

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Т. А. АВАКЯН

ДИАТОМИТЫ СИСИАНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ
АРМЯНСКОЙ ССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1974

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐՈՒԹՅԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Թ. Ա. ԱՎԱԳՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՍԻՄԻԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ
ԴԻԱՏՈՄԻՑՆԵՐԸ

(ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ, ԾԱԳՈՒՄԸ ԵՎ, 098ԱԳՈՐԾՄԱՆ
ՀԵՇԽԱԿԱՐՆԵՐԸ)

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԱ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ 1978

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

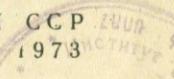
Т. А. АВАКЯН

ДИАТОМИТЫ СИСИАНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР

(ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ГЕНЕЗИС И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ)

8/3

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН



В предлагаемой работе приводятся основные результаты изучения вещественного состава диатомитов Сисианского месторождения Арм.ССР, литолого-петрографическое расчленение диатомитовой толщи, а также минеральный состав и характер распределения элементов-примесей в разновидностях диатомитов. Впервые приводятся данные о монтмориллонитовом составе глин некоторых глинистых диатомитов Сисианского месторождения.

Приводятся результаты диатомового анализа: диатомовые формы, в том числе породообразующие, количество целых панцирей и т.д.

Большой интерес представляет выяснение условий образования диатомитовых пород. Установлены важнейшие факторы, необходимые для образования и развития диатомей в водоеме.

Приводятся результаты лабораторно-обогатительных исследований сисианских диатомитов и отмечаются перспективы их использования.

В конце работы приводятся основные научные выводы и практические рекомендации.

Ответственный редактор П.П.ЦАМЕРЯН

В В Е Д Е Н И Е

Среди известных в Армении многочисленных месторождений диатомитов Сисианское месторождение выделяется по значительным своим размерам как по площади распространения, так и по мощности продуктивной толщи. Однако исследования здесь велись лишь на отдельных участках отрывочно и бессистемно.

В связи с этим, объектом наших исследований явилось именно это месторождение, причем был охвачен комплекс вопросов вещественного состава (минералого-петрографический, микропалеоботанический, химический), генезиса и перспектив использования диатомитов Сисианского месторождения.

Основными задачами исследований явились:

1. Уточнение стратиграфического положения сисианской диатомитовой толщи и его взаимоотношения с горисской и ишхансарской толщами.

2. Детальное литолого-петрографическое расчленение диатомитовой толщи и составление послойных разрезов для наиболее перспективных участков (Шамб, Дарабас и др.).

3. Микропалеоботаническое изучение диатомитов (диатомовый анализ) с целью выяснения условий обитания диатомей и характера палеоводоема.

4. Изучение вещественного состава и характера распределения элементов-примесей в выделенных разновидностях диатомитов.

В процессе исследований применялись химический (150), термический (40), рентгеноструктурный (30), электронно-микроскопический (20), спектроскопический (140) анализы.

В результате детального диатомового анализа, минералогического и петрографического изучения разновидностей диатомитов определено более 200 видов диатомей, установлено более пятидесяти минералов, в диатомитовой толще выделено пять литологических горизонтов, причем диатомиты петрографически расчленены на шесть разновидностей.

На основе всестороннего изучения собранного большого фактического материала показаны вероятные источники кремнезема и пути его поступления. Для Сисианского диатомитового бассейна установлено наличие двух этапов осадконакопления.

Лабораторными опытами выявлена возможность рационального

обогащения сисианских диатомитов, продукты обогащения которых могут найти применение в промышленности.

Аналитические работы проводились в лабораториях ИГН АН Арм.ССР, НИИКСа, Управления геологии Совета Министров Арм.ССР. Диатомовый анализ проводился в лаборатории кафедры низших растений Ленинградского государственного университета. Анализы выполнялись автором при консультации В.С.Порецкой и О.С.Короткевич.

Настоящая работа выполнялась в отделе неметаллических полезных ископаемых ИГН АН Армянской ССР и в отделе неметаллических полезных ископаемых ИГЕМ АН СССР под научным руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора В.П.Петрова. Как при полевых, так и в камеральных исследованиях автору оказывал систематическую помощь зав.отделом неметаллических полезных ископаемых ИГН АН Арм.ССР кандидат геолого-минералогических наук П.П.Цамерян.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сисианское диатомитовое месторождение распространяется на значительной территории между селениями Базарчай, Яйджи и Татев и в административном отношении расположено в Сисианском и частично в Горисском районах. Ближайшей ж.д.станцией является Кафан, находящаяся в 100 км от пос.Сисиан. Между Сисианом и Ереваном имеется регулярное авиасообщение. В районе месторождения проходят шоссейные дороги, связывающие следующие населенные пункты: Ереван-Сисиан-Горис-Кафан и Ереван-Нахичеван-Сисиан.

Сисианский район находится в юго-восточной части республики, на Сюникском вулканическом нагорье. Он является типичным горным районом и занимает бассейн верхнего и среднего течений р.Воротан. С юга район ограничен Баргушатским хребтом, являющимся водоразделом бассейнов рр.Гехи и Вохчи (на юге), р.Воротан (на севере), а с запада - Сюникским хребтом, который здесь имеет близмеридиональное направление, но затем он поворачивает на восток и протягивается в широтном направлении до Баргушатского хребта; далее хребет снова приобретает меридиональное направление. Сюникский хребет служит водоразделом бассейнов рр.Арпа и Воротан, а также рр.Воротан и Нахичеван. Сюникский хребет известен своими перевалами, из которых можно отметить два высоких: Терпский (2330 м) на севере и Сисианский (2346 м) на юге, по которым проходят упомянутые шоссейные дороги.

На север-северо-востоке граница месторождения проходит по Уч-Тапаллярскому плато, которое относится к восточной части Ишхансарского хребта и находится на границе Горисского и Сисианского районов.

Главной водной артерией является р.Воротан, берущая начало с Сюникского хребта и впадающая в р.Аракс на территории Азербайджанской ССР. Река Воротан то врезается в коренные породы и образует узкие каньоны, то выходит на равнину и протекает по широкой долине. Она протекает по разным комплексам пород (начиная с четвертичных и до палеозойских включительно), чем и обусловлен асимметричный характер ущелья. Здесь текут многочисленные ее притоки - Ариглы, Сисиан, Лернашен, Айри, Ахметты, Горис, Бугур и др. На р.Воротан, имеющей большой перепад, заканчивается сооружение мощной Татевской ГЭС.

Район богат многочисленными родниками, выходящими по контакту четвертичных лав и третичных вулканогенных пород.

Другая группа родников связана с диатомитовой толщей, являющейся водоупором, способствующим накоплению подземных вод.

Район безлесен, местами наблюдаются пышные альпийские луга.

Северная часть Сисианского района отличается сравнительно хлодным климатом: в с.Базарчае средняя годовая температура +2,7°, в Сисиане - +6,6°. Среднегодовое количество осадков возрастает с юга на север: в Сисиане - 350 мм, Ангехакоте - 454 мм, а в Базарчае - 520 мм, причем максимальные осадки приходятся на апрель и май месяцы.

Основное занятие населения скотоводство, местами земледелие.

Сисианский район, после Г.Абиха, изучался такими крупными специалистами, как К.Н.Паффенгольц, В.Н.Котляр, И.Г.Магакьян, С.С.Мкртчян, А.А.Габриелян и другие. Названные исследователи изучали стратиграфию, тектонику района или отдельные месторождения полезных ископаемых, но диатомитовой толщей занимались лишь очень немногие.

Среди них первым следует назвать А.Н.Соловкина (1937, 1939), который исследовал горисскую толщу вулканогенно-обломочных пород и высказал мнение о четвертичном ее возрасте.

В 1937 г. Сисианский район изучал В.Н.Котляр, параллелизовавший сисианскую диатомитовую толщу с кисатибскими диатомитами Ахалцихского района, а также с позднеплиоценовыми отложениями, расположенными у с.Личк Мегринского района.

В 1938 г. А.М.Арутюнян проводил поисковые работы в районе сс.Шамб, Дарабас, Нораван, Уз с целью выявления и оконтуривания здесь высококачественных диатомитов. Им было рекомендовано детальное изучение Нор-Аванского месторождения.

В 1939 г. А.Н.Криштофович исследовал диатомовую ископаемую флору бассейна р.Воротан (на участке сс.Дарабас-Уз-Шамб) и определил плиоценовый ее возраст.

В 1946 г. найденный отпечаток скелета рыбы в диатомитовых отложениях района с.Шамб В.И.Владимировым (1946) был определен как форель из семейства Salmoridae лососевых и представлял новый вид *Salmo-derthavini* n.sp. По мнению Державина и Владимира, он принадлежит к пресноводному типу.

В 1933-1946 гг. большую работу провел К.Н.Паффенгольц, чьи труды по геологии и стратиграфии Армении общеизвестны.

В 1946 г. А.А.Габриелян занимался исследованием третичных отложений в бассейне р.Воротан. Он определил возраст диатомитовой толщи как поздний плиоцен - ранний четвертичный, что подтвердилось и нашими данными. Далее в 1948 г. А.А.Габриелян и А.Л.Тахтаджян, изучая пресноводные, в частности, диатомитовые отложения Армении, коррелировали их с соответствующими вулканическими образованиями. А.Л.Тахтаджяном была собрана большая коллекция ископаемой флоры, определение которой дало ему основание заключить, что сисианские диатомиты не могут быть древнее позднего плиоцена.

В 1949-1952 гг. П.Л.Епремян изучал геологическое строение и металлогению северной и северо-восточной частей Зангезура. Он составил геологическую карту которая послужила основой при производстве нами полевых исследований.

В 1951-1955 гг. А.П.Демехинным были охарактеризованы источники питания, условия формирования и выходы подземных вод, приуроченных к диатомитовой толще Сисианского района.

В 1962 г. А.О.Мартиросян проводил поисковые работы в районе месторождений Нор-Аван, Шамб, Дарабас, Урут, Уз с целью выявления и оконтуривания в пределах этих залежей высококачественных диатомитов. Однако, поиски положительных результатов не дали. В 1959-1966 гг. в Сисианском районе проводились большие гидрогеологические работы Управлением геологии. Из этих работ можно отметить особенно работы А.А.Хачатряна, который подробно изучил гидрогеологические условия правобережья и левобережья р.Воротан.

В 1965 г. Ю.В.Барановым и Л.А.Игнатьевым изучались геохимические закономерности размещения повышенной концентрации редких элементов в диатомитовой толще. По их данным содержание бора в диатомитах будто достигает 10%, на основе чего была организована геологическая партия Управления геологии с целью выявления промышленных концентраций бора в диатомитах. Однако последующими работами приведенные выше данные не подтвердились - содержание бора было резко завышено.

Управлением геологии в Сисианском районе проводятся работы по выявлению и разведке высококачественных диатомитов.

Г л а в а I

КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА И МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При проведении геологических исследований в поле нами особое внимание уделялось неогеновым, а также антропогенным отложениям. Поэтому более древние геологические образования района здесь описываются весьма кратко и в основном по литературным данным.

П а л е о з о й

Палеозойские породы в Сисианском районе не пользуются широким распространением и представлены порфиритами, роговиками и туфобрекчиями. Эти древние породы распространены в центральной части Сисианского района (юго-восточнее с.Уэ), в южной (к северо-востоку от с.Дастакерт) и юго-восточной (к северо-востоку от с.Лцен). Палеозойская вулканогенная толща на Татев-Сваранцском участке налегает на кристаллические сланцы, раннепалеозойский-допалеозойский возраст которых впервые обоснован П.Л.Епремяном (1953). Названным автором вулканогенная толща условно отнесена к девону.

Н и ж н и й м е л - б а р р е м

Отложения баррема распространены в юго-восточной части района (г.Шиштапа) и представлены окременными известняками северо-восточного близмеридионального простирания, с падением слоев на СЗ 285° под углом $25-30^{\circ}$. Они налегают на туфиты и покрываются мергелями, конгломератами и песчаниками. Последние в районе горы Петрос-Хач (Горисский район) вблизи с.Татев фаунистически охарактеризованы как позднемеловые. В этих породах П.Л.Епремяном собрана фауна, среди которой В.П.Ренгарденом, Н.П.Луповым, М.С.Эристави определены *Barremites*, *Hibolites* sp., *Terebratula* sp., *Cidaris* sp. и ряд других форм, подтверждающих барремский возраст вмещающих пород.

А л ь б (?)

Альбские породы в Сисианском районе представлены двумя

комплексами: 1) нижний комплекс сложен конгломератами, аргиллитами, мергелями и песчаниками и 2) верхний комплекс – порфиритами, их туфами и туфобрекчиями. Породы нижнего комплекса в Сисианском районе развиты в основном на южном склоне горы Шиштапа, где представлены конгломератами, аргиллитами, мергелями и песчаниками. Они сильно дислоцированы, слои падают на юго-запад под углами 50–70°, мощность 250–300 м. Названные породы нижнего комплекса трансгрессивно налегают на окременные известняки баррема, а сами согласно покрываются порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, т.е. породами верхнего комплекса.

Породы верхнего комплекса в районе нижнего течения р.Шенатаг у с.Лцен уходят под роговики палеозоя, т.е. палеозойские роговики надвинуты на них. К западу от с.Татев породы верхнего комплекса (порфириты) покрываются фаунистически охарактеризованными сеноманскими и туронскими породами; собранная отсюда П.Л. Епремяном фауна определена М.С.Эристави как *Terebratula biplicata* (Broechi) sow.*Duvalia* sp.ind.*Rinna affrobinaldina* dorb.

Кроме того, описываемые породы аналогичны альбским породам, слагающим бассейн р.Акери, описанным Э.Ш.Шихалибейли (1952).

П а л е о г е н

Палеоген в Сисианском районе представлен вулканогенными породами среднего и верхнего эоцена и олигоцена.

Средний эоцен довольно широко распространен здесь и представлен двумя комплексами: нижним и верхним.

Нижний комплекс представлен туффитами, туфосланцами с прослойками порфиритов. Эти породы занимают значительную площадь к югу, юго-западу и северо-западу от с.Сисиан, в окрестностях сс.Аравус, Ахкенд, Ангехакот, Борисовка, в 1,5 км к востоку от с.Толорс и в других местах. Породы нижнего комплекса на различных участках покрываются разными породами. Так, например, к югу от с.Мазра туффиты нижнего комплекса, имеющие северо-западное простижение с падением слоев на ЮЗ 240° под углом 50–70°, несогласно покрываются андезито-липаритовыми лавами и их туфами, в основании которых отмечены базальные конгломераты, гальки которых состоят из разных пород эоценового возраста. В районе с.Шукяр те же туффиты покрываются пироксеновыми порфиритами. Они обнажаются на небольшом участке вблизи с.Борисовка, в ущелье

р. Воротан, имеют северо-западное простиранье с падением на СВ $20-30^{\circ}$ под углом $30-45^{\circ}$. Такие же туффиты обнажаются еще в ряде других мест.

К верхнему комплексу среднего эоцена относятся серо-зеленоватые пироксеновые порфириты, их туфы и туфобрекчи, которые согласно налегают на вышеописанные туффиты и туфосланцы. Породы верхнего комплекса протягиваются от горы Мурхуз на северо-запад, охватывая район верховья р. Дали-чай, среднего течения рр. Тахтакерпи и Салвард. В долине р. Аригли они вовсе отсутствуют, что объясняется интенсивностью доверхнеэоценового размыва. Среднеэоценовый возраст описываемых пород как нижнего, так и верхнего комплекса определяется по нуммулитам: впервые здесь нуммулиты были собраны горными инженерами Архиповым, Халатовым и Цулукидзе, среди которых были определены среднеэоценовые формы; повторно собирались нуммулиты В. Н. Котляром, А. В. Крежечковским и К. Н. Паффенгольцем, причем определения Б. Ф. Мейфферта не оставляют сомнений в их среднеэоценовом возрасте (лютетский век).

Верхний эоцен. Верхнеэоценовая толща имеет небольшое распространение, обнажаясь в Сисианском районе лишь в некоторых местах на правом берегу р. Воротан, а также и в соседнем Азизбековском районе. Залегает она на среднем эоцене согласно. Максимальная мощность толщи достигает 300 м. Верхнеэоценовые породы в Сисианском районе, представленные андезитами и их туфобрекчиями, обнажаются на участках верхних течений рр. Тахтакерпи и Салвард и у фермы с. Ацаван, где наглядно видно как андезиты и их туфобрекчи совершенно согласно налегают на среднеэоценовые порфириты и их туфобрекчи. Аналогичные андезиты и их туфобрекчи за пределами района развиты на большой площади в районе горы Амулсар, откуда они протягиваются дальше на восток до с. Сайбалу и на север до долины р. Шальва и далее до минерального источника "Кучук Истису" (Азербайджанская ССР). Здесь, у с. Шальва Э. Шихалибейли установил, что андезиты и их туфобрекчи (Амулсарский горизонт) согласно налегают на среднеэоценовые известняки с обильной нуммулитовой фауной. Таким образом, везде лавы Амулсарского горизонта налегают на среднеэоценовые породы. Кроме того, в районе с. Кочбек и Джул отмеченные андезиты покрывают конгломерато-песчанистой толщей, причем гальки конгломератов состоят из пород амулсарской толщи. По микрофаунистическим

данным (Епремян, 1953) конгломерато-песчанистая толща относится к миоцену. Следовательно андезиты и их туфобрекции древнее миоцена, но моложе среднего эоцена.

Олигоцен в Сисианском районе представлен двумя комплексами: 1) нижним и 2) верхним.

1. Породы нижнего комплекса представлены конгломератами, туфоконгломератами, песчаниками, туфопесчаниками и туфобрекциями. Эти породы распространены вблизи с.Брнакот, у подножья горы Чинавер и на других участках. Мощность их доходит до 60-70 м.

Собранная здесь микрофауна *Planorbella*, по определению Н.И.Субботиной, относится к хадумскому времени олигоценовой эпохи. Кроме того, конгломераты состоят исключительно из эоценовых туфлитов и являются базальными для олигоцена.

2. К верхнему комплексу относятся андезиты, туфы и туфобрекции, которые согласно налегают на породы хадумского горизонта, как это наблюдается, например, у горы Чинавер, где видно также, что породы верхнего комплекса перекрываются липаритами позднемиоценового-раннеплиоценового возраста.

Н е о г е н

К нижнему миоцену в Сисианском районе отнесены туфы и туфобрекции среднего и кислого андезито-липаритового состава. Они развиты в основном в бассейне р.Сисиан и в верховье р.Шенатаг и обнажаются у с.Джамартлу, Салвард, Ацаван, Брнакот. Здесь эти андезито-липаритовые породы налегают на пироксеновые порфиры среднего эоцена, а местами (у с.Джамартлу, Аравус и др.) они налегают также и на гранодиориты Джамартлинского массива. Породы имеют пологое падение ($10-15^{\circ}$) и залегают на эоценовых отложениях несогласно. Подобные туфы встречаются и в районе верховья р.Шенатаг и в ур.Татни, где они подстилаются интрузивными породами Татниского граносиенитового массива и палеозойскими порфритами и их туфобрекциями.

Верхний миоцен представлен здесь конгломератами, различными глинами, песчаниками, которые обнажаются в виде островков среди более молодых пород в районе с.Мазра, южнее от него у фермы с.Шуккар и т.д. Мощность пород этого возраста не постоянна. Так, например, у с.Мазра эта толща конгломератов и глин шоколадно-коричневого и серого цвета имеет мощность от 25 до 45 м. В 20 км к

югу от с.Мазра толща несогласно налегает на эоценовые туфы и порфириты, а сама перекрыта плотными массивными андезитами и андезито-базальтами серого цвета, переходящими в андезито-дациты, дациты и их туфы. Эти породы широко распространены в районе горы Гумарчах, а также в районе минерального источника "Кучук Истису" (Азерб.ССР), где налегают на эоценовые зеленоватые порфириты амулсарской толщи, а сами покрываются липаритами и обсидианами Памбакского и туфобрекчиями Агдабанского горизонтов. Среди глин этой толщи в Сисианском районе развиты еще соленосные глины, которые распространены у фермы с.Шукяр, а также у южного подножья горы Кочбек, недалеко от дороги Сисиан-Нахичеван. Здесь соленосные глины налегают на туфы олигоцена; они синхронны с нахичеванскими и приереванскими соленосными глинами, относящимися к верхнему миоцену. Аналогичные глины обнажаются у с.Али-Кулиушаги, где толща покрывается фаунистически окартизованными позднеплиоценовыми отложениями.

Позднемиоценовые и раннеплиоценовые образования представлены липаритами, обсидианами, туфопесчаниками, пемзовыми песчаниками, конгломератами и туфоконгломератами и, наконец, андезитами, дацитами, андезито-дацитами и их туфами и туфобрекчиями. Липариты и обсидианы распространены в основном в западной части Сисианского района между с.Салвард и Чинавер, у гор Кочбек и Ахджа, отдельные выходы имеются между с.Барцраван и Бринакот и на Сисианском перевале. Везде эти породы или образуют экструзивные конусы, или имеют дайкообразную форму, прорывая породы олигоценового и эоценового возраста. Они серые, светло-серые, иногда с красноватым оттенком, полосчатые и плитчатые.

Большое распространение имеют липариты и обсидианы в верховьях р.Воротан, где они покрываются четвертичными андезито-базальтами. Аналогичные липариты и обсидианы имеют большое распространение на Памбакском хребте, откуда и получили наименование "памбакского горизонта". Породы другого комплекса этого же возраста - туфопесчаники, пемзовые песчаники, конгломераты и туфоконгломераты - распространены в западной части Сисианского района: на участке Сисианского перевала, у горы Салвард и в других местах, где они имеют линзообразные формы, подстилаются андезито-дацитами и покрываются андезито-базальтами.

