (не характерно для монтмориллонитов). Слабо выражены также экзоэффекты (рис. 63).

И т и п. Первая эндотермическая реакция, вызванная потерей межслойной воды, выражена очень интенсивно и имеет максимумы от 150 до 160°C. В большинстве образцов (как в глинистых фракциях, так и в нефракционированных породах) эта реакция сопровождается четко выраженной остановкой в пределах 210—220°, характерной для монтмориллонитов, в поглощенном комплексе которого преобладающими являются щелочно-земельные катионы (в основном Ca^{2+}).

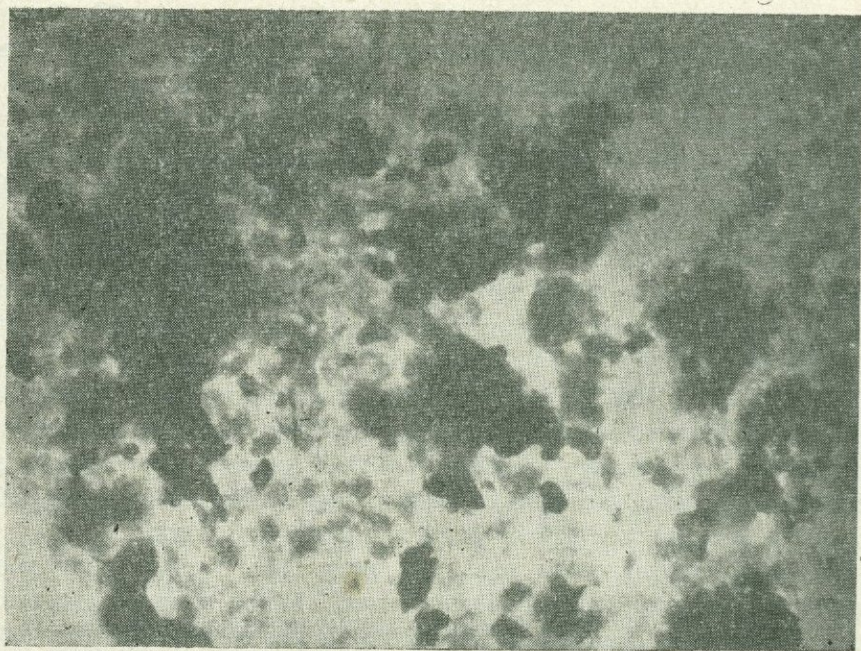
Вторая эндотермическая реакция, вызванная потерей кристаллизационной воды, проходит менее интенсивно, чем первая, но все же достаточно сильно, и имеет максимумы от 680° до 700°. В некоторых образцах второй эндотермический пик удваивается (максимумы на 560—580° и 680—700°), что обусловлено, по всей вероятности, примесью гидрослюд.

Третья эндотермическая реакция, вызванная полным разрушением кристаллической решетки монтмориллонита, обычно проходит достаточно интенсивно (почти наравне со II эффектом) и имеет максимумы от 840 до 880°.

Первый экзотермический эффект в пределах 300—400°, редко 500°, фиксирующийся с различной интенсивностью, является, вероятно, результатом окисления двухвалентного железа и выгорания примесей органических остатков.



а



б

Рис. 56. а, б, в. Электронномикроскопические снимки из суспензии бентонитов Ноемберянского месторождения с пластинками гидрослюды. Увеличение 8000 х.
а—обр. № 273; б — обр. № 574; в—обр. № 581.

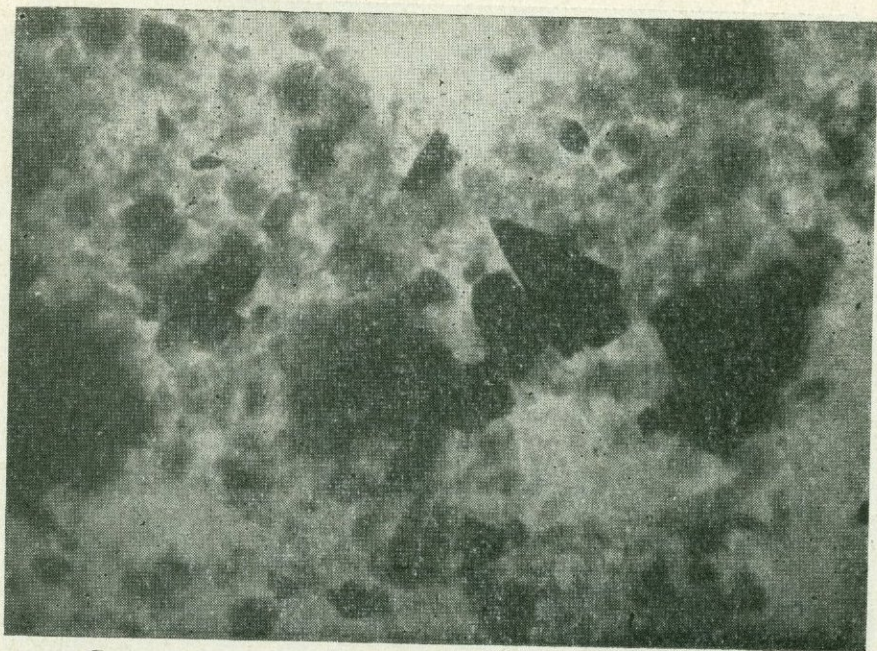


Рис. 56. в. (подписи см. стр. 162)

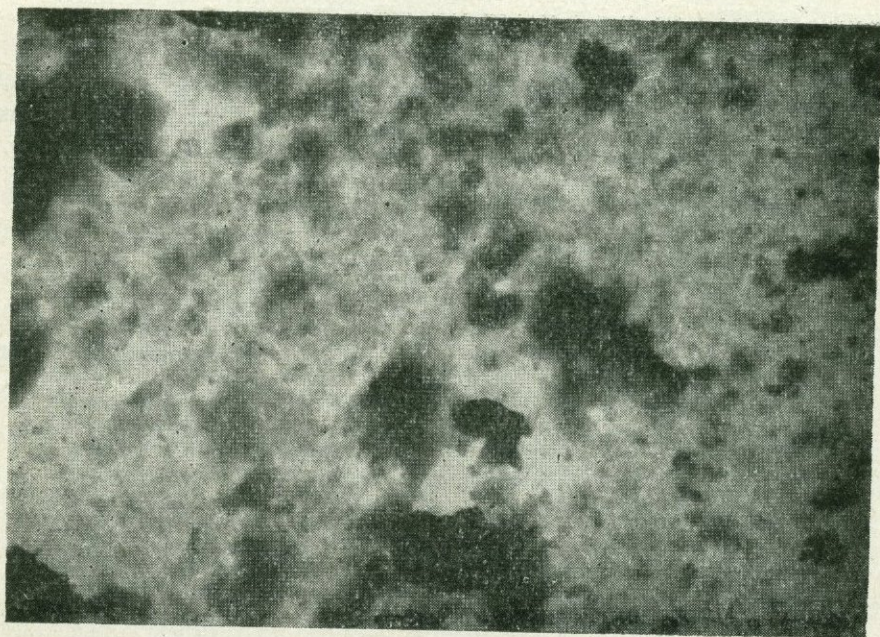
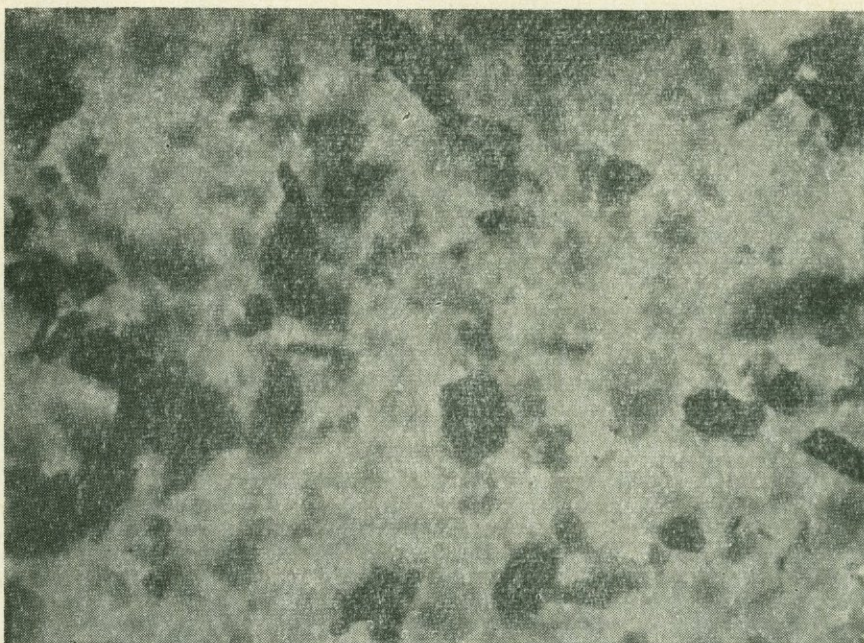


Рис. 57. Электронномикроскопический снимок из суспензии обр. 238 бентонитовых глин Нсемберянского месторождения. Увеличение 8000х.



а

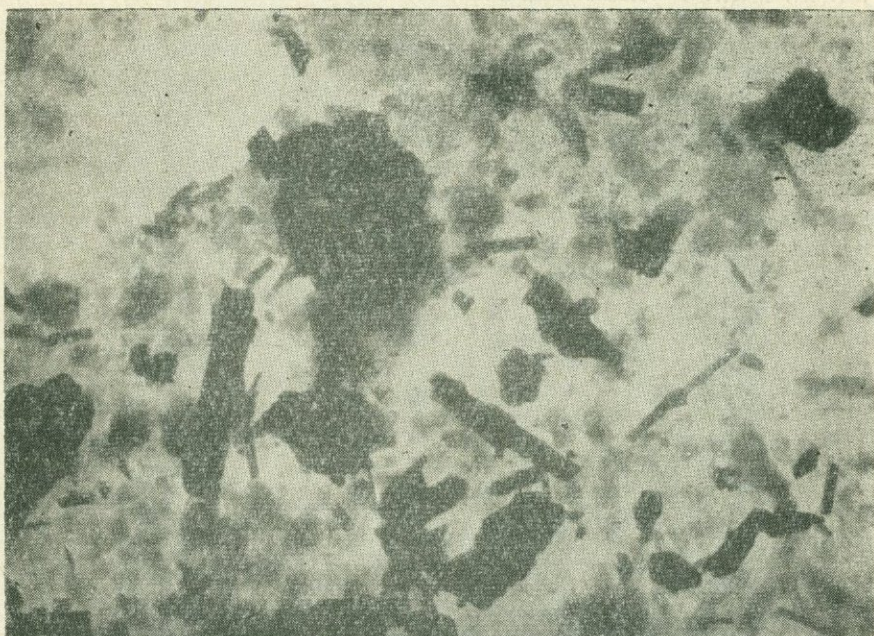
Рис. 58 а,б,в. Электронномикроскопические снимки из суспензии бентонитовых глин Ноемберянского месторождения с обильным количеством кристаллов морденита. Увеличение 6000х. а — обр. № 382; б — обр. № 385; в — обр. № 394.

Вторая экзотермическая реакция, протекающая вслед за третьей реакцией, выражена очень слабо и связана, вероятно, с образованием высокотемпературной фазы.

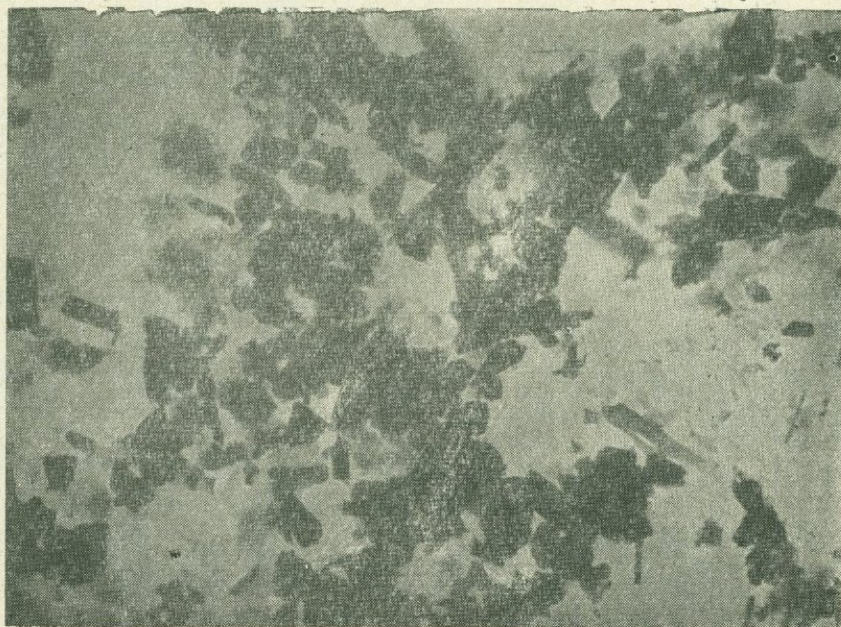
Потеря веса составляет от 14 до 16%.

Второй тип термограмм отличается от первого тем, что раздвоение второго эндотермического пика смещается в сторону высоких температур (пики эти имеют максимумы $670-700^{\circ}$ и $775-825^{\circ}$) и, за исключением первого эндоэффекта, остальные выражены слабо. Термограммы этих образцов занимают промежуточное место между термограммами, характерными для монтмориллонитов и цеолитов (клиноптилолита), где содержание монтмориллонита намного больше содержания цеолитов.

Третий тип термограмм существенно отличается от первого типа и несколько похож на второй тип. От второго типа отличается тем, что все эндотермические и экзотермические эффекты, за исключением первого, выражены менее интенсивно и раздвоение второго эндоэффекта смещается в сторону низких температур (раздвоенные пики имеют максимумы на $550-665^{\circ}$ и $700-780^{\circ}$). Эти термограммы больше характерны для термограмм

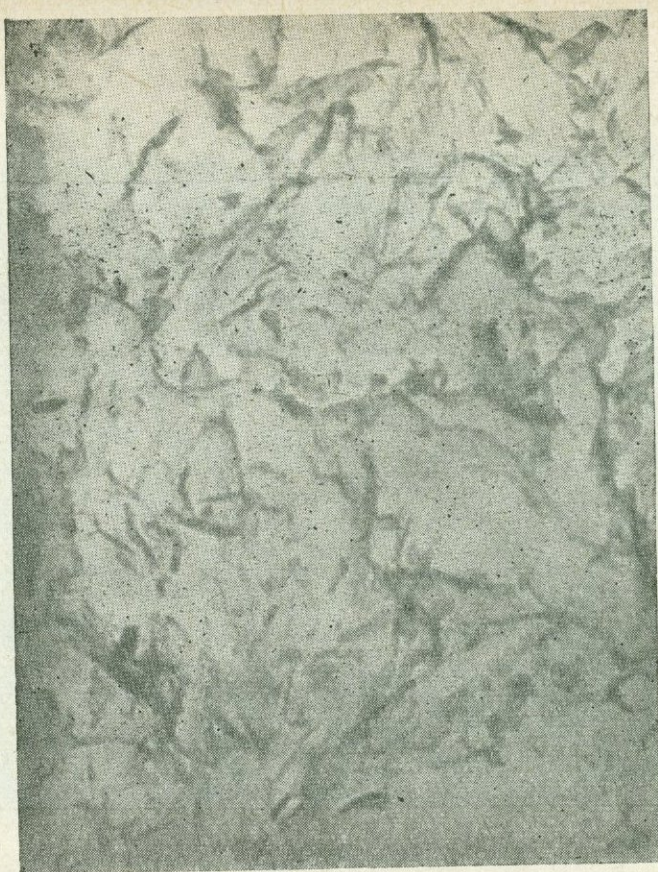


б



в

Рис. 58 б, в. (подписи см. стр. 164)



а



б

Рис. 59. а, б. Коллодиево-угольные реплики со свежего скола бентонитовой глины Ноем
берянского месторождения. Сверху видны кристаллы клиноптилолита и морденита.

а — образец № 603. Увеличение 27800х.

б — образец № 584. Увеличение 37200х.

мещается в сторону низких температур, что характерно для цеолитов) и сопровождается небольшой эндотермической реакцией с максимумом пика около 200—210°.

г. **Обменные катионы и емкость поглощения.** Обменная емкость цеолитовых, цеолито-бentonитовых пород и бентонитовых глин Ноемберянского месторождения была определена в лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР химиками

Казаряном Д. А. и Туманяном М. Н. Определению были подвергнуты 11 образцов цеолитовых пород, 8 образцов цеолито-бentonитовых пород и 34 образца бентонитовых глин (табл. 21). Обменная емкость цеолитовых пород выражается в следующих цифрах: Ca^{++} колеблется от 22 до 58 мг. экв. на 100 г породы, средняя составляет 35,88 мг. экв.; Mg^{++} — от 4 до 18 мг. экв., средняя 9,87 мг. экв.; Na^{+} — от 15,7 до 59,11 мг. экв., средняя 38,69 мг. экв.; K^{+} — от 1,6 до 9,88 мг. экв., средняя 5,38 мг. экв.

Общая обменная емкость катионов щелочных и щелочноземельных металлов в цеолитовых породах колеблется

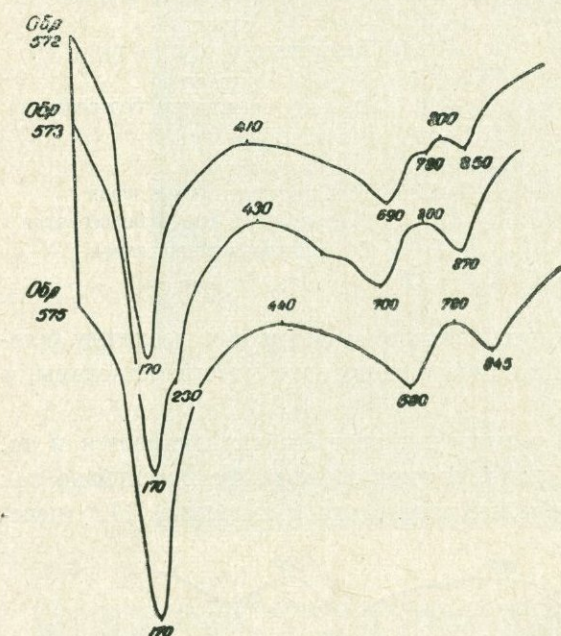


Рис. 61. Дифференциальные кривые нагревания природных образцов бентонитовых глин Ноемберянского месторождения (термограммы с тремя эндотермическими и двумя экзотермическими эффектами).

от

60 до 128,9 мг. экв. на 100 г породы, в среднем составляет 89,82 мг. экв.

Отношение суммы катионов щелочных металлов к сумме катионов щелочноземельных металлов составляет 0,96.

В обменном комплексе цеолитовых пород катионы Na несколько преобладают над катионами Ca, однако сумма катионов щелочных металлов в итоге незначительно меньше, чем сумма катионов щелочноземельных металлов.

В обменном комплексе цеолито-бentonитовых пород емкость катионов Ca колеблется от 20 до 48 мг. экв. на 100 г породы, в среднем составляет 33,14 мг. экв.; Mg — от 6 до 14 мг. экв., в среднем 9,79 мг. экв.; Na — от 12,6 до 47,4 мг. экв., в среднем — 32,90 мг. экв.; K — от 1,3 до 6,5 мг. экв., в среднем 3,46 мг. экв. Как видно, емкость обменных катионов Na незначительно меньше, чем катионов Ca, а отношение суммы катионов щелочных металлов к сумме катионов щелочноземельных металлов составляет 0,84, т. е. несколько ниже, чем в цеолитовых породах.

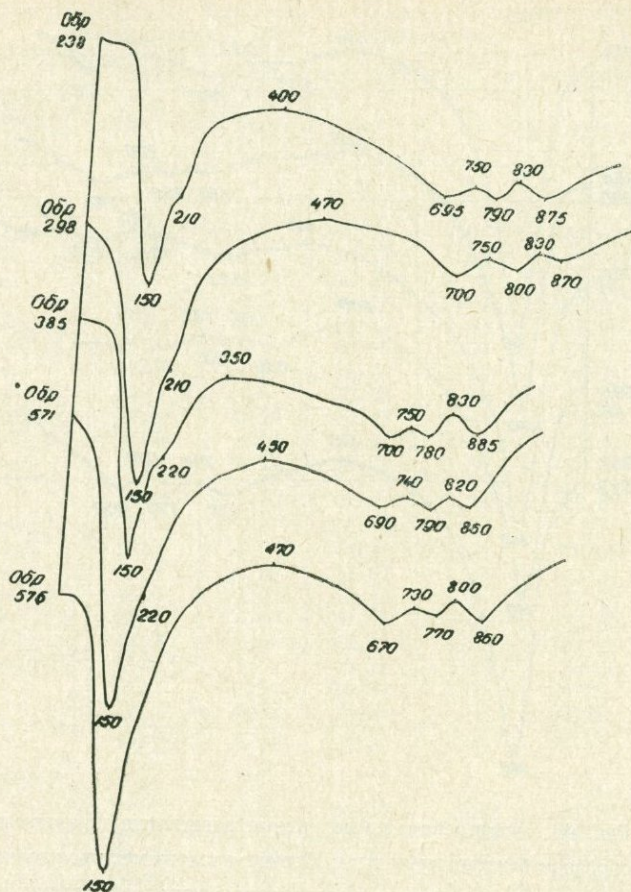


Рис. 62. Дифференциальные кривые нагревания природных образцов бентонитовых глин Ноемберянского месторождения (термограммы с четырьмя эндотермическими, двумя или тремя экзотермическими эффектами).

Общая обменная емкость в цеолито-бентонитовых породах колеблется от 44,0 до 102,3 мг. экв. на 100 г породы, в среднем составляет 79,29 мг. экв.

В обменном комплексе бентонитовых глин Ноемберянского месторождения емкость катионов Са колеблется от 15,0 до 76,0 мг. экв. на 100 г породы, в среднем составляет 39,32 мг. экв; Mg—от 2,14 до 34,34 мг. экв, в среднем 11,35 мг. экв; Na — от 10,2 до 81,15 мг. экв, в среднем 31,44 мг. экв; К — от 2,1 до 18,41 мг. экв, в среднем 5,9 мг. экв. Отсюда видно, что емкость обменных катионов Na в бентонитовых глинах значительно уступает емкости катионов Са, а отношение суммы катионов щелочных металлов к сумме катионов щелочноземельных металлов в среднем для всего месторождения составляет 0,73, т. е. значительно ниже, чем в цеолитовых, и заметно ниже, чем в цеолито-бентонитовых породах.

Это же отношение показывает, что большинство образцов бентонитов Ноемберянского месторождения принадлежат к щелочноземельному типу. Однако в некоторых разностях отношение суммы щелочных катионов к сумме щелочноземельных больше 1 (доходит до 1,84), что и допускает от-

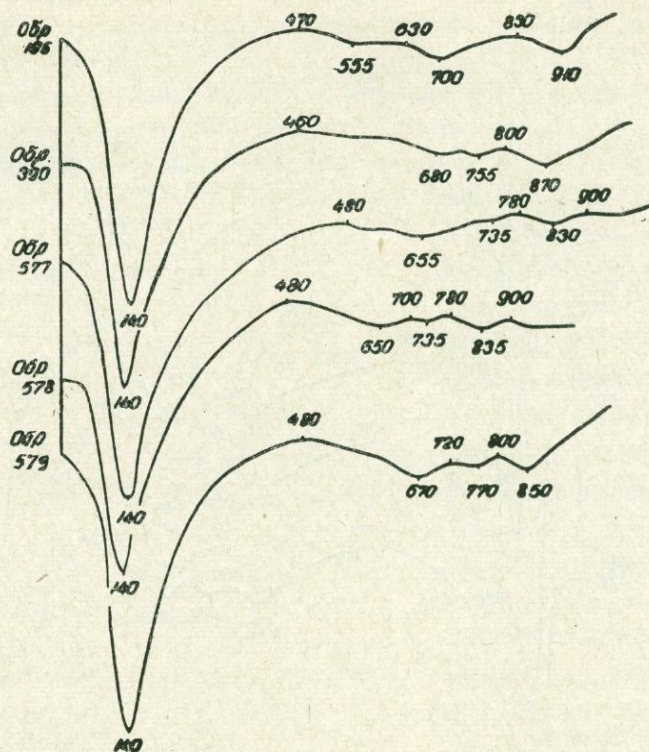


Рис. 63. Дифференциальные кривые нагревания природных образцов бентонитовых глин Ноемберянского месторождения (термограммы с четырьмя эндотермическими эффектами и очень слабо выраженными экзоэффектами).

Места отбора образцов, подвергнутых термическому анализу

№№ обр	Место отбора			Порода
	Участок	№№ выаб.	Интервал в м	
196	Центральный	Скв. 1	56,8—57,9	Бентонитовая глина
238	—»—	—»— 2	20,8—22,0	—»—
242	—»—	—»—	25,0—26,0	—»—
277	—»—	—»—	30,0—31,0	—»—
298	—»—	Скв. 3	51,0—52,0	—»—
385	Южный-Централн.	Скв. 8	12,7—14	—»—
390	—»—	—»—	18 —19,2	—»—
571	Новый-Новый-Кохб	Скв. 14	37,0—38,0	—»—
572	—»—	—»—	53,0—54,0	—»—
573	—»—	Скв. 15	22,0—23,0	—»—
574	—»—	Скв. 15	27 —28	—»—
575	—»—	—»—	41,0—42,0	—»—
576	—»—	—»—	48,0—49,0	—»—
577	Новый	Скв. 4	18,7	—»—
578	—»—	—»—	22,0	—»—
579	Новый-Кохб	Скв. 18	11,8	—»—
583	—»—	—»—	18,7	—»— белесоватая

Состав поглощенного комплекса и количество обменных катионов цеолито-бentonитовых пород Ноемберянского месторождения

Т а б л и ц а 21

№№	Место взятия (участок)	Количество обменных катионов в мг. экв. на 100 г сырья					
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма	$\frac{Na^{+}+K^{+}}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
349	Цеолиты	22,0	6,0	43,76	5,91	77,67	1,77
378	Южный	30,0	10,0	26,14	6,63	72,77	0,82
404	—»—	52,0	12,0	53,89	5,10	122,90	0,92
409	—»—	58,0	8,0	59,11	3,79	128,90	0,95
414	—»—	38,0	4,0	59,10	3,80	104,90	1,49
470	—»—	44,0	18,0	30,19	1,59	93,78	0,51
473	—»—	58,0	18,0	15,70	3,93	95,63	0,26
477	—»—	24,0	14,0	20,48	1,21	59,69	0,57
508	Южный-Центр.	22,88	6,24	40,45	7,50	77,07	1,65
511	—»—	22,86	6,24	38,11	9,88	77,09	1,65
514	—»—	22,90	6,24	38,63	9,86	77,63	1,66
Среднее		35,88	9,87	38,69	5,38	89,82	0,96
Цеолито-бentonиты							
335	Южный	20,0	8,0	44,58	5,42	78,00	1,79
340	—»—	22,0	6,0	14,62	1,29	43,91	0,57
343	—»—	48,0	14,0	12,59	2,56	77,15	0,24
353	—»—	28,0	6,0	47,41	6,48	86,89	0,63
383	—»—	42,0	12,0	44,11	4,16	102,27	0,89
392	—»—	44,0	14,0	26,27	2,38	86,65	0,49
399	Южный	32,0	10,0	28,62	3,58	74,20	0,77
495	—»—	29,12	8,32	45,06	1,79	84,29	1,25
Среднее		33,14	9,79	32,90	3,46	79,29	0,84
Бentonиты							
336	Южный	27,82	8,56	31,04	3,92	71,34	0,96
382	—»—	40,00	26,00	28,13	3,92	98,05	0,48
385	—»—	46,00	10,00	36,97	2,43	95,40	0,70
386	—»—	76,00	16,00	34,58	2,11	128,69	0,40
390	—»—	40,00	10,00	34,32	2,42	86,74	0,73
491	—»—	45,76	4,16	64,93	2,69	117,54	1,35
496	—»—	49,92	2,08	81,15	3,08	136,23	1,62
394	—»—	49,22	2,14	36,50	2,51	90,37	0,76
570	Новый Кохб	57,78	19,26	12,64	3,58	93,26	0,21
571	—»—	47,08	21,40	19,19	6,56	94,23	0,38
572	—»—	47,08	8,56	24,50	6,09	86,23	0,55
573	—»—	53,50	12,84	10,20	3,00	79,54	0,20
574	—»—	42,80	10,70	13,10	4,70	71,30	0,33
575	—»—	51,36	2,14	17,84	4,53	75,87	0,42
576	—»—	44,94	8,56	18,92	5,27	77,69	0,45
579	—»—	44,94	19,26	18,00	2,48	84,68	0,32
580	—»—	32,10	8,56	30,65	6,0	77,31	0,90
581	—»—	49,22	2,14	32,24	6,10	89,70	0,75
582	—»—	42,80	4,28	36,64	8,63	92,35	0,96
583	—»—	40,66	34,24	19,38	2,74	97,02	0,29
584	—»—	62,06	2,14	31,21	5,94	101,35	0,58
577	—»—	40,66	2,14	66,50	12,25	121,55	1,84
578	Новый Кохб	47,48	6,42	73,78	13,21	140,89	1,61
585	Центральный	21,40	4,28	27,90	18,41	72,00	1,80
196	—»—	25,68	17,12	27,04	4,80	74,67	0,74
230	—»—	25,68	17,12	13,64	3,32	59,86	0,39
234	—»—	14,98	10,70	18,25	8,59	52,52	1,04
238	—»—	21,40	8,56	16,90	7,72	54,58	0,82
242	—»—	27,82	25,68	11,91	3,67	69,08	0,29
273	—»—	29,96	19,26	12,60	6,04	67,86	0,38
277	—»—	19,26	8,56	17,26	11,53	56,61	1,03
298	—»—	25,68	8,56	21,34	7,10	62,68	0,83
303	—»—	24,61	11,77	15,81	8,76	60,95	0,67
307	—»—	21,40	12,84	13,48	6,32	54,04	0,57
Среднее		39,32	11,35	31,44	5,90	88,01	0,73

несение этих разностей к щелочным бентонитам, а бентониты всего Ноемберянского месторождения — к переходным разностям — щелочно-щелочноземельного типа.