Местами, как например, от с.Кочбек к юго-западу, породы

этого комплекса, представленные пемзовыми песчаниками, покрываются липаритами и обсидианами, сами же несогласно налегают на эоценовые породы.

Третий комплекс пород этого же возраста - андезиты, дациты, андезито-дациты и их туфы и туфобрекции имеют широкое распространение в юго-западной и северо-западной частях района до с.Базарчай. Наиболее широко развиты они в районе горы Агдабан. Форма залегания пород пластообразная и линзообразная. Породы этого комплекса налегают с резким угловым несогласием на разные горизонты эоценовых и олигоценовых пород, а также и на интрузивные породы: например, у с.Борисовка и Барцраван, а также на участке горы Агдабан они залегают на среднеэоценовых пироксеновых андезитах. Описываемые андезиты, дациты и их туфы и туфобрекции относятся к агдабанской толще, возраст которой считается позднемиоценовым-раннеплиоценовым на основе того, что она залегает на джульской конгломерато-песчанистой толще, относящейся к среднему миоцену (по данным микрофауны), а также учитывая тот факт, что эта толща трансгрессивно перекрывается диатомитовой свитой позднеплиоценового возраста. Отсюда можно заключить, что агдабанская толща древнее позднего плиоцена, но моложе среднего миоцена.

Верхний плиоцен - нижний антропоген

К геологическим образованиям этой эпохи относятся горисская и ишхансарская вулканогенно-обломочные и сисианская диатомитовая толщи.

Изучением названных толщ, играющих значительную роль в геологическом строении района, занимались многие исследователи, однако, в отношении возраста и стратиграфических взаимоотношений этих толщ пока нет единого мнения. Впервые изучавший ископаемую флору из диатомитовых отложений сисианской толщи А.Н.Криштофович (1939) считает, что возраст ее не может быть древнее плиоцена.

А.Н.Арутюнян (1938) при проведении поисковых работ в Сисианском районе собрал из этой толщи вблизи с.Уз, Дарабас и др. многочисленные растительные остатки, которые А.Н.Криштофовичем определены как плиоценовые. Среди них преобладают отпечатки дуба, один из видов которых (*Q.Roburocdis*) А.Н.Криштофович склонен считать близким к современному.

К.Н.Паффенгольц (1946) сисианскую диатомитовую толщу относит к миоцену, так как считает, что в районе с.Агуди-Вагуди эта толща фациально смыкается с горисской вулканогенно-обломочной толщей и вместе с последней уходит под вулканогенную толщу массива горы Ишихлы, относимую к плиоцену. К.Н.Паффенгольц по этому поводу пишет: "В случае принятия концепции А.Н.Криштофовича о плиоценовом возрасте вышеописанной толщи пришлось бы вулканогенную толщу горы Ишхансар отнести к постплиоцену".

В.Н.Котляр (1938) сисианские диатомитовые образования параллелизует с плиоценовыми образованиями у с.Личк, а также с кисатибскими диатомитовыми отложениями, возраст которых считает или палеогеновым, или неогеновым, но никак не четвертичным. А.Л.Тахтаджян, А.А.Габриелян собрали большое количество флоры, среди которой ими были определены *Aceribericum M.B.Acer.lactum CAM.* *Potamogeton Lucens L.*, и ряд других. По мнению А.Л. Тахтаджяна, эти формы очень молодые: по его определениям, возраст сисианской диатомитовой толщи не древнее позднего плиоцена, причем некоторые формы ископаемой флоры характерны для раннечетвертичного времени.

По данным А.А.Габриеляна (1939), сисианская диатомитовая толща относится к низам постплиоцена, поскольку залегает на слабо эродированной поверхности ишхансарской толщи; такое взаимоотношение наблюдается в районе с.Уз, Вагуди и Шамб, где изпод диатомитовых отложений выходят на поверхность более дислоцированные андезито-базальтовые лавы нижнего покрова и ишхансарской толщи. Но в своих более поздних работах А.А.Габриелян (1964) относит сисианскую татомитовую толщу к позднему плиоцену (акчагыл). Так как сисианская диатомитовая толща вместе с горисской и ишхансарской толщами представляет единый стратиграфический комплекс и в связи с тем, что горисская ишхансарская толщи являются совершенно "немыми", возрастное их положение зависит от определения возраста сисианской диатомитовой толщи, в которой содержится макро- и микрофауна и флора, особенно диатомей. Возраст горисской и ишхансарской вулканогенно-обломочных толщ большинством исследователей (А.А.Габриелян, Д.П.Исаханян, А.Т.Асланян) определяется как позднеплиоценовый.

Другие исследователи, как например, А.Н.Соловкин (1937), ишхансарскую толщу вместе с гориской относит к четвертичному

периоду. Такого же мнения придерживаются Л.Н.Леонтьев и В.Е.Хайн (1947), утверждающие, что верхи горисской толщи в районе сс.Шинуар и Хот переслаиваются с четвертичными (по их мнению) андезито-базальтовыми лавами.

По данным К.Г.Шириняна (1967), возраст ишхансарской толщи предположительно относится к позднему плиоцену-четвертичному периоду, учитывая, что вулканическая активность здесь имела место в четвертичное время. П.Л.Епремяном (1953) при геологической съемке была собрана из диатомитовых образований многочисленная микрофауна, среди которой были определены следующие формы: *Ilyocyparis brady* Sass., *Candona sp.*(Indet), *Candona albicans brady*, *Cyprinatus sp.**Candona sp.*(indet).

Из них *Candona albicans Brady* имеют пресноводный характер и характерны для четвертичного периода.

Основной нашей задачей при исследованиях в Сисианском районе было изучение диатомитовой толщи. Но поскольку эта толща вместе с горисской и ишхансарской толщами представляется как единый комплекс, естественно, во время изучения сисианских диатомитов частично изучались и другие члены этого сложного комплекса.

Относительно возрастных взаимоотношений этих толщ можно отметить следующее.

1. Изучение макро- и микрофлоры, а также определения диатомовых форм позволяют возраст сисианской диатомитовой толщи отнести к позднеплиоценовому-раннечетвертичному времени.

2. Породы сисианской и горисской толщ переслаиваются друг с другом в районе сс.Агуди, Вагуди, Урут и др. Это переслаивание отмечено в работах и других исследователей (напр., Габриелян, 1939, 1946). Следовательно, эти две толщи являются одновозрастными.

3. Сисианская диатомитовая толща по данным А.А.Габриеляна (1946), залегает на эродированной поверхности ишхансарской толщи.

4. Наши наблюдения показали, что андезито-базальты нижней части ишхансарской толщи не во всех обнажениях залегают под диатомитовой толщей, местами они залегают и на этих породах. Подобные наблюдения отмечались также и П.Л.Епремяном.

В возрастном отношении сисианские диатомитовые глины и ла-

вы ишхансарской толщи идентичны.

Как видно, извержение вулканических продуктов горы Ишхансар и образование сисианских диатомитов происходило одновременно, причем наблюдающаяся перемежаемость диатомитовых пород с вулканическими продуктами (пепел, туфовые породы и т.д.) следует объяснить пульсационным характером извержений вулкана. Верхняя часть ишхансарской толщи местами залегает на диатомитах, местами на горисской толще (см. стратиграфическую колонку, фиг. I).

Таким образом, верхняя часть ишхансарской толщи залегает стратиграфически выше горисской и сисианской толщ, которые вместе с породами нижней части ишхансарской толщи являются одновозрастными и относятся к позднеплиоценовому - раннечетвертичному времени.

Ч е т в е р т и ч н а я с и с т е м а

В четвертичную систему входят в основном андезиты, андезито-базальты, которые по П.Л. Епремяну расчленяются на несколько горизонтов (снизу вверх):

1. Миндель - андезиты, андезито-базальты Ераблурского горизонта.

2. Миндель-ресс - андезиты, андезито-базальты Сисианского горизонта.

3. Ресс - андезиты, андезито-базальты базарчайского горизонта.

4. Ресс-вюрм - андезиты, андезито-базальты сисианского горизонта.

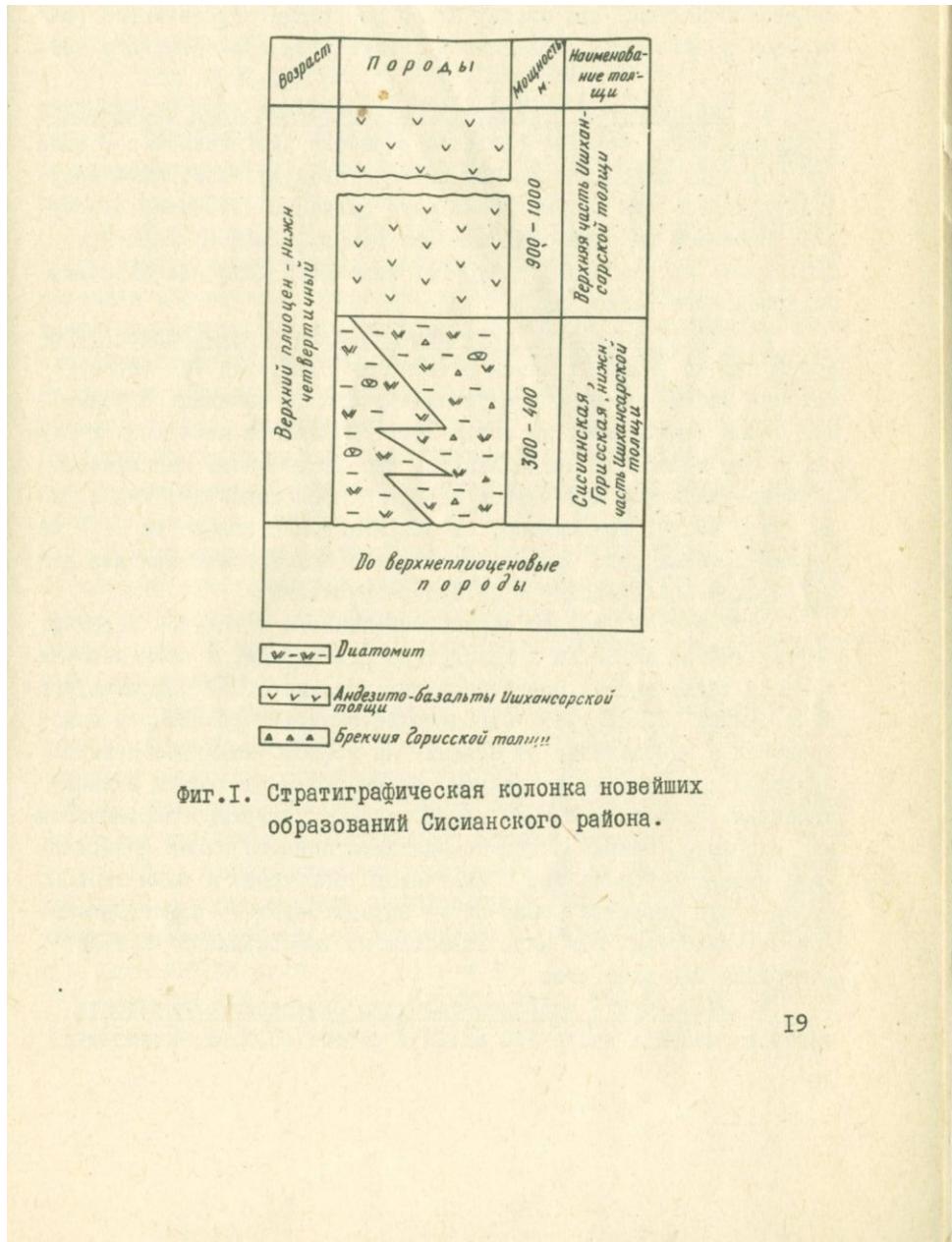
5. Ресс-вюрм - андезиты, андезито-базальты спандарянского горизонта.

6. Ресс-вюрм - андезиты, андезито-базальты ангехакотского горизонта.

7. Аллювиально-делювиальные отложения.

Ниже приводится краткая характеристика названных горизонтов.

1. Миндель - андезиты, андезито-базальты Ераблурского горизонта. Породы залегают горизонтально на горисской вулканогенно-обломочной толще, что наблюдается по ущелью р. Воротан, у с. Шахвердлар и в других пунктах. Породы Ераблурского горизонта, обнажающиеся на Ераблурском плато (восточная часть Ишхансар-



Фиг. I. Стратиграфическая колонка новейших образований Сисианского района.

ского хребта), имеют серый, темно-серый, серовато-зеленый цвет. Мощность горизонта доходит до 20-30 м. Возраст его можно считать раннечетвертичным (миндель) на основании микрофауны, собранной П.Л. Епремяном из-под андезитов на Ераблурском плато и определенной Н.Н. Субботиной как раннечетвертичная, а также основываясь на том, что породы этого горизонта подстилаются горнисской вулканогенно-обломочной толщей позднеплиоценового возраста.

2. Миндель-рисс - андезиты, андезито-базальты Сисианского горизонта имеют большое развитие в районе Сисианского перевала, где образуют небольшое плато, имеющее свой вулканический конус. Андезито-базальты зеленовато-серого цвета, с плитчатой текстурой, налегают либо на диатомитовые глины (в районе горы Кочбек), либо на розоватые липариты, андезиты, андезито-базальты базарчайского горизонта.

3. Рисс - андезиты, андезито-базальты базарчайского горизонта широко распространены в верховье р. Воротан, по берегу которой наблюдаются многочисленные очаги со свежими конусами. Под этими лавами местами обнажаются обожженные песчаники и глины, а это позволяет предполагать, что по долинам, заполненным песчано-глинистым материалом озерного происхождения, текли лавы. Лавы текли, по-видимому, в направлении с севера на юг - по руслам древних рек. Среди этих потоков П.Л. Епремян выделил два: а) Каракач-базарчайский и б) Мухор-торянский.

Образования первого потока, связанного с конусом Каракач, протягиваются на 20 км и доходят до с. Базарчай. С этим потоком связаны также выходы многочисленных родников, как например, родники района с.с. Базарчай, Саibalу, Ангехакот и др. Второй поток протекал в направлении от Саibalу на восток. Излияние лав из вулканов происходило по этапам, причем лавы различных этапов излияния отличаются своими петрографо-структурными особенностями. Например, нижняя часть потока лавы первого этапа представлена андезито-базальтами с плитчатой текстурой, а лавы второго этапа - это пористые темно-серые андезито-дациты с матрацевидной отдельностью. Эти лавы известны по классификации К.Н. Пафенгольца как лавы типа "Д".

4. Рисс-вюрм - андезито-базальты сисианского горизонта занимают площадь около 100 кв. км в районе с.с. Шаки, Кизилджух,

Сисиан, Уз, Агуди, Нораван, и т.д. Центром излияний этих лав служили вулканические шлаковые конусы Гарусар, Царнасар и группа безымянных шлаковых конусов, расположенных севернее - в пограничной с Азерб. ССР водораздельной зоне нагорья. Лавы сисианского горизонта залегают на размытой поверхности диатомитовой толщи, местами же они залегают на галечной террасе, как например, у с. Уз, где лавовый поток залегает на дислоцированной террасе, состоящей из галечников.

5. Рисс-вюрм - андезито-базальты спандарянского горизонта занимают небольшую площадь и имеют мощность 20-30 м. Они налегают на базарчайский горизонт. Породы пористые и являются сильно водопроницаемыми; к подошве этих лав приурочены все родники верховья р. Воротан. По составу породы приближаются к андезитам.

6. Рисс-вюрм - андезито-базальты ангехакотского горизонта. В результате наших полевых наблюдений оказалось целесообразным выделить в самостоятельный ангехакотский горизонт лавы андезито-базальтового состава (которые П.Л. Епремян объединил с лавами спандарянского горизонта), залегающие местами непосредственно на размытой поверхности ишхансарской толщи, местами же - на сисианской толще. Андезито-базальты этого горизонта под микроскопом отличаются порфировой структурой и гиалопилитовой структурой основной массы; плагиоклаз принадлежит к андезину и занимает почти 37% площади шлифа, авгит - 15-20%, зерна оливина - 3-5%.

По химическому составу они относятся к щелочным андезито-базальтам, приближаясь к базальтам. Мощность потока достигает 40-50 м. В отличие от других потоков здесь наблюдается глыбовая отдельность. К контакту лав с диатомитовой толщой приурочен цепный ряд родников.

7. Аллювиально-делювиальные отложения имеют значительное распространение, покрывая все коренные породы. Аллювиальные отложения, развитые в долинах и ущельях рек, представлены галечниками, валунами, песками и глинистым материалом. Там, где реки текут по ущельям с вертикальными бортами или образуют У-образные долины, наблюдается незначительное развитие этих отложений. Наиболее высокие террасы наблюдаются в долине р. Сисиан и имеют относительные отметки от 5 до 40-50 м. Подобные террасы имеются и в ряде других мест.

Тектоника, По П.Л. Епремяну, параллельно Кафанской антиклинали протягивается Кигинская антиклиналь, ось которой

проходит через Дастанкертское месторождение, гору Гулуду, с.Шагат, гору Кочбек, с.Ацаан и т.д. Ядро антиклинали в районе с.Киги сложено палеозойскими породами, а к северо-западу выступают эоценовые образования. Между Кафанской и Кигинской антиклиналями наблюдается Тараехушская синклиналь, ось которой проходит примерно через гору Тараехуш, имея северо-западное простирание. К северо-западу синклиналь расширяется и крылья становятся пологопадающими ($20-25^{\circ}$), а в юго-восточной части они имеют более крутое падение ($30-45^{\circ}$).

Тараехушская синклиналь протягивается от горы Тараехуш в направлении с.Лернашен и далее на северо-запад. Юго-западное крыло синклинали сложено породами палеозоя-верхнего мела, а северо-восточное - палеозойскими метаморфическими сланцами и вулканогенными породами. Синклиналь прорвана гранодиоритами, граносиенитами и габбро-диоритами. У с.Салвард Сисианского района палеозойские породы покрыты миоценовыми лавами, верхнеплиоценовыми и четвертичными образованиями. Другая синклиналь в этом же районе, сложенная туффитами, протягивается от верховья р.Нахичеван до с.Барправан, далее протягивается через с.Джамартлу и Ацаан (Сисианский район).

В Сисианском районе наблюдается еще одна синклиналь с отчетливо выраженным крыльями в районе с.Базарчай; ось ее проходит через с.Базарчай и протягивается до горы Амулсар. Породы северо-восточного крыла представлены эоценовыми зеленоватыми порфиритами (азимут падения $220-230^{\circ}$, угол 30°), а юго-западное крыло сложено порфиритами и туффитами (азимут падения $20-30^{\circ}$, угол $30-35^{\circ}$).

Все эти пликативные структуры Сисианского района образовались до позднего миоцена-раннего плиоцена.

По данным А.А.Габриеляна (1959), средний плиоцен является переломным этапом в развитии рельефа Малого Кавказа. В это время формируется ряд крупных речных долин - рр.Арпа, Воротан и др. Это мнение подтверждается тем, что в Сисианском районе андезиты, андезито-дациты, дациты слабо наклонены на север (в сторону р.Воротан), но эти же породы, выходящие на юном склоне Карабахского плато, падают на юг (также в сторону р.Воротан) под углом $10-15^{\circ}$.

Таким образом, в верховьях р.Воротан сформировалась широкая

кая и пологая синклиналь, в строении которой значительное место занимают породы сисианской диатомитовой толщи. Тектоника четвертичного периода выразилась в поднятии и опускании отдельных участков района, о чем свидетельствует развитие на различных участках эрозионных и аккумулятивных террас.

Профиль р.Воротан имеет ступенчатый характер; поднятия и опускания отдельных участков могут быть объяснены либо колебательными движениями, либо излиянием лав, нарушивших нормальные течения рек.

Тот факт, что одни и те же террасы имеют различные абсолютные отметки, говорит в пользу предположения об имевших место в четвертичный период колебательных движениях. Так, например, в бассейне р.Воротан встречаются террасы с отметками 30, 50 и 120 м, а это, вероятно, объясняется тем, что колебательные движения протекали неравномерно и носили ритмический характер.

Интрузивные породы

Интрузивные породы имеют здесь ограниченное распространение; выходы их известны в южной, юго-восточной и, частично, в северо-западной частях района; представлены гранодиоритами, кварцевыми диоритами, габбро-диоритами, габбро. Они прорывают эоценовые отложения и местами несогласно перекрываются диатомитовой толщей.

Интрузивы Сисианского района, согласно данным В.Н.Котляра, по своему геологическому положению и по составу весьма близки к интрузиям Мегринского plutона и поэтому внедрение их следует относить к единому циклу проявления магматизма.

Возраст интрузивов разными авторами трактуется по-разному. Так, например, В.Н.Котляр и К.Н.Паффенгольц интрузивы Сисианского района относят к послеолигоценовому возрасту, так как они прорывают вулканогенную толщу олигоцена, а гальки их встречаются в основании сисианской диатомитовой толщи, однако возраст диатомитовой толщи К.Н.Паффенгольц считает миоценовым.

И.Г.Магакъян (1946) внедрение интрузии Сисианского района связывает с предмезотической фазой складчатости. Учитывая, что в основании сисианской диатомитовой толщи встречаются гальки этих интрузивных пород, возраст интрузивов он относит к позднему миоцену.

По данным А.А.Габриеляна (1964), описываемые интрузивы внедрились в период после позднего эоцена - до позднего миоцена.

Наши полевые наблюдения в Сисианском районе показали, что интрузивы этого района прорывают эоценовые и олигоценовые породы. Так, например, в районе долины р.Аргилы обнажаются туффиты (содержащие среднеэоценовые цуммуллы), прорванные гранодиоритовыми интрузиями. В районе с.Брнакот эоценовые породы покрываются мощными конгломератами, туфоконгломератами и туфопесчаниками, включающими *Planorbella*, которые характеризуют хадумский горизонт нижнего олигоцена (П.Л.Епремян, 1955). Эти породы покрываются андезитами, протягивающимися до с.Сисиан и Шаки, где они прорваны гранитной интрузией.

В результате проведенных радиологических и геолого-петрографических исследований Б.Меликсян и Р.Гукасян (1965) выделяют в южной части Армянской ССР два магматических комплекса: позднеэоценовый и раннемиоценовый.

Сисианские интрузивы по возрасту относятся к раннемиоценовому времени.

Г л а в а П

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СИСИАНСКОЙ ДИАТОМИТОВОЙ ТОЛЩИ

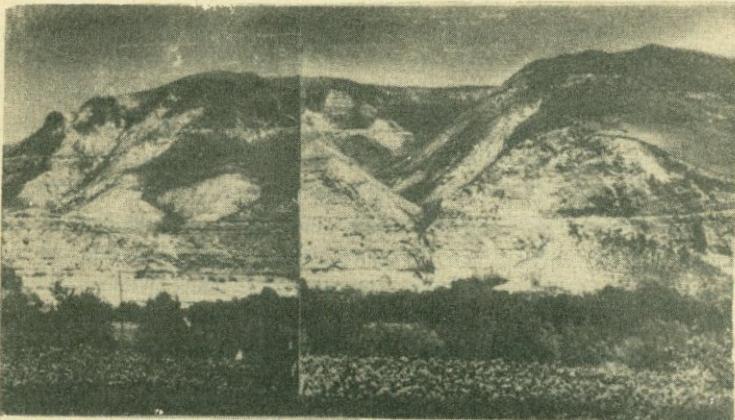
Диатомитовые образования Сисианского бассейна занимают обширную площадь: они прослеживаются по обоим берегам р.Воротан от с.Базарчай до с.Галидзор. Однако диатомитовая толща прослеживается не беспрерывно, а образует несколько изолированных залежей, из которых можно отметить как наиболее обнаженные – на участках поселка Шамб, сс.Агуди, Вагуди, Шаки, Брнакот, Уз и Толорс. На этих участках диатомитовая толща залегает почти горизонтально, с небольшим наклоном ($5-7^{\circ}$) слоев.

Макроскопически диатомиты имеют белый, светло-серый, желтоватый, темно-серый цвета. Видимая мощность диатомитовой толщи по естественным обнажениям составляет 170 м (в районе пос.Шамб), а по данным скважин истинная ее мощность доходит до 350 м, причем максимальные значения мощности наблюдаются в районе сс.Сисиан и Уз и пос.Шамб. Диатомитовые породы залегают на эродированной поверхности более древних (юры, мела и палеогена) пород – туфобрекчииев, порfirитов, местами интрузивных пород.

Диатомитовая толща в Сисианском районе сложена чередующимися пластами диатомитов, диатомитовых глин, глинистых диатомитов, песчанистых и других разновидностей. Местами в разрезе встречаются валунно-галечные образования, причем чаще всего – в прибрежных частях бассейна (фиг.3).

Диатомитовая толща является ингрессивной – она заполняет древние долины и ущелья, залегая в основном почти горизонтально (фиг.2), за исключением участков сс.Лор, Урут, Вагуди, Уз, где диатомитовые породы залегают на неровном древнем рельфе.

На названных участках диатомитовые пласти наклонены под углами $20-30^{\circ}$, иногда 40° , причем наиболее крутые углы наблюдаются чаще на таких участках, где пласти диатомитовой толщи выведены из горизонтального положения оползневыми подвижками (например, участки сс.Агуди, Вагуди, Урут и др.). Некоторые исследователи наклон слоев относят к косой слоистости, образовавшейся в якобы прибрежных условиях. Детальные наши исследования показали, что на этих же участках собственно диатомитовые слои составляют большую часть всей толщи, а выявленные в диатомитах



Фиг.2. Обнажение диатомитовой толщи у пос.Шамб.
На переднем плане выступают диатомитовые слои.

Формы диатомей очень тонкостенные, что не характерно для прибрежной фации. Следовательно, "косая слоистость", вероятно, связана с неровностями древнего рельефа. На этих вопросах мы сочли нужным остановиться потому, что правильное их решение имеет важное значение при проведении геологоразведочных и последующих эксплуатационных работ.

Породы сисианской диатомитовой толщи местами дислоцированы (на участках пос.Шамб, сс.Урут, Агуди, Уз и др.), в связи с нарушениями местного характера, с незначительными смещениями. Так, например, вблизи с.Вагуди, по дороге с.Шамб-с.Урут породы раздроблены, ожелезнены, огипсованы, отмечены характерные глиники трения и зеркала скольжения.

В целом же диатомитовая толща практически не дислоцирована, углы падения пластов достигают лишь 5-7°, редко 10°.

Литологические особенности сисианской диатомитовой толщи не одинаковы для всего бассейна: в центральных частях бассейна, особенно в районе пос.Сисиан и Шамб, с.Бранкот преобладают глинистые фации, а в прибрежных частях (участки сс.Дарабас, Дастакерт и др.) - доминируют породы грубообломочного состава.

Колонка	Мощность в м-ах	Наименование пород
— — — — —	8-9	Диатомит глинистый белого цвета, плотный, содержит гнездообразные включения пемзы (1-2 см.) имеется богатая флора.
— — — — —	1.5	Диатомитово - обломочная порода (диатомитовая брекчия)
— — — — —	5.0	Диатомитовая глина серого цвета с редкими прослойками (мощ. до 0.1 м.) пемзовых песков. В диатомитовых глинах встречается богатая флора.
○ ○ ○ ○ ○	10-15	Валунно-галечный слой. Размеры обломков колеблются от 1 см. до 1.0 м. и состоят они в основном из известковистых песчаников и интрузивных пород (гранодиорит, диорит и др.)
— — — — —	2.0	Песчано-глинистая диатомитовая порода серого цвета с маломощными мелкозернистыми песками, с очень редкими гальками интрузивных и эфузивных пород.
— — — — —	5.0	Песок мелкозернистый серого цвета, встречаются прослойки (0.3 - 0.5 м.) песчаглинистого диатомита.
— — — — —	5.0	Песчано-глинистая диатомитовая порода заокраинная, содержит маломощные (до 0.2-0.3 м) прослойки мелкозернистых песчаников.
○ ○ ○ ○ ○	3.0	Валуны и гальки, состоящие из известковистых песчаников и сцементированные рыхлым песчанистым цементом; встречаются отдельные обломки оксизелезненных эфузивных пород размер которых достигает 15 см. в поперечнике.
— — — — —	10.0	Песчано-глинистая диатомитовая порода серого цвета, переслаивающаяся с галечником; гальки сцементированы рыхлым песчанистым цементом.
○ ○ ○ ○ ○	1.0	Песок среднезернистый серого цвета с мелкими гальками известковистых песчаников. Внутри слоя наблюдаются скопления грубозернистого песчаника.
— — — — —	0.5	Песчано-глинистый диатомит серого цвета.
○ ○ ○ ○ ○	2.0	Песок мелкозернистый содержит валуны и гальки интрузивных пород и известковистые песчаники.
— — — — —	1.0	Песчано-глинистые диатомиты серого цвета.
— — — — —	0.5	Песок мелкозернистый серого цвета
△ △ △ △ △	2.0	Грубозернистый песчаник.
— — — — —	1.5	Песчано-глинистая диатомитовая порода.
○ ○ ○ ○ ○	3.0	Галечный слой-серого цвета сцементированный песчано-глинистым цементом.
— — — — —	4.0	Песчано-глинистая диатомитовая порода серого цвета.
○ ○ ○ ○ ○	4.0	Галечный слой с единичными глыбами известковистых песчаников сцементированных песчанистым цементом.
— — — — —	5-6	Песчано-глинистый диатомит переслаивающийся с галечником (мощность галечников 1.0 м.)
— — — — —	5.0	Галечный слой. Гальки опаканные, размером до 3-4 см. в поперечнике, сцементированы рыхлым песчано глинистым цементом.
○ ○ ○ ○ ○	5.0	Валунно-галечный слой, сцементированный рыхлым песчанистым цементом.
○ ○ ○ ○ ○	0.2	Песчано-глинистый слой, мелкозернистый-наблюдаются мелкие (до 1.5 см) гнезда пемзы.
— — — — —	1.0	Галечник с рыхлым песчанистым цементом.
— — — — —	1.0	Песчано-глинистые породы, песок мелко среднезернистый, серого цвета.
○ ○ ○ ○ ○	2.5	Валунно-галечный слой с рыхлым песчанистым цементом.
○ ○ ○ ○ ○	1.5	Пемзовый песок среднезернистый.
○ ○ ○ ○ ○	3.0	Песок мелкозернистый, коричневого цвета, с единичными глыбами грубо-зернистых полиминтовых песчаников.
— — — — —	1.0	Валунно-галечный слой с песчанистым цементом.
○ ○ ○ ○ ○	3.0	Песок отсортированный мелкозернистый, с единичными валунами известковистых песчаников.
— — — — —	1.0	Песок с валунами и гальками оксизелезненных песчаников.
— — — — —	1.0	Пемзовый песок среднезернистый с единичными гальками, которые представлены песчаниками.
— — — — —	2.0	Песок с отдельными валунами гальками, диаметры валунов достигают 20 см. в поперечнике. Валуны и гальки представлены в основном песчаниками.

Фиг. 3. Послойный разрез нижнего (I-го) горизонта сисианской диатомитовой толщи у с. Дарабас.

Ниже приводится разрез пород прибрежной фации бассейна вблизи с.Дастакерт (сверху вниз):

1. Галечный слой: гальки серого цвета представлены интрузивными (гранодиорит, кварцевый порфир) и эфузивными (базальт, андезито-базальт) породами. Цемент песчанистый. Мощность слоя 1,0 м.

2. Песчано-глинистая диатомитовая порода серого цвета с редкими включениями галек. Мощность слоя 1,0 м.

3. Валуны и гальки, состоящие из порфировых пород, гранодиоритов, известняков и базальтов, скементированных рыхлым песчанистым цементом. Мощность слоя 1,0 м.

4. Песчано-глинистый диатомит серовато-белого цвета. Мощность слоя 2,0 м.

5. Диатомит глино-песчанистый. Мощность слоя 3,0 м.

6. Галечный слой серого, темно-серого цвета, состав галек тот же, что и в слое 3, встречаются единичные валуны гранодиоритового состава, размером в поперечнике до 20 см. Мощность слоя 30 см.

7. Диатомитовая глина темно-серого цвета. Мощность слоя 75 см.

8. Галечный слой серого цвета, гальки представлены гранодиоритом, базальтом и известняком. Мощность слоя 1,5 м.

9. Песчано-глинистая диатомитовая порода. Мощность слоя 20 см.

10. Мелкозернистый песчаник. Мощность слоя 1,0 м.

II. Глина серого цвета. Мощность слоя 20 см.

12. Песчаник мелкозернистый, серого цвета. Мощность слоя 2,0 м.

Подобный разрез пород, характерный для прибрежной фации, наблюдается вблизи с.Дарабас и на других участках (фиг.3). В местах, тяготеющих к центральной части Сисианского диатомитового бассейна, в разрезе преобладает более мелкий отсортированный материал (фиг.4).

На таких участках в разрезе диатомитовой толщи в основном присутствуют диатомиты, диатомитовые глины и вместе с ними наблюдаются также диатомитово-пепловые образования и вулканический песок (фиг.5).

Местами диатомитовые породы переслаиваются с вулканогенно-



Фиг. 5. 1 - диатомит; 2 - вулканический песок.

обломочными породами горисской толщи (как, например, на участке сс. Вагуди, Урут), которые также ингрессивны и заполняют древние долины палеопортана. Многие исследователи - А.Н. Соловкин (1937), К.Н. Паффенгольц (1946), А.А. Габриелян - описывая это прослаивание, справедливо считают горисскую и сисианскую толщи синхронными. Нами также установлено наличие переслаивания пластов сисианской диатомитовой толщи с вулканогенно-обломочными породами горисской толщи. В разрезе диатомитовой толщи видно переслаивание андезито-базальтовых лав с пластами диатомитов и диатомитовых пород, а это свидетельствует о том, что вулканическая деятельность началась еще при существовании Сисианского озера. Чередование диатомитовых пластов с вулканическими образованиями объясняется, по-видимому, пульсационной деятельностью вулкана.

В диатомитовой толще встречается разнообразная и богатая флора, особенно на участках пос. Сисиан и Шамб, сс. Уз, Дарабас среди которой А.Л. Тахтаджяном и А.А. Габриеляном (1948) определены следующие виды: *Quercus iberica* stev. (преобладают), *Acer ibericum* M.B. (много), *Populus hybrida* M.B.

Celtis Caucasicus W., *Fraxinus oxyacarpa* N., *Acer lactum* CAM. *Ulmus foliacea* Gilib, *Potamogeton lucens* L., *Phragmites communis* L., *Salix* sp., *Berberis vulgaris* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Carpinus betulus* L., *Spiraea crenata* L., *Thymus* sp.

По заключению А.Л.Тахтаджяна, вся эта флора представлена формами, которые и в настоящее время произрастают на территории Сюника.

В районе с.Шамб в диатомитовых отложениях был найден также отпечаток скелета рыбы, принадлежащей по В.И.Владимировой (1946) к сем. *Salmoridae* (лососевых), к новому виду *salmo derzhavinin*.sp

Кроме того, нами найдена макрофауна (в диатомитовой породе у с.Ангехакот), определенная Н.Н.Акромовским как пресноводный моллюск - *Pissidium casteranum* (Poli) являющийся характерным для плиоцена (Англия) и до антропогена включительно.

Вместе с приведенными данными для более обоснованного заключения о возрасте диатомитовой толщи нами производились также и детальные микропалеоботанические исследования. Результаты микропалеоботанических исследований показали, что подавляющее большинство (почти 85%) диатомитовых форм развивается в пресноводных озерах и образовалось в конце плиоцена и начале антропогена.

Сисианская диатомитовая толща, по данным А.А.Габриеляна (1946), местами залегает на эродированной поверхности нижней части ишхансарской толщи у сс.Агуди, Вагуди, Шамб. Наши наблюдения показали, что сисианская диатомитовая толща не только подстилается, но местами покрывается породами нижней части ишхансарской толщи, т.е. последние прослаивают пласти диатомитовой толщи.

Анdezito-базальты, переслаивающиеся с пластами диатомитовых пород, имеют с анdezito-базальтами ишхансарской толщи идентичный химический состав (табл. I).

Под микроскопом структура этих анdezito-базальтов порфиро-вая с анdezитовой структурой основной массы; основная масса породы состоит из микролитов плагиоклаза, расположенных беспорядочно вместе с мельчайшими зернами пироксена и редкими чешуйками биотита. Вкрапленники представлены плагиоклазом, пироксеном, базальтической роговой обманкой, биотитом. Плагиоклаз по составу относится к анdezин-лабрадору; пироксен представлен авгитом. Из акцессорных минералов наблюдаются редкие призмочки бурого апатита.

Таблица I

Породы	Компоненты								Alp	
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	H ₂ O		
Анdezито-базальты нижней части ишхансарской толщи	53,73	5,64	1,0	17,83	1,22	5,89	3,52	0,15	7,76	2,20
Анdezито-базальты, прослаивающие диатомитовую толщу	53,86	5,60	0,94	16,83	1,44	3,86	3,30	-	7,80	4,94

Породы верхней части ишхансарской толщи местами налегают на породы диатомитовой и горисской толщ.

По данным К.Н.Паффенгольца, А.А.Габриеляна (1964) и других исследователей, ишхансарская вулканогенная толща представлена андезитами, андезито-дацитами, дацитами и реже липаритами и их пирокластами. При этом в нижних частях разреза преобладают средние по кислотности породы (андезиты), а в верхних частях - кислые породы. Ишхансарская вулканогенная толща в основном сложена роговообманковыми андезитами и андезито-базальтами; немаловажное значение в ее строении имеют также пироксеновые роговообманково-слюдистые и пироксен-оливиновые андезито-базальты и андезиты. Роль более кислых лав (по К.Г.Шириняну) в составе ишхансарской толщи весьма ограничена. Только на небольшой площади привершинной зоны встречены мелкие выходы гиалокластитов липарито-дацитового состава.

Один из молодых роговообманково-андезитовых лавовых потоков тянется от вершины вулкана Ишхансар на юг по направлению к с.Нораван и Агуди, доходит до р.Воротан и далее прослеживается по ее руслу в юго-восточном направлении. Отличительной морфоструктурной особенностью данного потока является прекрасно выраженная столбчатая отдельность, а также наличие в нем широких скоплений, состоящих из крупных кристаллов роговой обманки. Стратиграфическое положение потока определяется его залеганием

на сисианской диатомитовой толще. Нижний возрастной предел диатомитовой толщи определяется тем, что породы этой толщи занимают древнюю речную долину (существовавшую до образования диатомитов), образовавшуюся в ранне-среднеплиоценовое время. Эти данные также подтверждают, что сисианская диатомитовая толща образовалась в позднеплиоценовое-раннеантропогеновое время.

В дополнение к сказанному необходимо отметить, что в Сисианском районе имеется еще одна – базарчайская – диатомитовая толща, которая, несмотря на близость по составу к сисианской толще на Шамб-Дарабасском участке, резко отличается от нее по своему стратиграфическому положению. Базарчайская диатомитовая толща, обнажаясь на высоких абсолютных отметках (2000 м), залегает горизонтально на древних валунно-галечных образованиях, подстилающих, в свою очередь, четвертичными андезито-базальтами и базальтами.

Вместе с этим следует учесть, что микропалеоботаническое изучение также показывает, что базарчайские диатомовые формы являются более молодыми, чем сисианские. Поэтому возраст базарчайской диатомитовой толщи следует считать позднеантропогенным.

Г л а в а III

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСИАНСКОЙ ДИАТОМИТОВОЙ ТОЛЩИ

A. Литолого-стратиграфическое расчленение

В сисианской диатомитовой толще можно выделить следующие пять литологических горизонтов (снизу вверх):

I. К нижнему горизонту мы относим песчано-глинистые (и глинисто-песчанистые) диатомиты с прослойями мелкозернистых песчаников и других терригенных образований, а также диатомитовых глин. Мощность горизонта варьирует в широких пределах — от 8-10 (пос. Шамб) до 95 м (с. Дарабас) в обнажениях.

II. Выше залегает диатомитовый (нижний) горизонт, сложенный в основном диатомитами, переслаивающимися с глинистыми диатомитами, диатомитовыми глинами и вулканическими образованиями; местами наблюдается огипсованность, представленная пленками в трещинах и мелкими прожилками. Мощность этого горизонта колеблется от нескольких (5-8) метров на участках Дарабас, Лцен, Дастанерт и до 20-25 м на участках Шамб, Агуди, Вагуди.

III. Горизонт диатомитово-обломочных пород (нижняя диатомитовая брекчия) выдержан по простирию и может служить маркирующим, несмотря на то, что мощность его незначительная и колеблется в пределах от 0,5 до 3,0 м. Этот горизонт хорошо прослеживается у пос. Шамб, с. Иримис, Уз и в других местах. Порода имеет органогенную обломочную структуру, обломки пород представлены обсидианами, трахитами, пепловыми туфами; размеры обломков 0,8-8,0 мм, они скементированы диатомитовым продуктом (фиг. 15, 16).

IV. Диатомитовый горизонт. По составу он аналогичен диатомитовому (нижнему) горизонту с той разницей, что степень огипсованности пород (в виде тонких пленок, прожилок) здесь несколько выше. Мощность этого горизонта колеблется от нескольких метров (с. Лцен, Дарабас) до 45-50 м (пос. Шамб).

V. Горизонт диатомитово-обломочных пород (верхняя диатомитовая брекчия), перемежающихся с беспорядочно расположенным в виде гнезд песчаниками, окжелезненными диатомитами, вул-

ваническими песками. Мощность их от 5 до 30-40 м.

Ниже приводится детальное послойное описание пород в пределах названных горизонтов.

I. Самый нижний - горизонт песчано-глинистых диатомитов - хорошо обнажается у с.Лцен, Дарабас, Иримис. Для детальной характеристики этого горизонта приводится послойный его разрез, составленный по обнажению у с.Дарабас (снизу вверх):

1) Песок с отдельными валунами и гальками; размер валунов достигает 20 см в поперечнике. Валуны и гальки представлены в основном песчаниками. Мощность слоя 2,0 м.

2) Пемзовый песок среднезернистый с единичными гальками. Мощность слоя 1,0 м.

3) Песок с валунами и гальками, размеры которых колеблются от 0,5 до 20 см в поперечнике. Мощность слоя 1,0 м.

4) Песок отсортированный, мелкозернистый, без галек. Наблюдаются единичные валуны, крупные - до 1,0 м, окатанные, представленные известковистым песчаником. Мощность слоя 3,0 м.

5) Валунно-галечный слой. Валуны и гальки представлены песчаниками, слабо сцепментированными рыхлым песчанистым цементом. Мощность слоя 1,0 м.

6) Песок мелкозернистый, коричневого цвета. Наблюдаются единичные крупные (до 1,5 м в поперечнике), удлиненные глыбы грубозернистых полимиктовых песчаников, которые сильно изменины, обожрены. Глыбы сложены также и обломками различных интузивных пород, сцепментированных базальным цементом. Мощность слоя 3,0 м.

7) Пемзовый песок среднезернистый, местами чередующийся с речными мелко- и среднезернистыми песками. Мощность слоя 1,5 м.

8) Валунно-галечный слой с рыхлым песчанистым цементом. Размер валунов доходит до 20 см в поперечнике. Они сложены гранодиоритами. Мощность слоя 2,5 м.

9) Песчано-глинистые породы, песок мелко- и среднезернистый, серого цвета. В породе встречаются гнездообразные мелкие (до 1 см) скопления пемзы. Мощность слоя 1,0 м.

10) Галечник с рыхлым песчанистым цементом. Размер галек доходит до 5 см. Мощность слоя 1,0 м.