- Из вышеприведенного явствует, что в процессе бентонитизации цеолитовых пород характер среды (водоема) постепенно изменялся. Такое изменение выражалось, по-видимому, в постепенном уменьшении в морской воде катионов Na^+ и увеличении катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Аналогичные данные получены также Г. С. Асратяном (1970ф), который определил состав обменных катионов в двух разновидностях бентонитов Ноемберянского месторождения — зеленом и белом. По его данным, зеленые бентониты принадлежат к щелочному типу (коэффициент щелочности равен 1,36), а белые — к щелочноземельному (коэффициент равен 0,50). Сумма обменных катионов для зеленых глин равна 108,9 мг.экв, а для белых — 93,1 мг.экв. (табл. 22).

Состав поглощенного комплекса и емкость поглощения ноемберянских бентонитов (по данным Г. С. Асратяна)

Т а б л и ц а 22

Г л и н а	Состав обменных катионов мг.экв на 100 г сухой глины					Коэффиц. щелочности
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сумма	
Зеленая, Центрального участка	58,2	4,6	38,1	8,0	108,9	1,36
Белая, Центрального участка	23,0	8,0	48,5	13,4	93,1	0,50

д. Дисперсность. Природа бентонитовых глин, т. е. принадлежность их в большинстве к щелочноземельному типу, обуславливает низкую дисперсность ноемберянских бентонитов в естественном виде. Содержание тонкодисперсной (III) фракции колеблется от следов до 21,2% в необработанных бентонитах и от 7,9 до 48,55% в глинах, обработанных пирофосфорнокислым натрием (анализы лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР, аналитик Казарян Д. А.).

По анализам 31 образца бентонитовых глин Ноемберянского месторождения, среднее содержание фракций после обработки пирофосфорнокислым натрием составляет: I фракция ($>60 \text{ мк}$)—23,5%; II фракция (от 60 до 1,5 мк)—45,48%; III фракция ($<1,5 \text{ мк}$)—31,02% (табл. 23).

Аналогичные с этими результаты получены также А. Торосьяном, разведавшим Центральный участок в 1960—61 годах. По его данным, содержание фракций следующее:

а) в необработанных глинах: I фракция — от 2,0 до 66,0%; II фракция — от 16 до 81,0%; III фракция — почти нет, редко до 30%;

б) после обработки пирофосфорнокислым натрием: I фракция — от 1,0 до 25%, редко до 30%; II фракция — от 10 до 50%, редко до 70%; III фракция — от 11 до 50%, иногда до 65%.

Изученные Г. С. Асратяном (1970ф) две разновидности глин Ноемберянского месторождения дают отнюдь не одинаковые результаты в естественном виде. Так, например, если белесоватые глины, принадлежащие к

Дисперсность глин Ноемберянского месторождения

Т а б л и ц а 23

№№ пп	№№ проб	Дисперсность необработанных образцов			Дисперсность образцов после обра- ботки пирофосфатом натрия		
		I фрак. >60 мк	II фрак. 60—1,5 мк	III фрак. <1,5мк	I фрак. >60 мк	II фрак. 60—1,5 мк	III фракц. <1,5 мк
1	196	64,50	35,50	нет	37,00	36,12	26,88
2	230	50,70	49,30	нет	10,70	40,75	48,55
3	234	41,30	58,70	нет	1,20	51,68	47,12
4	238	43,50	56,50	нет	2,50	54,80	42,70
5	242	52,90	47,10	нет	7,10	49,73	43,17
6	273	44,80	55,20	нет	13,00	47,47	39,53
7	277	64,80	28,88	6,32	16,40	42,17	41,43
8	298	58,20	35,48	6,32	17,30	38,42	44,28
9	303	63,30	25,31	11,39	23,40	34,69	41,91
10	307	65,30	32,01	2,69	24,90	33,98	41,12
11	336	78,00	22,00	нет	74,90	10,87	14,23
12	382	60,20	39,80	нет	37,90	38,22	23,88
13	385	59,80	40,20	нет	42,10	31,81	26,09
14	390	74,00	26,00	нет	60,60	25,48	13,92
15	394	81,16	18,84	нет	77,60	14,49	7,91
16	570	49,50	50,50	нет	4,90	69,48	25,62
17	571	40,30	59,70	нет	10,10	63,81	26,09
18	572	36,80	58,46	4,74	10,00	66,91	23,09
19	573	50,30	49,70	нет	9,40	64,67	25,93
20	574	45,80	54,20	нет	11,20	63,50	25,30
21	575	35,00	57,41	7,59	2,70	65,67	31,63
22	576	60,20	39,80	нет	24,40	54,25	21,35
23	577	57,40	35,33	7,27	43,10	33,81	23,09
24	578	62,20	33,06	4,74	50,40	29,04	20,56
25	579	53,20	46,80	нет	33,80	31,73	34,47
26	580	41,60	58,40	нет	21,60	34,44	43,96
27	581	43,40	48,69	7,91	11,80	58,27	29,93
28	582	34,30	55,58	10,12	22,30	44,97	32,73
29	583	40,90	59,10	нет	4,10	67,28	28,62
30	584	44,70	49,92	5,38	14,40	56,50	29,10
31	585	15,70	63,11	21,19	9,30	54,01	36,69
Среднее		52,05	44,87	3,08	23,50	45,48	31,02

щелочноземельному типу, сильно агрегированы, и выход тонкодисперсной глинистой фракции в них составляет 9,0% (I фракция — 21,9%; II — 69,1%), то зеленые глины, принадлежащие к щелочному типу, агрегированы не очень сильно, и выход глинистой фракции в них составляет 40,1% (I фракция — 6,9%; II — 53,0%). После обработки пирофосфорнокислым натрием обе разновидности глин показывают почти одинаковые результаты (см. табл. 24).

Дисперсность глин Ноемберянского месторождения по
данным Г. С. Асратяна

Т а б л и ц а 24

Г л и н ы	В е с е щ е с т в е н н о м в и д е				П о с л е о б р а б о т к и $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$			
	I фр. >60 мк	II фр. 60—1,5 мк	III фр. <1,5 мк	Сумма	I фр. >60 мк	II фр. 60—1,5 мк	III фр. <1,5 мк	Сумма
Белая (Централь- ный участок)	21,9	69,1	9,0	100	6,6	36,3	57,1	100
Зеленая (Цент- ральный участок)	6,9	53,0	40,1	100	4,3	30,8	64,9	100

Если в глинах Саригюхского месторождения количество глинистой III фракции, после обработки глин пиррофосфорнокислым натрием, увеличивается за счет расклинивания агрегированных частиц II фракции, то в бентонитах Ноемберянского месторождения, наоборот, увеличение содержания III фракции происходит, в основном, за счет расклинивания агрегированных частиц I фракции. При этом II фракция либо почти не изменяется, либо изменяется незначительно.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ИМ ЦЕОЛИТОВЫХ ТУФОВ НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Химический состав бентонитовых глин Ноемберянского месторождения определен как по природным образцам (по 13 анализам), так и по глинистым фракциям (по 12 анализам).

Для выяснения механизма образования бентонитовых глин определены также химические составы разностепенно измененных их материнских пород, а именно: цеолитовых (по 11 образцам) и цеолито-бентонитовых (по 8 образцам).

Химические анализы свежих материнских туфов не приводятся, так как они не выявлены. На всей площади (около 30 кв. км) распространения цеолито-бентонитовых пород, все разности туфов (пепловых и пемзовых), туфопесчаников и туфобрекчий в той или иной степени изменены, цеолитизированы или бентонитизированы. В связи с этим восстановить весь механизм преобразования туфов в бентонитовую глину нам не представляется возможным.

Из данных, приведенных в таблице 25, видно, что среднее содержание кремнезема (SiO_2) в цеолитовых породах составляет 66,18 весовых процентов, в цеолито-бентонитовых — 65,30%, а в бентонитовых глинах — 64,69%. Как видно, даже при прямом сопоставлении содержания кремнезема отмечается постепенное понижение его от цеолитовых пород (условно принятых за исходную материнскую породу для бентонитовых глин) к бентонитовым глинам. Такое понижение более наглядно доказывается при пересчете количества кремнезема по окисно-объемному методу. Содержание кремнезема скачкообразно (интенсивно) понижается в глинистой фракции, где его среднее содержание составляет 57,96%.

Прямым сопоставлением содержания глинозема (Al_2O_3) в разнотипных породах можно заметить, что оно увеличивается от цеолитовых пород (11,44%) к бентонитам (12%), что часто приводит к неправильным заключениям о неподвижности глинозема. В действительности, при пересчете количества глинозема по окисно-объемному методу легко убедиться, что глинозем выносится из материнских пород во всех стадиях их изменения. Возрастание процентного содержания глинозема при переходе от цеолитовых пород к бентонитам объясняется тем, что вынос кремнезема более интенсивный, чем глинозема. Так, например, если при превращении цеолитовых пород в цеолито-бентонитовые (промежуточный продукт) количе-

Таблица 25

Химический состав природных (влажных) образцов цеолитовых, цеолито-бentonитовых пород и bentонитовых глин Ноемберянского месторождения

Название породы	Место отбора проб			№№ проб	Содержание компонентов в весовых процентах													
	Участок	№№ выра- боток	Интервал в м		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП	H ₂ O	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Цеолитовый туф(клино- птилолит и морденит)	Южный	Скв. 7	21—22	349	66,21	0,38	11,43	2,01	0,21	сл	1,15	3,12	1,80	3,28	0,11	8,09	2,20	99,99
	Центр.	Скв. 8	6—7	378	68,01	0,12	10,78	1,13	0,38	сл	1,33	3,61	0,88	1,45	сл	8,91	3,20	99,80
	(на границе	—»—	60—61	404	65,02	0,20	11,96	1,91	0,29	сл	0,90	3,73	2,23	2,35	сл	8,36	2,91	99,86
	с Южным	—»—	65—66	409	64,46	0,20	10,85	1,91	0,34	сл	0,92	5,40	2,27	1,10	сл	9,30	3,29	100,04
	участком)	—»—	70—71	414	64,92	0,24	11,96	1,61	0,41	сл	0,66	4,63	2,47	1,26	сл	8,81	3,02	99,99
	Южный	Скв. 10	2—3	470	65,58	0,32	10,70	1,20	0,29	сл	1,52	3,45	1,38	1,15	сл	8,60	3,93	98,12
	—»—	—»—	5—6	473	64,21	0,32	12,91	1,90	0,38	сл	1,46	3,66	1,06	1,17	0,11	8,56	4,17	99,91
	—»—	—»—	9—10	477	65,25	0,33	12,60	1,53	0,33	сл	1,31	3,96	1,07	1,34	0,09	9,01	3,02	99,84
	Новый (на	Скв. 12	40—42	508	68,78	сл	11,41	1,36	0,33	сл	1,35	2,65	1,17	2,38	сл	7,23	3,30	99,96
	с Ново- Кохбск.)	—»—	46—48	511	68,30	сл	10,08	1,15	0,28	сл	1,84	2,86	1,40	2,35	сл	7,74	3,65	99,65
	—»—	—»—	52—54	514	67,27	сл	11,16	1,43	0,56	сл	1,16	2,77	1,55	2,51	сл	7,90	3,60	99,91
Среднее по цеолитовым туфам					66,18	0,19	11,44	1,56	0,34	сл	1,24	3,62	1,57	1,85	0,03	8,40	3,30	99,71
Цеолито-бentonитовый туф	Южный	Скв. 7	7—8	335	62,63	0,36	10,40	1,93	0,26	сл	1,53	6,46	0,60	3,93	0,09	8,20	3,53	99,92
	—»—	—»—	12—13	340	65,69	0,34	11,76	2,08	0,30	сл	1,62	3,26	0,87	4,04	0,06	5,88	3,98	99,88
	—»—	—»—	15—16	343	66,90	0,33	11,53	2,00	0,36	сл	1,47	2,59	1,35	1,81	0,08	7,38	3,20	99,00
	—»—	—»—	25—26	353	64,22	0,30	12,90	1,75	0,29	сл	1,53	2,80	1,73	2,57	0,06	7,63	3,87	99,65
	Централь- ный (на	Скв. 8	10,7—12	383	67,25	0,12	11,18	1,59	0,35	сл	1,31	3,40	1,53	0,75	сл	9,02	3,56	100,06
	—»—	—»—	20,5—21	392	67,43	0,17	11,35	0,80	0,20	сл	0,90	4,75	1,26	0,81	сл	9,00	3,31	99,98
	Южным)	—»—	39—40	399	65,42	0,20	13,09	1,75	0,26	сл	1,54	3,40	1,84	1,28	сл	7,51	3,83	100,13
	—»—	—»—	38—39	495	62,87	сл	11,13	1,78	0,27	сл	1,71	5,16	1,38	2,00	сл	7,23	5,40	98,93
Среднее по цеолито-бentonитовым туфам					65,30	0,23	11,67	1,71	0,28	сл	1,45	3,98	1,32	2,15	0,04	7,73	3,83	99,69

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Бентонитовая глина	Центральн.	Шурф.	2— 2,8	3	64,25	0,07	11,99	1,23	0,16	сл	1,89	2,99	0,92	1,14	0,08	7,70	6,83	99,25
	—»—	—1	3—4	4	64,84	0,05	11,72	1,12	0,08	сл	1,95	3,50	0,40	1,04	0,10	7,33	7,24	99,37
	—»—	Шурф	5—6	5	65,70	сл	11,97	0,97	0,08	л	1,67	2,49	1,18	1,60	0,09	6,67	6,83	99,25
	—»—	—2																
	—»—	Шурф	4,5—5,5	7	62,82	0,08	12,97	1,48	0,16	сл	1,13	2,26	1,96	1,28	0,10	7,79	7,71	99,74
	—»—	—3	5,5—6,5	8	60,88	0,10	11,94	1,63	0,16	сл	1,49	5,63	1,46	0,94	0,08	7,94	6,78	99,03
	Южный	Поверхность		10	64,70	0,08	12,24	1,27	0,43	сл	1,35	2,68	2,52	2,46	0,10	6,73	4,57	99,13
	Центральн.	Скв. 8	9,5—10,7	382	65,48	0,15	11,92	1,40	0,20	сл	1,60	3,66	0,89	0,38	сл	8,38	5,76	99,82
	(на границе	—»—	12,7—14	385	67,45	0,12	10,46	1,26	0,18	сл	1,28	4,00	1,32	0,34	сл	8,35	5,07	99,83
	с Южным)	—»—	14—15	386	67,69	0,13	10,55	1,59	0,21	сл	1,20	3,80	1,35	0,39	сл	8,52	4,57	100,00
	—»—	—»—	18—19,2	390	66,34	0,13	11,20	1,34	0,20	сл	1,20	4,14	1,52	0,47	сл	8,68	4,69	99,91
Южный	Скв. 10	23,1—24,5	486	63,39	сл	14,38	1,72	0,22	сл	1,69	3,40	0,34	6,06	сл	4,65	3,40	99,25	
—»—	—»—	34—35	491	63,11	сл	11,82	1,71	0,18	сл	1,43	4,61	1,76	0,66	сл	7,74	5,50	99,52	
—»—	—»—	39—40,4	496	64,07	сл	12,84	1,51	0,18	сл	1,41	3,68	1,86	0,71	сл	7,45	6,06	99,76	
Среднее по бентонитовым глинам					64,69	0,07	12,00	1,40	0,19	сл	1,48	3,60	1,34	1,34	0,04	7,53	5,80	99,48
Глинистая фракция (среднее по 12 анализам)		Центральн. Южный		196—585	57,96	0,13	15,64	2,27	0,41	0,07	2,48	2,67	1,31	0,82	сл	7,90	8,06	99,72

Т а б л и ц а 26

Название породы	Место отбора проб			№№ проб-	H ₂ O-при 110°C	Содержание компонентов в весовых процентах												
	Участок	№№ выра-боток	интерв. м			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Цеолитовый туф (клиноптилолит+морденит)	Южный	Скв. 7	21—22	349	2,20	67,76	0,39	11,73	2,16	0,22	сл	1,16	3,19	1,80	3,28	0,11	8,26	100,26
	Центральн.	Скв. 8	6—7	378	3,20	70,47	0,12	11,29	1,16	0,40	сл	1,35	3,74	0,88	1,46	сл	9,28	100,15
	(на границе с Южным)	—»—	60—61	404	2,91	67,21	0,21	12,41	1,99	0,31	сл	0,93	3,86	2,30	2,42	сл	8,62	100,26
	—»—	—»—	65—66	409	3,29	66,87	0,20	11,29	1,99	0,36	сл	0,93	5,62	2,33	1,12	сл	9,63	100,34
	—»—	—»—	70—71	414	3,02	67,13	0,25	12,41	1,66	0,43	сл	0,67	4,80	2,54	1,30	сл	9,16	100,35
	Южный	Скв. 10	2—3	470	3,93	68,51	0,32	12,76	1,25	0,31	сл	1,60	3,63	1,44	1,20	сл	9,03	100,05
	—»—	—»—	5—6	473	4,17	67,24	0,34	13,53	1,99	0,40	сл	1,52	3,74	1,18	1,22	0,11	8,98	100,25
	—»—	—»—	9—10	477	3,02	67,45	0,34	13,08	1,58	0,40	сл	1,35	4,10	1,10	1,38	0,09	9,35	100,22
	Новый (на границе с Ново-Кохб)	Скв. 12	40—42	508	3,30	71,35	сл	11,81	1,40	0,35	сл	1,39	2,76	1,20	2,46	сл	7,50	100,22
—»—	—»—	46—48	511	3,65	71,10	сл	10,50	1,20	0,30	сл	1,91	3,00	1,44	2,42	сл	8,05	99,93	
—»—	—»—	52—54	514	3,60	70,00	сл	11,63	1,47	0,60	сл	1,20	2,88	1,60	2,60	сл	8,20	100,18	
Среднее по цеолитовым туфам																		
Цеолито-бентонитовый туф	Южный	Скв. 7	7—8	335	3,30	68,64	0,20	12,04	1,62	0,37	сл	1,27	3,76	1,62	1,89	0,03	8,73	100,17
	—»—	—»—	12—13	340	3,53	65,09	0,36	10,77	1,99	0,28	сл	1,58	6,71	0,60	4,08	0,09	8,51	100,07
	—»—	—»—	15—16	343	3,20	69,32	0,34	12,29	2,16	0,32	сл	1,67	3,41	0,90	4,20	0,06	6,14	100,10
	—»—	—»—	25—26	353	3,87	67,08	0,30	13,52	1,83	0,31	сл	1,52	2,69	1,40	2,94	0,08	7,65	100,37
	Центральн.	Скв. 8	10, 7—12	383	3,56	69,89	0,12	11,63	1,66	0,38	сл	1,58	2,93	1,80	2,66	0,06	7,96	100,03
	(на границе с Южным)	—»—	20, 5—21	392	3,31	69,74	0,17	11,73	0,83	0,21	сл	1,35	3,51	1,60	0,76	сл	9,39	100,29
	—»—	—»—	39—40	399	3,83	68,02	0,20	13,53	1,83	0,28	сл	0,93	4,91	1,30	0,84	сл	9,33	99,99
	—»—	—»—	38—39	495	5,40	66,60	сл	11,81	1,90	0,29	сл	1,60	3,51	1,92	1,32	сл	7,86	100,07
Среднее по цеолито-бентонитовым туфам																		
Бентонитовая глина	Центральн.	Шурф 1	2—2,8	3	6,83	69,29	0,07	13,06	1,39	0,17	сл	1,50	4,14	1,37	2,37	0,04	8,07	100,01
	—»—	—»—	3—4,0	4	7,24	70,12	0,05	12,75	1,20	0,08	сл	2,03	3,20	0,99	1,23	0,08	8,18	99,69
	—»—	Шурф —2	5—6,0	5	6,83	70,52	сл	12,87	1,04	0,08	сл	2,10	3,74	0,43	1,12	0,11	7,88	99,58
	—»—	Шурф —3	4,5—5,5	7	7,71	68,08	0,08	14,08	1,60	0,17	сл	1,81	2,72	1,31	1,78	0,10	7,19	99,42
	—»—	—»—	5,5—6,5	8	6,78	65,45	0,11	12,84	1,75	0,17	сл	1,25	2,48	2,14	1,36	0,10	8,42	99,76
Среднее по бентонитовой глине																		

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Бентонитовая глина	Южный	Поверхность		10	4,57	67,90	0,08	12,84	1,33	0,45	сл	1,42	2,82	2,66	2,59	0,10	7,04	99,23
	Центральн.	Скв. 8	9,5—10,7	382	5,76	69,61	0,15	12,71	1,49	0,21	сл	1,68	3,86	0,94	0,40	сл	8,90	99,95
	(на границе	—»—	12,7—14	385	5,07	71,12	0,12	11,07	1,33	0,19	сл	1,35	4,21	1,40	0,35	сл	8,80	99,94
	с Южным)	—»—	14—15	386	4,57	71,06	0,13	11,07	1,66	0,23	сл	1,26	3,98	1,42	0,40	сл	8,94	100,15
	—»—	—»—	18—19,2	390	4,69	69,73	0,13	11,73	1,41	0,21	сл	1,26	4,33	1,60	0,50	сл	9,11	100,01
	Южный	Скв. 10	23,1—24,5	486	3,40	65,70	сл	14,85	1,79	0,23	сл	1,74	3,53	0,35	6,30	сл	4,80	99,39
	—»—	—»—	34—35	491	5,50	66,90	сл	12,60	1,80	0,20	сл	1,50	4,88	1,84	0,80	сл	8,20	98,72
	—»—	—»—	39—40,4	496	6,05	68,25	сл	13,65	1,60	0,20	сл	1,47	3,90	1,94	0,75	сл	7,95	99,71
Среднее по бентонитовым глинам					5,80	68,75	0,07	12,78	1,49	0,20	сл	1,58	3,83	1,43	1,43	0,04	8,00	99,60

Изменение содержания компонентов в цеолитовых породах Ноемберянского месторождения в процессе их бентонитизации (монтмориллонитизации)

Т а б л и ц а 27

Окислы	Цеолитовые породы с объемным весом 1,97 тн/м ³		Цеолито-бентонитовые породы с объемным весом 1,75 т/м ³		Разница в весах гр. 5—3 (в тн)	Бентониты с объем- ным весом 1,67 т/м ³		Разница в весах от цеолито-бен- тонитов гр. 8—5 (в тн)	Разница в весах от цеолитовых пород гр. 8—3 (в тн)
	Содерж. в весов. %	Колич. окисл. в 1 м ³ (в тн.)	Содерж. в весов. % тн)	Колич. окисл. в 1 м ³ (в тн)		Содерж. в весов %	Колич. окислов в 1 м ³ (в тн)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	66,18	1,304	65,30	1,143	—0,161	64,69	1,080	—0,063	—0,224
Al ₂ O ₃	11,44	0,225	11,67	0,204	—0,021	12,00	0,200	—0,004	—0,025
Fe ₂ O ₃	1,56	0,031	1,71	0,030	—0,001	1,40	0,023	—0,007	—0,008
FeO	0,34	0,007	0,28	0,005	—0,002	0,19	0,003	—0,002	—0,004
TiO ₂	0,19	0,004	0,23	0,004	0,0	0,07	0,001	—0,003	—0,003
CaO	3,62	0,071	3,98	0,070	—0,001	3,60	0,060	—0,010	—0,011
MgO	1,24	0,024	1,45	0,025	+0,001	1,48	0,025	0,0	+0,001
MnO	сл	—	сл	—	—	сл	—	—	—
K ₂ O	1,85	0,036	2,15	0,038	+0,002	1,34	0,022	—0,016	—0,014
Na ₂ O	1,57	0,031	1,32	0,023	—0,008	1,34	0,022	—0,001	—0,009
Влага	3,30	0,065	3,83	0,067	+0,002	5,80	0,097	+0,030	+0,032

— вынесено

+ привнесено

ство вынесенного глинозема составляет около 9,0% от его количества в цеолитовых породах, то количество вынесенного кремнезема составляет 12,3%. При превращении цеолито-бentonитовых пород в бентониты количество вынесенного глинозема составляет около 2,0% от его количества в цеолито-бentonитовых породах, а количество вынесенного кремнезема — около 5,5%.

Сильное понижение содержания кремнезема в глинистой фракции объясняется интенсивным уменьшением количества свободного кремнезема — кварца и кристобалита. Наличие свободного кремнезема как в нефракционированной породе, так и в глинистой фракции доказывается как рентгеноструктурными анализами (по наличию рефлексов $d=3,34-3,35\text{\AA}$ для кварца и $4,04-4,07\text{\AA}$ для кристобалита), так и высокими значениями отношения SiO_2 к R_2O_3 . Последнее в природных глинах составляет 8,6, а в глинистой фракции — 5,8. В теоретически чистом монтмориллоните это отношение равно 4, следовательно, значение 5,8 показывает, что кремнезем (свободный) при выделении глинистой фракции частично переходит и в глинистую фракцию.

Содержание трехвалентного железа (Fe_2O_3) в цеолитовых породах составляет 1,56%, в цеолито-бentonитовых — 1,7%, а в бентонитовых глинах (нефракционированных) — 1,4%.

Прямым сопоставлением содержания окиси железа в разнотипных породах можно заметить некоторое кажущееся увеличение его в цеолито-бentonитовых породах. Однако, пересчеты по окисно-объемному методу показывают, что и этот окисел выносился из материнских пород по мере их изменения. Некоторое фиксируемое увеличение содержания окиси железа объясняется различной интенсивностью выноса других компонентов.

■ Прямое понижение от цеолитовых пород к бентонитовым глинам отмечается и для двуокиси железа (FeO), среднее содержание которой в цеолитовых породах равно 0,34%, в цеолито-бentonитовых — 0,28%, а в бентонитовых глинах — 0,19%. Наряду с этим как ее содержание, так и содержание окиси железа резко увеличивается в глинистой фракции (табл. 25). Это, по всей вероятности, связано с тем, что все железо либо входит в кристаллическую решетку монтмориллонита, либо часть его в виде налетов плотно прилеплена к глинистым частицам и при выделении (путем отмучивания) глинистой фракции остается в последних.

Среднее содержание CaO в цеолитовых породах равно 3,62%, в цеолито-бentonитовых — 3,98%, а в бентонитовых глинах — 3,6%. Несмотря на кажущееся увеличение количества CaO в цеолито-бentonитовых породах, все-таки эта окись тоже выносилась. Резкое понижение содержания окиси кальция в глинистой фракции (2,67%) показывает наличие ее в нефракционированной породе в виде отдельного минерала.

Единственным компонентом, кроме гигроскопической воды, который приносился в бентониты из растворов, является окись магния (MgO). Ее среднее содержание в цеолитовых породах равно 1,24% (абсолютное — 24 кг на 1 куб. м), в цеолито-бentonитовых породах — 1,45% (абсолютное — 25 кг/м³), а в бентонитовых глинах — 1,48% (абсолютное — 25 кг/м³). Незначительный (около 1 кг) привнос MgO имел место только в стадии перехода

цеолитовых пород в цеолито-бентонитовые; в другой стадии ее количество оставалось неизменным.

Подобным образом, в первую стадию (при переходе цеолитовых пород в цеолито-бентонитовую) привносилось небольшое количество (2 кг) K_2O ; однако, в следующую стадию оно интенсивно выносилось. Содержание этого компонента в цеолитовых породах равно 1,85%, в цеолито-бентонитовых — 2,15%, в бентонитовых глинах — 1,34%, а в глинистой фракции — 0,82%.

Среднее содержание Na_2O в цеолитовых породах равно 1,57%, в цеолито-бентонитовых — 1,32%, в бентонитовых глинах — 1,34%, а в глинистой фракции — 1,31%.

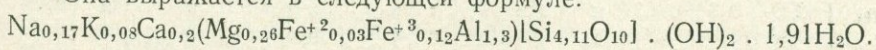
Если сопоставить содержание K_2O с Na_2O в разнотипных породах, то легко убедиться, что во всех случаях содержание K_2O преобладает над Na_2O , за исключением глинистой фракции. Преобладание содержания Na_2O над K_2O в глинистой фракции объясняется удалением из глинистой фракции полевых шпатов, содержащих несколько больше калия в составе примесей.

Из окислов щелочных земель во всех типах пород содержание CaO постоянно преобладает над MgO .

Как в процентном, так и в абсолютном количестве прогрессивно возрастающим компонентом от цеолитовых пород к бентонитовым глинам является гигроскопическая (межслойная) вода. Среднее содержание ее в цеолитовых породах равно 3,30%, в цеолито-бентонитовых — 3,83%, в бентонитовых глинах — 5,8%, а в глинистой фракции — 8,06%. Если ППП (потери при прокаливании) условно принять за кристаллизационную воду (H_2O^+), то из таблицы 25 нетрудно убедиться, что она остается почти неизменной во всех типах пород (имеет место незначительный вынос).

Структурная химическая формула бентонитовых глин Ноемберянского месторождения подсчитана по средним показателям из 12 химических анализов глинистой фракции.

Она выражается в следующей формуле:



4. МАЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Для выяснения характера распределения малых химических элементов в породах Ноемберянского месторождения полному спектральному анализу было подвергнуто 34 образца, из коих: 18 — из цеолитовых пород; 9 — из цеолито-бентонитовых и 7 — из бентонитовых глин. Во всех случаях анализировались валовые пробы.

Из таблицы 28 видно, что все приведенные малые элементы в породах Ноемберянского месторождения содержатся в ничтожном количестве ниже их кларкового содержания в эффузивах кислого состава. Исключение составляет стронций, содержание которого в цеолитовых породах почти в 3 раза выше кларкового его содержания в кислых эффузивах.

Если на Саригюхском месторождении в процессе бентонитизации материнских пород отмечается закономерное уменьшение количества вышеуказанных малых химических элементов, то на Ноемберянском месторождении такое явление не наблюдается. Исключение составляет титан, содержание которого несколько уменьшается от цеолитовых пород к бентонитовым глинам, а именно: среднее содержание его в цеолитовых породах равно 0,18%, в цеолито-бентонитовых — 0,15%, а в бентонитовых глинах — 0,14%.

Содержание марганца почти постоянно в цеолитовых и цеолито-бентонитовых породах, но вдвое увеличивается в бентонитовых глинах.