II) Песчано-глинистый слой мелкозернистый, серого цвета,

наблюдаются мелкие (до 1-1,5 см) пемзовые гнездообразные скопления. Мощность слоя 0,3 м.

12) Валунно-галечная порода, сцепментированная слабым песчанистым цементом. Валуны и гальки представлены ожелезненными интрузивными породами (гранодиориты). Мощность слоя 5,0 м.

13) Галечный слой, окатанные гальки размером до 3-4 см в поперечнике, сцепментированы рыхлым песчано-глинистым материалом. Гальки представлены ожелезненной породой и занимают в слое 80% объема, а цемент - 20%. Мощность слоя 3,0 м.

14) Песчано-глинистый диатомит, переслаивающийся с галечником. Галечник представлен гальками интрузивных и известковистых пород, сцепментированными рыхлым песчано-глинистым материалом. Размер галек колеблется в пределах 3-5 см. Мощность всего слоя достигает 5-6 м, в том числе мощность прослоев галечников 1,5-2,0 м.

15) Галечный слой с единичными глыбами известковистых песчаников размером до 1,5 м в поперечнике. Гальки, размером до 2,0 см слабо сцепментированы песчанистым цементом. Мощность слоя 4,0 м.

16) Песчано-глинистый диатомит серого цвета, с валунно-галечным слоем мощностью до 1,5 м. Валуны и гальки представлены ожелезненным песчаником, цемент - рыхлым песчанистым материалом. Мощность слоя 4,0 м.

17) Галечный слой серого цвета. Гальки представлены обломками интрузивных пород и песчаника, цементом служит песчано-глинистый материал. Имеется прослойка (мощностью около 0,5 м) песчано-глинистого диатомита. Мощность слоя 3,0 м.

18) Песчано-глинистый диатомит, тонкослоистый, серого цвета. Вверху имеется тонкий (5 см) прослой известковистого песчаника. Мощность слоя 1,5 м.

19) Грубозернистый полимиктовый песчаник, состоящий из угловато-окатанных зерен гранодиорита, туфа, порфирита, дацита и других пород.

19a) Песок мелкозернистый, сероватого цвета. Мощность слоя 2,0 м.

20) Песчано-глинистый диатомит серого цвета с редкими мелкими (до 1 см) включениями пемзы. Мощность слоя 1,0 м.

21) Песок мелко- и среднезернистый, содержит гальки ин-

трузивных пород и известковистых песчаников, размер этих обломков доходит до 12 см. Мощность слоя 2,0 м.

22) Песчано-глинистый диатомит серого цвета. Мощность 0,5 м.

23) Песок среднезернистый, серого цвета с мелкими гальками известковистых песчаников. Мощность слоя 1,0 м. Внутри слоя содержится линзообразное скопление грубозернистого песчаника, который по составу аналогичен описанному выше (слой 6).

24) Песчано-глинистый диатомит серого цвета, переслаивается с галечником; гальки cementированы рыхлым песчано-глинистым цементом. Мощность слоя 10 м.

25) Песчано-галечный слой, состоящий из известковистых песчаников, cementированных рыхлым песчанистым цементом; встречаются отдельные обломки ожелезненных эфузивных пород, размер которых достигает 15 см в поперечнике. Мощность слоя 3,0 м.

26) Песчано-глинистый диатомит заокрепленный, содержит мало-мощные (до 0,2-0,3 м) прослойки мелкозернистых песков. Мощность этого слоя 4,5-5,0 м.

27) Песок мелкозернистый, серого цвета; встречаются прослойки (0,3-0,5 м) песчано-глинистого диатомита серовато-белого цвета. Мощность этих песков 5,0 м.

28) Песчано-глинистый диатомит серого цвета, с маломощными (10 см) прослойками мелкозернистых песков с очень редкими гальками интрузивных и эфузивных пород (размер галек 1-3 см). Мощность слоя 2,0 м.

29) Валунно-галечный слой. Размеры обломков колеблются от 1 см до 1 м, состоят они в основном из известковистого песчаника и интрузивных пород (гранодиорит, диорит). Мощность слоя 10-15 м.

30) Диатомитовая глина серого цвета, с редкими прослойками (мощностью 10 см) пемзовых песков. В диатомитовых глинах встречается богатая флора, но недостаточно хорошей сохранности. Мощность слоя 5,0 м.

31) Диатомитово-обломочная порода (диатомитовая брекчия) светло-серого цвета. Обломки, состоящие из обсидианов, туфов и других пород, остроугольные, размером от 1 мм до 3 см в поперечнике, cementированы кремнистым цементом. Мощность слоя 1,5 м.

32) Диатомит глинистый, белого цвета, плотный, содержит

мелкие (1-2 см) гнездообразные включения пемзы. Имеется богатая флора. Мощность слоя 8-10 м.

Мощность всего описанного горизонта составляет 90-95 м в обнажениях у с.Дарабас, но у пос.Шамб мощность горизонта составляет всего 10-20 м, тогда как в отдельных местах Сисианского района, по данным буровых скважин, мощность этого горизонта достигает 160 м. В отношении описываемого горизонта необходимо отметить, что в обломочных осадочных породах, относящихся к прибрежной (местами речной) фации, состав обломков на различных участках различный, хотя и во всех случаях они являются полимитовыми. Так, например, в районе сс.Дарабас и Лернашен обломки состоят из гранодиоритов, известковистых песчаников, а в районе с.Уз они представлены порфиритами, окремненными, окварцованными породами. В других местах обломки в валунно-галечных отложениях и песчаниках этого горизонта представляют собой кварцевые порфиры, базальты, андезито-базальты, гранодиориты (с.Дастакерт) или обсидианы, базальты, андезито-базальты, пемзу, окварцованные порфириты (сс.Базарчай, Шагат, Шамб), а в районе сс.Иримис, Толорс обломки представлены туфами, пемзами, диабазовыми порфиритами, гранодиоритами и другими породами. Описанный горизонт хорошо прослеживается во многих разрезах, особенно у сс.Дарабас, Дастакерт, Сисиан, Уз и др. В этом горизонте часто встречаются кремнисто-железистые конкреции (1-5 см в поперечнике), вытянутые по слоистости. Здесь отсутствуют слои качественных диатомитов — чередование пород в толще говорит о неспокойном режиме бассейна. Местами наблюдаются также и галечные отложения, имеющие в большинстве линзообразную форму.

В этом горизонте часто встречаются алевролиты, зерна которых представлены окатанными обломками хлоритизированных эфузивных пород и минералов (полевой шпат, кварц, темноцветные минералы).

II и IУ горизонты представляют собственно диатомитовую толщу.

II горизонт залегает на первом горизонте в общем согласно, лишь местами с небольшим угловым несогласием.

Для характеристики II и IУ горизонтов ниже приводится послойный разрез пород у пос.Шамб (снизу вверх).

II горизонт

1) Диатомитовая глина серого цвета с богатой позднеплиоценовой - раннечетвертичной флорой. Мощность слоя 5,0 м.

2) Песок мелкозернистый, пепловый, серовато-белого цвета, содержит единичные гальки размером до 15 см, сложенные интрузивной породой (плагиогранит). Песок чередуется с прослойками ожелезненных песчаников (мощность 3-4 см) и диатомитовых глин мощностью до 10 см. Среди них наблюдаются пленки и тонкие (1-2 мм) прослойки гипса. Мощность слоя 5,0 м.

3) Диатомитовая глина серовато-белого цвета, с наклоном на СВ 10^0 под углом $7-8^0$, содержит микрофлору и значительное количество макрофауны (в основном позвонки рыб). Наблюдается чередование диатомитовой глины с прослойками туфопесчаника (мощность 0,7 м) и пепла (2-5 см); на границе этих прослоек наблюдается ожелезненность или гипсовые пленки. Мощность слоя 3,5 м.

4) Вулканический песок, средне- и мелкозернистый, светло-серого цвета. Мощность слоя 20 см.

5) Диатомит пепловый, белого цвета. Мощность 70 см.

6) Вулканический песок средне- и мелкозернистый, светло-серого цвета. Мощность 20 см.

7) Диатомитово-обломочная порода (диатомитовая брекчия) серовато-белого цвета, с обломками обсидиана, туфа, базальта и других пород; обломки остроугольные, размеры их от 3-4 мм до 2-3 см, скементированы кремнистым цементом. Мощность слоя 1,5 м.

8) Диатомит глинистый от серовато-белого до бурого цвета. Наблюдаются прослои диатомитовой брекчии (см. предыдущий слой) мощностью от 10 до 50 см. Диатомит разрушен, сильно огипсован, причем гипс присутствует в виде тонких (2-3 см) прослоек, прожилков и пленок. Гипс скементирует залыванные части трещин; по трещинам порода ожелезнена. Часто встречаются конкреции выветрелых, ожелезненных песчаников, размер которых доходит до 15-20 см. Гипсовые прослойки имеют горизонтальное и вертикальное залегание. Горизонтальные прослойки чередуются с диатомитовыми слоями, т.е. синхронны с ними; вертикальные прожилки являются вторичными образованиями. Мощность слоя 3,0 м.

9^х) Диатомит серовато-белого цвета, плотный с богатой макрофлорой. Мощность слоя 50 см.

^х) Этот знак обозначает наиболее качественный диатомит.

III горизонт

- 1) Диатомитовая брекчия серовато-белого цвета, с остро-угольными обломками обсидиана, базальта, туфа и других пород; размеры обломков от 3-4 мм до 2-3 см. Мощность слоя 1,5 м.
- 2) Вулканический песок средне-мелкозернистый, светло-серого цвета. Мощность 30 см.
- 3) Диатомитовая брекчия серовато-белого цвета, с обломками обсидиана, трахита и других пород; обломки размером от 1 мм до 4 см скементированы кремнистым цементом. Мощность слоя 1,5 м.

IV горизонт

- 1) Диатомит глинистый, плотный, темно-серого цвета. Мощность слоя 20 см.
- 2^X) Диатомит серовато-белого цвета с обильной флорой. мощность слоя 2,0 м.
- 3) Диатомит глинисто-песчанистый, тонкослоистый, серого цвета. Мощность слоя 2,0 м.
- 4) Диатомит глинистый, серого цвета, с прослойками пепла (2-3 см) и окжелезненного песчаника (15-30 см). Мощность слоя 4,0 м.
- 5^X) Диатомит глинистый, серовато-белого цвета, плотный. Мощность слоя 6,0 м.
- 6) Диатомит с включениями гидроокислов железа. Мощность 20 см.
- 7) Пемзовый песок мелкозернистый, тонкослоистый, светло-серого цвета. Мощность слоя 1,5 м.
- 8) Диатомитовая глина песчанистая, с прослойками (20 см) окжелезненного песчаника, Мощность слоя 3,0 м.
- 9) Вулканический песок мелкозернистый, серого цвета. Мощность 80 см.
- 10) Диатомит окжелезненный, серовато-желтого цвета. Мощность 15-20 см.
- II) Туфопесчаник темно-серого цвета. Мощность слоя 20 см.
- I2^X) Диатомит серовато-белого цвета, плотный. Мощность 30 см.
- I3) Вулканический песок мелкозернистый, светло-серого цвета. Мощность 10 см.
- I4^X) Диатомит белого цвета, чередующийся с пепловыми про-

слойками мощностью до 10 см. Мощность слоя 2,0 м.

15) Вулканический песок среднезернистый, светло-серого цвета, с пемзовыми обломками; обломки окатанные, размер их колеблется от 1 мм до 2 см. Отмечены тонкие (1-3 см) слои ожелезненных песчаников. Мощность слоя 30 см.

16) Диатомит серовато-белого цвета, плотный, с обильной макрофауной. Мощность слоя 1,5 м.

17) Диатомит песчанистый, серого цвета, мощность 3,0 м.

18) Диатомит глинистый, серовато-белого цвета, с богатой макрофлорой. Мощность 4,0 м.

19) Диатомитовая глина, светло-желтого цвета. Мощность 50 см.

20) Песок пемзовый, грубозернистый, серого цвета. Мощность 0,3 м.

21) Диатомит глинистый, серовато-белого цвета, огипсованный, гипс присутствует в виде тонких (1-2 см) прожилков. Мощность всего слоя 4,0 м.

22) Диатомит глинистый, серовато-белого цвета, огипсованный, по сравнению с предыдущим слоем здесь огипсованность более значительная. Мощность слоя 4,0 м.

23) Песок пемзовый, грубозернистый, серого цвета. Мощность 30 см.

24) Диатомит белого цвета, огипсованный, гипс представлен прожилками и пленками, местами ожелезнен. Мощность слоя 10-12 м.

25) Диатомит белого цвета, огипсованный. Имеются маломощные (10-15 см) прослойки мелкозернистого песка.

У горизонт

Представлен теми же диатомитово-обломочными породами, которые слагают ІІ горизонт, но отделен от него диатомитами ІУ горизонта. Существенным отличием этого горизонта являются значительные размеры линзообразных обособлений диатомита (до 50 см в по-перечнике), скементированного песчанистым и пепловым материалом. Соотношение песчанистого и пеплового материала меняется: местами в основном преобладает пепловый, а в других случаях - песчанистый материал. Кроме того, наблюдается и обратная картина: иногда диатомит служит в породе основным (цементирующим) материалом, а песчанистый и пепловый материалы слагают обломки. Песчанистый материал нередко ожелезнен и огипсован. Мощность горизонта за-

рытие от 5–20 до 40 м, иногда и больше. Горизонт хорошо прослеживается в районе сс. Иримис, Шамб, Урут и др. Местами породы этого горизонта подстилают или покрывают андезито-базальты; у с. Урут, пос. Шамб – вверх по разрезу породы этого горизонта местами переходят в диатомитовые глины, содержат включения пемзовых обломков и гальки андезито-базальтов.

Такое деление диатомитовой толщи на пять горизонтов отмечается во многих разрезах этой толщи, но в отдельных местах либо не все горизонты присутствуют, либо мощности их уменьшаются и соответственно меняется качественное соотношение различного состава пород в горизонте. Хорошо прослеживаются эти горизонты в районе пос. Шамб, сс. Дарабас, Шаки и в ряде скважин Сисианского района – у сс. Уз, Сисиан. Пачка верхнего (У) горизонта хорошо прослеживается у пос. Шамб, сс. Иримис, Толорс и др. На других разрезах фациальный характер этой толщи иной. Так, например, у с. Дарабас, в основном развиты породы нижнего горизонта (валунно-галечные, глинисто-песчанистые и др.), а место верхнего горизонта занимает пачка диатомитов мощностью 5–8 м. Этой пачке у сс. Нораван, Агуди соответствуют литокластические туфы, туфобрекции, гравелиты и др.

Диатомовое изучение, проведенное по отдельным литологическим горизонтам, показало, что качественное содержание в них целых панцирей разное. Полученные нами данные по определению соотношения целых панцирей к их общему количеству в различных литологических горизонтах Сисианской диатомитовой толщи сведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер горизонта	Количество целых панцирей в соотношении к их общему количеству (%)
I	20 – 25
II	50 – 78
III	15 – 20
IV	65 – 75
У	25 – 30

Кроме того, интересно отметить, что при изучении сохранности целых панцирей в диатомитовых глинах из участков Шамб и Уз была установлена высокая сохранность целых панцирей, до 40

дящая до такой же степени, что и в собственно диатомитах. Таким образом, здесь, несмотря на сравнительно низкое содержание кремнезема, степень сохранности целых панцирей осталась на уровне чистых разновидностей диатомита. Примесь глины здесь, по-видимому, образовалась после формирования панцирей и поэтому катастрофического разрушения их не произошло. При изучении структуры диатомитов выявлены некоторые весьма важные особенности внутренней структуры диатомитов.

Установлены две формы цементации диатомовых панцирей глинистым веществом. В одних случаях диатомовые панцири с мелкими порами скементированы глинистым веществом так, что цементация про никла внутрь самих панцирей. Такая цементация имеет первичный характер, поскольку очевидно, что процессы оседания диатомовых панцирей в водоеме и их цементация происходили синхронно. В других случаях панцири скементированы глинистым веществом по их поверхности соприкосновения, а отсюда следует, что цементация но сит вторичный характер, т.е. процесс цементации имел место после осаждения панцирей.

Важно отметить, что от формы цементации зависит степень сохранности целых панцирей, а этот фактор является определяющим для установления пригодности диатомитов в некоторых областях промышленности.

Б. Вещественный состав (минералогия, петрография, химизм)

По данным детальных минералого-петрографических исследований, в сисианской диатомитовой толще выделяются следующие основные разновидности диатомитов: диатомиты, глинистые диатомиты, диатомитовые глины, песчанистые диатомиты, пепловые и брекчевые диатомиты.

Изучение этих разновидностей диатомитов по гранулометрическому составу (табл.3) показало, что основной фракцией во всех случаях является фракция с диаметром частиц 0,01-0,005 мм, которая составляет от 37,0% до 86,95% породы. Во фракции с размером частиц меньше 0,01 мм главную массу составляют "аморфный кремнезем" и глинистые минералы.

При разделении на фракции по уд.весу подавляющее количество материала переходит в легкую фракцию, процент которой доходит до 99,8%, а в тяжелой фракции остается до 2,5%, причем это макси-

малое количество отмечено только для брекчевых диатомитов.

Таблица 3

Разновидности диатомитов	Фракция		
	Диаметр частицы в мм, содержание в %		
	1 - 0,1	0,1-0,01	<0,01
Диатомитовая глина	1,08	19,33	79,59
Диатомит глинистый	0,90	24,15	74,95
Диатомит песчанистый	8,21	54,75	37,04
Диатомит	-	13,05	86,95
Брекчийский диатомит	8,41	51,54	39,95

Минеральный состав легкой фракции слагается в основном из кварца, вулканического стекла, полевого шпата, биотита и редкого карбоната, а в тяжелую фракцию входят десятки минералов (см. приложение № I), которые характерны для всех разновидностей диатомитовых пород. Размер зерен этих минералов колеблется от 0,01 до 0,5-0,8 мм.

Минералого-петрографические и химические исследования показали существенные различия выявленных разновидностей диатомитов по вещественному составу, что видно из нижеследующей их характеристики.

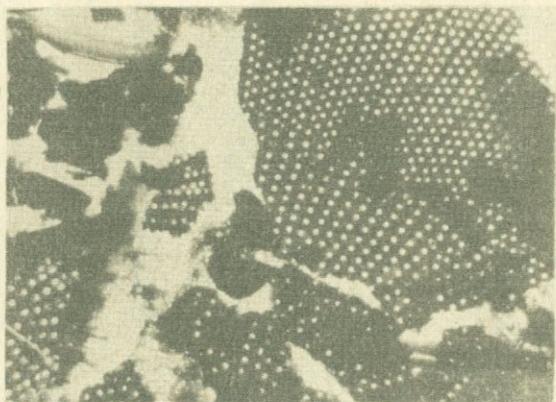
I. Диатомит. Макроскопически диатомит имеет белый цвет с желтоватым оттенком. Мощность диатомитовых пачек варьирует в широких пределах — от нескольких сантиметров до десяти и более метров, причем наибольшей мощности они достигают в районе пос. Шамс. Обычно диатомитовые слои чередуются с маломощными (5-20 см) песчанистыми прослойками. Под микроскопом диатомит имеет органогенную структуру, состоит из сплошного покрова панцирей размерами от 0,05 до 0,1, реже 0,2 мм. Форма панцирей разнообразная — округлая (фиг. 6), игольчатая, рогульчатая и т.д.

Панцири сложены опалом. Цементом породы служит кремнистое вещество с незначительной примесью глинистого материала. Последний представлен в основном монтмориллонитом и гидрослюдой (фиг. 7), к которым примешивается терригенный материал в виде алевритовых частиц полевого шпата, чешуек хлорита, серицита, биотита.

Во всех шлихах из акцессорных минералов присутствуют апатит, роговая обманка, гиперстен, авгит, базальтическая роговая обман-



Фиг.6. Диатомит. Ув.760.



Фиг.7. Электронный микроскоп. Ув.4800.
Черные участки монтмориллонит,
гидрослюд.