Несмотря на ничтожное количество таких элементов, как Cr, Ni и V, здесь, на месторождении бентонитовых глин Ноемберянского района, отмечается обратная с Саригюхским месторождением картина, т. е. некоторое увеличение их содержания в процессе бентонитизации цеолитовых пород. Так, например, содержание Cr увеличивается в 7 раз, Ni — в 2—2,5 раза, V — в 2 раза. Co и Zn во всех типах пород вовсе не обнаруживаются. Мо обнаруживается только в цеолито-бентонитовых породах и бентонитовых глинах и то в ничтожном количестве.

Стронций интенсивно уменьшается в цеолито-бентонитовых породах, но несколько увеличивается в бентонитовых глинах.

Некоторое увеличение содержания Cr, Ni, V и Mo, по всей вероятности, приурочено к привносу их поствулканическими гидротермами, поступающими в морской бассейн.

Содержание малых элементов в породах Ноемберянского месторождения

Т а б л и ц а 28

Название пород	№№ обр.	Содержание элементов в %										
		Ti	Mn	Cr	Ni	Co	V	Mo	Cu	Pb	Zn	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Цеолиты	279	0,3	0,03	н	н	н	н	н	0,001	н	н	0,05
—»—	180	0,2	0,03	н	н	н	н	н	0,001	н	н	0,10
—»—	280	0,2	0,02	н	н	н	0,001	н	0,001	0,001	н	0,20
—»—	281	0,1	0,02	н	н	н	н	н	0,001	н	н	0,10
—»—	282	0,2	0,03	н	н	н	н	н	0,001	н	н	0,10
—»—	283	0,2	0,02	н	н	н	0,001	н	0,005	0,001	н	0,10
—»—	284	0,1	0,02	н	н	н	н	н	0,001	0,001	н	0,10
—»—	285	0,1	0,03	н	0,001	н	н	н	0,001	н	н	0,20
—»—	288	0,2	0,03	н	0,001	н	н	н	0,001	0,001	н	0,01
—»—	349	0,5	0,03	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,02
—»—	378	0,1	0,02	0,001	0,001	н	н	н	0,001	н	н	0,03
Цеолиты	404	0,2	0,05	н	0,001	н	0,001	н	н	н	н	0,05
—»—	409	0,2	0,07	н	0,001	н	0,001	н	0,001	н	н	0,05
—»—	414	0,1	0,07	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,03
—»—	470	0,07	0,01	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,03
—»—	473	0,1	0,05	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,05
—»—	477	0,3	0,05	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,05
—»—	514	0,1	0,01	0,001	0,001	н	н	н	0,001	н	н	0,01
Среднее		0,18	0,033	10 ⁻⁴	3,3·10 ⁻⁴	н	5·10 ⁻⁴	н	0,0012	2,2·10 ⁻⁴	н	0,086
Цеолито-бентониты	262	0,1	0,02	0,001	0,001	н	н	н	0,003	н	н	0,03
—»—	335	0,1	0,02	0,001	0,001	н	н	н	0,001	н	н	н
—»—	340	0,3	0,03	н	н	н	0,001	н	н	н	н	н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Цеолито- бентониты	343	0,3	0,03	н	н	н	0,001	н	н	н	н	н
—»—	353	0,2	0,01	н	н	н	н	н	н	н	н	0,10
—»—	383	0,07	0,01	0,001	0,002	н	н	10 ⁻⁴	0,003	н	н	0,03
—»—	392	0,1	0,05	0,001	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,03
—»—	399	0,1	0,05	0,001	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,05
—»—	495	0,1	0,07	0,001	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,03
Среднее Бентониты		0,15	0,032	7.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	н	6.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁵	0,001	н	н	0,33
—»—	382	0,2	0,1	н	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,07
—»—	385	0,1	0,07	н	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	0,01	н	0,03
—»—	386	0,2	0,07	н	н	н	0,001	н	0,001	н	н	0,05
—»—	390	0,2	0,07	0,003	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,05
—»—	486	0,1	0,07	0,001	0,001	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,01
—»—	491	0,1	0,05	0,001	н	н	0,001	10 ⁻⁴	0,001	н	н	0,03
—»—	496	0,1	0,07	н	0,001	н	0,001	н	0,003	н	н	0,05
Среднее		0,14	0,07	7.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	н	0,001	7.10 ⁻⁵	0,0013	1,4.10 ⁻⁴	н	0,04

II. ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

Бентониты Ноемберянского месторождения относятся к вулканогенно-осадочному генетическому типу. Они образовались путем подводного преобразования (диагенеза) вулканических пеплов и других кислых пирокластических пород верхнемелового возраста (верхний сантон — нижний кампан). Центром излияния туфолав и различных пирокластических материалов (туфобрекчий, туфопесчаников, пепловых и пемзовых туфов) служил крупный вулкан с сохранившимся нечком (площадью около 1 кв. км) на Северо-Западном участке месторождения, именуемый теперь местными жителями «Кяси-Кар» (район возвышенности с гипсометрической отметкой 957,6 м, рис. V). Древние (до нижнесантонского времени) излияния этого вулкана, по-видимому, носили подводный характер, продукты которого представлены туфолавами и лавами с шаровой отдельностью и туфобрекчиями с обломками вулканогенных пород различной величины. Эти породы относятся к среднему и умеренно кислому составу, от андезитобазальтов до андезито-дацитов. Последующие излияния (от нижнесантонского до нижнекампанского времени) происходили уже с вулкана островного характера, кончик которого возвышался над верхнемеловым морем и пирокластический материал которого во взвешенном состоянии долго держался в атмосфере, перемещался на большие расстояния и накапливался в мелководном окружающем морском бассейне в отсортированном виде. Здесь, вблизи вулкана, обнаруживаются чередование и взаимные фациальные переходы туфобрекчий, туфопесчаников, пеплово-пемзовых туфов и туфолав кислого, дацит-липарито-дацитового состава. Породы же самого некка имеют кислый липаритовый состав и характеризуются стекловатой основной массой и флюидалной текстурой.

Верхнемеловое извержение вулкана «Кяси-Кар» происходило в тот период, когда в морском бассейне шло осаждение карбоната кальция.

Вследствие этого извержения вокруг вулкана радиусом около 15—20 км, полностью был подавлен процесс карбонатного осадконакопления, и вместо известняков был накоплен туфогенный пирокластический материал кислого состава с мелкими потоками фельзитовых туфов. В период затишья вулкана осаждение карбоната кальция возобновилось и длилось до следующего извержения и так далее. Так образовалось чередование пирокластического материала с известняками, которое на Ноемберянском месторождении повторяется более 30 раз.

Во время накопления пирокластического материала (основных материнских пород цеолитов и бентонитовых глин) верхнемеловое море отличалось повышенной щелочностью ($\text{pH} \geq 10$) и нормальной соленостью. О таком режиме свидетельствуют: преобразование кислого вулканического стекла и других пирокластических материалов в цеолиты (клиноптилолит и морденит), продукты заведомо щелочной среды; отсутствие значительных концентраций минералов среды повышенной солености и др. Р. Л. Хей (Hay, 1966) указывает, что «клиноптилолит обычно встречается в виде продуктов изменения стекловатых туфов в морской обстановке, а филлипсит и эрионит являются широко распространенными продуктами низкотемпературного изменения риолитовых туфов, которые, вероятно, были отложены в соляных озерах». Переход вулканического стекла именно в клиноптилолит и морденит, а не в филлипсит или эрионит, отрицает повышенную соленость верхнемелового моря.

Весь механизм преобразования пирокластического материала в цеолиты, а после в бентониты (монтмориллонит), нам представляется следующим образом: диагенез (гидратация и раскристаллизация) вулканического стекла происходил сразу же после их отложения или выпадения в морской бассейн. Особенно интенсивно гидратируются вулканические пеплы, тонкие частицы которых долго продерживаются во взвешенном состоянии, и в иловом осадке интерстициальные воды сохраняют в неподвижном состоянии.

Слабая циркуляция межпоровых вод илового осадка, с одной стороны, и повышенная щелочность среды, с другой стороны, создают благоприятные условия для быстрой гидратации и образования цеолитовых минералов из вулканического стекла. Относительно этого Р. Л. Хей (1966) отмечает: «Как высокие значения pH , так и высокая соленость водной среды благоприятствуют быстрой реакции вулканического стекла с образованием цеолитов.»

Породы с высоким содержанием цеолитов, в основном, образовались за счет пепловых туфов. Об этом свидетельствует сохранившаяся в них оригинальная реликтовая пепловая структура.

Временами, вслед за извержением вулканогенных пород, в морской бассейн поступали термальные воды и горячие газовые эманации, которые частично циркулировали через накопленный вулканогенный материал (особенно вблизи районов их выходов), несколько повышали температуру нижних слоев морской воды и понижали щелочность от $\text{pH} \geq 10$ до $\text{pH} = 8-9$. Именно эти условия являлись благоприятными для преобразования как цеолитизированных, так и свежих пеплово-пемзовых туфов в бентонитовые глины.

Если цеолитизация вулканогенного материала происходит в закрытой или почти закрытой системе под воздействием застойных межпоровых вод, заимствованных из морского бассейна с повышенной щелочностью, то бентонитизация происходит в открытой системе под воздействием тех же вод, смешанных с термальными водами, свободно циркулирующими в осадках и в условиях относительно меньшей щелочности ($pH \approx 8-9$). В этих условиях в бентониты преобразуются как цеолитизированные, так и свежие туфы, и при бентонитизации породы претерпевают более глубокий метасоматизм, чем при цеолитизации. Об этом свидетельствуют следующие факты:

1) оптическими исследованиями, при большом увеличении (порядка 180—320х) установлено, что цеолитовые минералы без исключения занимают центральные части (ядро) пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркополяризующим монтмориллонитом (рис. 54).

Р. Хей (1966) отмечает: «Сфероиды цеолитов с ядрами монтмориллонитовой пемзы в формации Джон-Дей указывают на то, что гидролиз стекла до монтмориллонита может иметь существенное значение в образовании локальной химической обстановки, в которой образуется клиноптилолит...» Сопоставляя факты взаимных расположений монтмориллонита и цеолитов Ноемберянского месторождения с фактами, указанными Р. Хей, легко можно убедиться, что начальным продуктом диагенеза на Ноемберянском месторождении является цеолит, а не монтмориллонит. Следовательно, гидролиз вулканического стекла до цеолитов имел существенное значение в образовании благоприятной химико-минералогической обстановки, в которой образовался монтмориллонит.

Э. Э. Сендеров и Н. И. Хитаров (1970) отмечают: «При понижении pH растворов область цеолитов сменяется областью минералов со слоистой структурой — глин и слюд. Константа равновесия этих реакций зависит от соотношения активностей катионов и ионов водорода, что видно из схематического уравнения: $\text{цеолит} + H^+ + Mg^{++} \rightleftharpoons \text{монтмориллонит} + \text{катион}$ ». pH морского бассейна, в этих случаях, указанные авторы определяют числом 8.

Таким образом, цеолиты Ноемберянского месторождения являются результатом воздействия высокощелочной ($pH \geq 10$) среды на вулканическое стекло, а бентониты — результатом воздействия умеренно-щелочной среды и поступления катионов Mg^{2+} ;

2) ширина монтмориллонитовой каемки вокруг цеолитов пропорционально возрастает в зависимости от степени интенсивности бентонитизации;

3) путем пересчета по окисно-объемному методу доказано, что в процессе бентонитизации из цеолитовых пород вынесена некоторая часть почти всех порообразующих окислов, за исключением магния. Так, например, из 1 м³ породы вынесено: 224 кг кремнезема, 25 кг глинозема, 8 кг окиси железа, 4 кг закиси железа, 3 кг окиси титана, 11 кг окиси кальция, 14 кг окиси калия, 9 кг окиси натрия. Наряду с этим в породу привнесено: 1 кг окиси магния и 32 кг влаги. Как видно из приведенной таблицы 27, интенсивнее всех выносятся TiO_2 —75%; потом закись железа (FeO)—57% и да-

лее идут K_2O —40%; Na_2O —30%; Fe_2O_3 —26%; SiO_2 —17%; CaO —15% и, наконец, Al_2O_3 —11%;

4) в цеолитовых породах повсеместно отмечаются мелкие, разбросанные по всей массе, чешуйки гидробиотита. Содержание их в бентонитизированных породах уменьшается, а в бентонитовых глинах — совсем ничтожно. Это объясняется тем, что бентонитизация является результатом более глубокого метасоматоза, чем цеолитизация, и в процессе бентонитизации гидробиотит почти полностью преобразовался в монтмориллонит;

5) на участке «Новый Кохб» верхние три пласта пепловых туфов с мощностями от 1 до 8—10 м, местами до 60 м, слагающие кровлю месторождения, цеолитизированы без заметных примесей монтмориллонита. Мощность этих пластов вверх по разрезу постепенно уменьшается, и дальше, в верхнекампанских отложениях, и выше них они вовсе исчезают. Отсюда вывод: указанные пласты относятся к затухающей фазе вулканической деятельности, в которой прекращается поствулканическая гидротермальная деятельность, и в связи с этим, процесс бентонитизации.

В монтмориллонит перешли также некоторые вулканогенные минералы: биотит, пироксены, амфиболы и др. Можно предполагать, что бентониты являются уже продуктами гидротермально-диагенетического происхождения. Этим, по мнению автора, можно объяснить тот факт, что:

а) не все пласты пепловых и пемзовых туфов бентонитизированы, но все, без исключения, цеолитизированы;

б) в породах даже одного, но мощного ($m \geq 20$ м) пласта бентонитизация охватывает только лишь некоторую часть: либо нижнюю, либо среднюю, либо верхнюю, тогда как пласты туфогенных пород любой мощности, даже более чем на 400 м (Северо-Западный участок), полностью цеолитизированы;

в) в интенсивно бентонитизированных, мощных (от 40 до 100—150 м) пластах сохраняется ряд пропластков цеолитовых пород, связанных с бентонитами постепенными переходами по мощности.

По дифрактограммам образцов №№ 1, 141, 580, 336, 574, 584 и 298-цеолитовых, цеолитово-бентонитовых и бентонитовых пород Ноемберянского месторождения можно наблюдать постепенное уменьшение количества клиноптилолита и увеличение монтмориллонита (рис. 51).

О поступлении гидротермальных растворов в морской бассейн свидетельствуют также обнаруженные в бентонитовых глинах Центрального участка (скв. № 3) прекрасно оформленные кристаллы галенита (размерами до 3 см в поперечнике) и пирита (размерами от 0,5 до 3—4 см в поперечнике).

Ноемберянское месторождение не единственное в своем образовании. Аналогичное по генезису, т. е. при диагенезе и гидротермальном изменении риолитовых стекловатых туфов образовались месторождения Хаттари (на острове Хоккайдо) и Йокоте (префектура Акита) в Японии (С. П. Шоболов, 1972).

Айджима и Ютада (Jijima A., Utada M., 1972) отмечают, что цеолитовые ореолы вокруг месторождения Куроко возникли за счет сочетания глубинного диагенеза и гидротермальной деятельности. Они полагают, что

зональное распределение цеолитов, обусловленное подводным гидротермально-диагенетическим процессом, является однотипным во всем мире.

Температура морской воды во время вулканогенного осадконакопления в Ноемберянском районе очевидно не была низкой, так как в центре вулканогенного осадконакопления в верхнемеловое (до верхнего кампана) время постоянно функционировал вулкан «Кяси-Кар», продукты которого чередуются с известняками более чем 30 раз.

Как справедливо указывает Г. С. Дзюценидзе (1969): «При подводных извержениях морская вода должна заметно нагреваться, во всяком случае, в определенном радиусе от центра извержения».

В данном случае только такое повышение температуры послужило причиной исчезновения всей макрофауны, в т. ч. рудистов в верхнесантон-нижнекампанских отложениях, а микрофауна как в туфогенных породах, так и в чередующихся с ними известняках настолько изменена, что определению не поддается. Поэтому возраст этих отложений определяется по региональным сопоставлениям.

Морская среда, в которой образовались цеолиты (клиноптилолит и морденит) и бентониты, была щелочной.

Определения величины рН суспензии цеолитовых и бентонитовых пород Ноемберянского месторождения (химик Г. С. Асратян) показали высокие значения, а именно — от 9,3 до 9,6 для бентонитов, 9,7 и более для цеолитовых пород.

Относительно щелочности (рН) среды, ускоряющей диагенез пепла, Р. Е. Грим (1956) пишет: «Согласно Корренсу, в среде, в которой рН меньше 5, окись кремния нерастворима, а R_2O_3 относительно растворим. При значениях рН от 5 до 9 R_2O_3 очень незначительно растворим, а окись кремния становится все более и более растворимой, а при рН выше 9 растворимы и окись кремния и окись алюминия».

Из таблицы 27 выноса — привноса породообразующих компонентов видно, что из цеолитовой породы в процессе бентонитизации были вынесены: 224 кг/м³ кремнезема, или около 17% всего его количества; 25 кг/м³ глинозема, или 11% всего его количества и 8 кг/м³ окиси железа, или 26% всего его количества. Эти цифры указывают, что рН морской воды в верхнемеловое время была в пределах 9. Однако, усилению растворения кремнезема из пирокластических пород во многом способствовало поступление ионов Mg^{2+} с гидротермальными растворами, что доказывается привносом MgO в бентонитовую глину в количестве около 1 кг/м³.

На Ноемберянском месторождении фиксируется следующий факт: над каждым пластом бентонитовых глин, в перекрывающих известковых и туфоизвестковых породах, почти без исключения, отмечается интенсивное окремнение, выраженное в виде кремния, яшмы и халцедона. Величина окремнения (интенсивность и мощность окремненной полосы) прямо пропорциональна мощности подстилающих их пласта бентонитовых глин.

Наряду с этим над пластами цеолитовых пород окремнение выражено очень слабо или вообще отсутствует.

Вышеописанное обстоятельство приводит нас к заключению, что источником кремнезема, в основном, являются бентонитизированные туфы,

из-коих в процессе бентонитизации было вынесено около 224 кг/м^3 кремнезема.

Механизм же осаждения кремнезема в перекрывающих известковых и туфоизвестковых породах нам представляется следующим образом.

Растворенный из вулканогенных пород кремнезем при бентонитизации удерживается в растворе (вследствие удерживания ионами щелочных металлов — K^+ и Na^+) до тех пор, пока полностью не завершается вулканогенное осадконакопление, подавляющее осадкообразование других типов. Ионы же щелочных металлов выносятся из вулканогенных пород параллельно с выносом кремнезема.

После завершения вулканогенного осадконакопления в морском бассейне активизируются ионы Ca^{2+} , которые и способствуют осаждению кремнезема. В первый период активации иона Ca^{2+} , когда все количество растворенного кремнезема еще находится в растворе, происходит обильное выпадение SiO_2 параллельно с карбонатообразованием (однако с преобладанием кремния над карбонатом), и после, в связи с уменьшением количества кремнезема в растворе, постепенно уменьшается его же количество в осадке и вверх по разрезу сводится на нет.

Причина же отсутствия кремнеобразования над пластами цеолитовых пород объясняется следующими обстоятельствами.

При цеолитообразовании количество вынесенного из материнских пород кремнезема невелико, ибо его количество в формировании кристаллической решетки цеолитов (клиноптилолита и морденита) минимум вдвое больше, чем в кристаллической решетке бентонитовых глин. Так, например, если отношение кремнезема к глинозему в бентонитовых глинах (в монтмориллоните) примерно равно 4, то в клиноптилолите и мордените примерно равно 8.

Кроме того, при цеолитизации из материнских пород не выносятся катионы щелочных металлов, в связи с чем вынесенный кремнезем в незначительном количестве не удерживается в растворе, а выпадает в осадок, образуя очаги свободного кремнезема в цеолитовых породах. Это доказывается данными рентгеноструктурного и химического анализов, подтверждающими наличие свободного кремнезема в цеолитовых породах. Так, например, если в теоретически чистых клиноптилолитах или морденитах отношение кремнезема к глинозему равно 8 (Сендеров, Хитаров, 1970), то в цеолитовых породах Ноемберянского месторождения оно в среднем равно 9,9.

Таким образом, диагенез вулканического стекла в верхнемеловом море с образованием Ноемберянского месторождения бентонитовых глин протекал по двум схемам:

1. вулканическое стекло + вода $\rightarrow$ цеолиты (клиноптилолит + морденит); после образования цеолитов процесс углубляется; цеолит + вода + $\text{Mg}^{2+} \rightarrow$ монтмориллонит + кремнезем в перекрывающих бентониты слоях карбонатных пород и металл ионы в растворе;

2. вулканическое стекло + вода + $\text{Mg}^{2+} \rightarrow$ монтмориллонит + кремнезем в перекрывающих породах и металл ионы в растворе.

Монтмориллонит Ноемберянского месторождения, как показал М. А. Ратеев для глинистых минералов в современных и древних морских бассейнах (Ратеев, 1964), является продуктом перестройки сильно гидратированного силикатного каркаса обломков стекла и замещает последние в их пределах, образуя агрегаты мельчайших тонкочешуйчатых частиц. Однако здесь цеолиты не синтезируются из водных растворов, а также как и монтмориллонит замещают обломки вулканического стекла в их пределах.

И. Х. Петросов и П. П. Цамерян, сторонники диа-эпигенетического происхождения бентонитовых глин Ноемберянского месторождения, окремнение вышележащих пластов известняков объясняют отжиманием кремнезема из поровых вод по мере уплотнения материала.

С этим объяснением нельзя согласиться по следующим причинам:

1) отжимание поровых, перенасыщенных кремнеземом вод в вышележащие пласты могло происходить при глубоком захоронении бентонитовых глин и других пород. При таком захоронении, где отжимаются поровые воды, должно было иметь место уплотнение вмещающих поровые воды пород, а именно — бентонитовых глин и цеолитовых пород, что не замечается. При таком захоронении кристаллическая решетка бентонитовых глин должна была сжиматься с вытеснением межслойной воды и превращением монтмориллонита в гидрослюда;

2) отжимание поровых вод в вышележащие карбонатные породы с низкой пористостью должно было происходить через микро- и макротрещины. Следовательно, в этих известняках должны были образоваться прожилки кварца, секущие известняки, что опять-таки не наблюдается;

3) навряд ли отжиманием можно будет объяснить образование гнезд халцедона, расположенных на всех горизонтах мощной толщи туфоизвестняков Центрального участка.

Процесс диа-эпигенеза с образованием высококремнистых цеолитов — клиноптилолита и морденита, которые развиты на Ноемберянском месторождении, как отмечает Р. Л. Хей (R. L. Hay, 1966), — происходит в закрытой или почти закрытой системе, где не имеет место передвижение (или имеет место очень слабо) поровых растворов. Понятно, что в этих случаях не могло быть и передвижения породообразующих компонентов, которое имеет место на Ноемберянском месторождении.

Тела бентонитовых глин на описываемом месторождении имеют более или менее (относительно цеолитовых пород) выдержанные мощности, пластобразную форму и большие размеры как по простиранию и падению, так и по мощности. Мощность отдельных пластов достигает до 40—150 м. Это согласуется с выводом Н. В. Кирсанова (1972), который отмечает: «Вулканоогенно-осадочные месторождения характеризуются относительной однородностью, выдержанностью по простиранию на значительной площади».

О гидротермально-диагенетическом происхождении бентонитов Ноемберянского месторождения свидетельствуют следующие факты:

1) наличие сульфидов гидротермального происхождения галенита и пирита в бентонитовых глинах;

2) наличие остатков микрофауны в цеолитовых породах (цеолитизированных туфах) и частично в бентонитовых глинах;

3) согласно залегающее окремнение перекрывающих бентонитовые глины известняков с тенденцией убывания окремнения вверх по разрезу;

4) наличие десятков пластов и пропластков бентонитовых глин, которые, все без исключения, залегают согласно и имеют постепенные переходы с вмещающими цеолитовыми породами как по простирацию и падению, так и по мощности;

5) интенсивный вынос таких оснований, как Fe_2O_3 (около 26% от общего количества); Na_2O (30%); K_2O (40%); FeO (57%) и TiO_2 (75%), характерных только для агрессивных термальных вод;

6) сонахождение цеолитов (клиноптилолита и морденита) диагенетического происхождения с сохранением пеплово-пемзовой реликтовой структуры материнских пород и отсутствие на месторождении секущих их тел (жил и прожилков).

В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Бентонитовые глины являются сырьем большого народнохозяйственного значения. Разработка весьма большого круга вопросов, касающихся проблемы бентонитовых глин в СССР, главным образом, связана с работами большой группы ученых Грузии, Украины и г. Казани.

Щелочные бентониты в водной среде дают стабильные гомогенные системы, обладающие высокими структурными и тиксотропными свойствами, что позволяет широко использовать их в технике глубокого бурения. Для этой цели можно будет успешно использовать также щелочноземельные бентониты, но после их предварительной обработки пирофосфорнокислым натрием или кальцинированной содой. Особо важное значение имеют глинистые растворы, приготовленные из высококачественных щелочных бентонитов в сложных геологических условиях нефтяного бурения, где обычные глинистые растворы из местных грубодисперсных глин не удовлетворяют высоким требованиям (несолеустойчивы при бурении засоленных пород) и становятся причиной многочисленных аварий.

Большой эффект при бурении скважин с применением щелочных бентонитов дают бентониты, состоящие, в основном, из тонкодисперсной фракции (меньше 1,5 микрона).

В настоящее время в СССР для приготовления глинистых растворов ежегодно используется около 1,5 млн. тн глин, основное количество которых относится к местным низкосортным разностям. Из этого количества около 400 тыс. тонн глинистого сырья поставляется бурению в виде глинопорошков, из коих бентонитовые составляют около половины. Наиболее выгодным является применение бентонитового сырья, дающего выход раствора из 1 тонны глины в 12—16 м³ и более, тогда как обычные глины дают 2—4 м³.

Намечается до 1980 года полностью перейти на использование для нужд глубокого бурения порошкообразных глинистых материалов централизованного заводского производства, в основном, из бентонитового сырья. При этом предполагается поднять общее количество глинопорошков,готавливаемых из бентонитового сырья до 70—75% (в США оно составляет 80%).

Общая потребность СССР в бентонитах для нужд глубокого бурения к 1980 году будет составлять около 3,5 млн. тонн.

Очень крупным потребителем щелочных бентонитов является металлургическая промышленность, в частности, литейное производство и черная металлургия.

В литейном производстве бентониты используются в качестве связующей добавки к формовочным кварцевым пескам. До настоящего времени

многие заводы СССР при изготовлении изложниц из кварцевого песка для стальных отливок в качестве связующего материала применяют огнеупорные глины в количестве 10—12% от веса песка. Используемые в тех же целях бентониты, в силу большой пластичности и коллоидности, берутся не более 3% при содержании влаги 2—3% к общему весу формовочных материалов. Отливки получаются более чистые, без пригара и без образования раковин.

Бентонитовые глины размокают в воде, обволакивают частицы песка и склеивают их. При этом очень важна толщина склеивающей пленки. Как правило, эта пленка клиновидная. Если склеивающий клин небольшой и тонкий, то при высыхании он не разламывается, а держит высохшие частицы склеенными. Если же глины много, то при высыхании клина внешние границы не могут компенсировать усадки, и он дает трещину, в результате сцепление между песчаными частицами резко ослабляется. Получение тонкой глинистой пленки важно еще тем, что создается возможность хорошего проникновения газов между частицами песка, благодаря чему отливки становятся ровнее и чище.

Общая потребность СССР в бентонитах для литейного производства к 1980 году будет составлять около 1,4 млн. тонн.

В последние годы в нашей стране большое значение приобрел новый метод подготовки железорудного сырья — метод получения окатышей из концентрата с добавкой связующего материала. При этом глины играют роль как связующего материала, так и влагоносителя, в связи с чем к ним предъявляются жесткие требования. Окатыши еще в сыром виде претерпевают исключительно тяжелую нагрузку, ударяясь друг о друга и о конвейерную ленту, поэтому прочность в сыром виде у окатышей должна быть весьма велика. Сырой окатыш подвергается обжигу, предварительно проходя путь резкого огневого высушивания, в процессе которого возникает тепловой удар. Хорошая глина должна противостоять этому удару. После обжига окатыши поступают в дому и подвергаются довольно жесткому воздействию температур и давлений. В связи с этим к твердости и прочности окатышей после обжига предъявляются очень высокие требования. Кроме всего этого, количество связующего материала, во избежание разубоживания железорудного концентрата, должно быть минимальным. Становится ясным, что эти требования могут быть удовлетворены только в случае применения высококачественных бентонитовых глин.

Метод использования бентонитов в процессе окомкования тонкоизмельченных железорудных концентратов с получением окатышей до 9—15 мм в диаметре был разработан в США (Башлев, Кирсанов и др., 1973). В качестве связующей добавки использовался высокопластичный, сильно набухающий бентонит из Вайоминга. Здесь было установлено оптимальное количество добавляемого в шихту бентонита — от 0,5 до 1,0%. В промышленных условиях канадских фирм добавка бентонита составляет 0,5—0,8%.

Общая потребность горнообогатительных комбинатов СССР в бентопорошках, удовлетворяющих жесткие требования черной металлургии, в настоящее время определяется более чем 300 тыс. тонн в год. В 1975 году

эта потребность составляла 383 тыс. тонн, а к 1980 году составит 1047 тыс. тонн, к 1985 году — 1332 тыс. тонн, а к 1990 г. — 1821 тыс. тонн.(1*).

Исключительно важное значение имеют бентониты в масложировой промышленности. Они используются здесь как в естественном, так и в активированном виде для удаления из жиров и растительных масел вредных примесей коллоидного характера: красящих пигментов, слизей, смол, белков и мыл. В настоящее время за рубежом естественные адсорбенты почти полностью вытесняются активированными, в 3—4 раза более активными, чем природные.

В СССР, несмотря на острую нужду, производство активированных бентопорошков практически находится в стадии организации, ввиду чего масложировая промышленность вынуждена применять низкосортные естественные адсорбенты (гумбрин и др.), а для выработки высококачественных продуктов импортировать активированный бентонит из Чехословакии и Японии.

Долгие годы бентониты используются для очистки нефтепродуктов, где, в основном, употреблялись щелочноземельные их разновидности. В настоящее время использование их в этом направлении относительно незначительно — 3—5% от объема всей добычи. Взамен природных сорбентов в настоящее время для очистки нефтепродуктов широко используются синтетические алюмосиликатные адсорбенты (синтетические цеолиты типа А, X и У). Однако, наряду с высокоэффективными синтетическими сорбентами, некоторыми нефтеперегонными заводами СССР (Бакинским, частично Грозненским) для очистки множества нефтепродуктов используются щелочноземельные бентониты.

Весьма эффективно бентонитовые глины могут использоваться при «каталитическом крекинге» нефти. Они ускоряют протекание химической реакции расщепления тяжелых углеводородов. В настоящее время у нас в стране в каталитическом крекинге применяются дорогостоящие синтетические алюмосиликатные катализаторы. В США природные глинистые катализаторы составляют более 35% общего количества, используемого нефтеперерабатывающей промышленностью, что объясняется дешевизной природных катализаторов. В этой отрасли с успехом могут быть применены активированные бентониты Саригюхского месторождения, о чем подробно будет изложено ниже.

Вышеотмеченные отрасли за исключением строительной промышленности являются самыми мощными потребителями бентонитовых глин, потребность которых на 1980 г. определена более 7 млн. тонн. Остальные многообразные отрасли суммарно потребляют около 1 млн. тонн бентонита в год, но и в этих отраслях бентониты являются сырьем первой категории важности. Среди этих отраслей важную роль играет строительное дело, где щелочноземельные, богатые органикой и гидроокислами железа бентониты используются для производства высокосортного керамзита с объемным весом 0,3 г/см³. Они применяются также как добавка, улучшающая

1* Протокол № 217 технического совещания при заместителе министра черной металлургии СССР тов. Виноградова В. С. от 21 декабря 1973 г.

качество бетона для укрепления и повышения водонепроницаемости дамб, оросительных канав и др.

Из других отраслей народного хозяйства, где с успехом могут быть применены бентониты, заслуживают указания: пищевая промышленность (рафинация масел и оклейка вин), тонкокерамическое и фарфоровое производство, химическая и фармацевтическая промышленности, сельское хозяйство. Весьма подробно пути использования бентонитов обрисованы и показаны на схеме в работе Н. В. Кирсанова (1972).

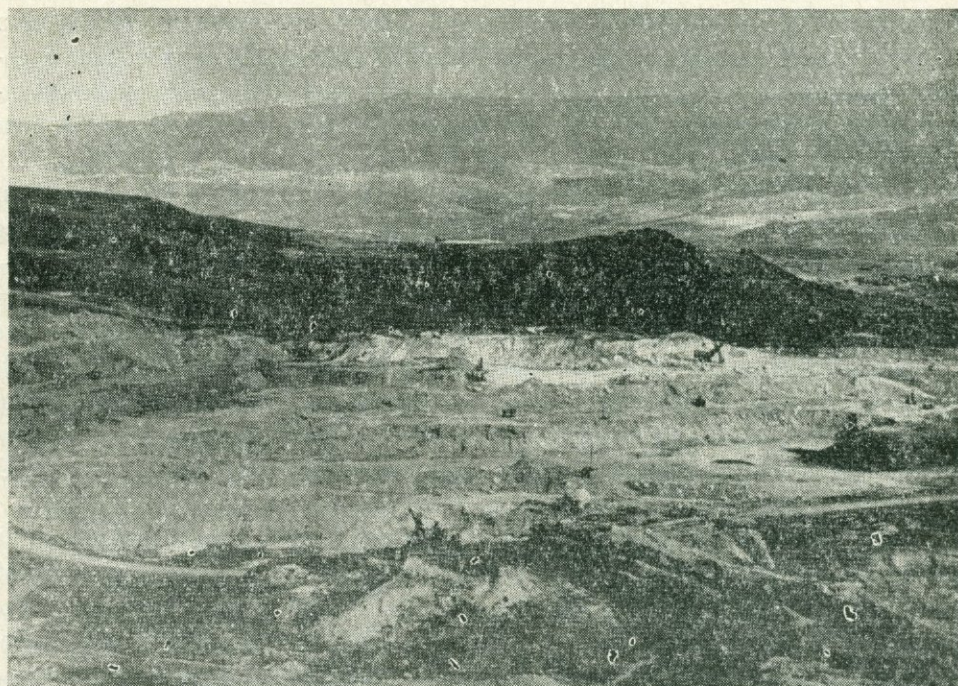


Рис. 64. Общий вид карьера разработки Центрального участка Саригюхского месторождения.

Среди известных многочисленных месторождений и проявлений Армении, наиболее крупными и перспективными в отношении качеств являются: Саригюхское месторождение высококачественных щелочных бентонитов Иджеванского района и Ноемберянское месторождение щелочно-щелочноземельных бентонитов Ноемберянского района.

В настоящее время Саригюхское месторождение щелочных бентонитов разрабатывается, и на его базе построены два завода: 1) завод бентопорошков для нужд нефтяного бурения и производства железорудных окатышей с общей проектной мощностью в 700 **тыс. тонн** в год и 2) завод активированных бентопорошков для нужд масложировой промышленности с общей мощностью в 10 **тыс. тн** в год. Общая мощность карьера с учетом удовлетворения потребности ряда других отраслей в скором будущем будет доведена до 1,5 **млн. тн.** в год (рис. 64).

Ноемберянское же месторождение находится в стадии изучения и, по всей вероятности (по результатам уже имеющихся данных), в скором будущем будет сдано в эксплуатацию. Прогнозные запасы бентонитов Ноемберянского месторождения оцениваются более 100 млн. тн.

Бентониты Саригюхского месторождения были испытаны как сырье для многих отраслей народного хозяйства, а именно: для нужд глубокого бурения, для нужд черной металлургии в качестве связующего компонента для получения железорудных окатышей; как адсорбенты для очистки растительных масел и нефтепродуктов; как связующая добавка в формовочных смесях в литейном производстве; как катализаторы в каталитическом крекинге нефти; как адсорбенты для оклейки (осветления) вин; для нужд керамической и огнеупорной промышленности и др.

Во многих из указанных направлений могут быть использованы и бентониты Ноемберянского месторождения.

Ниже приводятся краткие результаты специальных исследований.

І. САРИГЮХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

І. САРИГЮХСКИЕ БЕНТОНИТЫ ДЛЯ НУЖД ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

С целью определения пригодности саригюхских бентонитов для производства высококачественных глинистых растворов, начиная с 1961 года по 1973 год, было испытано около 10 тысяч образцов глин из всех перечисленных выше участков Саригюхского месторождения. Рядовые исследования в массовом количестве были проведены в Центральной лаборатории Управления геологии СМ Арм. ССР, технологическое и контрольное исследование было проведено во Всесоюзном научно-исследовательском институте буровой техники (ВНИИБТ) под руководством Э. Г. Кистера.

Заранее следует отметить, что основными показателями определения качества глины являются выход раствора из единицы объема и содержание песка в глине (ТУ-73). Главный критерий качества — выход раствора — определяет физико-химическую природу материала, его коллоидальность. Наиболее гидрофильные, самодиспергирующиеся глины образуют достаточно структурированные суспензии при минимальном содержании твердой фазы. Техника определения выхода суспензии стандартной вязкости 25 сек. по стандартному полевому визкозиметру с отверстием в 5 мм (СПВ-5) сводится к определению удельного веса суспензии. Определено, что глина первого сорта должна дать не менее 10 м³ суспензии из 1 тонны глины, что соответствует удельному весу суспензии до 1,06 г/см³. Для второго сорта выход раствора не менее 8 м³/тн и удельный вес до 1,08 г/см³. Общее содержание «песка» в глине допускается не более 6,0% для бентонитов первого сорта, до 7,0% для второго, третьего и четвертого сортов.

Испытанные образцы глин всех шести участков Саригюхского месторождения показали, что глинистые суспензии обладают всеми свойствами, присущими растворам из высококачественных щелочных бентонитовых глин: удельный вес растворов при вязкости в 25 сек. по СПВ-5 мм колеб-

лется от 1,04 до 1,08, редко до 1,1 г/см³, содержание песка колеблется от 0,4 до 1,0 %, редко до 3% в суспензии. В глинах первого и второго сортов — не превышает 5%. Подсчитанные для нужд глубокого бурения запасы бентонитовых глин Центрального участка в количестве 37,8 млн. тонн относятся к первому, второму и мало к третьему сортам. Глины с удельным весом суспензии более 1,1 г/см³ обычно содержат более 8% песка, которые исключены из подсчета запасов.

Следует отметить, что глины верхнего слоя Центрального участка (желто-зеленого цвета) обладают более высокими качествами (удельный вес суспензии колеблется от 1,04 до 1,06 г/см³) и согласно ТУ-73 относятся к первому сорту. Глины же нижнего слоя (бутылочно-зеленого цвета) разделяются на три сорта: верхняя часть слоя дает растворы сравнительно низкого качества (удельный вес суспензии колеблется от 1,06 до 1,08, редко до 1,1 г/см³) и относится ко второму и третьему сортам. Нижняя часть этого же слоя имеет почти аналогичные с желто-зелеными глинами параметры (удельный вес суспензии колеблется в пределах от 1,04 до 1,06, редко 1,07 г/см³) и относится к первому и мало ко второму сортам. Растворы, приготовленные из глин как первого, так и второго сортов, стабильные, обладают высокими структурными и тиксотропными свойствами. Водоотдача растворов при вязкости в 25 сек по СПВ-5 колеблется от 10 до 13 см³, редко доходит до 15 см³, толщина корки после суточного отстоя не превышает 1—1,5 мм. Удельный расход глины на 1 м³ раствора в среднем составляет 77,0 кг, следовательно, выход раствора из 1 тн глины составит 13 м³, что по сравнению с вайомингскими глинами (США) чуть ниже (вайомингские глины дают выход суспензии порядка 16 м³/тн).

Начиная с 1964 г., бентониты Саригюхского месторождения в комовом виде в количестве 100 тыс. тн в год поставляются Ильскому заводу «Утяжелитель», где получают бентопорошки для нужд глубокого нефтяного бурения.

По данным комбината «Иджеванский бентонит», из общего количества 405,5 тыс. тонн глины, поставленных Ильскому заводу «Утяжелитель» за период 1971—1975 годы, на долю I сорта приходится 310,9 тыс. тонн или 76,6%; на долю II сорта — 88,1 тыс. тонн, или 21,7%; а на долю III сорта (определенного по ТУ-1973 года) — 6,5 тыс. тонн, или 1,7% (табл. 29)

Сортность саригюхских глин, поставленных Ильскому заводу «Утяжелитель» по годам

Т а б л и ц а 29

Сортность глины	Количество поставки по годам в тыс. тонн					
	1971г.	1972г.	1973г.	1974г.	I кварт. 1975г.	Итого по сортам
I	88,6	90,0	49,0	74,9	8,4	310,9
II	—	—	53,6	22,6	11,9	88,1
III	—	—	—	2,7	3,8	6,5
Итого:	88,6	90,0	102,6	100,2	24,1	405,5

С 1974 года вступила в строй первая очередь завода бентопорошков комбината «Иджеванский бентонит», который до 1/IV—75 г. изготовил бентопорошки для нужд глубокого нефтяного бурения в количестве 137,2 тыс. тонн, из коих: I сорта—61,4 тыс. тонн, или 44,7%; II сорта — 73,3 тыс. тонн, или 53,4 % и III сорта — 2,5 тыс. тонн, или 1,9 %.

В 1974 году утверждены новые технические условия на бентопорошки, по которым глинопорошки после обработки химреагентами (кальцинированной содой и метасом) делятся на 5 сортов (см. табл. 30) и должны соответствовать следующим требованиям:

Технические условия на бентопорошки для глубокого нефтяного бурения

Т а б л и ц а 30

Требование	С о р т а				
	Высший	I	II	III	IV
Выход раствора из 1 тн глино- порошка не менее	15	12	9	6	менее 6
Содержание песка в %, не более	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0

В связи с этим в декабре 1973 года на Ильском заводе «Утяжель-тель» на базе саригюхских глин производился промышленный опытный помол бентонитового глинопорошка, модифицированного метасом и кальцинированной содой. В период опытного помола с 19 по 25 декабря 1973 г. было произведено 1230 тн модифицированного глинопорошка. Исходное сырье — бентонит первого сорта. При этом было израсходовано 37,72 тн кальцинированной соды и 3,23 тн сухого метаса, что соответственно составляет: 3,02% и 0,26% к весу глины.

В результате опытного помола глинопорошка с добавкой метаса и кальцинированной соды удалось получить бентопорошок с увеличенным выходом раствора в среднем на 8,5 м³ из 1 тн (табл. 31).

Сравнительные показатели модифицированного и исходного глинопорошков (средние пробы за смену).

Т а б л и ц а 31

Дата	Смена	Добавление реагента% к весу глины		Модифицирован- ный бентопоро- шок		Исходное бенто- нитовое сырье		Увеличение вы- хода раствора из 1тн порошка	
		Каль- цини- ров. сода	Ме- тас	Уд. вес раство- ра г/см ³	Выход раствора м ³ /тн	Уд.вес раство- ра г/см ³	Выход раствора м ³ /тн	м ³	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19.12	II	3,0	—	1,045	14,0	1,061	10,3	3,7	36,0
	III	3,0	0,3	1,038	16,6	1,061	10,3	6,3	61,0
20.12	I	—»	—»	1,033	19,1	1,055	11,4	7,7	69,0
	II	—»	—»	1,034	18,7	1,055	11,4	7,3	64,0
	III	—»	—»	1,034	18,7	1,061	10,3	7,4	71,8
21.12	I	—»	—»	1,037	17,0	1,061	10,3	6,7	65,0
	II	—»	—»	1,038	16,6	1,058	10,8	5,8	53,7
	III	—»	—»	1,034	18,7	1,063	10,0	8,7	87,0
22.12	I	—»	—»	1,034	18,7	1,053	11,9	6,8	57,1
	II	—»	—»	1,029	21,7	1,050	12,4	9,3	75,0
	III	—»	—»	1,032	19,7	1,052	12,1	7,6	62,8

Прод. табл. 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.12	I	—»—	—»—	1,032	19,7	1,058	10,8	8,9	82,4
	II	—»—	—»—	1,034	18,7	1,061	10,3	8,4	81,5
	III	—»—	—»—	1,032	19,7	1,054	11,7	8,0	68,4
24.12	I	—»—	—»—	1,031	20,3	1,053	11,9	8,4	70,6
	II	—»—	—»—	1,031	20,6	1,050	12,4	7,9	63,7
	III	—»—	—»—	1,029	21,7	1,056	11,2	10,5	89,0
25.12	I	—»—	—»—	1,034	17,7	1,056	11,2	6,5	58,0

Среднее по модифицированным
(метас+сода) пробам

1,033 19,0 1,056 11,2 8,0 71,4

Кроме рядовых проб, заводом 20 декабря 1973 года была составлена средняя (характерная для 1 сорта данной партии) проба и обработана химреагентами. Сравнительные показатели для этой пробы приводятся ниже (табл. 32).

Сравнительные показатели исходного и модифицированного глинопоршков по средней (для I сорта) пробе.

Т а б л и ц а 32

В и д с ы р ь я	Показатели растворов		Увеличение выхода раствора	
	Уд.вес. г/см ³	Выход раств. м ³ /тн	м ³	%
Исходное сырье	1,054	11,7	—	—
Модифицированный глино- порошок (метас+сода)	1,031	20,3	8,6	73,5

Модифицированные с 20 по 25 декабря 1973 г. глинопорошки были отгружены потребителям, перечень которых приводится ниже (табл. 33).

Показатели растворов и перечень потребителей модифицированного глинопорошка отгруженного в период с 20 по 25 декабря 1973 г. (пробы отобраны из вагонов)

Т а б л и ц а 33

Дата	Удельный вес раство- ра г/см ³	Выход раствора в м ³ /т	№№ ва- гонов	Кому отправлено
20.12	1,035	18,1	2585404	УПТО и КО об. «Кубаньгазпром»
21.12	1,034	18,7	2514755	НГДУ «Киргизнефть»
—»—	1,032	19,7	2373292	Об. «Ставропольнефтегаз».
—»—	1,032	19,7	2205676	—»— —»—
22.12	1,028	22,5	2274409	«Башнефть»
—»—	1,028	22,5	2249225	Об. «Ставропольнефтегаз»
—»—	1,028	22,5	2596199	Тр. «Туркментехснабнефть»
—»—	1,028	22,5	2679674	—»— —»—
—»—	1,032	19,7	2626736	«Оренбурггазпром»
23.12	1,028	22,5	2382131	Тр. «Буркментехснабнефть»
—»—	1,034	18,7	2324518	«Оренбурггазпром»
24.12	1,034	18,7	2312726	Тр. «Оренбургтехснабнефть»
—»—	1,034	18,7	2780005	Тр. Баштехснабнефть»
—»—	1,032	19,7	2205748	М-во газовой промышленности
—»—	1,032	19,7	2795397	УПТО и КО Куйбышевнефть
25.12	1,028	22,5	2332817	—»— —»—
—»—	1,032	19,7	2372775	—»— —»—
—»—	1,031	20,3	2358176	Об. «Ставропольнефтегаз»

Как видно из приведенной таблицы, не все образцы исходного сырья точно соответствуют I сорту по ТУ 1973 года. Часть из них дает растворы с удельным весом более $1,06 \text{ г/см}^3$ (от $1,061$ до $1,063 \text{ г/см}^3$) и соответствует II сорту. Однако, они, как и образцы I сорта (с удельным весом суспензии менее $1,06 \text{ г/см}^3$), после модифицирования метасом и кальцинированной содой, дают порошки высшего сорта по ТУ 1974 года на бентопорошки (выход раствора от $16,6$ до $18,7 \text{ м}^3/\text{тн}$).

Аналогичные результаты получены также в комбинате «Иджеванский бентонит», где были модифицированы два характерных образца глин I и II сортов (I сорт — желто-зеленые глины верхнего горизонта, с удельным весом суспензии $1,06 \text{ г/см}^3$, а II сорт — бутылочно-зеленые глины нижнего горизонта, с удельным весом суспензии $1,08 \text{ г/см}^3$). После модифицирования метасом и кальцинированной содой из обоих сортов глин были получены порошки, которые дали одинаковый выход растворов — $21,0 \text{ м}^3/\text{тн}$ с удельным весом $1,03 \text{ г/см}^3$.

Глины III сорта (по ТУ 1973 г.), залегающие глубже современного уровня уступов карьера, не были модифицированы. Но так как модифицированный образец глины II сорта по качеству находился на границе II и III сортов (удельный вес $1,08 \text{ г/см}^3$), то можно предположить, что из глины III сорта, после модифицирования, можно будет получать порошки высшего сорта, в крайнем случае — I сорта.

В связи с тем, что около 90% запасов бентонитовых глин Саригюхского месторождения относятся к I и II сортам (по ТУ 1973 года на бентонитовые глины для нужд глубокого бурения), и исходя из вышеизложенного, можно заключить, что из бентонитовых глин Саригюхского месторождения путем модифицирования в большинстве (более 90%) можно будет получить порошки высшего сорта (дающие выход раствора более $15 \text{ м}^3/\text{т}$).

Качество глин в большинстве является функцией от их дисперсности. Оно высокое, если в глинах преобладает (более 60%) тонкодисперсная III фракция с размерами частиц меньше $1,5$ микрона и, наоборот, качество низкое, если в них преобладают грубые (I и II) фракции — больше $1,5$ микрона. Убедительным доказательством этого было исследование более низкокачественных бентонитов по направлению увеличения тонкодисперсной (III) фракции и в связи с этим изучение изменения параметров глинистой суспензии. Обработкой пиррофосфорнокислым натрием было достигнуто некоторое увеличение третьей — тонкодисперсной фракции, что произошло за счет расклинивания (деагрегацией) агрегированных частиц глинистых минералов, накопленных во второй фракции. В связи с тем, что увеличилась тонкодисперсная фракция, улучшились также параметры глинистых суспензий (таблица 34).

Из приведенной таблицы видно, что с увеличением количества тонкодисперсной (III) фракции уменьшается удельный вес суспензии, следовательно, увеличивается выход раствора.

Высокое качество глин верхнего слоя (желто-зеленого цвета) и нижней части нижнего слоя обусловлено структурным строением материнских смоляно-черных порфиритов и, частично, тем, что глины верхнего слоя в природе под воздействием атмосферных агентов дезагрегированы, и

Т а б л и ц а 34

№№ проб	Дисперсность по фракциям						Основные параметры суспензии			
	В естественном виде			После обработки $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$			В естественном виде		После обработки $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	
	I	II	III	I	II	III	Удельный вес	Водоотд. корка	Удельный вес	Водоотд. корка
160	8,7	24,9	66,4	7,6	22,9	69,5	1,07	13/1,0	1,05	15/1,0
161	19,8	37,2	43,0	19,0	27,3	53,7	1,06	13/1,0	1,05	15/1,5
162	19,1	37,9	43,0	18,1	26,6	55,3	1,06	15/1,5	1,05	17/1,5
163	11,1	46,7	42,2	10,5	39,9	49,6	1,07	14/1,5	1,03	17/1,5
172	26,7	36,9	36,4	28,0	26,1	45,9	1,07	12/1,0	1,05	18/1,0

основная часть глинистых коллоидов сразу переходит в раствор. Чем больше в материнской породе стекловатой массы, тем больше тонкодисперсной фракции в глинах, и наоборот. Из более или менее раскристаллизованных материнских пород в бентонитовых глинах сохраняются уцелевшие от гидротермального воздействия включения порообразующих минералов (плагноклазы, частично пироксены) и обломки пород, которые увеличивают количество грубодисперсных и неглинистых минералов, тем самым понижают качество глины.

Часто при бурении нефтяных скважин встречаются пласты поваренной соли, которые при применении обычных глинистых растворов или же растворов из низкосортных бентонитовых глин отрицательно действуют на раствор, сильно ухудшают его параметры (растворы становятся сильно вязкими) и тем самым затрудняют бурение.

С целью определения влияния поваренной соли на глинистые растворы, приготовленные из Саригюхского месторождения глин I и II сортов, а также определения влияния тонкости помола на параметры глинистых суспензий были отобраны две характерные технологические пробы весом по 40 кг каждая и переданы во ВНИИБТ на исследование. Первая проба была отобрана из глин верхнего слоя I сорта, а вторая — нижнего слоя II сорта.

Обе технологические пробы, изученные в лаборатории глинистых растворов ВНИИБТ на предмет определения их пригодности для глинистых растворов, подтвердили высокое качество саригюхских глин. Показатели глинистых суспензий приведены в табл. 35, откуда видно, что бентонитовая глина первой технологической пробы обеспечивает меньший удельный вес (соответствует I сорту) глинистого раствора при незначительной разнице в остальных параметрах.

Влияние поваренной соли на показатели глинистых растворов приведено в табл. 36 и на графиках (рис. 65, 66), которые показывают, что при добавлении соли водоотдача глинистых растворов значительно возрастает. Вязкость при этом меняется незначительно и имеет тенденцию к уменьшению. Такие особенности саригюхских бентонитов, по мнению сотрудников ВНИИБТ, являются ценными, так как позволяют применить для об-

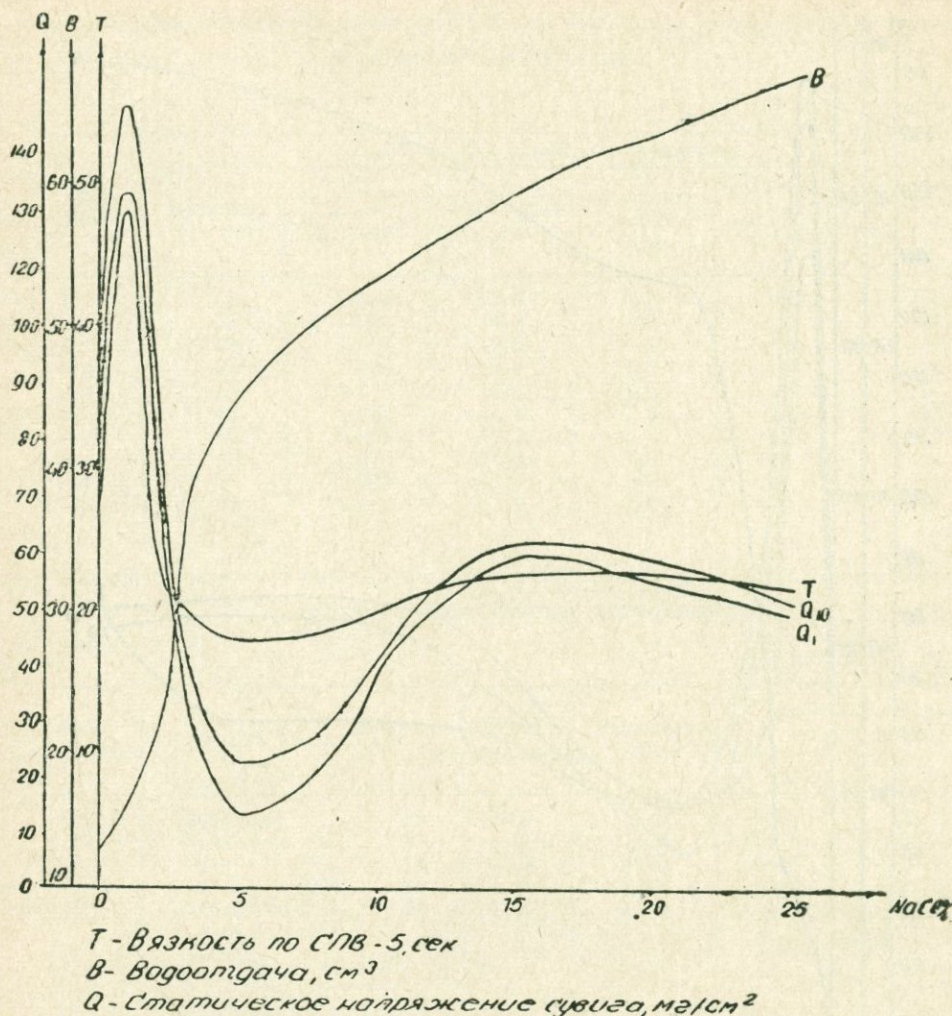
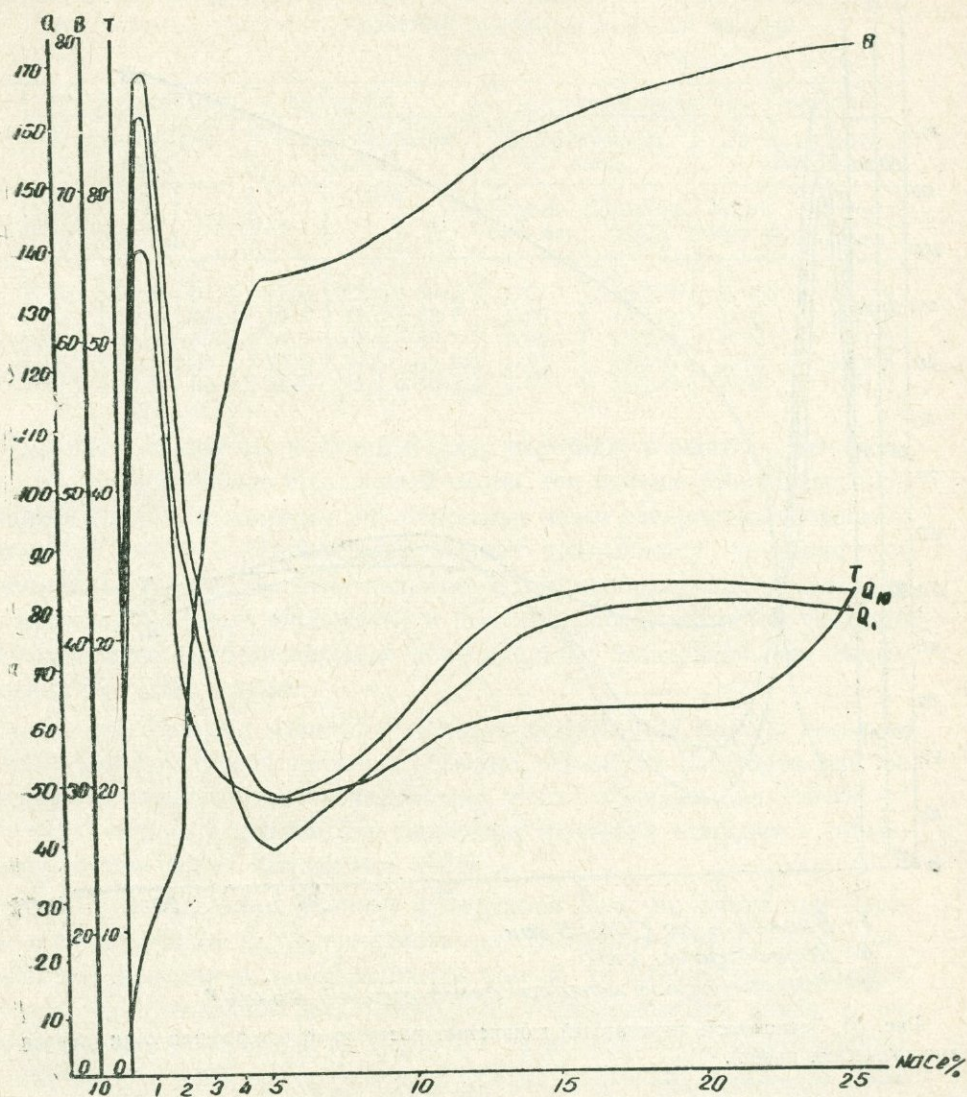


Рис. 65. Зависимость показателей глинистого раствора от содержания соли (первая технологическая проба).

работки минерализованных глинистых растворов химреагенты, которые считаются несолестойкими.

Обычно бентонитовые глины для нужд глубокого бурения применяются в виде порошка тонкого помола, для чего требуется сушка комовой глины в специальных сушилках. Результаты исследований влияния температуры сушки на показатели глинистых растворов (табл. 38, 39) показывают, что сушка при температуре до 200°C существенного влияния на показатели глинистых суспензий не имеет. Однако, оптимальной следует считать температуру сушки до 150°C.

В табл. 40 показано влияние тонкости помола на показатели глинистого раствора. По заключению сотрудников ВНИИБТ, тонкость помола не оказывает существенного влияния на качество глинистого раствора. Следовательно, при изготовлении бентопорошка можно будет избегать лишних расходов на ненужный тонкий помол и производить помол с дове-



T - вязкость по СЛВ-5, в сск.

B - водоотрача, в см³

Q - статическое напряжение сдвига, в мв/см²

Рис. 66. Зависимость показателей глинистого раствора от содержания соли (вторая технологическая проба).

дением основной массы частиц глинопорошка до размеров 0,75—1,0 мм. Этому благоприятствует то обстоятельство, что основная масса глинистых частиц бентонитов Саригюхского месторождения состоит из тонкодисперсной (III) фракции.