§

Химический состав диатомитов Сисианского района

Таблица 4

№ пп	Номера проб	Место взятия	К о м п о н е н т ы												ппп	Сумма	
			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	I1	I2	I3	I4
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6		
I	I 63/65	К ЮВ от пе- рек.дорог Сисиан-Шамб -Багуди, в 150 м	75,34	0,35	6,93	2,07	0,45	0,049	1,00	1,00	I, I4	0,42	4,88	5,68	I00,309		
2	I 6/65	От моста (Шамб) к C3 320° в 750м	76,32	0,II	5,23	2,2I	0,I4	0,05	0,92	I,0I	0,8I	0,52	2,9I	I0,62	I00,85		
3	I	-"-	75,30	0,23	7,76	I,82	0,43	0,05	I,27	I,09	0,40	0,20	3,35	7,75	99,65		
4	I 62/65	К ЮВ от пе- рек.дорог Сисиан-Шамб в 250 м	74,75	0,50	8,58	2,29	0,45	0,035	0,82	0,5I	I,IO	0,60	4,5I	4,97	99,II5		
5	I 09/65	К ЮВ 100° от с.Лцен, в 1,5 км	74,52	0,45	8,43	2,83	0,45	0,049	I,00	I,00	0,9I	0,6I	4,59	4,65	99,489		
6	92a/65	От пос.Шамб к C3 280°, в 950 м	74,20	0,23	7,3I	2,32	0,45	0,I4	0,90	0,82	I,00	0,94	4,35	7,53	I00,I9		
7	30/66	К C3 280° от пос.Шамб, в 900 м	73,50	0,15	7,77	2,30	0,36	0,04	I,30	I,00	0,90	I,00	2,90	8,35	99,57		

Продолжение таблицы 4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	16
8	34/65	От моста Шамб к СЗ в 1,5 км	73,28	0,28	6,72	2,85	0,20	0,21	1,02	0,85	0,94	1,00	5,50	6,80	99,65
9	87/66	От кладбища (Брандот) к СВ 40°, в 100м	73,05	0,28	7,06	2,20	0,02	0,21	1,30	0,85	1,00	1,00	4,35	8,00	99,32
10	4/66	К СЗ 280° от пос.Шамб, в 900 м	72,88	0,25	8,00	0,00	0,00	0,05	1,80	1,00	1,10	0,80	4,32	9,34	99,54
II	2/66	-"-	72,85	0,31	10,04	2,00	0,14	0,02	1,20	1,00	1,30	1,10	3,42	5,83	99,21
I2	I07/66	К СВ 40° от с.Базарчай в 150 м	71,85	0,37	9,58	3,50	0,21	0,04	1,00	1,40	0,90	0,60	4,08	5,80	99,33
I3	III/66	К СВ 40° от с.Базарчай в 150 м	71,50	0,44	10,51	4,03	0,28	0,02	1,40	1,40	0,20	0,15	3,93	6,13	99,99
I4	9I/65	В 1,0 км к З от пос.Шамб	71,48	0,43	7,42	4,56	0,28	0,06	1,54	0,95	1,00	1,32	4,43	5,72	99,19
I5	93/65	-"-	71,40	0,37	9,98	2,88	0,28	0,15	1,65	0,91	1,00	1,00	3,73	6,18	99,52
I6	I07/65	В 1,5 км к ЮВ 100° от с.Лцен	71,40	0,41	9,21	2,72	0,44	0,21	0,85	0,80	1,40	1,06	5,65	5,45	99,40
I7	I54/65	К С в 20 м от Нораванского сарай	70,95	0,39	7,90	4,03	0,28	0,07	1,60	2,88	0,20	0,15	6,04	5,41	99,90
I8	I05/65	В 1,0 км к ЮВ 110° от с.Лцен	70,93	0,33	6,94	4,42	0,28	0,03	1,65	2,61	0,40	0,25	5,20	6,34	99,38

5

Продолжение таблицы 4

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	16
19	33/66	K C8 280 ⁰	в 950 м от Шамб- ского моста	70,81	0,25	9,17	2,85	0,36	0,20	2,17	0,79	1,40	1,06	3,16	7,05	99,27
20	I05/66	K C8 310 ⁰	в 800 м от Бар- зарчайского моста	69,10	0,23	10,30	4,20	0,36	0,20	1,21	1,24	1,00	0,70	4,01	6,93	99,48
21	I06/65	В 1,0 км к юв 110 ⁰ от с.Лцен	68,40	0,39	9,83	4,58	0,14	0,03	0,93	1,98	0,80	1,00	5,25	6,68	100,00	
22	72/66	K юв 100 ⁰ от с.Лцен в 350м	67,80	0,52	7,23	3,50	0,02	сл.	1,90	1,20	1,54	1,40	5,44	9,42	99,97	
<hr/>																
Средний химический состав				72,39	0,33	8,29	2,91	0,30	0,08	1,29	1,25	0,93	0,76	4,36	6,84	99,63

ка, диопсид, оливин, магнетит, титаномагнетит, гематит, циркон, сфен, пирит, кварц, улексит и др. (см.приложение № I).

Химический состав диатомитов крайне непостоянный (см.табл. 4). Содержание главных компонентов колеблется в широких пределах: кремнезема от 67,80 до 76,32%, двуокиси титана от 0,11 до 0,5%, глинозема от 5,23 до 10,51%, окиси железа от 0,00 до 4,58%, окиси железа от 0,00 до 0,45%, окиси марганца от следов до 0,21%, окиси магния от 0,82 до 2,17%, окиси кальция от 0,51 до 2,88%, окиси натрия от 0,20 до 1,54%, окиси калия от 0,15 до 1,40% (табл.4).

По данным спектрального анализа, в диатомитах присутствуют: бор - 0,001-0,01%, литий - 0,001-0,005%, бериллий - 0,0001 - 0,0005%, скандий - 0,001-0,003%, барий - 0,03-0,1%, стронций - 0,03-0,1%, галлий - 0,001-0,003%, цирконий - 0,01-0,03%, иттрий - 0,001-0,003%, иттербий - 0,0001-0,0003%, цинк - 0,003 - 0,01%, свинец - 0,001-0,003%, медь - 0,001-0,01%, молибден - 0,0001-0,0003%, хром - 0,001-0,01%, ванадий - 0,01-0,03%, кобальт - 0,001-0,003%, никель - 0,003-0,01% (фиг.8).



Фиг.8. Распределение элементов-примесей в разновидностях диатомитов Сисианского месторождения.

2-3. Диатомит глинистый и диатомитовая глина. Макроскопически эти разновидности имеют розовато-белый, серый цвет. Они в Сисианском районе имеют исключительно широкое распространение и образуют слои или пачки пла-



Фиг.9. Диатомит глинистый. Ув.45.



Фиг.10. Диатомовая флора в глинистых
диатомитах. Ув.900.

стов различной мощности, которая колеблется в значительных пределах (от нескольких сантиметров до 20–25 м и больше), особенно на участке с.Бринакот.

Под микроскопом эти породы имеют органогенную, алевролитовую, пелитовую структуру и состоят из обильного количества остатков панцирей (фиг. 9, 10).

Кластический материал составляет в глинистых диатомитах до 20–25%, а в диатомитовых глинах – 40–50%. Он представлен кварцем, чешуйками хлорита, биотита и другими минералами размером от 0,05 до 0,1 мм. Все обломки скементированы кремнистым цементом. В отдельных шлифах наблюдаются карбонаты с примесью глинистого продукта. Местами глинистые диатомиты имеют тонкую горизонтальную слоистость, часто переслаиваются с песчанистыми прослойями с коркой, пропитанной гидроокислями железа. Для глинистых диатомитов характерна тонкая горизонтальная слоистость. Встречаются также текстуры продавливания и оползания осадка. Такие текстуры наблюдаются в обнажении у пос.Шамб, где хорошо видно, как еще пластичный диатомитовый осадок перекрывается грубым, быстро поступающим терригенным песчанистым материалом.

Глинистые диатомиты в основном прослеживаются у с.Бринакот, причем в нижней части разреза они представлены серовато-зеленоватыми диатомитами с горизонтальной слоистостью; в верхней части слоистость становится более тонкой.

На плоскостях слоистости часто наблюдаются кристаллы пирита (до 1 мм). Во всех шлифах наблюдается полная раскристаллизация основной массы и образование глинистых минералов – хлорита, монтмориллонита и др. Основная кремнистая часть глинистых диатомитов и диатомитовых глин слагается опалом. Часто встречаются акцессорные минералы: роговая обманка, гиперстен, авгит, диопсид, биотит, оливин, плагиоклаз, калиевый полевой шпат и др.; менее распространенные – апатит, циркон, сфен; из рудных минералов – магнетит, титаномагнетит, ильменит, гематит и пирит.

Глинистые диатомиты по химическому составу отвечают породам, пересыщенным алюминием при почти одинаковом содержании Na_2O и K_2O (см. средний химический состав, табл. 5 и 6). Содержания главных компонентов варьируют в широких пределах, как это видно, например, для глинистых диатомитов: SiO_2 – от 59,84

Химический состав глинистых диатомитов
Сисианского района

Таблица 5

№ пп проб	Номера проб	Место взятия	Компоненты		
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃
I	69/65	К СВ от фермы Шамб, в 600 м	59,84	0,56	II,26
2	83/65	В I км к СВ 280° от пос.Шамб	60,85	0,61	II,32
3	89/66	К СВ 30° в 500 м от церкви Бринакот	63,92	0,28	IO,34
4	46/65	От фермы Шамб к СВ в 700 м	65,30	0,58	9,60
5	I55/65	К северу в 30 м от Нораван- ского сарая	65,53	0,33	II,58
6	I57/65	-"- -"-	65,61	0,63	IO,54
7	I58/65	В I,5 км к СЗ 320° от пере- крестка дорог Шамб-Урут	66,II	0,63	IO,64
8	85/65	В 180 м к ЮВ от с.Борисовка	66,28	0,44	II,90
9	75/65	В 300 м к СЗ 330° от с.Багуди	66,30	0,31	II,06
10	I9/66	К СЗ 300° в 300 м от пос.Шамб	66,37	0,19	IO,87
II	64/65	В 250 м к СЗ 325° от с.Агуди	68,40	0,34	II,41
I2	I3I/65	От с.Иримис к ЮВ 110° в 500 м	68,87	0,40	IO,60
I3	92/65	В 150 м к ЮВ от перекрестка дорог Сисиан-Шамб-Багуди	68,90	0,40	IO,29
I4	90/65	В 150 м к ЮВ от перекрестка дорог Сисиан-Шамб-Багуди	68,97	0,37	IO,46
I5	23/66	От Шамбского моста к СЗ 280° в 750 м	69,02	0,18	9,27
I6	I09a/65	В I,5 км к ЮВ 100° от с.Лцен	69,I0	0,49	II,07
I7	35/66	От Шамбского моста к СЗ 280° в 790 м	69,25	0,50	IO,70
<hr/>			Средний химический состав	66,39	0,42
<hr/>					IO,76

Продолжение таблицы 5

Компоненты										
Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ппп	Сумма	
3,15	0,50	0,02	1,81	4,89	2,72	2,76	4,10	8,05	99,66	
3,22	0,75	0,08	1,88	4,81	1,58	0,52	5,13	8,20	99,32	
2,99	0,50	0,20	2,05	1,38	1,70	1,60	3,69	8,23	99,75	
4,02	0,71	0,15	2,20	3,43	1,32	1,76	3,11	7,30	99,48	
3,84	-	0,133	1,17	4,77	0,40	0,30	5,87	5,98	99,90	
4,39	0,30	0,04	1,66	2,55	1,44	0,82	5,97	5,63	99,73	
4,54	0,55	0,056	2,12	0,73	0,91	0,78	5,81	6,54	99,69	
2,60	0,40	0,21	1,13	1,10	1,08	1,10	5,40	8,00	99,64	
3,26	0,57	0,70	1,32	1,02	2,30	2,90	1,50	7,17	99,50	
2,21	0,57	-	2,13	1,13	0,60	0,40	3,62	8,93	99,72	
3,00	0,14	-	0,70	1,09	1,82	1,78	4,60	6,88	99,96	
2,26	0,64	0,45	2,47	2,01	1,32	1,46	0,93	6,87	99,60	
3,56	0,36	0,02	1,33	1,51	1,22	1,48	3,64	6,72	99,43	
3,35	0,85	0,05	1,27	1,53	1,20	1,48	2,92	6,95	99,40	
3,24	0,50	-	1,17	0,80	0,20	0,15	3,00	8,80	99,57	
3,55	0,02	0,14	0,85	1,26	1,52	1,40	4,25	6,00	99,65	
2,68	0,30	0,20	1,57	0,87	1,80	1,70	3,80	6,00	99,53	
3,28	0,45	0,14	1,58	2,05	1,33	1,35	3,96	7,19	99,60	

Химический состав диатомитовых глин
Сисианского района

Таблица 6

№ пп	Номера проб	Место взятия	Компоненты		
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃
I	2/66	От Шамбского моста к СЗ 280° в 800 м	68,18	0,52	12,95
2	II3/65	В 1,5 км к ЮЗ от перекрестка дорог Шамб-Дараас	67,00	0,44	13,58
3	89а/66	В 250 м к СВ от с.Базарчай	66,63	0,46	13,49
4	88/65	В 800 м к ЮВ II5° от клад- бища с.Брнакот	66,20	0,41	13,30
5	I3/66	В 200 м к З от с.Шагат	65,80	0,62	15,63
6	6/66	От Шамбского моста к СЗ 280° в 750 м	65,70	0,57	16,60
7	96А/66	К СВ 40° в 150 м от с.Базарчай	65,26	0,58	14,57
8	I08/66	В 300 м к СЗ 340° от с.Базарчай	64,95	0,53	13,72
9	I2/66	В 300 м к СЗ 280° от с.Вагуди	62,60	0,53	15,07
IO	22/66	В 200 м к ЮЗ 240° от с.Толорс	62,47	0,25	16,50
II	30/65	К СВ 35° в 300 м от кочевки с.Брнакот	62,80	0,21	14,54
I2	I38/65	К СВ 10° в 250 м от Узского моста	62,15	0,58	12,24
I3	95/65	От с.Урут к ЮВ в 700 м	60,80	0,46	16,32
I4	I08/65	От с.Лцен к В в 1,8 км	60,51	0,89	18,27
I5	32/65	К СВ 35° в 400 м от кочевки с.Брнакот	60,51	0,31	16,31
I6	I35/65	От шосс.дороги Лцен-Дараас к СЗ 280° в 750 м (Иримис)	60,40	1,00	15,00
I7	I30/65	От с.Дараас к ЮЗ I90° в 1,7 км	60,40	0,75	12,80
I8	5/66	От пос.Шамб к СЗ 285°, в 800 м	59,05	0,53	15,64
I9	I5/66	-"- -"-	58,55	0,44	14,83
Средний химический состав			63,15	0,53	14,28

Продолжение таблицы 6

Компоненты											
Fe ₂ O	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ППП	Сумма		
3,18	0,28	-	0,20	I,46	0,60	0,40	4,60	7,20	99,57		
2,85	0,20	сл.	0,85	I,I8	2,I6	2,90	2,95	6,35	I00,46		
3,3I	0,20	0,20	I,70	I,60	I,30	I,20	3,64	6,I2	99,85		
2,65	0,55	0,I4	0,58	I,08	2,20	3,I0	2,80	6,63	99,64		
2,45	0,36	0,40	0,70	I,82	2,00	I,80	I,90	6,50	99,96		
I,64	0,49	0,70	0,46	I,34	I,80	2,00	2,06	6,I6	99,52		
3,I5	0,36	0,30	2,70	2,I9	0,90	0,80	3,I6	5,98	I00,04		
3,93	0,29	0,25	I,I0	I,80	I,30	I,20	4,II	6,60	99,87		
3,50	0,36	0,20	I,76	I,54	I,00	0,80	2,80	7,73	I00,I9		
2,34	0,86	0,80	I,26	I,60	I,20	I,00	2,96	7,3I	99,74		
3,53	0,29	0,05	0,2I	I,74	3,00	I,80	4,22	8,26	I00,I3		
5,68	0,28	0,20	2,I2	I,89	I,32	I,96	5,82	5,35	99,59		
5,I4	0,36	0,40	2,28	I,49	2,40	2,38	2,59	4,32	99,64		
2,60	2,39	0,06	2,60	4,23	3,43	0,59	0,87	3,24	I00,0I		
5,60	0,29	0,I5	I,7I	2,53	2,I0	2,00	3,36	5,82	I00,69		
5,I5	0,22	0,I2	I,45	2,35	2,42	2,40	3,75	6,00	I00,26		
5,40	0,75	сл.	I,04	2,49	I,50	I,70	6,30	6,20	99,33		
3,42	I,I5	0,50	2,37	I,2I	2,20	I,80	2,90	7,58	99,68		
2,54	0,50	0,75	I,92	I,09	2,70	2,76	4,28	9,I4	99,50		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3,58	0,52	0,27	I,42	I,82	I,8I	I,87	2,99	5,60	99,86		

до 69,25%, TiO_2 - от 0,18 до 63%, Fe_2O_3 - от 2,21 до 4,54%, MgO - от 0,70 до 2,47%, CaO - от 0,80 до 4,89%, Na_2O - от 0,20 до 2,72%, K_2O - от 0,15 до 2,76% и др.

Изучение распределения акцессорных элементов в описываемых разновидностях сисианских диатомитов показывает, что для них характерны повышенные содержания бария (0,1%), стронция (0,1%), бора (0,01-0,03%). Кроме этих элементов, в глинистых диатомитах и диатомитовых глинах встречаются также бериллий (0,000-0,0005%), литий (0,003-0,005%), иттрий (0,001-0,005%), иттербий (0,0001-0,0005%), галлий (0,001-0,005%), цирконий (0,01-0,03%), скандий (0,001-0,003%), цинк (0,005-0,01%), свинец (0,001-0,003%), медь (0,003-0,01%), молибден (0,0003%), хром (0,003-0,01%), ванадий (0,01-0,03%), кобальт (0,001-0,003%) и никель (0,01%).

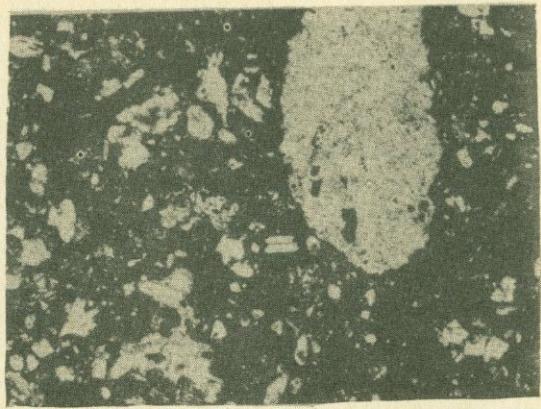
4. Песчанистый диатомит. Макроскопически - это светло-серые с желтоватым оттенком породы, довольно широко распространенные в районе; среди них наблюдаются песчаноглинистые или глинисто-песчанистые разновидности. Образуют слои мощностью от нескольких сантиметров до 5-6 м.

Под микроскопом песчанистый диатомит имеет органогенную псаммитовую структуру, содержит обломки базальта с различной микроструктурой, туфа, а также обсидиана. Размер обломков колеблется от 0,1 до 2,0 мм. Обломки минералов представлены плагиоклазом, пироксеном, роговой обманкой, биотитом, апатитом и магнетитом.

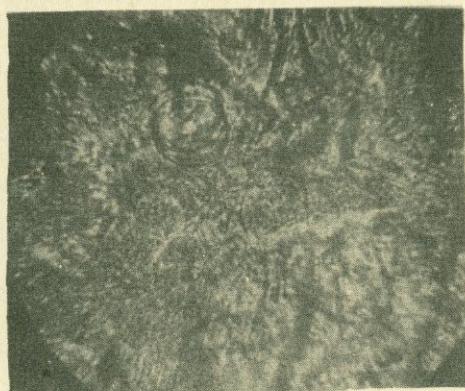
Весь обломочный материал сцепментирован кремнистым продуктом (фиг. II, I2).

Химический состав песчанистых диатомитов приведен в таблице 7. Здесь, как и обычно в песчанистых диатомитах, натрий преобладает над калием.

Постоянными элементами-примесями в песчанистых диатомитах являются барий (0,1-0,3%), стронций (0,1%) и бор; содержание последнего в указанных породах доходит до 0,01-0,05%. Помимо отмеченных в песчанистых диатомитах обнаружены следующие элементы-примеси (г/т): Be - 1,5, Li - 30-100, Ga - 10-50, Zr - 100-300, Sc - 10-30, Y - 10-50, Yb - 1-5, Zn - 50-100, Pb - 10-30, Cu - 100, Mo - 3, Cr - 50-100, V - 100-300, Co - 10-30, Ni - 100.



Фиг. II. песчанистый диатомит. Весь обломочный материал сцепментирован кремнистым цементом. Ув.45.



Фиг. I2. Диатомеи в песчанистых диатомитовых породах. Ув.480.

Химический состав песчанистых диатомитов Сисианского района

Таблица 7

№ пн проб	Номера место взятия	К о м п о н е н т ы (%)										ппн Сумма		
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O			
1 110/65	В 1,0 км к юв 100° от кочевки с.Лцен	59,48	1,00	16,98	4,83	0,55	0,08	2,09	2,II	3,5I	0,54	3,66	4,78	99,95
2 89/65	В 150 м к юв от с.Борисовка	59,20	0,90	16,80	4,70	0,80	0,07	2,00	2,30	3,20	0,80	3,40	4,50	99,94
3 84/66	В 800 м к юв II5° от Бранакотского кладбища	57,47	0,77	16,7I	3,24	I,44	0,25	I,35	2,35	3,5I	2,00	I,08	7,65	99,68
4 102/65	В 1,1 км к в от с.Дастакерт	56,40	0,80	16,50	7,50	0,30	0,20	I,80	2,90	I,80	2,50	2,8	6,00	99,50
5 94/65	В 1,0 км к с8 290° от пос.Шамб	55,35	0,62	16,57	9,40	0,20	0,2I	I,70	3,45	I,74	3,74	2,05	4,65	99,58
<hr/>		Средний химический состав										99,80		

5. Диатомит пепловый. Описываемая разновидность отличается белым цветом, иногда с желтоватым оттенком, пользуется сравнительно небольшим распространением. Мощность отдельных слоев незначительная - находится обычно в пределах 5-10 см, но местами достигает 70-80 см (у пос. Шамб, с. Базарчай). Под микроскопом пепловый диатомит имеет органогенную, пепловую структуру, сложен в основном из панцирей, скементированных пепло-туфовым продуктом с примесью глинистого материала. Количество цемента составляет 20-25%. Терригенный материал представлен частицами кварца, полевого шпата, чешуйками биотита, хлорита, размеры которых не превышают 0,1 мм. В этих породах изредка отмечаются также обломки кислого стекла (пемзы) размером 0,8-1 мм (фиг. I3, I4).

Кроме того, в пепловых диатомитах встречаются также моноклинный (авгит, диопсид) и ромбический (гиперстен) пироксены, обыкновенная и базальтическая роговые обманки, tremолит, оливин, магнетит, ильменит, титаномагнетит, гематит, апатит, циркон, сфен, антаз, флюорит, пирит, марказит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, карбонаты, барит и др.

Средний химический состав пепловых диатомитов, выведенный по анализам семи частных проб, следующий (в %): SiO_2 - 66,67, TiO_2 - 0,19, Al_2O_3 - 14,29, Fe_2O_3 - 2,53, FeO - 0,65, MnO - 0,13, MgO - 0,93, CaO - 1,60, Na_2O - 2,21, K_2O - 2,43, H_2O - 2,0, SO_3 - 1,79, P_2O_5 - 0,06 и др. (табл. 8).