Бентониты Саригюхского месторождения в природном виде испытывались также в производственных условиях, при бурении глубоких нефтяных скважин в пределах Армянской ССР, где объектом испытания была скважина № 16р на площади Раздан. Здесь ранее применялись местные

Характеристика глинистых растворов с разными вязкостями, изготовленных из бентонитов Саригюхского месторождения

Т а б л и ц а 35

№№ проб	Параметры глинистых растворов					
	Вязкость (Т) сек	Уд. вес (γ) г/см³	Водоотдача (В) см³	Толщина корки (К) мм	Статическое напряжение сдвига мг/см²	
					за 1 мин. θ ₁	За 10 мин. θ ₁₀
1	65	1,064	11,0	0,5	175	188
—»—	55	1,062	14,3	1,0	182	191
1	45	1,057	12,6	1,0	130	149
—»—	35	1,055	12,7	1,0	117	128
—»—	25	1,045	14,1	1,0	73	75
2	65	1,082	11,4	0,5	169	178
—»—	55	1,081	12,7	1,0	156	162
—»—	45	1,075	11,9	1,0	87	130
—»—	35	1,071	11,9	1,0	93	112
—»—	25	1,062	13,9	1,0	65	73

Влияние поваренной соли на показатели глинистых растворов, приготовленных из бентонитов Саригюхского месторождения

Т а б л и ц а 36

№№ раствора	Обработка NaCl	Вязкость (Т) сек.	Уд.вес (γ) г/см³	Водоотдача (В) см³	Статическое напряж. сдвига мг/см²	
					θ ₁	θ ₁₀
1.	Исходный	25	1,04	11,0	56,8	56,8
1.	Добавлено 1%	44	1,05	15,0	121,8	125,8
1.	—»— 5%	18	1,08	45,0	30,4	30,4
1.	—»— 20%	20	1,16	72,0	67,7	67,0
4.	Добавлено 1% водородного реагента	21	1,16	13,5	8,1	14,2

(ювинская и зангинская) глины. В таблице 37 приводятся сравнительные данные по расходу глины на 1 п. м проходки по аналогичным породам.

Удельный расход саригюхской глины на проходку 1 п. м скважины в сложных геологических условиях в 7 раз меньше, чем ювинской и в 8,5 раза меньше, чем ювинской и зангинской при смешанном их использовании.

Сравнительные показатели расхода саригюхских, ювинских и зангинских глины на 1 п. м. проходки скважин

Т а б л и ц а 37

№№ скв.	Пройденные породы	Интервал проходки в м	Г л и н а	Расход глины на 1 м прох. в т.	Общий расход глины в т.
8	Базальты	137	Ювинская	2,45	335
15	—»—	207	Ювинская и Зангинская	3,01	645
16р	—»—	350	Саригюхская	0,356	125

Влияние сушки на показатели глинистых растворов (первая технологическая проба)

Т а б л и ц а 38

№№ пп	Наименование образца	Сумма		На-веска до на-гре-вания в гр.	На-веска после нагр. в гр.	По-тери влаги в %	Время замочки глины	Показатели после ча- сового перемеи.					Изменение вяз- кости во времени					Показатели после суток																
		Темпе- ратура °C	Коли- чество часов					(Т) сек	Статиче- ское напря- жение		(В) см³	(γ) г/см³	рН	с у т к и					(Т) сек.	Статич. нап.		(В) см³	(γ) г/см³											
									θ ₁	θ ₁₀				1	2	3	4	5		θ ₁	θ ₁₀													
1.	Исход- ный	—	—	—	—	—	сразу	25	46,7	60,9	10,0	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—»—	—	—	—	—	—	1 час	25	66,5	72,1	10,0	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	—»—	—	—	—	—	—	сутки	25	81,2	87,3	10,0	1,05	—	31	33	35	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	—»—	150	0,5	450	440	2,6	сразу	25	85,2	95,4	10,0	1,05	—	32	34	37	38	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	1 час	25	85,2	95,4	10,5	1,05	—	34	—	42	—	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	сутки	25	77,5	81,2	10,75	1,05	—	34	—	42	—	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	—»—	150	1	450	432	4	сразу	25	81,2	81,2	10,0	1,05	7,8	32	33	36	44	56	25	61,0	63,0	10,0	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	1 час	25	61,0	71,0	10,0	1,05	—	30	34	37	45	56	25	27,0	60,9	11,0	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	сутки	25	61,0	71,0	10,75	1,05	—	30	32	36	42	51	25	69,0	71,0	12,0	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—»—	150	3	450	414	8	сразу	25	71,0	85,2	9,0	1,05	7,8	30	32	36	43	56	25	57,0	61,0	11,5	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	1 час	25	81,2	83,5	9,25	1,05	—	30	34	—	43	54	24	54,8	56,8	11,5	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	сутки	25	81,2	83,2	10,75	1,05	—	28	28	29	31	34	25	61,0	63,0	11,0	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—»—	150	5	450	414	—»—	сразу	25	77,5	81,2	10,75	1,05	7,9	33	—	37	41	50	25	57,0	63,0	12,0	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	1 час	25	81,2	81,2	10,75	1,05	—	26	28,5	29	29,5	30,5	25	63,0	63,0	11,5	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	сутки	25	75,1	83,2	10,75	1,05	—	40	—	63	100	116	24,5	25	61,0	61,0	12,5	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—»—	200	1	—»	418	7	1 час	25	77,5	81,2	10,75	1,056	7,9	30	—	32	34	50	25	69,1	69,1	11,0	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—»—	—»—	3	—»	408	9,3	—»—	25	77,5	81,2	10,5	1,056	—	31	—	36	44	57	25	67,3	67,3	11,0	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—»—	—»—	6	—»	410	8,9	—»—	25	77,5	81,2	10,75	1,056	—	31	—	36	41	41	25,5	76,0	76,0	11,5	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—»—	225	7	—»	404	10,2	—»—	25	81,2	85,2	10,5	1,067	—	40	—	50	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	—»—	400—500	1	596	496	17,0	—»—	24	0	0	16,5	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Влияние температуры массы на показатели глинистых растворов
(Первая технологическая проба)

Т а б л и ц а 39

№№ пп	Температу- ра массы °С	Время сушки час	Навеска до нагрева	Потери влаги %	Показатели глинистого раствора				
					Т сек	θ_1 мг/см ²	θ_{10} мг/см ²	В см ³	γ г/см ³
1	90	1	450	5,7	25	77,1	77,1	10,5	1,053
2	100	3	450	8,6	25	62,6	64,9	11,75	1,066
3	124	5	450	8,9	25	64,9	67,0	11,0	1,057
4	124	7	450	8,6	25	65,0	71,0	11,0	1,058
5	124	9	450	8,9	25	69,0	71,0	10,75	1,057
6	127	11	450	9,6	25	71,0	77,0	11,5	1,056

Влияние тонкости помола на показатели глинистых растворов
(Первая технологическая проба)

Т а б л и ц а 40

№№ пп	Тонкость помола в мм	Время пере- мешивания в час					
			Т сек	θ_1 мг/см ²	θ_{10} мг/см ²	В—см ³	γ г/см ³
1	0,75 мм	1 час	25	75,4	83,2	12,6	1,066
2	—»—	—»—	25	61,1	74,1	77,6	13,8
3	—»—	—»—	25	66,3	75,4	13,2	13,2
4	—»—1,0мм	—»—	25	72,8	87,1	13,6	1,062
5	—»—	—»—	25	78,0	85,8	87,8	13,2
6	—»—	—»—	25	80,6	89,7	13,2	13,3
7	1—1,6мм	—»—	25	50,7	63,7	13,2	1,054
8	—»—	—»—	25	74,1	80,6	13,2	1,058
9	—»—	—»—	25	78,0	88,4	13,4	1,056

Примечание: Помол произведен на лабораторной мельнице после сушки при температуре 150°С в течение 1 часа.

2. САРИГЮХСКИЕ БЕНТОНИТЫ В КАЧЕСТВЕ ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В литейном производстве Советского Союза в качестве формовочных глин все более широко применяются бентонитовые глины. Если ранее они использовались, в основном, для изготовления противопожарных покрытий, то теперь все большее число заводов применяет бентониты для формовочных и стержневых смесей. Применение бентонитовых глин, вместо обыкновенных формовочных, позволяет снизить расход глины в 1,5—2,5 раза, улучшить технологические свойства формовочных смесей, качество поверхности отливок и повысить производительность отливок.

В настоящее время резко возросли требования к чистоте поверхности отливок, к точности размеров, в связи с чем возрастают и требования к качеству формовочных материалов и их стабильности. В связи с этим потребление высококачественных бентонитовых глин из года в год растет и в дальнейшем будет расти еще большими темпами.

В литейной промышленности Советского Союза в качестве формовоч-

ных материалов в 1970 году было употреблено 396,7 тыс. тонн бентонитовых глин. Потребность на 1980 год составляет 1500 тыс. тонн.

При разведке Центрального участка Саригюхского месторождения в 1961—62 годах, с целью определения пригодности саригюхских бентонитов в качестве формовочных материалов, было отобрано 246 образцов и отправлено в лабораторию формовочных материалов Государственного научно-исследовательского института литейного машиностроения и литейной технологии (НИИЛитМаш). Исследования проводились под руководством зав. лабораторией А. Н. Калашниковой в соответствии с требованием ГОСТ-а 3226—57, а затем и ГОСТ-а 3226—65.

В соответствии с требованиями ГОСТ-а 3226—65 в лаборатории формовочных материалов НИИЛитМаш были определены: величина прочности при сжатии во влажном и сухом состоянии, которую сообщают смеси глины Саригюхского месторождения, и коллоидальность. В результате этих определений было установлено, что из 246 образцов 16 являются нестандартными; 33—по своим показателям относятся к марке Б-3; 46—к марке Б-2 и 151 (61%) — к марке Б-1.

Величина прочности при сжатии во влажном состоянии, которую сообщают смеси образцы саригюхских бентонитов, значительно превосходит требования ГОСТ-а. По ГОСТ-у для вышеотмеченных марок требуется величина прочности во влажном состоянии не менее $0,9 \text{ кг/см}^2$. Образцы саригюхских бентонитов придают смеси прочность от $1,05(\text{Б-3})$ до $2,08 \text{ кг/см}^2$. Подавляющее большинство образцов (57%) придает смеси прочность выше $1,4 \text{ кг/см}^2$. Коллоидальность саригюхских бентонитов очень высокая и составляет 100 %.

Таким образом, по заключению лаборатории физико-механических испытаний формовочных материалов НИИЛитМаш, бентониты Саригюхского месторождения полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ-а и с большим успехом могут быть использованы в литейном производстве.

В связи с тем, что основные потребители саригюхских бентонитов — нефтебуровая и масложировая промышленность — были обеспечены запасами на многие годы, разведочные работы на Саригюхском месторождении в конце 1962 г. были приостановлены. Однако в 1967 году они были возобновлены с целью обеспечения потребности черной металлургии запасами в 40 млн. тонн. Для этого, в первую очередь, были переоценены запасы Центрального участка. Параллельно этим работам на всей территории Саригюхского месторождения были развернуты предварительные разведочные работы на уже известных участках и поисковые работы с целью выявления новых перспективных участков с высококачественными бентонитами, могущих быть пригодными для нужд черной металлургии.

Поиски увенчались успехом, были выявлены три новых участка с запасами бентонитовых глин в несколько десятков миллионов тонн.

Предварительными разведочными работами на трех наиболее перспективных участках: Котрац-Нов, Северный и Южный было установлено, что глины (с запасами порядка 18,0 млн. тонн) этих участков не обеспечивают строгих требований черной металлургии, из-за низкой набухаемости, и глубокого бурения, из-за высокого содержания песка. И тут появилась

идея — испытать эти глины для нужд литейного машиностроения. Было отобрано несколько характерных образцов из каждого участка, и по ним определена связующая их способность. Оказалось, что глины всех трех участков обеспечивают требование ГОСТ-а 3226—65 (прочность формовочной смеси во влажном состоянии составляет порядка $1,4 \text{ кг/см}^2$) и с успехом могут быть использованы в деле литейного машиностроения (была подтверждена полная идентичность этих глин с глинами Центрального участка).

В дальнейшем А. Н. Калашникова (1972) это заключение подкрепляет следующей оценкой:

«В соответствии с ГОСТ-ом 3226—65 также оценены бентонитовые глины Саригюхского месторождения. В настоящее время глины этого месторождения по своей связующей способности и другим показателям являются наилучшими в Советском Союзе. Прочность влажных образцов с саригюхским бентонитом составляет $1,4\text{—}2,0 \text{ кг/см}^2$, в среднем около $1,5 \text{ кг/см}^2$. Содержание вредных примесей значительно ниже предельного. Месторождение очень однородное по своим качественным показателям».

Результаты лабораторных исследований были подтверждены полупромышленными и промышленными испытаниями. Для этой цели с участков — Северного и Южного — были отобраны по одной технологической пробе весом по 6 тонн каждая и отправлены во ВНИИТМаш в Волгоград (Волгоградский научно-исследовательский институт технологии машиностроения). Туда же были отправлены групповые пробы в количестве 6 шт. по 40 кг из всех участков Саригюхского месторождения (Центральный, Южный, Северный, Виноградный, Котрац-Нов и Северо-Западный). Вторично большие технологические пробы весом по 60 тонн каждая (по одной из Северного и Южного участков) были отправлены в Херсонский комбайновый завод для испытания саригюхских бентонитов в заводских масштабах. Результаты исследований приводятся ниже.

Для определения связующей способности саригюхских бентонитов (в лабораторных условиях) в формовочных смесях был выбран песок Орловского месторождения. Каждая проба испытывалась трижды, и вышло среднее значение показателей физико-механических испытаний.

Обе пробы бентонита Саригюхского месторождения имеют высокий предел прочности при сжатии во влажном состоянии, а именно — проба № 1 придает формовочной смеси прочность, равную $1,0 \text{ кг/см}^2$, а проба № 2 — равную $1,62 \text{ кг/см}^2$. Исходя из этих показателей, пробу № 1 можно отнести ко второму сорту (среднесвязующий во влажном состоянии), а пробу № 2 — к первому сорту (прочносвязующий во влажном состоянии).

Средний предел прочности, который сообщает формовочной смеси проба № 1 в высушенном состоянии, равен $3,7 \text{ кг/см}^2$, а проба № 2 — $3,94 \text{ кг/см}^2$ — определяет второй класс.

Осыпаемость смесей с обоими бентонитами во влажном состоянии незначительна: проба № 1 равна $0,21\%$; проба № 2 равна $0,25\%$, а осыпаемость смеси в сухом состоянии с бентонитом пробы № 1 больше в 2 раза, чем с бентонитом пробы № 2 — она соответственно равна $21,3\%$ и $11,15\%$.

В результате изучения физико-механических свойств смесей с бентонитами Северного и Южного участков Саригюхского месторождения была определена следующая рецептура формовочной смеси для проведения производственного испытания:

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. кварцевый песок | —100% (по весу) |
| 2. бентонит | —8% |
| 3. вода | 4% |
| 4. связующее «КО» или «УСК-1» | —0,75%. |

При производственных испытаниях бентонитов Северного и Южного участков Саригюхского месторождения на опытном заводе ВНИИТМаш применялись следующие формовочные материалы: кварцевый песок Миллеровского месторождения с огнеупорностью в 1770 °С и связующее УСК-1. Было заформовано пять наименований отливок.

Заливку форм производили чугуном марки Сг 18—36 (температура заливки 1480 °С) и сталью марки Г-13 (температура заливки 1550 °С). Контроль за температурой заливки производился пирометром.

Всего было заформовано и залито 1050 отливок, из коих 450 отливок получено с применением бентонита Северного участка (проба № 1) и 600 отливок с применением бентонита Южного участка (проба № 2).

В процессе проведения производственного опробования было установлено, что формовочные смеси на бентонитах Северного и Южного участков Саригюхского месторождения обладают хорошей формуемостью, дают четкий отпечаток модели. Брак форм, зависящий от качества формовочных смесей, не наблюдается.

Экспериментальные стальные и чугунные отливки имеют бездефектную поверхность.

В результате проведенных лабораторных и заводских технологических исследований сотрудники ВНИИТМаш во главе с заместителем директора по научно-исследовательским работам П. Кошкодаевым пришли к следующему заключению:

1) применение формовочных смесей с бентонитами проб №№ 1 и 2 (Северного и Южного участков) Саригюхского месторождения обеспечивает получение качественных форм и бездефектных стальных и чугунных отливок;

2) согласно ГОСТ-у 3226—65 «Глины формовочные» исследуемые бентониты принадлежат к маркам: проба № 1 — МП/2Тз; проба № 2 — М 1/2Тз;

3) бентонит пробы №№ 1 и 2 рекомендуется применять в качестве связующего материала при приготовлении формовочных смесей для стального и чугунного литья на литейных предприятиях страны.

Результаты производственного испытания бентонитов Северного и Южного участков Саригюхского месторождения в чугуно-литейном цехе Херсонского комбайнового завода содержали следующие сведения.

Формовочная смесь приготавлилась по рецептуре:

- горелая земля — 96,8%;
- кварцевый песок (Ореховский ИКО 16)—3,2%;
- угольно-бентонитовая суспензия ($\gamma=1,1-1,15 \text{ г/см}^3$)—1,5—2%;

- Физико-механические параметры смеси имели следующие показатели:
- а) прочность смеси на сжатие в сыром состоянии — $0,55\text{--}0,7 \text{ кг/см}^2$;
 - б) газопроницаемость — $160\text{--}190 \text{ ед}$;
 - в) влажность — $3,0\text{--}3,5\%$;
 - г) содержание глинистой составляющей в смеси — $6\text{--}8\%$;
 - д) содержание углерода в смеси — $2,0\text{--}2,5\%$.

В процессе производственного испытания было заформовано свыше 100 наименований отливок, имеющих разный вес — от 0,5 до 120 кг, общим весом около 1500 тонн. Заливка форм производилась чугуном марки Ст 18—36 при температуре $1340\text{--}1360^\circ\text{C}$.

В результате производственного опробования установлено:

- 1) бентонит практически не имеет посторонних примесей;
- 2) растворимость бентонита в воде ($t=15\text{--}20^\circ\text{C}$ при приготовлении бентонито-угольной суспензии) хорошая;
- 3) содержание глинистой составляющей в бентоните $70\text{--}80\%$;
- 4) формовочные смеси обладают хорошей формуемостью и дают четкий отпечаток модели;
- 5) чистота поверхности литья удовлетворительная.

Согласно полученным результатам завод считает целесообразным применение указанного бентонита при производстве чугунного литья.

3. САРИГЮХСКИЕ БЕНТОНИТЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ОКОМКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Обычно окомкованию подвергаются железорудные концентраты глубокой мокрой магнитной сепарации. При этом размеры кусков концентрата, поступающих на окомкование, не превышают 0,1 мм, а влажность колеблется в зависимости от помола и эффективности фильтрации от 9,5 до 12%. Для производства офлюсованных окатышей к сырому концентрату присаживают сухой измельченный известняк или доломит в количестве 7—15%. Влажность смеси при этом снижается до 8—10%.

Окомкование влажного концентрата или смеси его с флюсами осложнено повышенной влажностью и «хрупкостью» формирующихся агрегатов, и поэтому в практике производства к комкуемому материалу присаживают сухой измельченный бентонит 0,5—1,5% (В. М. Витюгин и др., 1972). Бентонитовые глины поглощают избыточную свободную влагу и пластифицируют комкуемую шихту. Кроме того, небольшие добавки (около 0,5%) высококачественных бентонитовых глин повышают термостойкость железорудных окатышей в процессе их сушки и обжига.

В отечественной практике производства окатышей расход бентонитовых глин колеблется от 0,7% (Саригюхское месторождение) до 1,5% (Черкасское месторождение).

Специфика процесса окомкования железорудных материалов вызывает необходимость установления определенных требований к качеству бентонитовых глин, в которых одним из основных технологических показателей становится набухаемость. Эти требования обобщены во временных

технических условиях на бентонитовые глины окомкования тонкоизмельченных железорудных концентратов (табл. 41), разработанных НИИКМА (ВТУ МЧМ СССР, 1969 г.).

Временные технические условия на бентонитовые глины для окомкования тонкоизмельченных железорудных концентратов

Т а б л и ц а 41

Показатель	Для геологических поисков и разведки	Для поставки
Основной глинистый материал	Монтмориλλονит	
Коэффициент щелочности $\frac{Na^{+}+K^{+}}{Ca^{++}+Mg^{++}}$ в обменном комплексе	Более 1 при $Na^{+}>K^{+}$	Более 1 при $Na^{+}>K^{+}$
Концентрация водородных ионов (рН)	Более 9.	
Характер изменения поверхности кубика породы не нарушенной структуры в воде	Не разрушается, набухает, гелевидная	
Допустимая величина набухания	Не менее 12	Не менее 12
Предел нагревания без изменения физ. свойства	200°	200°

По результатам лабораторных исследований, промышленных испытаний и практики использования наилучшими технологическими свойствами обладают щелочные бентонитовые глины с коэффициентами щелочности, равными 1—1,4 (Н. С. Андреева, 1972), бентониты с большим поглощающим комплексом, насыщенные ионами натрия, способные диспергироваться при насыщении их водой.

В связи с вышеизложенным Н. С. Андреева (1972) пишет: «По имеющимся в НИИКМА данным наиболее целесообразно в качестве основных сырьевых баз для снабжения бентонитами фабрик окомкования использовать глины Саригюхского и Огланлинского месторождений».

Как уже было отмечено, бентониты Саригюхского месторождения представлены щелочными (натриевыми) набухающими разностями монтмориλλονита, где коэффициент щелочности $\left(\frac{Na^{+}+K^{+}}{Ca^{++}+Mg^{++}}\right)$ в обменном комплексе колеблется от 2,2 до 3,0; концентрация водородных ионов (рН), по определению руководителя лаборатории физико-механических испытаний НИИЛ-ЛитМаш А. Я. Калашниковой и др., равна 9,1, а по данным НИИКМА-9,8.

Детальными полевыми и лабораторными исследованиями было установлено, что глины как Центрального (главного), так и других участков Саригюхского месторождения, в отношении их пригодности для нужд черной металлургии (для окомкования железорудного концентрата), подразделяются на три типа:

1) глины, удовлетворяющие требованиям ВТУ Министерства черной металлургии СССР, как связующая добавка при окомковании железорудного концентрата (к ним относятся около 57% запасов Центрального участка);

2) глины, изменяющие свойства при нагревании выше 200°, но обладающие хорошими физико-технологическими характеристиками при нагревании их не выше 140—150°;

3) глины, не удовлетворяющие требованиям ВТУ, но пригодные для приготовления буровых растворов, для формовочных смесей, как адсорбенты, и для других целей.

Набухаемость глин Центрального участка, выделенных для окомкования железорудного концентрата, в воздушно-сухом состоянии колеблется (по отдельным скважинам) от 12,3 раза до 18,2 раза (скв. 23). Средняя величина набухания составляет 15,1 раза (см. таб. 42). Эти глины почти не изменяются при нагреве как до 125°, так и до 200°; средняя набухаемость при нагреве 125° составляет 14,4, а при нагреве до 200°—14,8.

Набухаемость бентонитов Саригюхского месторождения в зависимости от температуры нагревания

Т а б л и ц а 42

№№ скв	Набухание			№№ скв	Набухание		
	В воздушно-сухом сост.	После нагрева до 125°С	После нагрева до 200°С		В воздушно-сухом сост.	После нагрева до 125°С	После нагрева до 200°С
1	15,0	14,1	13,2	2	16,1	15,4	14,0
3	14,4	14,2	13,0	23	18,2	18,1	18,1
4	13,4	13,3	13,3	24	15,0	14,5	12,9
5	16,4	15,6	15,6	25	17,2	17,3	17,3
6	16,1	15,3	15,7	27	13,8	13,1	13,1
7	14,1	13,0	13,0	53	12,9	12,6	нет данных
8	17,5	16,8	16,8	56	13,6	12,8	—»
9	15,2	14,1	14,1	57	13,4	13,3	—»
10	16,9	16,1	15,0	62	16,7	16,8	—»
11	15,3	14,6	14,6	64	14,2	13,7	—»
12	13,3	13,0	11,5	65	13,6	13,2	—»
13	12,3	12,4	12,4	67	12,8	12,6	—»
15	15,9	14,6	14,6	73	16,8	16,6	—»
16	16,6	14,7	14,7	78	15,1	13,9	14,7
18	15,3	13,5	нет данн.	80	14,2	13,5	15,5
21	16,1	15,0	15,0	82	15,5	14,0	14,0
22	14,6	14,4	14,4	87	16,8	15,7	15,7
Среднее:					15,1	14,4	14,8

Необходимо отметить, что пробы из верхнего горизонта глин Центрального участка (желто-зеленые глины) и нижней части нижнего горизонта (бутылочно-зеленые глины) обладают более высокой величиной набухания, чем пробы из верхней части нижнего горизонта.

По данным НИИКМА при сопоставлении состава и свойств бентонитовых глин Саригюхского месторождения наблюдается прямая зависимость набухания от количества монтмориллонита (глинистой составляющей) в них и электрокинетического потенциала, определенного методом микроэлектрофореза (см. табл. 43).

Технологические исследования бентонитов Саригюхского месторождения для получения окатышей из тонкоизмельченного железорудного концентрата производились в лаборатории окомкования и экономики научно-исследовательского института Курской магнитной аномалии (НИИКМА) и дважды подвергались технологическо-заводскому испытанию на Соколовско-Сарбайском горнообогатительном комбинате (ССГОК).

Первая партия проб весом в 600 тонн из бентонитов верхнего горизонта Центрального участка (желто-зеленые глины) была испытана в 1967 году, вторая — весом в 3000 тонн из бентонитов нижнего горизонта (бутылочно-зеленые глины) испытывалась в декабре 1969 года.

Окомкование концентрата осуществлялось на тарелочном грануляторе. Расход концентрата на одно окомкование составлял 14 кг, добавка бентонита составляла 0,5% от веса концентрата. Процесс окомкования велся с учетом получения максимального выхода окатышей фракции — 16+12мм, что соответствует размерам окатышей, выпускаемых Соколовско-Сарбайской фабрикой окомкования.

Перед окомкованием концентрат пропускался через сито с отверстием в 1 мм для удаления механических примесей.

Бентонит подсушивался при температуре 70°C, измельчался до 0,1мм. Смешивание концентрата с бентонитом производилось в сухом состоянии, после чего шихта увлажнялась (до 3—4%) и помещалась на тарель гранулятора для окомкования.

Зависимость набухания бентонитов Саригюхского месторождения от количества глинистой составляющей (монтмориллонита) и электрокинетического потенциала.

Т а б л и ц а 43

№№ скв.	Набухание в воздушно-сухом состоянии	Набухание после нагрева до 200°	Количество монтмориллонита, в %	pH	Электрокинетический потенциал
56	9,8	13,8	51,38	9,65	—24,13
56	13,2	14,6	не опред.	не опред	не опред.
56	13,2	14,8	68,97	9,7	—21,55
57	16,4	14,2	71,87	9,8	—20,09
64	13,4	13,8	61,95	9,95	—20,74
73	17,4	17,6	67,87	9,80	—21,27
78	18,4	16,6	70,66	9,85	—21,92
80	6,8	5,4	32,52	9,05	—19,14
80	13,6	13,8	60,64	9,90	—19,65
82	15,4	16,6	60,63	9,80	—22,73
87	15,0	18,4	77,78	9,70	—22,22
113	3,8	3,8	31,42	9,65	—17,34
114	8,2	7,4	41,06	9,75	—18,04

Испытуемые бентониты на прочность сырых окатышей влияния почти не оказывают, прочность же сухих окатышей увеличивается при этом в 2,1—2,7 раза. Прирост прочности сухих окатышей при добавке 0,5% кондиционных (набухание не ниже 12) бентонитов, в основном, удовлетворяет требованиям Министерства черной металлургии СССР.

Наблюдается прямо пропорциональная зависимость прироста прочности окатышей от величины набухания бентонита, из которого явствует, что бентонит, имеющий набухание в 12 раз и выше, дает прирост прочности окатышей в 150% и выше.

При испытании саригюхских бентонитов выяснилось, что прирост прочности окатышей из концентрата КМА при добавке одного и того же бентонита (скв. № 56) в несколько раз превышает прирост прочности окатышей из концентрата ССГОК (см. табл. 44.).

Т а б л и ц а 44

№№ скв.	Наименование концентрата	Влаж- ность в %	Колич. сбрасыва- ний с выс. 300мм	Прочн. сырых ока- тышей кг/ок	Прочн. сухих ока- тышей кг/ок	Прирост прочности в %
56	Концентрат ССГОК	8,0	2,1	0,72	3,12	164
56	—»— КМА	8,29	1,8	0,76	2,70	800

Обжиг неофлюсованных окатышей проводился в окислительной атмосфере при температуре 1250°C. Прочность обожженных окатышей находится в пределах 270—300 кг/ок. Добавка бентонита не оказывает существенного влияния на прочность обожженных окатышей, но способствует значительному увеличению прочности подсушенных окатышей.

При промышленном испытании первой партии технологической пробы весом 600 тонн в ССГОК, где средний процент добавки бентонита составлял 0,8%, помимо незначительных колебаний во влажности концентрата, других отклонений в технологическом процессе не наблюдалось. Промышленными испытаниями получены следующие результаты:

1) добавка саригюхского бентонита дает увеличение механической прочности сырых окатышей на 10% по сравнению с прочностью окатышей, полученных при добавке различного количества огланлинского бентонита;

2) при использовании саригюхских бентонитов отмечается увеличение прочности на раздавливание обожженных окатышей (на 8 кг/ок), снижение барабанного показателя с 3% до 2,6% и некоторое уменьшение класса 5 мм в готовой продукции.

Бентониты из нижних (бутылочно-зеленых) горизонтов во многом сходны с бентонитами верхнего горизонта (прочность при раздавливании окатышей с глинами верхнего горизонта равна 241,2 кг/ок, а с глинами нижнего горизонта — 238 кг/ок).

При заводском испытании бентонитов нижнего горизонта получены следующие результаты:

1) полученные сырые окатыши, при расходе в шихту 0,7% бентонитов нижнего горизонта Саригюхского месторождения, по качеству не уступают таковым, полученным при том же расходе бентонитов Огланлинского месторождения;

2) исследуемый бентонит пригоден для процесса окомкования тонкоизмельченных железорудных концентратов ССГОК. Однако, для получения окатышей, качество которых соответствовало бы качеству окатышей, полученных при использовании огланлинских бентонитов, расход саригюхского бентонита должен быть в пределах от 0,7 до 1,0% в зависимости от качества концентрата.

Резюмируя все полученные результаты, сотрудники НИИКМА, изучающие бентониты Саригюхского месторождения для окомкования тонко-

измельченного железорудного концентрата, пришли к следующему основательному заключению: бентониты Саригюхского месторождения с успехом можно использовать в качестве связующей добавки при получении окатышей из железорудных концентратов. При этом бентонит должен иметь набухание не ниже 12 раз.

В. М. Витюгин и П. Н. Докучаев (1972), изучавшие лучшие бентониты нашей страны для окомкования железорудных концентратов, пришли к следующему выводу: «Влияние основных физико-химических свойств различных бентонитовых глин на прочностные свойства окатышей позволяет заметить, что в отличие от щелочноземельных разновидностей глин добавка к шихте щелочных бентонитов Саригюхского, Огланлинского или Азкамарского (пласт 3) месторождений, обладающих высокой набухаемостью и емкостью обменных катионов, дает наилучшие прочностные показатели окатышей. Эти глины могут быть рекомендованы для промышленного использования в практике железорудной промышленности».

4. САРИГЮХСКИЕ ГЛИНЫ КАК АДСОРБЕНТЫ

Монтмориллонитовые глины обладают способностью адсорбировать (поглощать) на своей поверхности различные нежелательные, вредные примеси: красящие пигменты, смолы, слизи и др., содержащиеся в нефтепродуктах, растительных маслах, животных жирах, витаминах, продуктах коксохимического производства, искусственного жидкого топлива, синтетических материалах и др.

Одни разновидности монтмориллонитовых глин обладают достаточно высокими адсорбционными свойствами уже в естественном (природном) виде. К ним относятся, например, глины Гумбрийского месторождения Грузинской ССР. Другие же разновидности монтмориллонитовых глин в естественном виде обладают низкими адсорбционными способностями и приобретают свойство адсорбентов после их кислотной активации. К числу таких адсорбентов относится продукт, полученный после кислотной активации саригюхских глин. Активированные глины Саригюхского месторождения обладают несравненно большей эффективностью и по качеству не только не уступают, но и превосходят лучшие в мире естественные адсорбирующие глины.

В этом отношении весьма положительные результаты получены в Центральной лаборатории Управления пищевой промышленности Арм. ССР. Изучению было подвергнуто 600 образцов глин из разных горизонтов Центрального участка Саригюхского месторождения, из коих: 400 образцов в лаборатории УПП Арм. ССР под руководством А. И. Зорабяна и 200 — в лаборатории неорганической химии Ереванского зооветинститута под руководством Г. С. Асратяна. Контрольному изучению которое проводилось во Всесоюзном научно-исследовательском институте жиров (ВНИИЖ — Ленинград) под руководством Б. Я. Стерлин были подвергнуты 25 образцов.

По изученным образцам были охарактеризованы обе разновидности бентонитовых глин Центрального участка и доказана пригодность их для нужд пищевой промышленности.

Нейтрализованное хлопковое масло с первоначальной цветностью в 22 единицы «красных», после отбелки активированными бентонитами Саригюхского месторождения, приобретает цветность от 6 до 10 единиц «красных», что удовлетворяет жесткие требования пищевой промышленности. Согласно утвержденным для Саригюхского месторождения кондициям и временным техническим условиям, составленным ВНИИЖ и УПП Арм. ССР, установлен коэффициент обесцвечивания хлопкового масла после отбелки его активированными глинами — не более 12 единиц «красных». Фактическое среднее (по данным 600 образцов) обесцвечивание хлопкового масла при отбелке активированными саригюхскими бентонитами равно 8,2 единицам «красных».

Небезынтересно привести по этому поводу заключение ВНИИЖ:

«Результаты отбеливания соевого масла показывают, что некоторые образцы Саригюхского месторождения по отбеливающей способности приближаются к чешской глине, а некоторые — несколько уступают, но все же дают значительный эффект осветления и вполне могут быть использованы для отбелки соевого масла. По осветлению хлопкового масла все исследованные образцы, в том числе и чешская глина, дают одинаковый эффект осветления» (см. таблицу 45).

Показатели осветления соевого и хлопкового масел активированными бентонитами Саригюхского месторождения

Т а б л и ц а 45

№№ образцов	Соевое масло		Хлопковое масло	
	Цвет исход- ного масла мг/йода	Цвет отбе- ленного масла мг/йода	Цвет исход- ного масла мг/йода	Цвет отбе- ленного масла мг/йода
75	45,8	7,2	21	11
76	—»—	7,9	16	10
77	—»—	8,0	16	14
78	—»—	9,3	21	14,5
79	—»—	9,4	—»—	14,5
80	—»—	7,3	—»—	13,5
81	—»—	8,25	—»—	13
82	—»—	12,8	—»—	16
83	—»—	13,4	—»—	13
84	—»—	13,4	—»—	14
85	—»—	14,3	—»—	13
86	—»—	12,2	—»—	13
87	—»—	11,2	—»—	13
88	—»—	10,9	—»—	11
89	—»—	12,6	—»—	14
90	—»—	14,0	16	9,5
Чешская глина	—»—	7,5	21	13

С целью определения оптимального режима кислотной активации была отобрана одна характерная для Центрального участка Саригюхского месторождения технологическая проба бентонита весом в 5 тонн и в раз-

молотом виде отправлена в г. Ленинград. Все испытания как по активации, так и по отбелке масел в заводских условиях были произведены при непосредственном участии автора данной работы.

Активация глин Саригюхского месторождения была проведена по следующему технологическому режиму, состоящему из четырех основных операций:

- 1) обработка глин раствором серной кислоты;
- 2) промывка обработанной глины от сернокислых солей и свободной серной кислоты;
- 3) сушка промытой глины;
- 4) размол высушенной глины.

Глина в виде водной суспензии насосом перекачивалась в активатор. После заполнения активатора суспензией (из расчета 300 кг сухой глины) в него вводилась техническая серная кислота, с концентрацией в пределах 120—95 г/литр. После этого в аппарат впускался «острый пар», который перемешивал и нагревал массу. Давление пара доходило до 0,4—0,5 атм. Кипячение массы проводилось в течение 5 часов. По истечении указанного времени подача пара в активатор прекращалась, и проактивированная масса переводилась в декантатор для отделения глины от кислого раствора и промывки ее от серной кислоты. Оставшаяся серная кислота смывалась, осадок глины подвергался 5—6-кратной промывке холодной водой. Промывка глины в декантаторе продолжалась до тех пор, пока не достигалась нейтральная реакция промывных вод. Промытая глина подавалась на фильтр-пресс. Влажная глина, снятая с фильтр-пресса, высушивалась в сушильном шкафу. Влажность высушенной глины Саригюхского месторождения колебалась в пределах 6—12%. Свободной серной кислоты не содержалось.

Размол высушенной активированной глины проводился на шаровой мельнице, после чего она просеивалась через сито с числом отверстий 1225 на 1 см².

На заводе были проведены опыты по отбелке нейтрализованного черного хлопкового масла. После промывки масло поступало для сушки в вакуум — сушильный аппарат. В высушенное масло вакуумом подавалась отбеливающая саригюхская глина из расчета 3% к весу масла. Отбелка продолжалась под вакуумом 30 минут. Результаты проведенных заводских испытаний по отбелке хлопкового масла приведены в табл. 46.

Показатели отбелки хлопкового масла активированными на заводе «Салолин» бентонитами Саригюхского месторождения

Т а б л и ц а 46

№№ партий активированной глины	Анализ отбельной глины			Количество вносимой глины для отбелки %	Цветность масла в «красных»	
	Кислотность	Влажность %	Термический эффект		До отбелки	После отбелки
3—4	нет	11,9	6,5	3	23	8,5
9—10	—»—	13,55	6,5	3	23	11,5
11—12	—»—	9,0	6,5	3	23	8,5
16	—»—	4,2	6,5	3	23	11,5

В лабораторных условиях во ВНИИЖ были проведены параллельные (для сравнения) опыты по отбелке соевого и рапсового масел 3% саригюхской и чешской глинами, результаты которых приведены в таблице 47.

Сравнительные показатели отбелки рапсового и соевого масел активированными саригюхскими и чешскими бентонитами

Т а б л и ц а 47

Вид масла	Вид глины	Количество вносимой глины в %	Цветность масла в «красных»	
			До от- белки	После отбелки
Рапсовое экстрак- ционное	Саригюхская	3	67,2	5,4
—»—	Чешская	3	67,2	4,0
Соевое	Саригюхская	3	68,2	7,2
—»—	Чешская	3	68,2	6,3

По результатам испытаний на заводе, с участием и под руководством сотрудников ВНИИЖ, пришли к следующему мнению:

1) саригюхская бентонитовая глина после кислотной активации может служить целям осветления хлопкового, соевого и рапсового масел;

2) по своим отбеливающим свойствам саригюхская глина приближается к чешской глине;

3) для обеспечения надлежащего отбеливающего эффекта саригюхской глины необходимо размол ее осуществлять таким образом, чтобы не менее 50% глины проходило через сито с числом отверстий 1225 на 1см².

4) оптимальным режимом кислотной активации для саригюхской глины можно считать: активацию десятипроцентной серной (или соляной) кислотой в течение 5 часов.

Глины Саригюхского месторождения, наряду с глинами некоторых других месторождений Арм. ССР, обстоятельно изучены Г. С. Асратяном (1950ф) на предмет определения их адсорбционных свойств применительно к очистке нефтепродуктов. Для опытов был использован 15% раствор автота в керосине. Для очистки была применена активированная глина.

В результате этих исследований Г. С. Асратян пришел к следующему заключению: «Лучшей глиной из всех изученных армянских образцов, способной сильно активироваться как серной, так и соляной кислотами, является саригюхская глина, которая в активированном виде, по крайней мере в пределах проведенных нами испытаний, превосходит лучшую в Союзе активированную глину — «асканит» (см. табл. 48).

5. САРИГЮХСКИЕ БЕНТОНИТЫ КАК КАТАЛИЗАТОРЫ

Активированные бентониты, кроме адсорбционных свойств, имеют также высокую каталитическую активность, и поэтому в зарубежной практике они широко используются как катализаторы. Особенно высокую каталитическую активность бентониты проявляют в процессе крекинга неф-

№№ пп	Название глины	Активированные H_2SO_4		Активированные HCl	
		Расх. глины на 100 г раствора	Фактор обесцв.(×)	Расход гли- ны на 100 г раствора	Фактор обесцв.(×)
1	Асканит	10	12,5	10	12,5
2.	Гумбрин	10	8,6	10	8,33
3.	Саригюхская	—»—	15,0	—»—	14,10
4.	Паракарская	—»—	7,5	—»—	8,80
5.	Мангюсская	—»—	6,0	—»—	6,82
6.	Шорджридзор- ская 3	—»—	5,36	—»—	6,82
7.	—»— I	—»—	4,55	—»—	5,75
8.	Вохчабердская	—»—	5,50	—»—	8,38

ти, где они способствуют протеканию и ускорению расщепления тяжелых углеводов. Здесь они появляются одновременно как адсорбенты — поглощают вредные примеси нефтепродуктов, в результате чего происходит сильное повышение качества последних.

Определение каталитической активности саригюхских бентонитов произведено в лаборатории неорганической химии Ереванского зоовет-института Г. С. Асратяном на 20 рядовых и 5 групповых пробах.

Активированные образцы саригюхских бентонитов испытывались на стандартном сырье керосино-газойлевой фракции Малгобекской нефти. При этом учитывался выход бензиновой фракции с концом кипения при 200°C (авиационный бензин) и 245°C (автобензин). Кроме того, учитывая возросший спрос на дизельное топливо, испытываемые катализаторы опробовались на тяжелом вакуумном отгоне Карачухурской нефти с концом кипения 350—500°C.

Согласно техническим условиям, в процессе крекинга тяжелого дистиллятного сырья с выработкой автомобильного бензина рационально применение природных катализаторов, обладающих средним индексом первоначальной активности — не ниже 28% от исходного сырья при уровне стабильной активности не ниже 22%.

Каталитический крекинг сырой обессоленной нефти и переработку остаточного нефтяного сырья целесообразно вести на катализаторах, обладающих индексом активности в пределах 16—25 пунктов (в % на сырье).

Образцы саригюхских бентонитов в процессе крекинга стандартного газойлевого сырья показали средний выход авиабензина с концом кипения 200°C в 31,6 пунктах, выход автобензина с концом кипения 245°C в 46,5 пунктах (табл. 49).

Наряду с испытанием саригюхских бентонитов в тех же лабораторных условиях испытывался образец синтетического алюмосиликатного катализатора (из бакинской катализаторной фабрики), который обеспечил выход авиабензина с концом кипения 200°C в 49 пунктах, а выход автобензина с концом кипения 245°C в 59 пунктах.

№№ пп	К а т а л и з а т о р	Выход продуктов реакции в весовых %			Выход бензина фракции		Качество бензина фракции 200°C				
		Катали- затор	Газ	Кокс+ потери	До 200°C	До 245°C	начало кипения	Удельный вес d_{20}^{20}	Показатель прелом. $n_{D^{20}}$	% непред. углев.	% арома- тики
1.	Бакинский катали- затор	75,63	12,14	12,23	49,03	59,01	27	0,7511	1,4309	1,50	30,5
2.	Скв. I, проба — 1	84,72	10,77	4,51	29,45	43,75	33	0,7663	1,4428	5,0	46,0
	5	79,50	13,21	7,29	33,20	46,50	33	0,7644	1,4426	7,0	45,0
	9	73,32	16,08	10,60	36,23	50,02	31	0,7627	1,4456	3,0	43,0
	15	80,47	12,63	6,90	34,48	49,64	29	0,7670	1,4430	4,0	44,0
	19	83,04	10,36	6,60	27,91	41,11	38	0,7734	1,4420	9,0	47,0
	Средняя по 19 про- бам	78,52	14,32	7,16	33,60	50,00	31	0,7680	1,4434	5,0	43,0
3.	Скв. 2, проба — 20	78,40	14,44	7,16	30,21	44,14	33	0,7694	1,4383	5,5	47,0
	24	78,12	13,76	8,12	34,00	47,81	33	0,7728	1,4432	5,0	44,0
	29	82,04	8,80	9,16	25,55	42,42	33	0,7798	1,4464	6,0	45,0
	Средняя по 10 про- бам	80,00	12,72	7,28	28,42	42,94	33	0,7720	1,4412	8,5	46,0
4.	Скв. 3, проба — 30	79,60	14,20	6,20	27,24	44,76	35	0,7773	1,4530	7,2	—
	36	81,28	12,64	6,08	29,50	42,70	34	0,7539	1,4446	7,0	48,0
	42	76,28	15,05	8,07	36,47	49,53	33	0,7719	1,4496	5,0	40,0
	48	78,36	12,52	9,12	41,76	58,88	34	0,7760	1,4470	6,0	45,0
	54	78,48	16,94	4,58	40,33	52,27	36	0,7787	1,4492	4,0	44,0
	60	86,00	9,36	4,64	27,81	38,95	35	0,7813	1,4456	6,5	46,0
	Средняя по 31 про- бе	80,52	12,44	7,04	33,74	47,44	32	0,7744	1,4416	6,5	44,0
5.	Скв. 4, проба — 61	80,00	13,00	7,00	32,49	47,85	32	0,7782	1,4506	3,0	45,0
	65	77,96	11,48	8,56	30,87	44,86	34	0,7736	1,4493	4,5	46,5
	69	80,24	11,48	8,28	30,50	46,30	29	0,7688	1,4470	5,0	44,0
	Средняя по 10 про- бам	81,16	11,40	7,44	28,10	42,26	33	0,7722	1,4385	6,0	46,0
6.	Скв. 5, проба — 72	78,92	12,32	8,76	32,15	50,27	32	0,7727	1,4424	7,0	42,0
	78	78,04	13,36	8,60	28,59	43,26	36	0,7716	1,4448	7,0	47,0
	84	79,64	13,68	6,68	27,70	46,55	33	0,7774	1,4550	7,0	48,0
	Средняя по 15 про- бам	75,12	17,20	7,68	30,60	48,60	31	0,7821	1,4580	7,5	50,0

Примечание: сырье—газойль стандартный. Условия— $t=500^{\circ}\text{C}$; скорость $g=0,5$ г сырья на 1 г катализатора.

Сравнивая полученные данные с требованиями технических условий, можно заключить, что образцы саригюхских бентонитов относятся к I категории. Одновременно, учитывая почти ничтожную стоимость саригюхских бентонитов по сравнению с искусственным синтетическим алюмосиликатным катализатором, который в настоящее время применяется в практике (стоимость I тн равна 700 руб.), и выход бензиновой фракции, особенно по бензину с концом кипения 245°C (автобензин), полученные результаты исключительно высокие; они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырью первой категории.

Полученный при помощи саригюхских бентонитов бензин фракции 200°C примерно в 1,5 раза богаче ароматическими углеводородами, обуславливающими высокое октановое число топлива, чем тот же бензин на алюмосиликатном катализаторе.

Отдельные образцы саригюхских бентонитов показали очень высокие индексы по выходу авиабензина — 40 и выше пунктов, а по автобензину — 52—57 пунктов (см. табл. 49).

Весьма высокие показатели получены при крекинге тяжелого сырья — от 30 до 46,5 пунктов.

Известно, что синтетические алюмосиликатные катализаторы дают сравнительно небольшие выходы светлых продуктов при крекинге тяжелого сырья — 50—55%. Образцы саригюхских бентонитов в тех же условиях дают от 62 до 80% светлых продуктов; при этом выход бензина фракции 200°C составляет 35,3%, а дизельного топлива — 36,4%, всего 71,7%. В соответствующих условиях синтетический алюмосиликатный катализатор показал выход бензина фракции 200°C—29,1%, а дизельного топлива — 17,1%, всего 46,2%.

Паростабильность саригюхских активированных бентонитов высокая как при крекинге газойля, так и тяжелого сырья в условиях парообработки их при температуре 550°C.

Из всего сказанного вытекает, что активированные саригюхские бентониты с успехом могут быть использованы в качестве катализаторов в каталитическом крекинге нефти взамен дорогостоящих синтетических алюмосиликатных катализаторов с большим экономическим эффектом.

6. ПРОЧИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САРИГЮХСКИХ БЕНТОНИТОВ

а) Применение саригюхских бентонитов в производстве фаянса и огнеупоров

Несмотря на сравнительно высокое содержание окислов железа в саригюхских бентонитах, в НИИКС (Научно-исследовательский институт камня и силикатов) была изучена возможность использования саригюхских бентонитов взамен пластичного компонента шихты в фаянсовых массах, идущих на производство облицовочных плиток и хозяйственной посуды. В основу исследования была взята шихта Ереванского фаянсового

завода, где взамен новошвейцарской глины вводился бентонит в количестве 7,8 и 10%. Бентонитовые фаянсовые массы более пластичны (число пластичности 5,4 против 3,4 у стандартной массы). Бентонитовый шликер хорошо обезвоживается и дает тесто нормального рабочего состояния. Лучшие результаты по качеству показала масса с 10% бентонита. Керамические свойства стандартной и исследуемой массы приведены в таблице 50.

Сравнительные показатели керамических свойств саригюхской и новошвейцарской глин.

Т а б л и ц а 50

П а р а м е т р ы	Стандартная масса	Исследуемая масса
Рабочая влажность в %	24	25
Пластичность по Аттарбергу	3,4	5,4
Воздушная усадка в %	6,2	6,0
Огневая усадка в %	3,3	4,3
Общая усадка в %	9,5	10,3
Прочность на разрыв в кг/см ²	10,37	9,98
Водопоглощение при обжиге 125° в %	12,3	14,3

Из бентонитовой фаянсовой массы были изготовлены облицовочные плиты при подобранном гранулометрическом составе пресс-порошка и влажности 8%. Плитки хорошо прессуются, имеют четкие углы и грани, прочность к изгибу равна 8 кг/см². По качественным показателям они подходят на стандартные. Прочность обожженных при 1250° плиток равна 14—14,2 кг/см².

Кроме облицовочных плиток, была изготовлена также хозяйственная посуда. По своим свойствам изделия из бентонитового фаянса отвечают требованиям ГОСТ-а. Давление стопки из 100 тарелок выдерживается, пористость равна от 12 до 14,3%.

Таким образом, по заключению сотрудников НИИКС Р. Богданяна и Э. Алавердовой (1964), с большим успехом можно в шихте, для производства фаянсовых изделий, вместо 28% новошвейцарской глины употреблять 10% отмученного бентонита.

В лабораторных условиях была также установлена возможность применения бентонитов Саригюхского месторождения для замены высокоогнеупорных глин, применяемых в качестве связующего материала в производстве огнеупорных изделий. В результате лабораторного исследования были отработаны оптимальные шихты с 10 и 7% бентонита.

Проведенные полузаводские испытания на Туманянском заводе огнеупоров подтвердили возможность получения полукислых изделий класса «В» из шихт, в которых 50% часовярские глины заменены 10% бентонитами, и шамотные изделия класса «Б» из шихт, в которых третья часть г-1 заменена 7% бентонитами.

Саригюхские бентониты в НИИКС были испытаны также для получения керамперлитового изделия, которое выпускается в виде плит и скор-

лупы различных размеров для теплоизоляции печей (второй и третий слой), дымовых труб, теплосетей, паровых котлов и т. д.

На вспученном перлитовом песке и глинистой связке получают керам-перлитовые изделия, где в качестве связки использована бентонитовая глина Саригюхского месторождения. Бентонит составляет 8—20% от веса перлита, который дается в виде порошка или шликера, потом перемешивается, формуется в требуемых формах и обжигается при температуре 750—900°C. Объемный вес такого изделия колеблется от 250 до 400 кг/м³, прочность на сжатие — 2—8 кг/см², коэффициент теплопроводности 0,06—0,1 $\frac{\text{к. кал.}}{\text{м. град. час}}$.

Керамическая промышленность Армянской ССР в настоящее время пользуется исключительно привозным минеральным сырьем, которым частично пользуется также огнеупорное производство. Замена привозного сырья местным является одной из актуальных задач современности, в области которой технологические исследования были проведены лабораторией керамики и огнеупоров НИИ камня и силикатов (Р. Богданян, 1967).

Исследованиями, выполненными в 1965 году, была установлена возможность замены в производстве керамических плиток для полов, привозных огнеупорных глин местным сырьем — туманянской камнеподобной глиной и бентонитом Саригюхского месторождения. Полученный состав отвечает требованиям ГОСТ-а. Полузаводские испытания шихты оптимального состава по получению плиток для полов проводились на Харьковском (Лосевском) керамплиточном заводе и Ереванском керамическом комбинате.

На основании полученных результатов НИИКС рекомендуется на Ереванском керамическом комбинате осуществить перевод производства керамических плиток на местное сырье (бентониты Саригюхского месторождения) без существенного изменения технологических линий.

б) Применение саригюхских бентонитов в винодельческой промышленности

При оклейке виноматериалов в них обычно вводятся белковые дорогостоящие коллоидные вещества, которые адсорбируют на своей поверхности мутящие частицы вина. Наиболее распространенными веществами, применяемыми при оклейке вин, являются: желатин (пищевой), рыбий клей, получаемый из плавательных пузырей осетровых пород рыб, яичный белок и казеин.

Применяемые для оклейки вин органические вещества имеют ряд недостатков. Например, после оклейки вина органическими веществами необходимо их быстрое удаление, во избежание порчи вина, а летом ими вообще нельзя производить оклейку, так как рыбий клей и желатин при высокой температуре легко разлагаются, ухудшая качество вина.

Высокая дисперсность и коллоидальность (>99%) щелочных бентонитов и их способность к обменной реакции создают возможность полной замены щелочными бентонитами дорогостоящих и дефицитных органических веществ.

Бентониты для осветления вин впервые были применены в США в 1934 году, которые к 1940—41 годам полностью вытеснили все прочие осветлители. Осветляющая способность бентонита зависит от его коллоидальности, щелочности и набухаемости. В связи с этим высококачественные набухающие щелочные (в основном натриевые) бентониты дают более высокий эффект осветления, чем другие бентониты.

Бентонитовые глины дают лучшие результаты в отношении осветления и стабилизации вина, по сравнению с органическими веществами. Они хорошо адсорбируют термолabileльные белковые вещества — протеины, вызывающие помутнение вин, полностью извлекают их, обеспечивая тем самым устойчивость вин. Кроме того, применение бентонитовых глин ускоряет процесс осветления виноматериалов. Так, для полного осветления виноматериалов шампанских и марочных вин бентонитами требуется 8—10 дней вместо 18—20 дней, необходимых при применении рыбьего клея. Вина, оклеенные бентонитами, фильтруются лучше. Бентониты полностью адсорбируют находящиеся в вине микроорганизмы — микрофлору, оставшуюся после окончания брожения вина.

Как показали результаты опытных и промышленных испытаний, проведенных в Кавказском институте минерального сырья (КИМС) и на винзаводах треста «Арарат» (Р. Е. Богданян, 1966), бентониты Саригюхского месторождения являются наиболее качественными среди известных (Огланлинские, Асканские, Аз-Камарские, Крымские и др.) и с большим успехом могут быть использованы для оклейки вин, так как они легко выдерживают все основные требования, предъявляемые к бентонитам для виноделия по ТУ-100—121—60: высокая способность водопоглощения, набухаемости; 1%-ная водная суспензия не расслаивается в течение 3—4 суток (коллоидальность 100%); после добавления винной кислоты до $\text{pH}=3$ суспензия коагулируется и образует хлопья, последние сразу же оседают. Не выдерживает только одно условие — содержание железа, которое больше 3%. Однако из бентонитов в вино не переходит даже ничтожное количество железа, так как оно прочно привязано к структурной решетке монтмориллонита. При оклейке вин саригюхскими бентонитами замечается даже обратная картина: после оклейки содержание железа в вине уменьшается, ничтожно, но все же уменьшается.

Необходимо отметить, что вышеперечисленным не исчерпываются области применения саригюхских уникальных бентонитов в народном хозяйстве. Дальнейшие исследования, в скором будущем, выявят все новые и новые области, где с большим успехом и большой экономической эффективностью могут быть использованы эти бентониты.

II. О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бентониты Центрального участка Ноемберянского месторождения в 1960—61 годах были изучены на предмет определения их пригодности для окомкования меднорудной шихты (в качестве связующей добавки для гра-

нуляции медного концентрата) Алавердского медно-химического комбината. Были определены: ситовой состав полученных окатышей, влажность шихты до окатыwania на грануляторе, влажность окатышей и механическая их прочность.

В результате этих исследований было выяснено, что:

1) суммарный выход классов: $-3+2$; $-2+1$; $-1+0,5$ в среднем составляет 83%, что, по заключению Алавердского филиала НИГМИ и ГИН-ЦВЕТМЕТ-а, является приемлемой величиной;

2) механическая прочность сухих окатышей удовлетворительная для всех видов бентонитов минимальная — 200 г/окат., максимальная — 830 г/окат.;

3) влажность окатышей до сушки составляет 6,4—10,9%, после сушки 0,2—1,7%, что является приемлемой величиной.

Как известно, о термической прочности окатышей шихты на связующих бентонитах можно судить по выходу огарка и пыли: чем больше выход огарка, тем прочнее окатыш, а это значит, что данный бентонит является подходящей связующей добавкой. В связи с этим определялись физико-механические свойства меднорудных окатышей после обжига в кипящем слое. При этом температура кипящего слоя поддерживалась в среднем 780°C (удельный расход воздуха 0,7—1,4 м³ на кг). Получены следующие результаты:

1) выход огарка составлял 9,0—83,2%, выход пыли — 0,4—79,8%;

2) механическая прочность окатышей после термообработки составляла 145—1040 г/гранул.

В результате было установлено, что не все пробы Ноемберянского месторождения пригодны для промышленного использования в качестве связующих добавок при окатыwании обжиговой шихты Алавердского меднохимического комбината.

Положительные результаты по окатыwанию шихты получены при трех-, пяти- и восьмипроцентном расходе глины. Кроме того, ноемберянский бентонит частично может заменить вводимые в медную шихту кварц и известняк в связи с его спецификой химического состава, где содержание кремнезема доходит до 68%, а окиси кальция — до 5,6%.

Были определены также параметры глинистых суспензий, приготовленных из глин Ноемберянского месторождения, с целью определения их пригодности для глубокого бурения в качестве промывочной жидкости. Установлено, что водные суспензии природных образцов имеют сравнительно высокий удельный вес — 1,10—1,18 г/см³ при вязкости в 20 сек и 1,24—1,26 при вязкости в 25 сек по СПВ — 5 мм.

После обработки небольшим количеством кальцинированной соды (1—2% от веса сухого бентонита) почти все пробы бентонитов хорошо дезагрегируются и дают водные суспензии с низким удельным весом (в пределах 1,07—1,04 г/см³, при вязкости в 20 сек. и 1,07—1,15 г/см³ при вязкости в 25 сек по СПВ-5) с другими удовлетворительными показателями: водоотдача 12—15 мл, толщина корки 1,5 мм, отстоя не имеет, раствор стабильный, содержание песка — до 1,8%. Отсюда можно заключить, что они могут быть использованы в буровой технике для получения качественных

глинистых растворов после добавки к ним небольшого количества кальцинированной соды.

В 1973 году на восточном фланге Центрального участка было выявлено новое тело бентонитовых глин, занимающих около 0,6 кв км площади, с максимальной мощностью до 150 м. Здесь часть бентонитовых глин представлена щелочным типом с отношением щелочных катионов к щелочноземельным от 1,03 до 1,84. Эти бентониты в естественном виде дают стабильные растворы с удельным весом от 1,07 до 1,2 г/см³ и могут быть использованы для приготовления глинистых растворов.