Петрохимически пепловые диатомиты пересыпаны глиноземом, несколько обогащены щелочами, весьма бедны кремнеземом. Во всех пробах, как правило, окись калия преобладает над окисью натрия (см. табл. 8).

6. Диатомитовая брекчия. Макроскопически - это обломочная порода белого цвета. Как уже отмечалось, она служит маркирующим горизонтом, поскольку хорошо прослеживается во всех разрезах описываемой толщи. Мощность слоев сравнительно небольшая и колеблется от 0,3 до 3 м. Структура под микроскопом органогенная, обломочная. Обломки пород состоят из угловатых кусков пемзы и обсидиана, характеризующихся пузырчатой, флюидальной текстурой, а также трахита, дацита, базальта. Обломки кристаллов представлены плагиоклазом, кварцем, биотитом, апатитом. Некоторые обломки песчаников пропитаны гипсом, формы



Фиг. I3. Диатомит пепловый. Диатомей скементированы пепловым продуктом. Ув.45.



Фиг. I4. Диатомовая флора в пепловом диатомите. Ув.630.

Химический состав пепловых диатомитов Сисианского района

Таблица 8

№ пп проб	Номера место взятия	Компоненты (%)										ппп	Сумма	
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O			
1	I10/66 От с.Базарчай к С3 340°, в 400 м	68,80	0,07	14,67	1,80	1,08	0,02	0,91	1,75	2,25	2,35	0,61	5,41	99,80
2	I42/66 От Узского мос- та к СВ 700° в 250 м	68,70	0,06	14,70	1,90	1,00	0,02	0,90	1,80	2,00	2,20	0,70	5,00	99,56
3	3I/66 В I км к С3 280° от Шамб- ского моста	66,82	0,40	14,64	2,24	0,28	0,04	1,05	1,97	2,30	2,40	1,34	3,80	99,97
4	27/66 В 300 м к С3 330° от с.Багуди	66,40	0,25	13,20	3,00	0,50	0,30	1,00	1,60	2,00	2,10	3,10	3,50	99,54
5	I3Ia От с.Иримис к ЮВ 100° в 800 м	66,30	0,20	13,00	3,00	0,50	0,20	0,80	1,10	2,40	2,80	3,60	3,22	99,50
6	99/65 В 200 м к С3 320° от с.Агуди	66,20	0,28	12,03	3,80	0,50	0,14	0,85	1,03	2,32	2,50	4,10	5,42	99,62
7	I0/66 От пос.Шамб к В в 40 м	63,45	0,06	17,80	2,00	0,70	0,20	1,00	1,80	2,20	2,30	1,20	4,20	99,65
<hr/>		<hr/>												<hr/>
Средний химиче- ский состав		66,67	0,10	14,29	2,53	0,65	0,13	0,93	1,60	2,21	2,43	2,00	4,26	99,74

их угловатые, остроугольные, размеры колеблются в больших пределах – от 0,2 мм до 1 см. Весь обломочный материал скементирован диатомитом, состоящим из большого количества панцирей с кремнистым цементом с небольшой примесью (10–15%) глинистого продукта (фиг. I5, I6).

Петрохимически диатомитовые брекчии богаты глиноземом, обогащены щелочами, известью, окислами магния и железа и весьма бедны кремнеземом (табл. 9).

Ведущими характерными элементами-примесями диатомитовых брекчий и пепловых диатомитов являются барий (0,3%), стронций (0,1–0,3%) и медь (0,01–0,03%). Кроме отмеченных, характерным акцессорным элементом здесь является бор (0,03–0,08%), входящий в состав улексита, тинкалконита и колеманита. В описываемых разновидностях диатомитов постоянно присутствуют (г/т): бериллий – 3–5, литий – 30–100, галлий – 30–50, цирконий – 100–300, скандий – 10–30, иттрий – 30–100, иттербий – 3–10, цинк – 100, свинец – 30–50, молибден – 3, хром – 100, ванадий – 300, кобальт – 30, никель – 100–300.

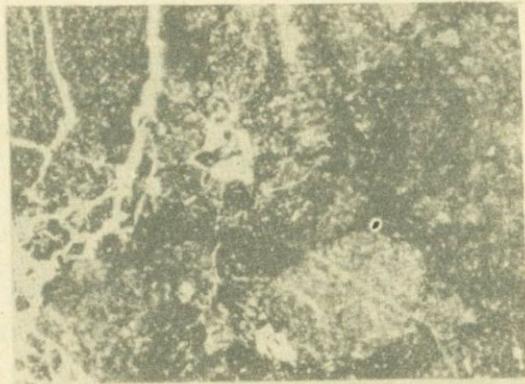
Содержание элементов-примесей в пепловом и брекчевом диатомитах полностью соответствует распределению акцессорных минералов в этих породах.

Из приведенных данных видно, что в диатомитовых разновидностях средние концентрации элементов-примесей (за исключением бора, стронция и бария), обычно близки к их кларковым содержаниям для осадочных пород по А.П. Виноградову (1964). Поэтому ниже приводится характер распределения только отмеченных трех элементов-примесей.

Стронций является одним из характерных элементов-примесей в диатомитах. Количество металла в разновидностях диатомитов варьирует в пределах 0,03–0,3%, причем среднее содержание его в 2–4,5 раза выше кларка в осадочных породах ($4,5 \cdot 10^{-2}$). В брекчевых диатомитах концентрация элемента возрастает в два раза по сравнению с более чистыми диатомитами. Установлено, что в разновидностях диатомитов содержание стронция понижается от вулканогенно-осадочных к органогенно-осадочным (фиг. I7).

Бор. По содержанию бора диатомиты можно подразделить на две группы:

I) Диатомиты с содержаниями бора, в 2–6 раза превышающими



Фиг. I5. Брекчия диатомитовая. Обломки пород
сцементированы кремнистым цементом.
Ув. 45.



Фиг. I6. Диатомовая флора в диатомитовой
брекчии. Ув. 900.

8

Химический состав диатомитовых брекчий Сисианского района

Таблица 9

№ пп проб	Номера место взятия	Компоненты (%)										ппп Сумма
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	
1	II/66 К СЗ 280° в 800 м от Шамбского моста	61,53	0,25	17,37	2,52	0,42	0,12	1,26	2,01	3,40	1,00	1,33 6 20 99 30
2	42/66 В 800 м к СЗ 320° от перекр. дорог Шамб-Үрут	58,50	0,30	17,00	3,60	0,70	0,13	1,08	2,00	3,00	0,60	1,35 9,00 99,46
3	I6/66 В 900 м к ЮЗ 220° от Шамбского моста	58,25	0,30	17,05	3,70	0,71	0,15	1,10	1,34	3,42	0,59	1,45 9,25 99,58
4	I30a В 1,5 км к ЮЗ I90° от с.Дараабас	58,20	0,29	17,00	3,68	0,72	0,20	1,20	1,80	3,00	0,60	1,50 9,10 99,44
5	I34/65 К Ю в 400 м от раз-57,74 0,18 I7,82 4,05 0,36 0,06 0,85 2,16 I,86 2,32 2,90 9,25 99,55 валин с.Иримис											
6	84/65 От пос.Шамб к СЗ 285° в 900 м	57,47	0,37	16,71	3,24	1,44	0,70	1,35	2,31	2,20	2,00	1,08 8,65 99,70
<hr/>												
Средний химический состав												
		58,61	0,28	17,15	3,45	0,72	0,22	1,30	1,94	2,81	1,20	1,60 8,47 99,53

его кларк в осадочных породах ($1 \cdot 10^{-2}$) и 2) диатомиты с концентрациями бора ниже кларка в 1,5–2,0 раза. Более заметное накопление бора происходит в пепловых и брекчийных диатомитах, где содержание его почти в шесть раз превышает кларковое.

В диатомитах наблюдается уменьшение содержания описываемого элемента от вулканогенно-осадочных разновидностей к осадочно-органогенным (фиг. I7).

На Сисианском месторождении диатомитов бор дает два типа концентрации: 1) в форме минералов-натриево-кальциевых водных боратов (улексит, тинкалконит); 2) в виде изоморфной примеси в составе породообразующих и акцессорных минералов. Основной формой нахождения бора, вероятно, является первый тип.

Барий. Является характерным элементом. Среди разновидностей диатомитов наиболее высоким содержанием бария характеризуются брекчийные диатомиты (2780 г/т) и наиболее низким – более чистые диатомиты (920 г/т). Средние содержания его в диатомитах в 1,25–3,5 раза выше кларка бария ($8 \cdot 10^{-2}$) для осадочных пород. В диатомитах барий присутствует главным образом в виде собственных минералов (барит и др.).

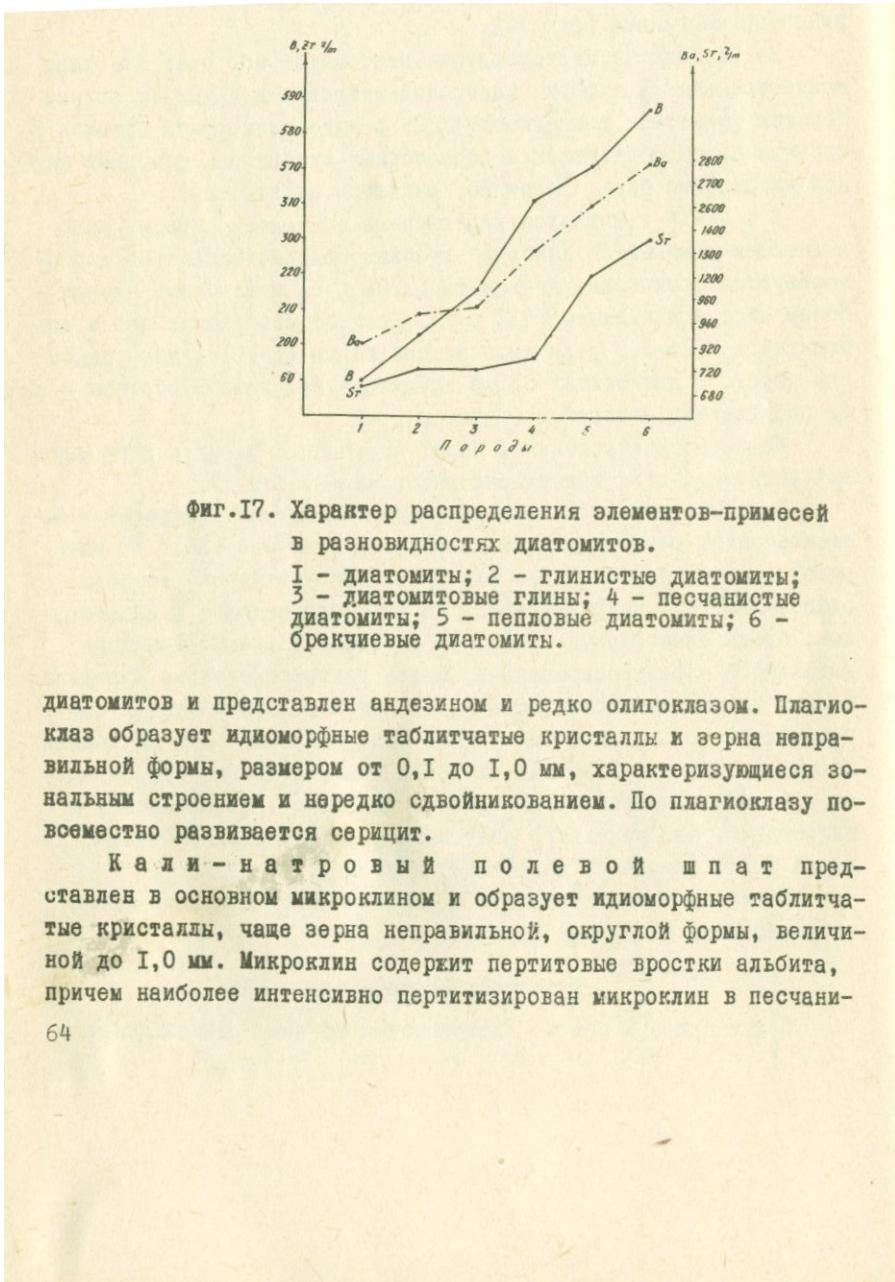
Характер распределения бора, стронция и бария в диатомитовых разновидностях графически изображен на фиг. I7.

В результате детальных минералогических исследований в вышепомеченных разновидностях диатомитов выявлено около 50 минералов (см. приложение № I). Минералы, присутствующие во всех разновидностях, подразделяются на породообразующие и акцессорные; среди акцессорных минералов по степени распространения выделяются – распространенные, менее распространенные и редкие. Каждая из этих разновидностей диатомитов характеризуется специфической ассоциацией минералов. Так, например, для диатомита породообразующим минералом является опал, а в глинистой примеси основными глинистыми минералами являются монтмориллонит и гидрослюдя, для пеплового диатомита – вулканическое стекло, полевые шпаты (андезин, микроклин) и т.д.

В генетическом отношении выявленные нами минералы можно сгруппировать следующим образом.

Аллотигенные минералы

Плагиоклаз встречается во всех разновидностях



Фиг. 17. Характер распределения элементов-примесей в разновидностях диатомитов.

1 - диатомиты; 2 - глинистые диатомиты;
3 - диатомитовые глины; 4 - песчанистые
диатомиты; 5 - пепловые диатомиты;
6 - брекчевые диатомиты.

диатомитов и представлен андезином и редко олигоклазом. Плагиоклаз образует идиоморфные таблитчатые кристаллы и зерна неправильной формы, размером от 0,1 до 1,0 мм, характеризующиеся зональным строением и нередко сдвойникование. По плагиоклазу повсеместно развивается серцит.

Кали-натровый полевой шпат представлен в основном микроклином и образует идиоморфные таблитчатые кристаллы, чаще зерна неправильной, округлой формы, величиной до 1,0 мм. Микроклин содержит перититовые вростки альбита, причем наиболее интенсивно перититизирован микроклин в песчани-

стых и пепловых диатомитах.

Форма оливина неправильно-округлая, в других случаях сохраняется правильная форма оливиновых кристаллов. По оливину развиты псевдоморфозы, выполненные буро-зеленым иддингситом; последний иногда развивается по периферии оливиновых кристаллов или по трещинам неправильной формы, давая неправильно-листоватые псевдоморфозы.

Кварц встречается спорадически, представлен кристаллами неправильной формы, развивааясь по интерстициям зерен пла-гиоклаза и кали-натрового полевого шпата.

Хлорит встречается главным образом в глинистых и пепловых разновидностях диатомитов. Форма зерен хлоритов округлая и таблитчатая. Цвет зеленый, различных оттенков. Характерен слабый плеохроизм.

Вулканическое стекло в виде угловатых и угловато-округлых зерен широко распространено в легкой фракции и является породообразующим минералом пепловых и брекчевых диатомитов. Темноокрашенные зерна вулканического стекла имеют среднюю кислотность и показатель преломления 1,514–1,524, а светлоокрашенные зерна кислого вулканического стекла – 1,485 – 1,500.

Моноклинный пироксен наблюдается в виде идиоморфных длинно- или короткопризматических кристаллов, размером от 0,2 до 1,8 мм. По оптическим свойствам моноклинный пироксен в большинстве своем соответствует авгиту и редко диопсиду. Довольно часто авгит и диопсид замещаются роговой обманкой, светлоокрашенным биотитом и хлоритом.

Ромбический пироксен в основном представлен гиперстеном, призматические кристаллы которого достигают 1,2 мм величины. Часто зерна гиперстена включают в себя магнетит.

Моноклинный амфибол представлен тремолитом и двумя генерациями роговой обманки. Первичная роговая обманка представлена в виде тонких реакционных кайм вокруг оливина. Роговая обманка второй генерации развивается по пироксену. Реже встречаются идиоморфные кристаллы базальтической роговой обманки размером до 1,5 мм. По роговой обманке развиваются эпидот и хлорит.

Биотит представлен короткотаблитчатыми кристаллами преимущественно коричневого цвета. Встречаются также зеленоватые разности, развивающиеся в основном по коричневому биотиту. Размеры зерен варьируют от 0,4 до 0,9 мм. Биотит часто замещает аугит.

Магнетит, гематит, ильменит и титаномагнетит. Наиболее высокие содержания этих минералов отмечаются в пепловых диатомитах и диатомитовых брекчиях, относительно бедны ими собственно диатомиты. Встречаются обычно в виде хорошо образованных октаэдрических кристаллов. В полированных шлифах устанавливаются по крайней мере две генерации магнетита. В диатомитовых брекчиях и пепловых диатомитах магнетит встречается как первичный минерал, но значительно чаще является параморфическим, возникая при замещении пироксенов роговой обманкой и роговой обманки — биотитом. В соответствии с этим правильно кристаллографические формы присущи магнетиту, присутствующему в виде отдельных зерен (акцессорных), либо переотложенному. Магнетит, образовавшийся за счет железа, выделившегося при замещении минералов, чаще всего не дает зерен правильной формы. Как правило, магнетит содержит заметную примесь титана и образует непрерывный ряд с титаномагнетитом и далее переходит в ильменит. Нередко встречаются взаимные прорастания магнетита и ильменита, причем при перекристаллизации в ходе метасоматических изменений может происходить их переотложение с образованием индивидуализированных зерен ильменита и магнетита (иногда гематита). В диатомитовых брекчиях совершенно очевидно возникновение титаномагнетита за счет железа и титана, высвобождающихся при замещении пироксена, оливина или роговой обманки. Титаномагнетитовые зерна часто в виде сплошных кайм окружают замещенные кристаллы цветных минералов; иногда появляются участки с сидеронитовой структурой.

Рутил и анатаз наблюдаются в песчанистых, пепловых и брекчийных диатомитах в виде единичных зерен удлиненной формы. Цвет кристаллов рутила чаще темно-красный, а анатаза — синевато-черный или голубой.

Апатит в разновидностях диатомитов распределяется неравномерно. Сравнительно значительные содержания минерала отмечаются в диатомитовых брекчиях. В шлихах апатит наблюдается

обычно в виде хорошо образованных кристаллов, размером 0,1-0,2 мм; реже он присутствует в форме неправильных обломков. Обычно встречается в промежутках между плагиоклазами, реже включен по периферии участков выделений плагиоклазов и калиевых полевых шпатов. По отношению к сфену идиоморфен; его хорошо образованные кристаллы встречаются в ассоциации с магнетитом, сферулитом и др.

Сфен наиболее широко развит в брекчиевидных разновидностях диатомитов, где среднее содержание сфена составляет 0,004%. Обычно образует ксеноморфные выделения, в некоторых случаях довольно причудливой формы; иногда наблюдаются в изометрических включениях. Размеры выделений от 0,05x0,08 мм до 0,1x0,2 мм. Подавляющее большинство выделений сфена встречается в виде включений в диопсиде и авгите, реже мелкие кристаллы его включены в периферические участки полевых шпатов; чаще он ксеноморфен по отношению к этим минералам. Замещается в периферии и по трещинам ильменитом.

Флюорит имеет ограниченное распространение. Встречается главным образом в песчанистых, пепловых и брекчиевых разновидностях диатомитов, в которых образует включения в плагиоклазе и калиевом полевом шпата. Размер кристаллов колеблется от 0,03 до 0,1 мм в поперечнике. Окраска пятнистая, варьирует в пределах одного зерна от светло-фиолетовой до черной. Блеск стеклянный, излом раковистый.

Циркон пользуется ограниченным распространением. В щлихах представлен двумя разновидностями: а) длиннопризматическими прозрачными мелкими кристаллами розовой окраски; б) длиннопризматическими, с пирамидальными ограничениями, зелеными или красно-бурыми кристаллами.

Наблюдения под микроскопом показали, что циркон в диатомитах, как правило, встречается в полевых шпатах, биотите и магнетите. В плагиоклазе минерал устанавливается в виде включений мелких длинных призмочек. Наибольшее количество включений циркона содержится в биотите и магнетите. Форма зерен минерала в этом случае овальная, и вокруг включений наблюдается узкая плеохроичная кайма.

Халькопирит в виде единичных зерен распространен в пепловых и брекчиевых диатомитах.

Галенит и сфалерит пользуются ограниченным распространением; в шлихах из пепловых и брекчевых диатомитов отмечается лишь их единичные знаки. Сульфид свинца встречается обычно в виде обломков кубической формы с характерным ступенчатым изломом. Сфалерит наблюдается в форме неправильных изометрических обломков, очень редко - в виде тетраэдрических кристаллов.

Малахит более распространен, чем азурит. Обычная форма проявления обоих карбонатов меди - тонкие пленочки и примазочки. В отличие от малахита, азурит чаще наблюдается в кристаллах разнообразного габитуса. Карбонаты меди встречаются почти всегда совместно с лимонитом. Характерны псевдоморфозы малахита по азуриту.

2. Аутигенные минералы

Кальцит наблюдается в форме таблитчатых и неправильных кристаллов, заполняющих промежутки между другими минералами. Полисинтетическое двойникование устанавливается почти во всех случаях, но особенно оно интенсивно в кальцитах диатомитовых брекций.

Ангидрит, гипс встречаются почти во всех разновидностях диатомитов в виде единичных зерен, размером от 0,1 до 1,5 мм.

Пирит установлен во всех пробах диатомитов: присутствует обычно в виде кубических кристаллов латунно-желтого цвета, Размер зерен варьирует от 0,06 до 0,3 мм. Он образует включения как в полевых шпатах, кварце, так и в некоторых других минералах. Ассоциирует с пирротином, халькопиритом и другими сульфидаами.

Барит встречается редко, в основном в глинистых и песчано-глинистых разновидностях. Представлен незначительными по размеру таблитчатыми округлыми зернами. Поверхность зерна загрязнена гидроокислами марганца и железа.

Лимонит встречается главным образом в глинистых, брекчевых разновидностях диатомитов в виде зерен размерами 0,1-2,0 мм. Лимонит образуется при изменении железосодержащих минералов - магнетита, гематита, пирита, халькопирита и др.