Четыре образца бентонитовых глин Центрального участка Ноемберянского месторождения на комбинате «Иджеванский бентонит» по нашей просьбе, были обработаны кальцинированной содой (3%) и метасом (0,3%) по методике ВНИИБТ. Следует отметить, что два образца сероватого цвета, определенные нами визуальнo как щелочного типа, в естественном виде дали суспензию с удельным весом 1,1 г/см³ при вязкости в 25 сек по СПВ-5, а остальные два — голубого цвета, визуальнo определенные как щелочноземельного типа вообще, в естественном виде не дали суспензию. Однако, после обработки кальцинированной содой и метасом обе разновидности глин Ноемберянского месторождения дали хорошую суспензию с выходом раствора от 7,1 до 10,3 м³/тн, которые по ТУ—1974 г. на глинопорошки относятся ко II и III сортам (см. табл. 51).

Показатели глинистых суспензий бентонитов Ноемберянского месторождения до и после обработки кальцинированной содой и метасом.

Т а б л и ц а 51

№№ пп	Г л и н а	№№ проб	Показатели в естественном виде					Показатели после регенерации		
			Влажность исходная %	Влажность после сушки	Вязкость в сек.	Уд. вес г/см ³	Выход. раств. м ³ /тн	Вязкость в сек.	Уд. вес г/см ³	Выход раств. м ³ /тн
1.	Бентонит серого цвета щелочного типа	723	16,4	5,9	25	1,1	6,3	25	1,07	9,0
2.	Бентонит голубого цвета щелочнозе- мельного типа	725	19,6	5,6	—	—	—	25	1,063	10,0
3.	—»—	726	17,6	7,6	—	—	—	25	1,089	7,1
4.	Бентонит серого цвета щелочного типа	727	20,2	3,8	25	1,1	6,3	25	1,061	10,3

Можно не сомневаться, что на огромной территории Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород детальными поисковыми работами в скором будущем можно будет выявить участок или пласт бентонитовых глин, который после обработки кальцинированной содой и метасом (по методике ВНИИБТ) обеспечит получение глинопорошка I сорта

(с выходом раствора от 12 до 15 м³/тн), а при усовершенствовании метода регенерации — получения глинопорошка даже высшего сорта (выход раствора более 15 м³/тн).

Учитывая то обстоятельство, что инородные включения, могущие выделиться при изготовлении глинистых суспензий в виде песка, практически отсутствуют (содержание отмытого песка в глине, после обработки ультразвуком <1%), то ценность ноемберянских бентонитов для нужд бурового дела неоспоримо велика.

Бентониты Ноемберянского месторождения были испытаны также как адсорбенты для очистки нефтепродуктов и растительных масел. В частности, были определены их адсорбционные свойства на остаточном масле сураханской нефти, на автоловом дистилляте АК-10, на легком турбинном масле и на растительных маслах — подсолнечном и рапсовом. В результате этих испытаний было установлено, что при очистке предварительно очищенной концентрированной серной кислотой остаточного (кислого) масла сураханской нефти бентониты Ноемберянского месторождения проявляют вполне удовлетворительную адсорбционную способность. В этом отношении они не уступают применяемому в нефтяной промышленности стандартному гумбрину.

Хорошие адсорбционные свойства проявляют активированные образцы ноемберянских глин при очистке ими легкого турбинного масла, подсолнечного масла (55—58% при цветности 6,5—6,8 мг/экв) и, в частности, рапсового масла.

В Научно-исследовательском институте камня и силикатов (г. Ереван) были проведены лабораторно-технологические исследования для определения пригодности ноемберянских бентонитов в керамическом производстве. В результате было установлено, что: глины Ноемберянского месторождения отличаются низким содержанием красящих окислов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$) — от 1,42% в беложгущихся разновидностях, до 1,72% — в голубоватых; высокой пластичностью — от 20 до 52. По спекаемости относятся к глинам, спекающимся при низкой температуре (ниже 1100°C). Водопоглощение при температуре 1050° равно 5%, при 1100° — 1,5%. Были получены опытные образцы керамического изделия (облицовочные плиты), где ноемберянские бентониты были введены в качестве пластичного компонента в смеси с липаритом.

По заключению НИИКС (от 18 июля 1973 года за № 25—2005), глины Ноемберянского месторождения удовлетворяют требованиям керамической промышленности и с успехом могут быть использованы взамен огнеупорных глин, ввозимых в Арм. ССР за тысячи километров.

Низкое содержание красящих окислов, высокая пластичность, высокая сумма обменных оснований и другие показатели допускают заключить, что глины Ноемберянского месторождения могут быть вполне пригодными для нужд литейного производства в качестве связующей добавки.

Качество бентонитового сырья, для нужд черной металлургии в качестве связующей добавки при окомковании железорудных концентратов, оценивается на основании «Технических условий ЧМТУ 9—36—69», раз-

работанных НИИКМА; основными показателями согласно этим ТУ являются минеральный состав и величина набухаемости бентонитового сырья.

Если к ноемберянским бентонитам подходить с точки зрения ЧМТУ-9—36—69, то нетрудно убедиться, что эти бентониты непригодны для окомкования железорудных концентратов, так как величина набухания колеблется от 3—4 до 9, редко до 10. Однако, как отмечают А. И. Башлев, Н. В. Кирсанов и др. (1973): «Низкие значения набухаемости щелочноземельных бентонитов не могут служить однозначным показателем качества сырья. Следовательно, набухаемость возможно рассматривать в совокупности с другими показателями только как частный случай общей закономерности». Взамен ЧМТУ указанные авторы предлагают другие требования, согласно которым основные параметры при оценке щелочноземельных бентонитов являются:

- 1) содержание монтмориллонита — не менее 85%;
- 2) сумма обменных катионов — не менее 75 мг. экв;
- 3) содержание частиц размером менее 1 мк — не менее 50%;
- 4) набухаемость — не лимитируется.

В качестве вспомогательных параметров предлагается:

- 1) содержание кремнезема и глинозема — 70—83%;
- 2) отношение окислов щелочных металлов к щелочноземельным — 0,10—0,35;
- 3) потери при прокаливании — 8,5—11,5%.

Рассмотрим ноемберянские бентониты с точки зрения этих требований:

1) содержание монтмориллонита в бентонитах Центрального участка Ноемберянского месторождения колеблется от 60 до 80%, иногда до 90% (по определению В. В. Власова — ВНИИГеолнатурд);

2) сумма обменных катионов в среднем для месторождения составляет 88 мг. экв., по данным Центральной лаборатории УГ СМ Арм. ССР, и 101 мг. экв., по данным Г. С. Асратяна (1970 ф);

3) содержание частиц менее 1,5 мк (после обработки пирофосфорнокислым натрием) составляет от 30 до 50%, по данным Центральной лаборатории УГ СМ Арм. ССР, и от 57 до 65%, по данным Г. С. Асратяна;

4) сумма содержаний глинозема и кремнезема в среднем составляет—81,53% (на абсолютно сухое вещество);

5) отношение $\frac{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}{\text{CaO} + \text{MgO}}$ составляет 0,53;

6) потери при прокаливании — 8%.

7) величина пластичности колеблется от 20 до 52.

Как видно из приведенных параметров, почти все они—основные и вспомогательные — за исключением отношения окислов щелочных металлов к щелочноземельным и ППП (незначительно) удовлетворяют предложенные требования, и, следовательно, можно заключить, что ноемберянские бентониты могут быть пригодными и для нужд фабрик окомкования железорудных концентратов. Слово остается за заводскими испытаниями.

Г. ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САРИГЮХСКИХ БЕНТОНИТОВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Из года в год расширяются области применения бентонитовых глин в народном хозяйстве. Совсем недавно бентониты использовались только в нескольких отраслях, а сейчас их насчитывается около 130. Перспективные же возможности их использования не ограничены, и в скором будущем появятся все новые и новые отрасли народного хозяйства, нуждающиеся в высококачественных бентонитах. Однако, еще сегодня, масштабы производства и ассортимент бентонитовой продукции не удовлетворяют существующую потребность народного хозяйства. Так, из многочисленных видов бентонитовой продукции, в которой нуждается отечественная промышленность, в настоящее время производятся только бентопорошки и то в таких ограниченных количествах, что могут обеспечить только лишь потребности одной отрасли из указанных выше (нефте- и газодобывающей промышленности, литейного производства, черной металлургии). Практически лишь начинается производство активированных бентопорошков для нужд масложировой, химической и других отраслей промышленности, природных катализаторов из бентонитовых глин для нефтеперерабатывающей промышленности и т. д.

В связи с вышеизложенным многие отрасли народного хозяйства — нефте- и газодобывающая промышленность, литейное производство, черная металлургия и др. — вынуждены использовать либо низкосортные местные глины, либо бентониты в сыром, кусковом виде. Приготовление промывочных жидкостей, литейных форм и железорудных окатышей из низкосортных глин и, притом в кусковом виде, приводит к необоснованным излишним затратам труда и средств.

Использование низкосортных глин в буровом деле, в сложных геологических разрезах нефтяного бурения является причиной многочисленных аварий и тормозом для коммерческой скорости бурения. В настоящее время на многих литейных заводах СССР бентонитовая глина применяется преимущественно в комовом виде, что значительно осложняет процесс изготовления литейных форм и удорожает продукцию, на большой же группе заводов бентонит вообще не применяется. Бентопорошки не получают также заводы производства железорудных окатышей, а те заводы, которые перешли к окомкованию железорудного концентрата бентонитовой глиной, получают ее в кусковом виде. Так, например, Соколовско-Сарбайский, Качканарский, Северский и Центральный (Кривой Рог) горно-обогатительные комбинаты получают саригюхские бентониты в кусковом виде. Последний сильно затрудняет приготовление требуемой глинистой суспензии для окомкования железорудной мелочи, приводит к нерегулированию влажности и осложнению технологического процесса (из-за высокой влажности) и удо-

рожению продукции. Масложировая промышленность из-за отсутствия активированных бентопорошков для очистки растительных масел и животных жиров вынуждена либо расходовать большое количество щелочи и использовать низкосортные природные адсорбенты, либо импортировать активированный бентонит из зарубежных стран (Чехословакии, Венгрии, Италии и др.). Использование щелочей и низкосортных природных адсорбентов приводит к большой потере многих ценных пищевых продуктов, а импортированных активированных адсорбентов — к большим затратам, в т. ч. валютой.

Строящиеся в городе Махарадзе и поселке Кривой мост заводы по активации бентонитов, с их проектными мощностями по 10 **тыс. тонн** ежегодно, лишь частично могут обеспечить потребности народного хозяйства в активированном бентоните.

В ограниченных количествах производится у нас коллоидный бентонит — бентоколл, на который большой спрос предъявляет винодельческая промышленность. Не решен также вопрос о строительстве заводов природных катализаторов из активированных бентонитовых глин, которые с большим успехом и экономической эффективностью могут заменить дорогостоящие синтетические алюмосиликатные катализаторы в крекинг-процессе нефти.

По данным ВНИИГеолнеруд, в настоящее время у нас в Союзе разрабатывается 16 месторождений бентонитовых глин (5-щелочных бентонитов и 11 — щелочноземельных), на которых в 1972 г. было добыто всего лишь 1775 **тыс. тонн** бентонитов, из коих 537 **тыс. тонн** (30%) щелочных и 1241 **тыс. тонн** (70%) щелочноземельных, добытых на Биклянском, Черкасском, Горбском и Азкамарском месторождениях. За 1972 г. было выпущено в виде товарной продукции 1340 **тыс. тонн** кускового бентонита и произведено 377 **тыс. тонн** бентопорошков и 3 **тыс. тонн** активированных бентопорошков (г. Махарадзе).

Потребность в бентонитовых глинах значительно возрастает в связи с интенсивным развитием нефте- и газодобывающей, машиностроительной, химической, пищевой и др. промышленности, производства железорудных окатышей и других отраслей народного хозяйства. Эти потребности можно будет обеспечить за счет ресурсов отечественных месторождений, которые как по своим запасам, так и по качеству не только не уступают лучшим месторождениям зарубежных стран, но и несколько превосходят их. Так, например, из 200 месторождений и проявлений бентонитовых глин разведано лишь 33, однако на балансе на 1/1—1974 г. числятся только 26 месторождений, запасы которых (апробированные ГКЗ и взятые на баланс) составляют 605,44 **млн. тонн**, в том числе по категориям А+В+С₁ 245,5 **млн. тонн**. Из этого числа 50,5 **млн. тонн** (20%) относятся к щелочному типу, а остальные к щелочноземельному. К типичным представителям щелочного (натриевого) типа относятся глины Саригюхского месторождения, запасы которого составляют около 100 **млн. тонн**, из коих утверждены в ГКЗ— 63,6 **млн. тонн** по категории В+С₁ и 11,3 **млн. тонн** по категории С₂.

На базе Саригюхского месторождения построены два завода:

а) завод химически активированных бентопорошков для нужд масло-жировой промышленности, с годовой (проектной) производительностью в 10 тыс. тонн;

б) завод бентопорошков для нужд нефте-и газодобывающей промышленности и черной металлургии для окомкования железорудных концентратов, с проектной годовой производительностью в 700 тыс. тонн.

Кроме строительства вышеотмеченных двух заводов, глины Саригюхского месторождения будут поставлены (в комовом виде) Ильскому заводу бентопорошков (завод «Утяжелитель» в Краснодарском крае) в количестве 100 тыс. тонн в год, Фроловскому сталелитейному заводу — 60 тыс. тонн в год и — 20,0 тыс. тонн в год и другим потребителям, общей сложностью 220 тыс. тонн в год.

Промышленное освоение Саригюхского месторождения с вводом в действие указанных двух заводов с проектными мощностями 10 и 700 тыс. тонн бентопорошка в год наряду с поставками разных потребителей комовой глины в количестве 300 тыс. тонн в год, приносит огромные прибыли народному хозяйству страны. Эти прибыли по отраслям народного хозяйства насчитываются в нижеприведенных цифрах:

I. Нефте-газодобывающая промышленность.

Заранее отметим, что при расчете экономии средств, образующихся при использовании в народном хозяйстве саригюхских бентонитов, в основу принимаются данные Г. А. Квирикадзе (1972).

Себестоимость промывочных растворов по Союзу в среднем, в связи с тем, что используются местные низкосортные глины, составляет 4 руб. за 1 м³. Расход глины при этом составляет 200 кг на 1 пог. м проходки.

В связи с техническим перевооружением, использованием новой техники в буровых работах, резко поднялась скорость бурения. Однако, наряду с этим, из-за нерациональной технологии бурения, отстает рост коммерческой скорости, являющейся по существу показателем производительности труда.

Среди целого ряда причин, как отмечает Г. А. Квирикадзе, обусловивших низкие темпы роста коммерческой скорости бурения скважин, одной из важных является массовое применение низкокачественных промывочных растворов, вызывающих большое количество осложнений и аварий в процессе бурения. Применение при буровых работах бентопорошков позволяет снизить затраты времени на приготовление промывочной жидкости от 0,13 станко-часов на 1 пог. метр бурения до 0,04 станко-часов, улучшить качество промывочной жидкости и вместе с тем предотвратить аварии и разного рода осложнения.

При использовании высококачественных бентопорошков (типа саригюхских) коммерческая скорость бурения повышается на 12%, а себестоимость 1 пог. метра проходки снижается на 4,76% или 3 руб. 63 коп. Однако, применение бентопорошков вместо комовой глины из местных карьеров связано с дополнительными затратами в связи с более высокой опто-

вой ценой (стоимость 1 тонны бентопорошка 1 сорта равна 30 руб., а II сорта — 28 руб.) на бентопорошки и необходимостью их транспортировки на большие расстояния. Но учитывая то обстоятельство, что местные низкосортные глины, со средней стоимостью в 8,0 руб. за тонну, дают выход глинистого раствора 3 м³ (в среднем) из 1 тонны, а бентопорошки Саригюхского месторождения I и II сортов, со средней стоимостью в 29 руб. за тонну, дают выход глинистого раствора 13 м³ из 1 тонны в природном виде и 19,7 м³ из 1 тонны после модифицирования метасом и содой, станет очевидным рентабельность использования саригюхских глин даже на расстоянии около 6 тыс. км от завода бентопорошков. В этом случае стоимость 1 м³ глинистого раствора на франко-станцию отправления составит: 2 руб. 23 коп. из природных и 1 руб. 47 коп. из модифицированных бентопорошков.

Расчеты показывают, что с учетом всех вышеотмеченных факторов: повышение коммерческой скорости бурения на 12%, большой выход раствора из 1 тонны глинопорошка — 13 м³ из природных и 19,7 из модифицированных; меньший расход глины на 1 п. м скважины (8 раз ниже, чем местные низкосортные глины); уменьшение количества возможных аварий и осложнений в два раза и др. применение саригюхских бентопорошков (I и II сортов) обеспечит снижение себестоимости 1 пог. м нефтяного бурения на 2 руб. 20 коп. В связи с этим при обеспечении нефтедобывающей промышленности саригюхскими бентопорошками в количестве 400 тыс. тонн (300 тыс. тонн из завода «Иджеванский бентонит» и 100 тыс. тн из Ильского завода «Утяжелитель») экономия нефтедобывающей промышленности составит 16,0 млн. руб. в год.

Кроме экономии, которую получит нефтедобывающая промышленность, огромные прибыли получит также комбинат «Иджеванский бентонит». Себестоимость 1 тонны бентопорошка на франко-станцию отправления составляет 6 руб. 25 коп. (при мощности завода 700 тыс. тонн в год), отпускная цена для I и II сортов в среднем 29 руб. Прибыли при выпуске 300 тыс. тонн бентопорошка в год для нужд глубокого бурения составят $(29 - 6,25) \times 300000 = 8,6$ млн. руб. в год.

2. Черная металлургия. В ряде железорудных месторождений Союза в настоящее время разрабатываются бедные руды, которые после предварительного измельчения обогащаются путем глубокой мокрой магнитной сепарации. В связи с этим возникают некоторые неудобства как при транспортировке, так и плавке в доменных печах, поэтому требуется скомкование концентрата при помощи бентонитовых глин.

Применение бентонитовых глин при производстве железорудных окатышей позволяет снизить себестоимость скомкования железорудных концентратов без потери и получить более прочные (крепкие) окатыши. При этом получается значительная экономия. Так, например, за счет применения саригюхских бентонитов для производства железорудных окатышей на Соколовско-Сарбайском горнообогатительном комбинате в 1968 году при производстве 4,1 млн. тонн окатышей было использовано 45 тыс. тонн бентонитовых глин и получена экономия в сумме 2,2 млн. рублей.

За 1973 г., по сравнению с 1968 годом, выпуск продукции на Соколо-

вско-Сарбайском комбинате увеличен более чем в два раза; за 1973 год было использовано 100 тыс. тонн бентонита из Саригюхского месторождения и соответственно получена экономия вдвое больше, чем в 1968 году.

Принимая в основу экономическую эффективность производства железорудных окатышей Соколовско-Сарбайского комбината, можно полагать, что при использовании саригюхских бентопорошков в качестве связующей добавки к железорудным концентратам при намеченном объеме на 1975 г. (400 тыс. тонн бентопорошка в год для окомкования железорудных концентратов) общая сумма экономии по отрасли черной металлургии составит 19,5 млн. рублей в год.

Прибыли от реализации бентопорошков для окомкования железорудных концентратов, получаемые комбинатом «Иджеванский бентонит», составят 9,1 млн. рублей в год (с учетом себестоимости бентопорошка на франко-вагон-станцию отправления 6 руб.25 коп. при отпускной цене 29 руб. за тонну).

3. Литейное производство. Как уже было сказано выше, до последних лет в литейном производстве при изготовлении форм из кварцевого песка в качестве связующего материала, в основном, использовались огнеупорные глины. В настоящее время уже в ряде заводов СССР в качестве связующей добавки к формовочным материалам используются бентонитовые глины. Так, например, Фроловский сталелитейный завод Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, и др. полностью перешли на бентонит Саригюхского месторождения.

О преимуществах бентонитовых глин, в качестве связующей добавки к формовочным материалам, достаточно подробно говорилось выше, однако некоторые более или менее важные стороны можно привести и здесь. Во-первых, при использовании бентонитовых глин в 2 раза снизится расход глинистого компонента. В связи с этим улучшается газопроницаемость и качество литья (получается литье с более гладкой поверхностью).

Во-вторых, применение бентонитовых глин способствует механизации и автоматизации процесса изготовления форм, снижает расход кварцевого песка и т. д.

По данным Г. А. Квирикадзе, использование бентонитовых глин в литейном производстве в качестве связующего материала (при транспортировке их на расстоянии 2000 км) обеспечивает снижение себестоимости 1 тонны годного литья: стального—на 8 руб. 92 коп. и чугунного—на 4 руб. 94 коп.

Учитывая, что в общем объеме производства литья удельный вес стального составляет 23%, а чугунного — 77%, годовая экономия от использования в литейном производстве 300 тыс. тонн саригюхских бентонитов составит 43,8 млн. руб.

При этом прибыли комбината «Иджеванский бентонит» составят 2,5 млн. руб., из расчета 1 руб. 70 коп. себестоимости бентонитовых глин на франко-вагон-станцию отправления против отпускной цены в 10 руб за тонну.

4. Масложировая промышленность. Исключительно важное значение

имеют бентониты в масложировой промышленности, где они используются как в естественном, так и в активированном виде. Но учитывая, что активированные бентониты являются сырьем в несколько раз более активным, чем естественные, то в настоящее время в масложировой промышленности целесообразнее использовать активированные бентониты.

При использовании щелочи для рафинации черного хлопкового, соевого и рапсового масел с осветлением их до степени требований ГОСТ-а потери доходят до пятикратного размера от количества свободных жирных кислот, содержащихся в нерафинированном черном масле.

Использование активированного бентопорошка в масложировой промышленности, при средней кислотности растительных масел по СССР 3,9%, снижает потери на 941 кг на тонну бентонита. Кроме того, при отбеливании масла и саломаса высококачественными бентонитами, идущими на производство маргарина, 60% маргарина можно отнести к высшему сорту, в то время как без отбелики получается маргарин не выше первого сорта.

Внедрение саригюхских активированных бентонитов в масложировой промышленности в количестве 10 тыс. тонн в год приносит экономию в 2,625 млн. руб. Кроме того, использование саригюхских активированных бентонитов, наряду с тем же количеством асканских активированных бентонитов, полностью вытеснит импортируемые из-за рубежа активированные бентопорошки.

Прибыли комбината «Иджеванский бентонит» от реализации 10 тыс. тонн активированных бентопорошков в год составят 908,6 тыс. руб., из расчета себестоимости 59 руб. 14 коп. против отпускной цены 150 руб. за тонну.

5. Винодельческая промышленность. В последние годы для осветления (оклейки) виноградного вина широко применяются бентонитовые глины взамен органических осветлителей (рыбий клей, яичный белок, желатин, казеин и др.). Последние, как уже говорилось, очень дефицитные и малоэффективные. Бентониты, по сравнению с органическими осветлителями, хорошо адсорбируют термолабильные белковые вещества — протеины, обеспечивают устойчивость вин при жарком климате и предупреждают появление опасных заболеваний вина — медного и железного касса.

Кроме вышеотмеченных, осветление вин бентонитовыми глинами имеет одно еще очень важное в экономическом отношении достоинство, то, что бентониты сильно ускоряют процесс осветления и облегчают процесс фильтрации.

В результате лабораторных и промышленных испытаний, проведенных в Кавказском институте минерального сырья (КИМС) и на винзаводах треста «Арарат» (Р. Е. Богданян, 1966), установлено, что для оклейки вин наиболее качественными среди всех известных бентонитов СССР являются бентониты Саригюхского месторождения, которые с большим успехом могут быть использованы для оклейки вин. Они по качеству превосходят даже используемые в целях оклейки в настоящее время в Груз. ССР асканские бентониты.

Расчеты, на примере применения асканских бентонитов для осветления вин, показали, что оклейка асканколом 1000 дал вина на 11 руб. 48 коп. дешевле по сравнению с оклейкой при помощи органических осветлителей.

Следовательно, обеспечение потребности винодельческой промышленности только Арм. ССР в бентоколе, которая ежегодно производит около 12 млн. дал вина всех марок, приносит экономию в 137,8 тыс. руб. в год.

Вышеприведенные сугубо ориентировочные экономические расчеты показывают, что использование саригюхских бентонитов в народном хозяйстве дает исключительно большой экономический эффект: общая сумма экономии при применении саригюхских бентонитов в нефтедобывающей промышленности, в черной металлургии для окомкования железорудных концентратов, в литейном деле, в масложировой и винодельческой промышленности составит 82, 063 млн. руб. в год; общие прибыли комбината «Иджеванский бентонит», при работе комбината и карьера на полную проектную мощность, составят 21,94 млн. руб. в год.

Общая сумма капиталовложений на карьерное хозяйство, строительство заводов бентопорошков, дорог и вспомогательных коммуникаций (промышленных и непромышленных строителей) составляет 39360 тыс. руб., что при рациональной прибыли 21, 94 млн. руб. в год окупится в течение двух лет, несмотря на то, что частично уже окуплено за счет прибылей от реализации глины Ильскому заводу «Утяжелитель» с 1964 года и другим предприятиям (Соколовско-Сарбайскому комбинату — с 1968 г., Качканарскому, Северскому, Центральному горно-обогатительным комбинатам и др.)

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Абдуллаев Р. Н. — Верхнемеловой вулканизм кислой магмы северо-восточной части Малого Кавказа. Изв. АН Азерб. ССР, Серия геолого-географ. наук, № 6, 1957 (а).
- Абдуллаев Р. Н. — О возрасте эффузивов в Казахском районе Азерб. ССР (Малый Кавказ). ДАН Азерб. ССР, № 10, 1957 (б).
- Авакян Г. С. — Армянские бентониты и области их применения. — «Народное хозяйство Армении». Ежемесячный политико-экономический журнал Госплана Арм. ССР и Института экономики АН Арм. ССР, № 11, 1966.
- Авакян Г. С. — Отбеливающие земли, природные сорбенты. Бентонитовые глины. в кн. «Геология Арм. ССР», VII, неметаллические полезные ископаемые. Изд. АН Арм. ССР, 1968 (а).
- Авакян Г. С. — Об условиях образования Саригюхского месторождения бентонитовых глин. Изв. АН Арм. ССР, Науки о земле, № 5, 1968 (б).
- Авакян Г. С. — Некоторые особенности образования и закономерности размещения Саригюхского месторождения агата. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1968 (в).
- Авакян Г. С., Мироян С. Х. — Об условиях формирования агатов Саригюхского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1972.
- Авакян Г. С. — Цеолитовые породы Ноемберянского района Арм. ССР и проблемы их освоения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1973.
- Алиев М. М. — Меловые отложения междуречья Агстев-чай и Храми. ДАН Азерб. ССР, т. XII, № 8 — геология. 1956.
- Андреева Н. С. — Технические требования к бентонитам и перспективы снабжения ими фабрик окомкования. — В кн.: «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Асланян А. Т. — К стратиграфии и структуре меловых отложений Иджеванского района Арм. ССР. Изв. АН Арм. ССР, Серия естеств. наук, № 2, 1946.
- Асланян А. Т. — Региональная геология Армении. Айпетрат, Ереван, 1958.
- Асратян Г. С., Азатян Н. П., Зорабян А. И. — К вопросу осветления рафинированного хлопкового масла глинами Армении. Сб. Передовой опыт лабораторной работы в произ. водстве. Армгосиздат, Ереван, 1956.
- Атабекян А. А. — О присутствии датско-палеоценовых отложений в бассейне р. Агстев. Изв. АН Арм. ССР, серия геолого-географ. наук, т. 12, № 6, 1959.
- Бабаян А. Т. — Каталитическое действие некоторых глин Арм. ССР. — «Тр. Ереванского зооветинститута», вып. VIII, 1944.
- Башлев А. И., Кирсанов Н. В., Сабитов А. А. и др. — Перспективы выявления бентонитового сырья для окомкования железорудных концентратов. Обзор ВНИИГеолнеруд. Москва 1973.
- Бетехтин А. Г. — Курс минералогии. Издание второе, исправленное. Гос. Н. Т. Изд. литературы по геологии и охране недр. Москва, 1956.
- Бентонитовые глины Грузии и их применение в народном хозяйстве. Сборник статей, Изд. АН Груз. ССР, Тбилиси, 1953.
- Богданян Р. Е., Алавердова Э. А. — Бентониты Армении и возможность их использования в керамической и огнеупорной промышленности. Промышленность Армении, № 11, Ереван, 1964.
- Богданян Р. Е. — Экономическая эффективность применения бентонитов в винодельческой промышленности. Сборник научных работ аспирантов и соискателей НИИКС. Изд. «Митк», вып. 2, 1966.

- Богданян Р. Е.** — Экономическая эффективность применения бентонитовых глин и отходов туманянских пород в керамическом производстве. Промышленность Армении, № 5, Ереван, 1967.
- Бриндли Г. В.** — Рентгеновские методы определения и структура минералов глин. Изд. иностранной литературы. Москва, 1955.
- Викулова М. Ф.** — Исследование минералогического состава глин электронным микроскопом. «Советская геология», сб. № 39, Москва, 1949.
- Викулова М. Ф.** — Применение электронного микроскопа для изучения состава и строения тонкодисперсных пород и минералов. «Труды ВСЕГЕИ», № 2, 1950.
- Викулова М. Ф.** — Электронно-микроскопическое исследование глин. Госгеоллиздат, 1952.
- Викулова М. Ф.** — О новейших методах исследования глинистых минералов. «Труды Всесоюзного совещания работников Минерало-петрогр. лаборатории». Госгеоллиздат, 1955.
- Виноградов А. П.** — Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962.
- Витюгин В. М., Докучаев П. Н.** — К вопросу о механизме действия присадок бентонита в процессе окомкования железорудной шихты. в кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра». Москва, 1972.
- Водные вулканические стекла и поствулканические минералы.** Изд. «Наука», Москва, 1967 (Под ред. В. П. Петрова).
- Вольфсон Ф. И.** — Проблемы изучения гидротермальных месторождений. Второе изд. Гос. НТ Изд. литературы по геологии и охране недр. Москва, 1962.
- Вопросы минералогии глин.** Сборник статей. Изд. ИЛ, Москва, 1962.
- Воюцкий С. С.** — Курс коллоидной химии. Изд. «Химия», 1964.
- Гинзбург И. И.** — Стадийное выветривание минералов. В сб. «Вопросы минералогии, геохимии и петрографии», посвященный памяти акад. А. Е. Ферсмана. Изд. АН СССР, 1946.
- Гинзбург И. И.** — Стадийное выветривание слюды и хлоритов. В кн.: «Вопросы петрографии и минералогии», АН СССР, т. 2, М., 1958.
- Гинзбург И. И.** — Ближайшие задачи при решении важнейших проблем минералогии глин. — В сб. «Исследование и использование глин». Изд. Львовского университета, 1958.
- Гинзбург И. И.** — Некоторые физико-химические моменты в образовании глин. В сб. «исследование и использование глин». Изд. Львовского университета, 1958.
- Го Окамото, Такеси Окура, Куцуми Гото** — Свойство кремнезема в воде. Геохимия литогенеза. Изд. ИЛ, Москва, 1963.
- Григорович М. Б. Кирсанов Н. В.** — Ресурсы бентонитового сырья СССР и рекомендации по усилению его использования в народном хозяйстве. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Грим Р. Е.** — Минералогия глин. Изд. ИЛ. Москва, 1956.
- Дзоценидзе Г. С.** — Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. Изд. «Недра», Москва, 1969.
- Ермаков Н. П.** — О происхождении кварцевых жил и месторождений горного хрусталя. «Советская геология», № 12, 1946.
- Ермаков Н. П.** — Исследование минералообразующих растворов. Изд. Харьковского гос. унив. им. А. М. Горького, 1950.
- Заварицкий А. Н.** — Изверженные горные породы. Изд. АН СССР. 1956.
- Захарченко А. И.** — Минералообразующие растворы и генезис кварцевых жил. Госгеолтехиздат, Москва, 1955.
- Звягин Б. Б.** — Электронографическое исследование минералов монтмориллонитовой группы. ДАН СССР, т. 86, № 1, 1952.
- Зеленов К. К.** — Подводные и наземные гидротермальные процессы и их роль в осадочном рудообразовании. в кн. «Гидротермальные процессы и минералообразование в областях активного вулканизма». Труды Симпозиума, посвященного памяти акад. А. Н. Заварицкого, 23—26 марта 1960. Изд. АН СССР, 1961.