Опал - основной породообразующий минерал диатомитов,

представляет собой слабо-зеленоватую тонкодисперсную изотропную массу. Показатель преломления колеблется от 1,445 до 1,440.

3. Гидротермальные минералы

Водные бораты, представленные улекситом, тинкалконитом, относятся к числу редких минералов. Бораты обычно бесцветны, часто также белые. Блеск стеклянный. Кристаллы имеют изометрический и короткопризматический облик. Изредка в ассоциации с гипсом и баритом распространены в зернистых и сферолитовых массах.

Показатели преломления водных боратов изменяются в широких пределах. Так, для тинкалконита $N_g = 1,472$, $N_m = 1,469$, $N_p = 1,447$; для улексита — $N_g = 1,520$, $N_m = 1,505$, $N_p = 1,493$. Угол оптических осей минералов также варьирует в значительных пределах: для тинкалконита — 40° , улексита — 78° .

Халцедон встречается в основном в песчанистых и обрекчевых разновидностях (в малых количествах); в шлифе бесцветный; показатели преломления колеблются в пределах $N_g = 1,538 - 1,539$, $N_p = 1,530 - 1,533$.

Кроме отмеченных, в разновидностях диатомитов в виде единичных зерен встречаются многие другие минералы, которые приведены только в таблице № 19. Так, например, самородная медь, самородный свинец, пиролюзит, гранат, пирротин, марказит и другие.

Г л а в а Ⅳ

МИКРОПАЛЕОБОТАНИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИАТОМИТОВ

Метод диатомового анализа начал систематически применяться в СССР после 1929–1930 гг., когда впервые в нашей стране Вл.С. Порецким (по инициативе К.К.Маркова) была организована в системе ВСЕГЕИ микропалеоботаническая лаборатория.

Известно, что по диатомовым водорослям можно установить физико-химический режим водоема, поскольку большинство водорослей чувствительно к степени солености воды, а некоторые виды являются индикаторами температурного режима среды. Диатомы изучаются и для выяснения фациальных условий образования осадков, поскольку одни виды соответствуют пелагической зоне водоемов, другие обитают среди зарослей высшей водной растительности, а крупные водоросли – в прибрежной части бассейна. Таким образом, изучение диатомей может оказать большую помощь в выяснении некоторых вопросов генезиса отложений. Наряду с другими автор использовал и этот метод с целью определения режима водоема (морской, пресноводный), его глубины, а также и при решении некоторых вопросов стратиграфии.

Диатомиты Арзинского, Нуруусского и Парбийского месторождений детально изучались В.С.Порецкой.

Диатомовый анализ сисианских диатомитов производила Н.И.Головенкина (1952). В связи с этим нами при производстве диатомового анализа, главное внимание уделялось определению породообразующих форм диатомей с целью получения дополнительных данных для уточнения возраста, а также для определения качественной характеристики сисианских диатомитов.

Материал для анализов был собран нами из обнажений, а также из кернов буровых скважин. Часть каменного материала была изучена в Ленинградском университете на кафедре низших растений.

Исследования слагаются из двух этапов: а) приготовление препаратов и б) изучение под микроскопом.

Для приготовления препаратов автор использовал метод Т.П. Износкова, который в настоящее время применяется в палеофитологической лаборатории ВНИГРИ и заключается в следующем: порода с начальным весом 100–150 г очищается от поверхностного слоя, из-

мелчается, а в случае карбонатности проваривается в 10% растворе №1 и отмывается. Затем весь полученный материал помещается в фарфоровый стакан ёмкостью 0,5 г и кипятится в дистиллированной воде до полной дезинтеграции частиц.. Если порода плохо разлагается или содержит много примесей органических остатков и пр., то ее кипятят около часа в 30% растворе пергидроля, что значительно ускоряет процесс дезинтеграции и окисления. Посредством последовательных сливов и отстаивания получаются фракции, наиболее обогащенные диатомовыми водорослями. Разваренная порода тщательно взмучивается, через минуту сливаются в литровый стакан. Такая процедура повторяется трижды с добавлением новых порций воды. Все крупные минеральные частицы, оставшиеся в первом стакане, удаляются. Дальнейшая обработка преследует цель освободиться от мелкой глинистой фракции. Сливы, собранные во втором стакане, отстаиваются в течение 8-12 часов, после чего в осевшую часть породы доливается вода, взмучивается и отстаивается в течение двух часов. Последующие сливы производятся через каждые 30 минут. Во избежание потерь диатомовых остатков, слив с глубины 5 см над осадком производят следующим образом: капля проверяется под микроскопом, в случае обнаружения диатомовых створок время отстаивания увеличивается до тех пор пока вода над осадком не станет почти прозрачной.

Выделенная средняя фракция породы переливается из стакана в центрифужные пробирки ёмкостью 45 см³ с таким расчетом, чтобы после 5 минут центрифугирования осадок занимал 1/4 объема пробирки; в остальную 3/4 часть объема доливается тяжелая кадмивая жидкость с удельным весом 2,6.

Осадок тщательно перемешивается и центрифугируется (10 минут при 2500 об/мин.) до полного разделения. Всплывшая легкая фракция, содержащая диатомовые водоросли, сливаются с осадка вместе с тяжелой жидкостью, разбавляется 4-5 объемами дистиллированной воды, отмывается от жидкости центрифугированием, а тяжелая жидкость сливается для регенерации.

Полученный в результате проведенной обработки осадок, содержащий диатомовые водоросли, обычно засорен мелкими обломками их панцирей, слюдистыми частицами и другими примесями. Чтобы избавиться от крупных частиц, к осадку, помещенному в стакан, ёмкостью 0,1 л, доливают воду, хорошо взбалтывают и отстаивают 5-

10 сек., после чего всю неосевшую часть сливают в следующий стакан. Осадок в первом стакане проверяется под микроскопом и, если в нем нет диатомовых остатков, он может быть удален; для избавления от мелких обломков, сливы во втором стакане отстаивают 20-30 минут и неосевшую часть сливают в следующий большой стакан. Операцию повторяют с добавлением новых порций воды 2-3 раза. В результате, во втором стакане осадок отстаивается в течение 30 минут, проверяется под микроскопом и, если не замечается присутствие панцирей мелких диатомовых организмов, можно приготовить из него добавочный препарат для анализа. Основной препарат, сделанный из осадка, взятого из второго стакана, получается чистый и более богатый диатомовыми водорослями. Для того, чтобы получить более правильное представление о содержании диатомовых водорослей, из породы готовится одно контрольное стекло: осадок, всплывший на поверхность в тяжелой жидкости, после отмывания разбавляют 10 см³ воды, одну каплю полученной суспензии наносят на покровное стекло и исследуют под микроскопом.

При обработке встречались образцы, в которых створки диатомовых водорослей загрязнены мелкими минеральными частицами и окрашены в бурый цвет продуктами окисления, маскирующими структуру створок. От окиси железа можно избавиться, если осадок проварить 10-15 минут в 30% растворе HCl. После этого осадок следует отмыть водой и кипятить в 50% растворе пергидроля около часа. Затем добавляется 1-2 г технической соды и осадок кипятится еще в течение 15-20 минут. В момент добавления реакция протекает очень бурно, поэтому следует поместить осадок в стакан ёмкостью 0,5 л. Очищение створок происходит сразу.

После такой обработки, из полученного обогащенного материала изготавливается биологический препарат; кроме того, из этого же образца изготавливается второй препарат, без предварительной обработки (из самой породы).

Смысл изготовления 2-х препаратов заключается в том, что в обогащенном препарате определяются видовые формы диатомей, сохранность их, а также подсчитываются целые панцири. А во втором препарате диатомей можно определить только до рода, однако изготовление их необходимо для предварительного контрольного просмотра.

Изучение диатомовых форм ведется под биологическим микро-

скопом, причем определение видовых форм ведется при увеличении 900 с иммерсией, а для других определений просмотр препаратов производится при меньшем увеличении (400–600).

Подсчет количества диатомеи и пересчет
его на 1 г породы

Для подсчета нами был выбран метод, который применяется в микропалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ и заключается в следующем:

Натуральный осадок в количестве 0,5 гр. помещается в стеклянный термостойкий стакан объемом 100 мл, заливается на 3–5 частей двудецимолярным раствором триполифосфата натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) и кипятится в течение 15 минут (не доводя до полного выпаривания). Осадок должен быть покрыт раствором триполифосфата натрия. Кипячение осадка продолжается в той же посуде с постепенным добавлением 30%-го пергидроля (всего 20–25 мл). Пергидроль способствует очищению створок диатомеи от различных органических примесей.

Очищенный осадок отмывается в центрифуге от триполифосфата натрия и пергидроля в дистиллированной воде. Степень отмычки проверяется универсальной индикаторной бумагой pH 1–10. Чистый осадок разводится дистиллированной водой так, чтобы концентрация диатомеи в нем позволяла произвести подсчет створок. Степень разведения зависит от содержания диатомеи в осадке; так, например, обычное разведение для осадков Тихого океана – 0,5 г на 100 мл воды, но при более высоком содержании диатомеи в осадках (типа диатомовых илов) требуется разведение такого же количества осадка 200 мл воды. Суспензия осадка очень тщательно перемешивается. Затем, на обезжиренное покровное стекло градуированной пипеткой (при постоянном и равномерном перемешивании) наносится 0,08 мл суспензии. Этот объем суспензии соответствует 0,4 мг осадка.

После естественной подсушки (при комнатной температуре) препарат заключается в смолу.

В каждом препарате подсчет диатомеи производится через одинаковые интервалы в 8 горизонтальных рядах. Одновременно производится определение видов.

Полученное среднее число количества диатомеи в одном ряду умножается на 120 (при изучении в иммерсионном объективе х90) или

на 80 (при иммерсионном объективе х60). Таким образом определяется численное содержание всех створок диатомей в одном препарате, т.е. в 0,4 мг осадка и одновременно с этим подсчитывается количество целых панцирей. Дальнейший пересчет позволяет получить данные по количественному содержанию створок в 1 г осадка.

Параллельно подсчитываются створки каждого вида в препарате, что можно выразить на диаграммах в абсолютных числах или в процентах от общего количества створок всех видов. Пересчет количества диатомей на 1 г осадка производится следующим образом.

Допустим, например, что среднее содержание створок диатомей в одном ряду препарата равно 37. Тогда, принимая в препарате (площ. 18x18) количество рядов 120 (при объективе х90), общее количество створок в одном препарате (или в 0,4 мг осадка) составит: $37 \times 120 = 4440$. Для пересчета этого количества на 1 г. осадка производится арифметическое действие:

$$\frac{4440 \cdot 1000}{0,4} = 11100000$$

Следовательно, при наличии 37 створок диатомей в одном ряду препарата, в одном грамме осадка содержатся 11100000 створок диатомей.

Для учета частоты встречаемости той или иной формы, обычно используется следующая шкала.

"Единично" (1) - 1-5 экземпляров в препарате.

"Редко" (2) - 10-15 экземпляров в препарате.

"Нередко" (3) - 25-30 экземпляров в препарате.

"Часто" (4) - 1 экз. в каждом ряду покровного стекла.

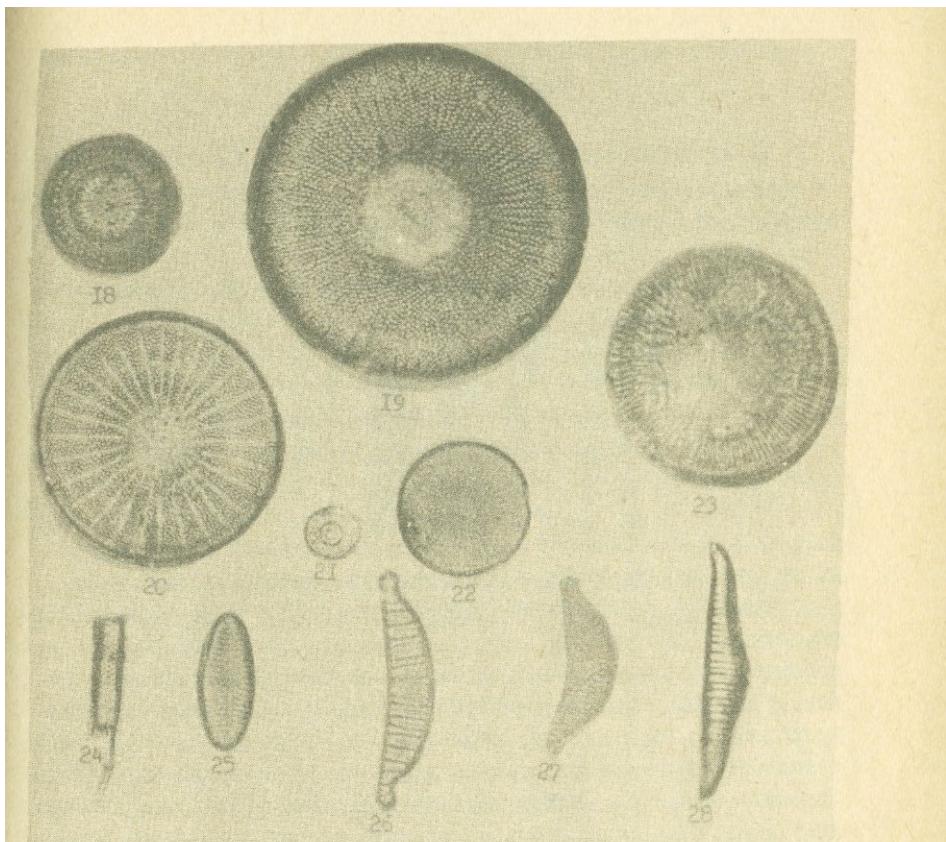
"Очень часто" (5) - несколько экземпляров в каждом ряду.

"В массе" (6) - 1 или несколько экземпляров в каждом поле зрения.

Руководствуясь этим методом, нами установлено, что в сицианских диатомитах среднее количественное содержание целых панцирей составляет 10-12 млн. штук в одном грамме осадка.

В результате этих исследований в диатомитах Сицианского месторождения нами было определено свыше 220 форм, в том числе следующие породообразующие и доминирующие формы (фиг. 18-28).

а. Для южной части месторождения (участки Шамб, Дарабас и др.): *Cyclotella comta*, *cyclotella ocellata*



- ФИГ.18. *Cyclotella Comta* (Ehr) Kütz x 720
 ФИГ.19. *Stephanodiscus niagarae* (Ehr) x 720
 ФИГ.20. *Stephanodiscus Kanitzii* (Pant)X 720
 ФИГ.21. *St.astraea* var.*minutulus* (Kütz) Grun x 900
 ФИГ.22. *St.astraea* var.*minutulus* (Kutz) Grun x 900
 ФИГ.23. *Melosira scabrosa* (Qestr) x 900
 ФИГ.24. *Melosira granulata* var *angustissima*(O.Mull)Hustax900
 ФИГ.25. *Navicula reinhardtii* (Grun)Cl. 800
 ФИГ.26. *Epithemia turgida* (Ehr) Kutz x900
 ФИГ.27. *Epithemia Sorex* (Kutz) x 900
 ФИГ.28. *Rhopalodia gibba* (Ehr) O.Mullx900

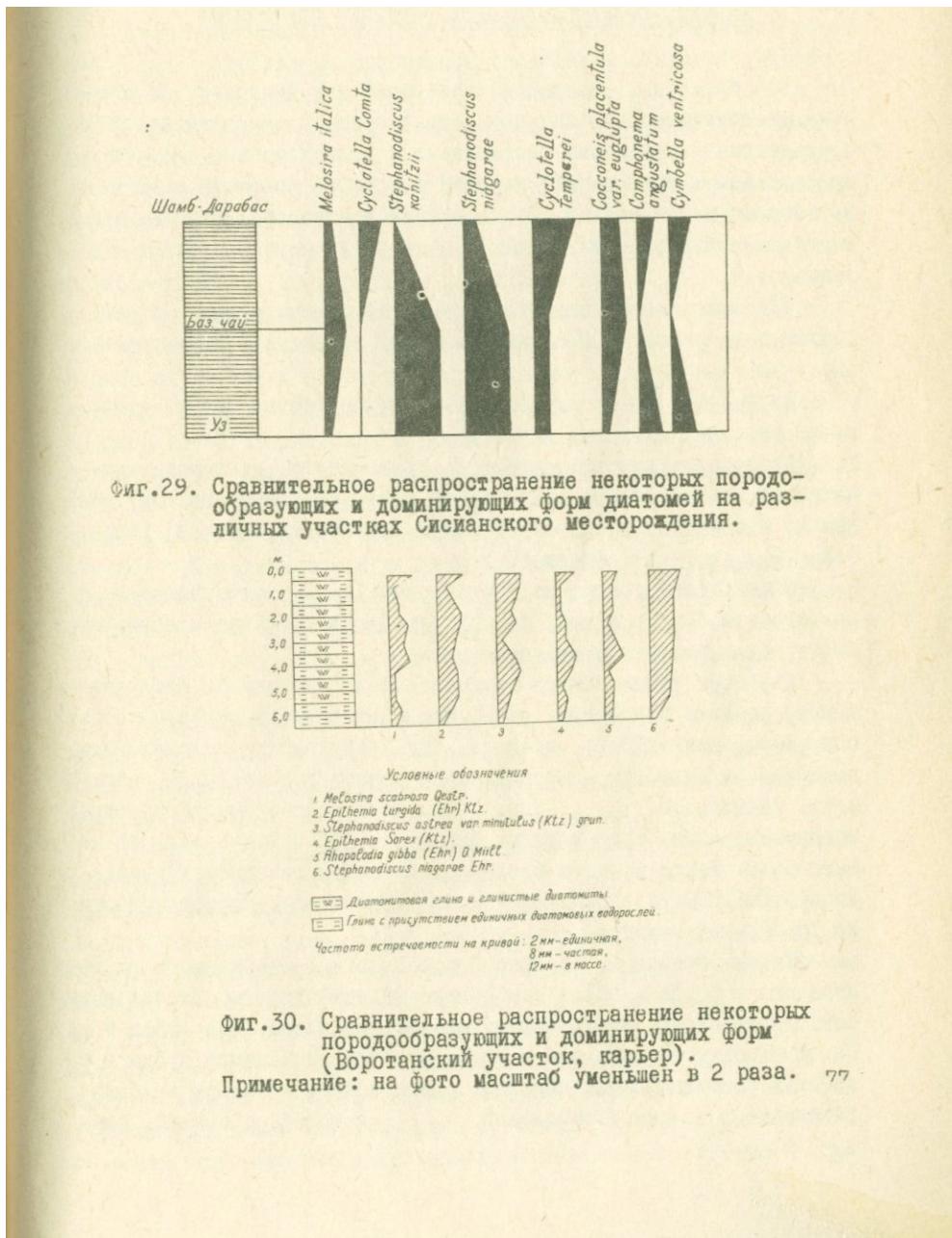
Stephanodiscus astraea, *stephanodiscus astraea* var *minutulus*
Melosira scabrosa

б. Для центральной части месторождения (участки Уз, Сисиан и др.): *Stephanodiscus kanitzii* присутствие этого вида впервые для Сисианского месторождения определено Н.И.Головенкиной, 1952).

в. Для северной части месторождения (участки Воротанский, Базарчайский и др.): *Stephanodiscus niagarae*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutulus*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Melosira varians*, *Melosira scabrosa*, *Navicula Reinhardtii* *Epi-themis turgida*, *Epithemia Sorex*, *Rhopalodia gibba*

Во всех участках присутствующие формы пресноводные, исключение составляют *Fragilaria Construens* var. *Subsalina*. *Rhopalodia gibberula* относящиеся к слабо солоноватоводным формам, но они встречаются в единичных экземплярах и поэтому не могут быть индикаторами геохимического режима водоема. Если изобразить распространение пордообразующих и доминирующих форм графически (фиг.29), то нетрудно заметить, что лишь редкая пордообразующая форма имеет одинаково широкое распространение на всех участках. Развитие диатомовых форм в Сисианском бассейне происходило, по-видимому, неравномерно, скачкообразно, что свидетельствует о неоднократных изменениях геодинамического режима водоема. Сказанное иллюстрируется диаграммой (фиг.30), изображающей изменчивость распространения главнейших диатомовых форм в диатомитах, в связи с глубиной их залегания.

Сопоставление сисианских диатомитов с неогеновой ископаемой формой Закавказья и Западной Европы (Германия), а также с межледниковыми отложениями р.Полимети показывает, что сисианские диатомиты сравнительно молоды: они образовались в конце третичного – начале четвертичного времени. Среди сисианских диатомовых форм выделяется флора Базарчайского участка, как наиболее молодая; вероятно, она относится к четвертичному времени.



Г л а в а У

ГЕНЕЗИС СИСИАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДИАТОМИТОВ

Как известно, диатомовые водоросли или диатомеи, образующие диатомитовые залежи, представляют собой микроскопические одноклеточные организмы растительного происхождения. Они распространены в отложениях, начиная с юрского возраста и до четвертичного включительно. В отложениях третичного периода отмечается максимальное их развитие и наиболее широкое распространение.

Диатомеи составляют большую группу, насчитывающую свыше 200 родов и около 10000 видов, включая ископаемые и современные.

Диатомовые водоросли образуют разнообразные формы: ленты, нити, цепочки, кустики, диски и др.

Диатомовая клетка состоит из протопласта, одетого пектиновой оболочкой, тесно прилегающей к наружной кремнеземной оболочке, называемой панцирем. Панцирь состоит из водного кремнезема ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), близкого к опалу.

Протопласт состоит из протоплазмы, ядра, хроматофоров желтого или бурого цвета, где продуктом ассимиляции и запасным питательным веществом является масло.