- Зорабян А. И., Азатян Н. П., Аветисян Г. М.** — Отбельные глины Армении. Маслобойножировая промышленность, № 10, Пищепромиздат, 1959.
- Жариков В. А.** — Некоторые закономерности метасоматических процессов. В кн. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». Труды 2 Конференции по околорудному метасоматозу. Изд. «Недра», Москва, 1966.
- Калашникова А. Я.** — Состояние и перспективы использования бентонитовых глин в литейном производстве. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Квирикадзе Г. А.** — Экономическая эффективность использования бентонитов в народном хозяйстве. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Келлер В. Д.** — Основы химического выветривания. В кн. «Геохимия литогенеза». Изд. ИЛ, Москва, 1963.
- Кирсанов Н. В.** — Генетическая классификация и закономерности размещения бентонитовых глин. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Кистер Э. Г.** — О применении бентонитов в бурении. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Конрад Б. Краускопф** — Геохимия кремнезема в среде осадкообразования. В кн. «Геохимия литогенеза». Изд. ИЛ, Москва, 1963.
- Конрад Б. Краускопф** — Разделение марганца и железа в осадочном процессе. В кн. «Геохимия литогенеза». Изд. ИЛ, Москва, 1963.
- Коржинский Д. С.** — Теория инфильтрационного метасоматоза с образованием реакционных минералов. Изв. АН СССР, Серия геол., № 4, 13—36, 1953.
- Коржинский Д. С.** — Зависимость активности компонентов от кислотности растворов и последовательность реакций при послемагматических процессах. Геохимия, № 7, 1956.
- Коржинский Д. С.** — Режим кислотности послемагматических растворов. Изв. АН СССР, Серия геол., № 12, 1957.
- Коржинский Д. С.** — Общие закономерности постмагматических процессов. В кн. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». Труды I Конференции по околорудному метасоматизму. Изд. «Недра», Москва, 1966.
- Куадже М. И.** — Материалы по составу и свойствам монтмориллонитовых глин. Труды мин. музея АН СССР, вып. 5, 1953.
- Леонтьев Л. Н.** — Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа. БМОИП, отд. геол. т. XXIV, ч. 4, 1949.
- Лучицкий В. И.** — Петрография, том II. Горные породы. Шестое переработанное издание. Гос. изд. геологич. литературы Мин. геол. СССР. Москва-Ленинград, 1949.
- Мак-Эван Д. Н.** — Монтмориллонитовые минералы. Сборник «Рентгеновские методы определения минералов глин». ИЛ, Москва, 1955.
- Мерабишвили М. С., Филатов С. С., Тугуши Н. П.** — Бентониты месторождения Саригюх в Армении. Сообщения АН Груз. ССР, т. XV, № 7, 1954.
- Мерабишвили М. С., Уридия Л. Я.** — К вопросу освоения бентонитовых глин месторождения Саригюх Арм. ССР. «Труды КИМС», вып. III (5), Тбилиси, 1961.
- Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. «Труды ВСЕГЕИ». Госгеолтехиздат, Москва, 1957.
- Набоко С. И.** — Современные гидротермальные процессы и метаморфизм вулканических пород. В кн. «Гидрот. процессы и минералообразование в областях активного вулканизма». Труды симпозиума, посвященного памяти акад. А. Н. Заварицкого, 23—26 марта 1960 года. Изд. АН СССР, 1961.
- Набоко С. И., Пийп Б. И.** — Современный метаморфизм вулканических пород в районе Паужетских гидротерм (Камчатка). В кн. «Гидрот. процессы и минералообразование в областях активного вулканизма». Труды симпозиума, посвященного памяти акад. А. Н. Заварицкого, 23—26 марта 1960 года. Изд. АН СССР, 1961.
- Набоко С. И.** — Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. Изд. АН СССР, Москва, 1963.

- Набохо С. И.** — Метасоматизм пород и вертикальная зональность в областях современного магмопроявления. В кн. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». Труды I Конференции по околорудному метасоматизму. Изд.: «Недра», Москва, 1966.
- Наковник Н. И.** — Определение количественного изменения вещества при гидротермальном метаморфизме. Записки Всес. минералог. об-ва. Вторая серия, часть 87, вып. 4. Изд. АН СССР, 1958.
- Наседкин В. В., Петров В. П.** — Экспериментальное получение перлитовой структуры. «Доклады АН СССР», № 2, 1962.
- Наседкин В. В.** — Водосодержащие вулканические стекла кислого состава, их генезис и изменения. Изд. АН СССР, 1963.
- Наседкин В. В., Панеш В. И.** — Гидроксил и вода в некоторых разновидностях природных силикатных стекол. В кн. «Водные вулканические стекла и поствулканические минералы». Изд. «Недра», Москва, 1967.
- Наседкин В. В. Наседкина В. Х.** — Сравнительная характеристика образцов природного и синтетического морденитов. В кн. «Водные вулканические стекла и поствулканические минералы». Изд. «Наука», Москва, 1967.
- Островский И. А.** — О диаграмме У-Т-Х для простейшего случая в системе типа силикат — вода. Изв. АН СССР, серия геологическая, № 5, 1950.
- Паффенгольц К. Н.** — Армутлы-Кульп. Геологический очерк междуречья среднего и нижнего течений рек Акстафа и Дебед (Арм. ССР). — Тр. Всес. геолог. разв. объединения, в 353., НКТП СССР, 1934.
- Петров В. П.** — Геолого-минералогические исследования уральских белых глин и некоторые выводы по минералогии и генезису глин вообще. — «Труды ИГН АН СССР», вып. 95, петрограф. серия, № 29, 1948.
- Петров В. П.** — О специфике глинистых минералов и о глинах как горной породы. Изв. АН СССР, серия геологическая, № 5, 1954.
- Петров В. П.** — Вулканическое стекло и цеолитообразование. В кн. «Водные вулканические стекла и поствулканические минералы». Изд. «Наука», Москва, 1967.
- Петросов И. Х., Цамерян П. П.** — Вещественный состав и условия образования бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений Арм. ССР. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
- Ратеев М. А.** — Глинистые минералы и их фациальная приуроченность в водоемах гумидных зон. В кн. «Исследование и использование глин». Изд. Львовского гос. университета, 1958.
- Ратеев М. А.** — Закономерности размещения и генезис глинистых минералов в современных и древних морских бассейнах. Изд. «Наука», Москва, 1964.
- Ратеев М. А.** — Аутигенное глинообразование при вулканогенно-осадочном литогенезе. В сб. «Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого». Т. I. Тр. ГИН АН СССР, вып. 195. Москва, Изд-во «Недра», 1968, с 209—242.
- Ратеев М. А.** — Особенности формирования бентонитовых глин гидротермального, вулканогенно-осадочного и осадочного (терригенного) типов. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Ратеев М. А., Муравьев В. И.** — Международная конференция по изучению глин, Токио, 1969. — «Литология и полезные ископаемые», № 3. Москва, 1971.
- Ренгартен В. П.** — Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Региональная стратиграфия СССР. Изд. АН СССР, 1959.
- Рудник В. И.** — Определение количественного изменения вещества при метасоматических процессах. Зап. Всес. минералог. о., № 6, 1962.
- Рудник В. И.** — Методы определения количественного изменения вещества при метасоматозе. В кн. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». Труды I Конференции по околорудному метасоматизму. Изд. «Недра», Москва, 1966.
- Седлецкий И. Д.** — Генезис монтмориллонита и каолинита и условия их совместного нахождения в коллоидах почв и глин. ДАН СССР, т. 22, № 8, 1939.

- Седлецкий И. Д. — Рентгенографический, термический и др. методы изучения структуры и минералогического состава коллоидов. Сборник статей под ред. проф. Антипова-Коратаева. 1941.
- Сендеров Э. Э., Хитаров Н. И. — Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. Изд. «Наука», Москва, 1970.
- Стадников Н. С. — Минералогия глин. Изд. АН СССР, Москва, 1960.
- Страхов Н. М. — Основы теории литогенеза, Т. П., Изд. АН СССР, 1960.
- Страхов Н. М. — К познанию подводного вулканогенно-осадочного породообразования. В кн. «Вулканогенно-осадочные формации и полезные ископаемые». Изд. «Наука», Москва, 1965.
- Тугуши Н. П. — Вещественный состав бентонитовых глин месторождения Саригюх Арм. ССР. — «Труды КИМС», вып. III(5), Тбилиси, 1961.
- Чухров Ф. В. — Коллоиды в земной коре. Изд. АН СССР, 1955.
- Шоболов С. П. — Новые данные по гидротермальному генезису месторождений бентонитовых глин. В кн. «Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве». Изд. «Недра», Москва, 1972.
- Ames L. L., Sand L. B., Goldich S. S. Contribution on the Hector, California, bentonite deposit. *Geol. Soc. Am. Bull.* vol. 67, 1956, p. 1665.
- Ames L. L., Sand L. B., Goldich S. S. A contribution on the Hector, California, bentonite deposits. *Econ. Geol.*, N. 1, 1958.
- Cennedy G. C. Pneumatolysis and liquid inclusions method of geologic thermometry. *Econ. Geol.* vol. 45, N 6, 1950.
- Green-Kelly R. Identification of montmorillonoids. *J. Soil. Sci.*, vol. 4, 1953, p. 233—237.
- Grim R. E. Petrography of the Fullers earth deposit, Olmstead, Illinois, with a brief study of some Non-Illinois Earths. *Econ. Geol.* 28, 1933.
- Hauser E. A., Reynolds H. H. Alteration of glasses to montmorillonite. *Amer. Miner.* 24, 1939, p. 590—598.
- Hawkins D. B., Roy R. Experimental hydrothermal studies on rock alteration and clay mineral formation. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, vol. 72, N. 10, 1963.
- Hay R. L. Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks. *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, N. 85, 1966.
- Ingerson E. — Liquid inclusions in geologic thermometry. *Amer. Miner.* vol., 32, N. 7—8, 1947.
- Roy D. M., Roy R. An experimental study on the formation and properties of synthetic serpentines and related layer silicate minerals. *Amer. Miner.* vol. 39, N. 11—12, 1954, p. 974—975.
- Roy D. M., Mumpton F. Stability of minerals in the sistem $ZnO-SiO_2-H_2O$. *Econ. Geol.* vol. 51, N. 5, 1956.
- Slaughter M., Earley I. W. Mineralogy and geological significance of the Mowry Bentonites, Wyoming. *Geol. Surv. Amer. Spec. Papers*, N. 83, 1965, p. 1 — 114.
- Steiner A. Hydrothermal rocks alteration on Wairakei, New Zealand. Reprinted from *Econ. Geol.*, vol. 48, N. 1, 1953.

ФОНДОВАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Аракелян М. А., Айвазян Ц. М. — Геологическое строение междуречья средних течений рр. Дебед и Агстев. Рукопись. Фонды УГ СМ Арм. ССР, 1961.
- Асланян А. Т. — Стратиграфия и тектоника мезозойских отложений Ноемберянского и Шамшадинского районов в связи с их возможной нефтеносности. Рукопись. Фонды УГ СМ Арм. ССР. 1953.
- Асратян Г. С. — Изучение адсорбционных свойств некоторых глин Армении для очистки нефтепродуктов. Канд. дисс. Рукопись. Библиотека Ереванского зооветинститута. 1950.

- Асратян Г. С.** — Комплексное физико-химическое изучение монтмориллонитовых глин Армении и разработка на их основе промывочных жидкостей, осветляющих материалов и катализаторов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Рукопись. Библиотека Ер. зооветинститута. 1970.
- Атабекян А. А.** — Стратиграфия меловых отложений бассейна рек Агстев и Инджа-су. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Рукопись. Библиотека Ер. Гос. Университета. 1954.
- Гюрджян А. А., Акопян К. А.** — Сводный отчет Воскепарской ПСП по работам 1958—1961 гг. Рукопись. Фонды УГ СМ Арм. ССР. 1962.
- Туманян Г. А.** — Геология месторождений бентонитовых глин СЗ части прикуринской тектонической зоны (отчет поисково-тематического отряда на бентонитовые глины за 1962—64 гг. Сводный). Рукопись. Фонды УГСМ Арм. ССР. 1965.
- Туманян Г. А., Чубарян Г. А.** — Геологическое строение бассейна средних течений рр. Улханы и Инджа-су (отчет по работам Кохбского ПСО комплексной партии за 1964—1965 гг.). Рукопись. Фонды УГСМ Арм. ССР. 1966.
- Торосян А. М., Матасян Р. А.** — Отчет о поисково-разведочных работах, произведенных в 1960—61 гг. на Ноемберянском месторождении бентонитовых глин Ноемберянского района Арм. ССР. (с подсчетом запасов на 1/1—1962 г.) Рукопись. Фонды У. Г. СМ Арм. ССР., 1962 г.
- Хакимов А. Х.** — Особенности агата и хрусталеобразования в основных эффузивах. Автореферат канд. дисс. Рукопись. Москва, 1966.
- Шаронов Б. Н.** — Условия образования и закономерности размещения месторождений агата в Ахалцихском районе Груз. ССР. Автореферат канд. дисс. Ленинград. 1965.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	стр. 3
ВВЕДЕНИЕ	5
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕНТОНИТАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ	7
КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН	10
А. САРИГЮХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ	22
1. Краткая геологическая характеристика	22
2. Магматизм	30
3. Бентонитовые глины	36
4. Тектоника месторождения	43
1. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД	50
1. Неглинистые минералы	50
а. Минералы легкой фракции	51
б. Минералы тяжелой фракции	52
2. Глинистые минералы	53
а. Рентгенографическая характеристика	53
б. Электронномикроскопическая и электронографическая характеристики	60
в. Термическая характеристика	67
г. Ионообменная способность саригюхских глин	69
д. Дисперсность	73
3. Характеристика химического состава бентонитовых глин и материнских их пород	75
4. Поведение малых элементов в материнских породах и их измененных разностях	90
II. О ГЕНЕЗИСЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН	91
1. Об условиях образования Саригюхского месторождения бентонитовых глин в парагенезисе с агатом и марганцем	99
Б. НОЕМБЕРЯНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ	135
1. Краткая геолого-петрографическая характеристика	135
2. Субвулканические породы	145
3. Бентонитовые глины	147
1. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ВМЕЩАЮЩИХ (МАТЕРИНСКИХ) ТУФОГЕННЫХ ПОРОД	151
1. Неглинистые минералы	151
а. Минералы легкой фракции	151
б. Минералы тяжелой фракции	152
в. Цеолиты	153
2. Глинистые минералы	156
а. Рентгенографическая характеристика	157
б. Электронномикроскопическая и электронографическая характеристики	159
в. Термическая характеристика	160

г. Обменные катионы и емкость поглощения	168
д. Дисперсность.	172
3. Характеристика химического состава бентонитовых глин и предшествующих им цеолитовых туфов Ноемберянского месторождения	174
4. Малые элементы	181

II. ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ НОЕМБЕРЯНСКОГО

МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН	183
---	-----

В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	191
--------------------------------	-----

I. САРИГЮХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ	195
--	-----

1. Саригюхские бентониты для нужд глубокого бурения	195
2. Саригюхские бентониты в качестве формовочных материалов	205
3. Саригюхские бентониты как сырье для окомкования железорудных концен- тратов.	209
4. Саригюхские глины как адсорбенты	214
5. Саригюхские бентониты как катализаторы	217
6. Прочие области применения саригюхских бентонитов	220
а. Применение саригюхских бентонитов в производстве фаянса и огнеупоров	220
б. Применение саригюхских бентонитов в винодельческой промышленности	222

II. О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	223
--	-----

Г. ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БЕНТОНИТОВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	228
---	-----

ЛИТЕРАТУРА	235
----------------------	-----

ГРАЧИК САРКИСОВИЧ АВАКЯН

БЕНТОНИТЫ
В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

Спец. редактор Н. В. Кирсанов
Редактор Г. А. Айвазян
Художник Ан. В. Гаспарян
Худ. редактор Б. В. Мазманиян
Техн. редактор Л. Г. Пирузян
Контрольный корректор А. А. Азарян

Сдано в набор 9/XII 1975 г. Подписано к печати 17/V 1977 г.
Бумага тип. № 1, $70 \times 108^{1/16}$ Печ. л. 15,25=21,35 усл. печ. л. Уч.-изд. 17,86+1 вкл. л.
ВФ 03228 Заказ 2614 Тираж 1000 Цена 1 р. 55 к.
Издательство «Айастан», Ереван-9, ул. Теряна, 91.
Полиграфкомбинат им. Акопа Мегапарт Госкомитета Совета Министров Арм. ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ереван, Теряна, 91

2387

ЦЕНА 1 РУБ. 55 КОП.



2387

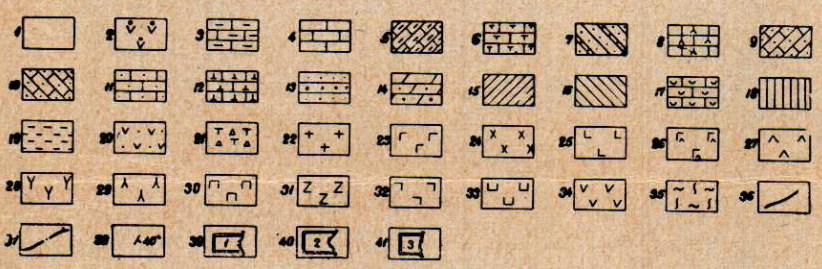
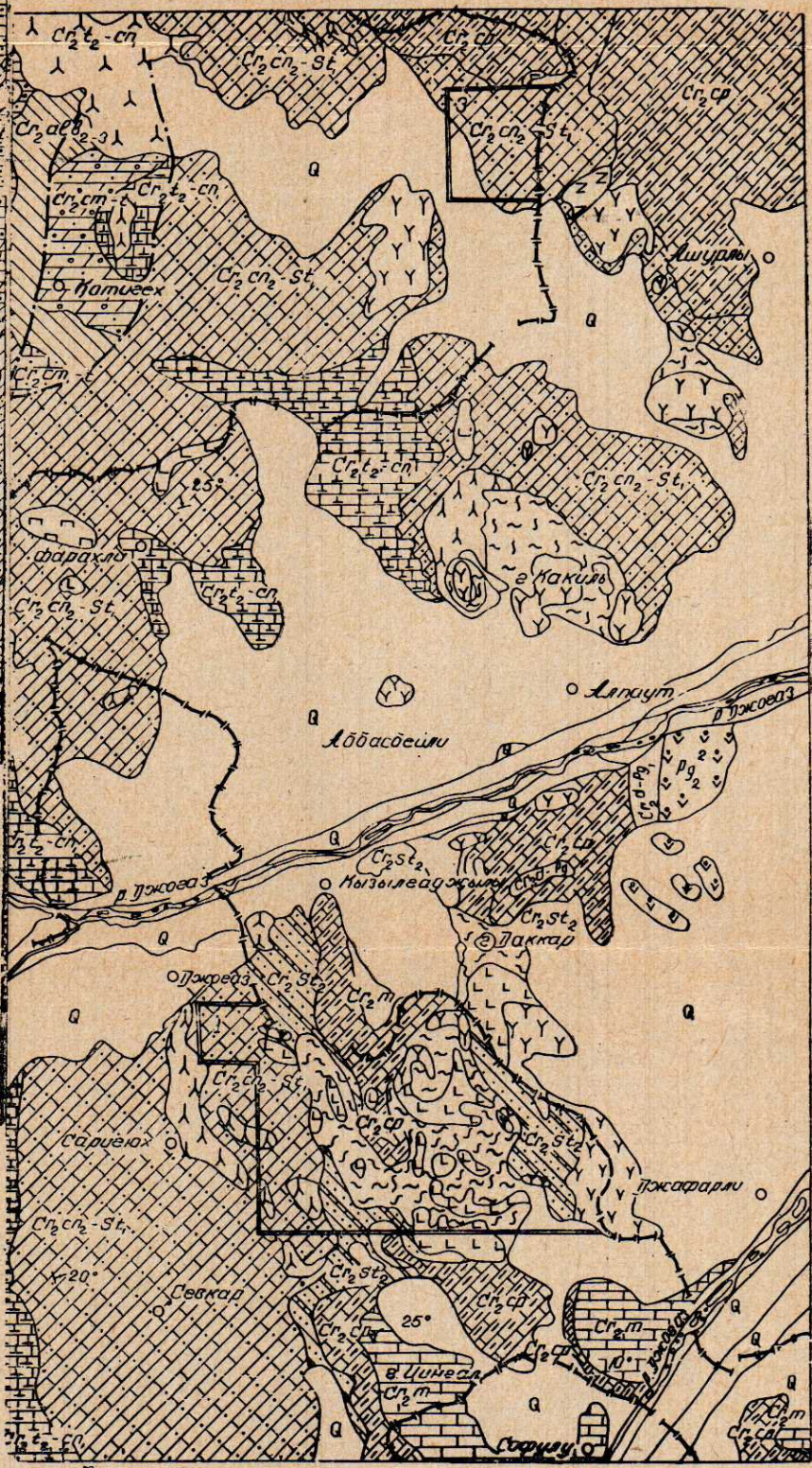
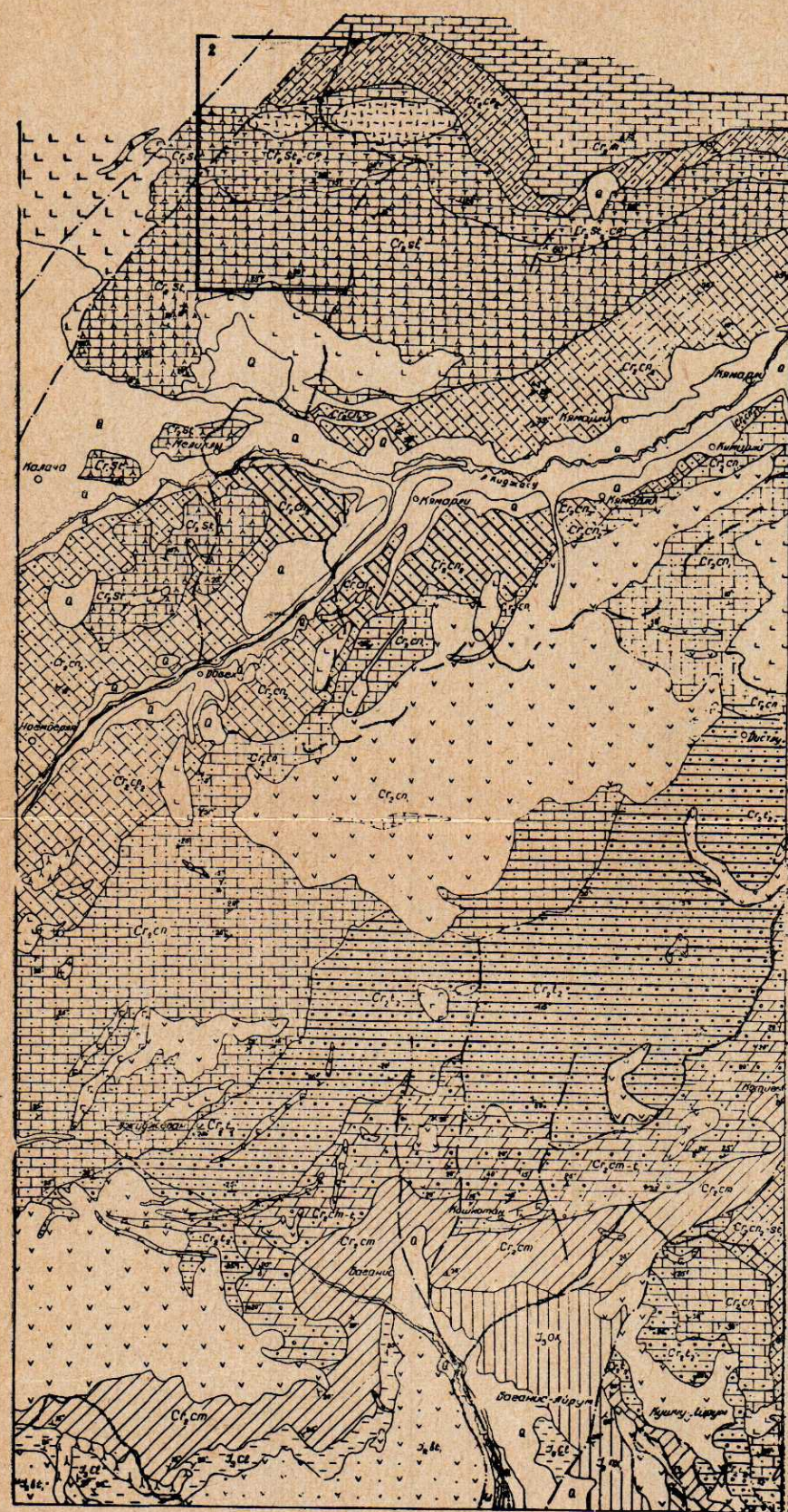


Рис. I. Обзорная геологическая карта юрских и меловых отложений северо-восточной части Иджеванского и восточной части Ноемберянского районов Арм. ССР и, западной части Казахского района Азерб. ССР.

1. Современные аллювиально-делювиальные отложения.
2. Средний эоцен. Андезитовые порфириты с линзами песчаников.
3. Дат-палеоцен. Светлые массивные известняки и мергели.
4. Маастрихт. Толстослоистые грубообломочные органогенные известняки.
5. Верхний кампан. Тонко и среднеслоистые органогенные известняки с прослоями хрупких мергелей.
6. Верхний сантон — нижний кампан. Цеолитизированные и бентонитизированные пеплово-пемзовые туфы, туффиты, туфопесчаники и туфобрекчии с прослоями кремнистых и органогенных известняков.
7. Верхний сантон. Песчаники, известковистые песчаники, туфопесчаники с прослоями известняков.
8. Нижний сантон. Мелкозернистые органогенные известняки, песчаники, туфопесчаники и туффиты с перемежающимися слоями грубозернистых микроконгломератовидных туфопесчаников и дацитовых туфов.
9. Верхний коньяк — нижний сантон. Органогенные известняки, известковистые и полимиктовые песчаники с прослоями туффитов и туфопесчаников.
10. Верхний коньяк. Известняки, известковистые песчаники и грубозернистые песчаники с базальными конгломератами в основании.
11. Нижний коньяк. Известняки, микроконгломератовидные известковистые песчаники, туфоконгломераты с прослоями туфопесчаников.
12. Верхний турон — нижний коньяк. Известняки, песчаные известняки, мергелистые известняки, агломератовые туфы, туфоконгломераты, туфобрекчии.
13. Верхний турон. Песчаники, конгломераты, туфоконгломераты, туфобрекчии с прослоями туфопесчаников и известковистых песчаников.
14. Сеноман — нижний турон. Толсто и тонкослоистые известняки, грубозернистые песчаники, туфопесчаники и туфоконгломераты.
15. Сеноман. Конгломераты, песчаники, известковистые песчаники, туфобрекчии и порфириты.
16. Средний — верхний альб. Песчаники, известняки, туфопесчаники и конгломераты в основании.
17. Лузитан-титон. Массивные, толстослоистые доломитизированные известняки и песчаные известняки с прослоями фиолетовых туффитов и туфопесчаников.
18. Нижний оксфорд. Известняки, песчаные известняки, туфогенные песчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты и порфириты.
19. Келловей. Песчаники, туфопесчаники, глинистые сланцы, реже порфириты и туфобрекчии.
20. Нижний бат. Порфириты с прослоями и линзами туфогенных песчаников.
21. Верхний байос-нижний бат. Туфобрекчии, порфириты с линзами песчаников и туфопесчаников.

Интрузивные породы.

22. Плагииграниты послевеерхнеконьякские.
23. Габбро, габбро-диориты и диорит-порфириты предвеерхнеконьякские.
24. Гранодиориты.

Субинтрузивные породы.

25. Оливиновые долериты, базальтовые порфириты, андезито-базальты, силлы и дайки.
26. Габбро-диабазы и диабазовые порфириты, дайки.
27. Диориты, силлы.
28. Липариты, кварцевые порфиры, липарито-дациты, дациты, трахидациты, силлы и дайки.
29. Дациты, андезито-дациты, силлы и дайки.
30. Диорит-порфириты, силлы.
31. Альбитофиры, силлы.
32. Андезиты, андезито-дациты, трахиандезиты, силлы и дайки.
33. Диабазы, силлы и дайки.
34. Андезитовые порфириты, силлы и дайки.
35. Бентонитовые глины и бентонитизированные породы.

36. Контуров пород.
37. Тектонические нарушения.
38. Элементы залегания пород.
39. Саригюхское месторождение щелочных бентонитов.
40. Ноемберянский месторождение щелочно-щелочноземельных бентонитов.
41. Шаваршаванское проявление бентонитов.