Диатомеи размножаются преимущественно делением. Наблюдаются образования ауксоспор, часто сопровождающиеся половым процессом. Л.В.Бекинг (1927), исследовавший размножение пресноводных диатомей, в одном из опытов дал следующие результаты. В озерную воду, насыщенную SiO_2 , были помещены пресноводные диатомовые водоросли, количество которых равнялось 100.000 экземпляров на литр воды. Через 6 часов после начала опыта диатомовых оказалось 8.000.000, а еще через 2 часа количество диатомовых достигло 10.000.000 в литре.

Таким образом, в течение 8 часов количество диатомовых увеличилось в 10 раз, тогда как обычно деление диатомовых при оптимальных температурных условиях происходит ранее, как через 4 часа. И важен тот факт, что к истечению восьмичасового срока в воде, где развивались диатомовые, самым точным анализом не было установлено присутствие следов SiO_2 , который, очевидно, ока-

зался нацело использованным диатомовыми на формирование панцирь.

Диатомовые организмы, живущие как в соленой, так и в пресной водах, находясь во взвешенном состоянии, обладают способностью ассимилировать и извлекать кремнезем, растворенный в воде, а также извлекать его из взвешенных частиц глин и силикатаев алюминия.

Д.Меррей и Р.Ирвин (1890–1891) экспериментально показали возможность извлечения диатомовыми водорослями кремнезема из кристаллических решеток глинистых минералов. В СССР такие опыты проведены А.П.Виноградовым и Е.А.Бойченко (1942). При этом диатомеи развивались на накрите (разновидность каолинита), причем его кристаллы под действием диатомовых слизей разрушались, теряли очертания и постепенно превращались в подобие тающих льдинок. Далее оболочка диатомовых клеток по всей своей массе пропитывается кремнеземом и образует твердые панцири. При вымирании клеток сохраняется только кремнеземный панцирь, отложения которого образуют диатомитовые залежи. Скорость накопления диатомитов разная: по Д.В.Наливкину (1956) она составляет 3 см за сто лет в Травяном озере и 10 см за сто лет в Лунцском озере (Швейцария). Для Сисианского бассейна скорость осадконакопления составляет, по нашим расчетам, приблизительно 2,5–3 см за сто лет (имея в виду, что период осадконакопления охватывает 1,5–2,0 млн. лет).

В тех случаях, когда в планктоне появляется большое количество диатомей, скелеты их, попадая на дно, сначала образуют диатомовый ил, а затем диатомитовую породу, сложенную диатомовыми панцирями.

Из литературы (А.А.Габриелян, 1959) известно, что территория Армении, как и весь Антикавказ, в верхнем плиоцене испытывает эпейрогенические движения. В плиоцене, в основном в его первой половине, происходит общее опускание, соответствующее обширной акчагильской трансгрессии, приведшей к планации рельефа Малого Кавказа. В результате этого в тектонических депрессиях (Арагатская котловина, бассейн оз. Севан) и древних долинах современных рек (Ахурян, Раздан, Воротан и др.) формируются многочисленные обширные озерные водоемы, отметки которых, по всем данным, лишь незначительно превышали уровень акчагильского моря. Этим озерным и пресноводным отложениям по времени со-

ответствует вулканическая активность на М.Кавказе. В Армении такие пресноводные озерные отложения представлены диатомитами.

Для характеристики условий образования месторождений диатомитов в Армении вообще, нам представляется целесообразным рассмотреть Сисианское месторождение, которое можно считать достаточно типичным для всей большой группы известных в республике месторождений.

Поскольку для образования диатомитов требуется значительное количество кремнезема для построения панцирей, то ясно, что в значительном количестве накопление диатомитов возможно в бассейнах при большой насыщенности SiO_2 . В конце плиоценового и начале четвертичного времени имело место бурное проявление вулканической деятельности, и в озерные бассейны поступали богатые кремнекислотой пеплы. Но развитие диатомовых водорослей шло медленнее, чем в тех же водоемах отлагалось глинистое вещество. Поэтому значительная часть глинистого материала отлагалась на дне водоемов, цементируя диатомовые панцири. В таких условиях формировались диатомитовые глины или глинистые диатомиты. В дальнейшем, по мере уменьшения поступления материала и более широкого развития диатомовых водорослей, организмы усваивают кремнезем из растворов полностью.

В связи с непрерывным развитием и отмиранием диатомовых водорослей образуются слои (залежи) более чистых диатомитов, в которых содержание кремнезема доходит уже до 80%.

Чередование глинистых диатомитов с более чистыми диатомитами на Сисианском месторождении говорит о ритмичных изменениях поступления материалов и развития водорослей во времени. В каждом из этих слоев преобладают те или иные формы диатомовых, которые при изучении месторождений могут служить индикаторами изменений физико-химической обстановки водоема. Диатомовые образования в Сисианском районе заполняют русло палео-Воротана и почти всех древних ее притоков.

Вопрос об источнике SiO_2 , поступающего в водоем, долгое время являлся дискуссионным и привлекал внимание многих исследователей. Тальяфера (1933) в результате изучения месторождений Калифорнии, накопление SiO_2 связывает с проявлениями вулканализма. Н.С.Шатский (1954), Г.С.Дзоценидзе (1965) разделяют эту точку зрения. Горецкий Ю.К. (1945), Набоко С.И. (1963)

присутствие SiO_2 в водоемах связывают с термальными водами, которые сопровождают вулканическую деятельность. Н.М.Страхов на примере изучения ряда месторождений Финляндии, Карелии, Швеции и других основным источником SiO_2 считает продукты выветривания вулканических пород: в щелочных условиях выветривание этих пород приводит к большому выносу из них кремнезема. Рассматривая послойные разрезы сисианской диатомитовой толщи, учитывая еще результаты и других исследований (микроскопические, термические и др.), можно с достаточной определенностью установить связь диатомитообразования с вулканической деятельностью, продукты которой снабжали бассейн кремнеземом.

Для формирования диатомитовых осадков в Сисианском районе намечаются следующие возможные пути и источники поступления SiO_2 :

1. При разложении продуктов вулканических выбросов (пепел и др.).

2. При разложении и выщелачивании более древних вулканических пород.

3. При поступлении в водоем SiO_2 гидротермальными растворами, сопровождающими вулканическую деятельность.

Среди всех этих факторов, обусловивших поступление SiO_2 в Сисианский бассейн, основное место занимают пепловые продукты. Здесь мы исходим из того, что, во-первых, в районе Сисианского водоема были широко распространены активные вулканические очаги, во-вторых, вулканический пепловой материал весьма богат кремнеземом и легко разлагается.

Макроскопические и микроскопические исследования показывают, что везде присутствует вулканический продукт, в основном пеплового характера с размерами частиц до 0,005 мм в поперечнике. Пепел в пробах в виде вулканического стекла местами составляет до 87,75%. Очень часто в связи с изменениями гидродинамического и гидрохимического режимов водоема, водоросли не бывают в состоянии усвоить еще не полностью разложившийся пепловой материал. В таких случаях вместе с панцирями диатомей выпадает и цементируется большое количество пеплового материала, образуя диатомитово-пепловую породу.

Несмотря на большой привнос вулканического и терригенного материала в водоем, временами из-за изменившихся условий про-

цессы поступления пепла замедляются и в результате в породе преобладает терригенный материал.

При изучении разрезов сисианской толщи нетрудно увидеть как местами вулканические продукты (пепел, вулканический песок вулканогенно-обломочные породы) образуют самостоятельные слои, пласти, пачки мощность которых варьирует от нескольких сантиметров до 2-3 м и больше (Шамб, Урут, Уз, Базарчай и др.). В отдельных местах мощность пачки вулканогенно-обломочных пород достигает 30-40 м (уч. Иримис и др.). Из послойных разрезов видно как чередуются диатомитовые породы с вулканогенно-обломочными, а это говорит о пульсационном характере вулканических процессов.

Поступление SiO_2 в бассейн за счет разложения и выщелачивания ранее существовавших вулканических пород более наглядно фиксируется на участках Дарабас, Шамб, Уз, Дастакерт, Адаван, Базарчай, где в диатомитовых слоях присутствуют обломки этих пород. Обломки, размером от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, в основном окатанные, местами полуокатанные до остроугольных. Сисианский бассейн снабжался разложившимся материалом из разных областей питания. Этим объясняется тот факт, что в диатомитовой толще встречаются обломки самых разнообразных пород: порфиритов, туфов, пемзы, базальтов, обсидианов и других.

Наконец, поступление кремнезема в бассейн может осуществляться и из гидротермальных растворов. Связь с гидротермами для Сисианского месторождения впервые отметили Баранов и Игнатьев, по мнению которых единственным источником кремнезема для Сисианского бассейна являлись гидротермальные растворы.

Обращаясь к оценке термальных вод, как источника SiO_2 , отметим, что в верхней части диатомитовой толщи пирокластические породы местами подвергнуты слабому гидротермальному изменению, которое выражается в распространении на этих локальных участках боратов (улексит, тинкалконит), халцедона, пирита и скрытокристаллической серы.

Однако роль этих термальных вод (по-видимому, фумарол) в формировании облика пород диатомитовой толщи была весьма незначительной. Это объясняется, главным образом, удаленностью бассейна от очагов гидротерм.

В совершенно иных условиях находится Нурнусский бассейн, где термальные источники находились непосредственно у водоема, снабжали его огромным количеством растворенного SiO_2 . Именно благодаря таким исключительным условиям там образовались на редкость чистые диатомиты.

Очаги термальных вод в Сисианском районе находились в значительном удалении от районов скопления диатомитов. При этом следует учесть, что растворимость SiO_2 в термальных водах, значительно охлажденных по пути следования, естественно, уменьшается.

Тем не менее, наличие указанных выше гидротермально измененных пород в составе диатомитовой толщи заставляет рассматривать термальные воды, как второстепенный источник поступления в бассейн незначительного количества кремнезема.

Таким образом, о второстепенной роли термальных вод, как источника поступления в бассейн кремнезема, свидетельствуют следующие факты:

- 1) удаленность бассейна от вулканических очагов;
- 2) незначительное гидротермальное изменение пород;
- 3) присутствие в значительном количестве пеплового материала и вулканических пород в диатомитах (и в тонкодисперсных фракциях);
- 4) присутствие обломков более древних эфузивных пород.

Все это позволяет нам считать, что основным источником являлись не гидротермы.

Рассматривая источники поступления кремнезема в сисианский бассейн, мы приходим к такому заключению, что на отдельных его участках преобладал тот или иной источник питания SiO_2 . Так, например, на участках Сисианском, Шамбском, Иримисском и некоторых других превалирующую роль в этом играли вулканогенные образования, в то время как для Базарчайского участка поступление SiO_2 имело место в основной за счет размыва более древних пород и частично за счет вулканических процессов.

Диатомиты часто содержат большое количество глинистого материала, который накапливается в более удаленных от берега участках, как например, у с.Бринакот, Шамб, где содержание SiO_2 в породе доходит до 20%, а в прибрежных частях бассейна он доходит до 6-7% (участки у с.Лцен, Дарабас, Дастанкер и др.).

В собственно диатомитах и его разновидностях глинистые минералы изучались методом определения обменной ёмкости и состава обменного комплекса и гидрофильности. Как показывают результаты этих исследований (табл. IO) в сравнительно чистом диатомите отмечена наименьшая ёмкость обменных катионов, равная 12,3 $\frac{\text{мг.экв}}{100\text{г}}$ при явном преобладании суммы обменных ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} . Наряду с этим для диатомита характерны также и весьма низкое значение теплоты смачивания (3,03 кал/г) с соответствующей ему эффективной поверхностью.

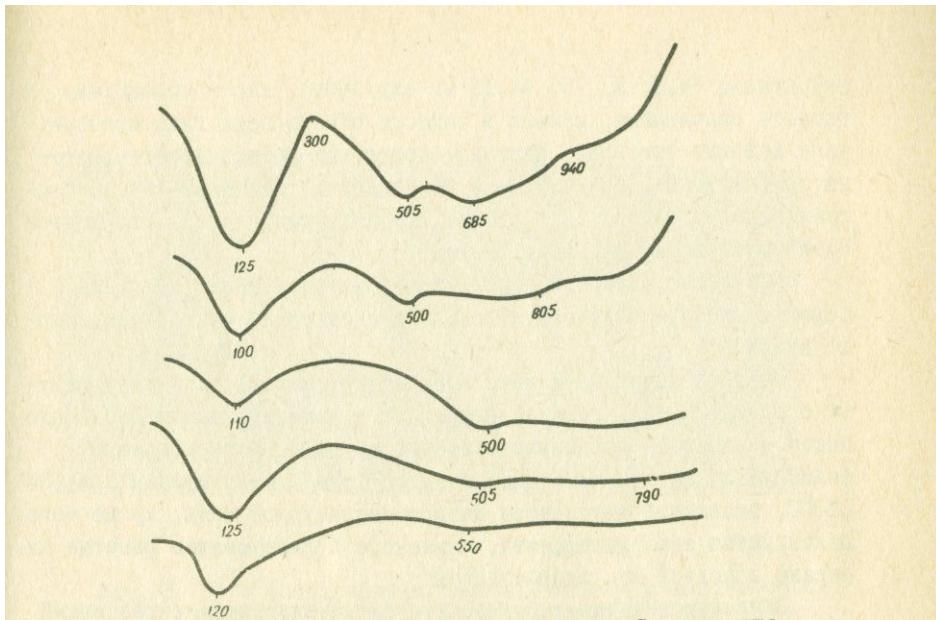
Таблица показателей обменной ёмкости
и состава обменного комплекса и гидрофильности

Таблица IO

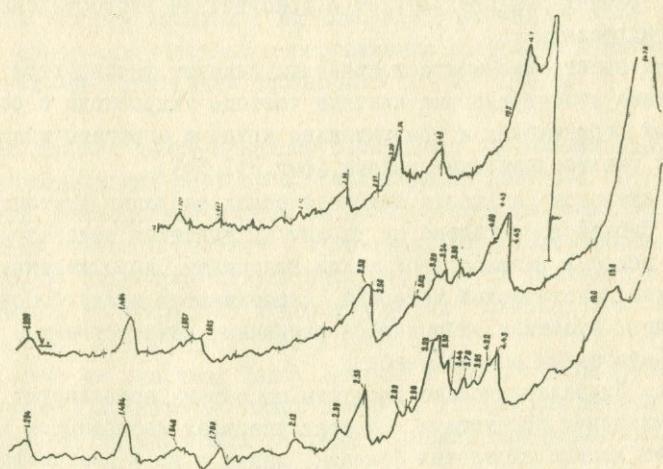
№ пп	Наименование пород	Обменный комплекс $\frac{\text{мг.экв}}{100\text{г образца}}$				Гидрофильность		
		Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Сумма	Теплота смачива- ния кал/г	Эффекти- вная по- верхн. $\text{м}^2/\text{г}$
1.	Диатомитовая глина	2,0	2,6	8,7	10,9	34,20	6,93	250
2.	Диатомит пес- чанистый	1,1	0,8	5,47	7,07	17,44	1,75	63
3.	Брекчиевый диатомит	2,3	0,9	0,64	6,43	10,27	1,10	40
4.	Глинистый диатомит	4,6	2,4	8,69	8,04	21,73	5,0	180
5.	Пепловый диато- мит	3,3	1,9	6,76	3,53	15,49	1,46	43
6.	Диатомитовая глина	15,9	1,9	29,05	17,3	64,15	6,21	224
7.	Диатомит	13,1	4,2	10,34	6,36	34,00	3,48	126
8.	Диатомит	1,6	0,4	7,08	3,21	13,29	3,03	109

В диатомитах Шамбского участка имеется примесь глины, вероятно, монтмориллонитового состава, о чем свидетельствует довольно высокая ёмкость обмена (34 мг.экв/100г), в которой в равной мере представлены как щелочные (Na^+ + K^+), так и щелочно-земельные (Ca^{2+} + Mg^{2+}) катионы.

В диатомитовых глинах и глинистых диатомитах (табл. IO) отмечается повышенные значения как величины ёмкости обмена (соот-



Фиг. 31. Термограммы диатомитовых глин Сисианского месторождения



Фиг. 32. Дифрактограммы диатомитовых глин Сисианского месторождения

ветственно 34,2; 21,73; 64,15 мг·экв/100г), так и показателя теплоты смачивания, причем в ёмкости обмена этих глин преобладают щелочно-земельные катионы. Остальные разновидности диатомитов (пепловые, брекчевые и песчанистые) имеют низкие показатели ёмкости обмена и, особенно, теплоты смачивания, что вполне соответствует их фазовому составу.

Глинистые минералы, кроме того, изучены также методами термического рентгеноструктурного и электронно-микроскопического анализа.

Дифференциальные кривые нагревания (фиг.31) свидетельствуют о присутствии в глинистой фракции в качестве основного компонента – минерала монтмориллонитовой группы: на термограммах фиксируется весьма интенсивный эндозеффект с максимумами при 100–210°C, вызванный выделением низкотемпературной воды; кроме того, фиксируются еще два эффекта, связанные с разрушением решетки минерала и полной его аморфизацией.

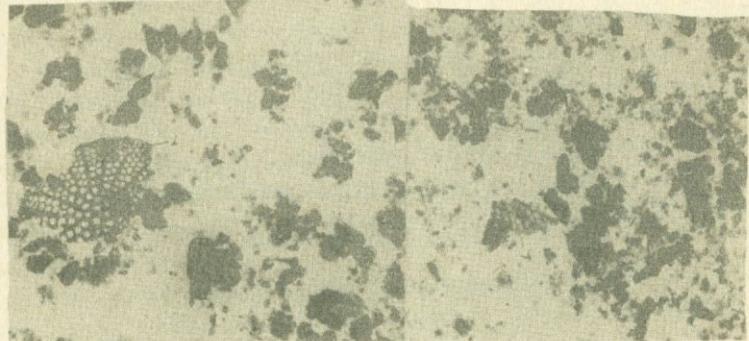
О присутствии монтмориллонита свидетельствует интенсивный рефлекс с d (001) = 13,6–14,7 Å на дифрактограммах (фиг.32) природных образцов. Отражение d (001) 10 Å на некоторых дифрактограммах свидетельствует о присутствии второстепенной примеси гидрослюды.

На электронно-микроскопических снимках фиксируются более или менее изометрические плотные частицы гидрослюды с резкими линиями ограничения и сравнительно крупные агрегаты монтмориллонита с сильно размытыми краями (фиг.33, 34).

Детальное изучение литологических разрезов диатомитовой толщи Сисианского района на различных участках показало, что почти всюду в разрезе этой толщи диатомиты, пирокластический и частично кластический материал, перемежаются между собой. На различных участках наблюдаются различные количественные соотношения названных образований:

а. Пирокластические продукты по объему превалируют над диатомитовыми продуктами. На этих участках наблюдаются лишь отдельные мелкие выделения (гнезда, линзы и др.) диатомитов или их разновидностей (фиг.35). Размер диатомитовых гнезд и линз колеблется и не превышает 20–30 см (в поперечнике).

б. Пирокластические продукты по объему значительно уступают диатомитовым образованиям. Такое соотношение наблюдается на



Фиг. 33

Фиг. 34

Фиг. 33, 34 – электронно-микроскопические снимки. Ув. 6600.
Диатомитовая глина. В глине выделяются остатки
диатомовых организмов.

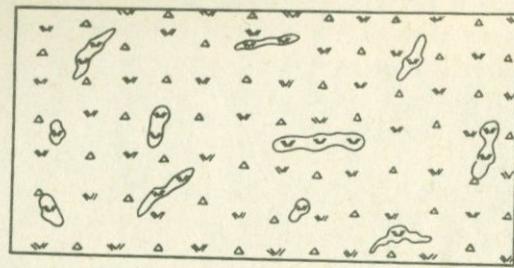
участках Шамб, Бранкот и др. В качестве иллюстрации приводится зарисовка участка штолни I на Шамбском участке (фиг. 36).

На некоторых участках месторождения встречается также диатомит пепловый, где пепел составляет 10–20% породы.

Происходили также процессы поглощения диатомеями железа из железосодержащих растворов. Разные формы диатомеи по-разному усваивают растворенное железо из воды. Некоторые формы вымирают от избытка железа в растворе, а для иных форма железосодержащая водная среда благоприятствует быстрому росту и обитанию в широком масштабе. К последним относятся формы *Stephanodiscus astraean* и *St. astraean* var. *minutula*.

Местами на участках Шамб, Бранкот и других наблюдается присутствие кристаллического гипса вместе с глинистыми минералами, что указывает на мелководную среду водоема, где развивались такие единичные формы диатомеи, как *Rhopalodia*, *gibberula*, *Fragilaria Construens* var. *subsalina*.

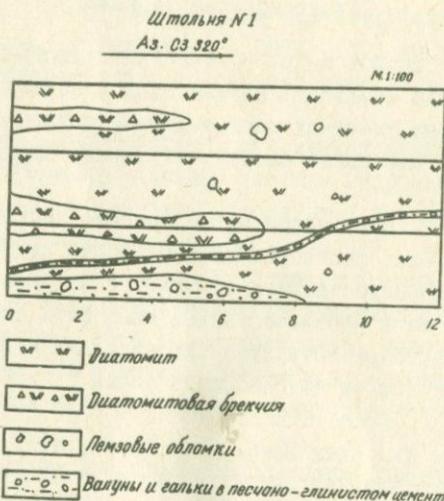
Однако солоноватоводные формы не могут служить показателем повышенной солености бассейна вообще. Микропалеоботанические исследования показали, что большинство (более 85%) диатомовых



■■■ Диатомит, диатомитовая порода

△△△△ Диатомитовая брекчия

Фиг. 35. Зарисовка обнажения - гнезда диатомита среди брекчии.



Фиг. 36. Зарисовка обнажения - линзовидные включения брекчии и пемзовых обломков в диатомитовой залежи.

форм принадлежит к видам, развивающимся в пресноводных озерах; кроме этого, нами найдена макрофауна, определенная Н.Н.Акромовским как пресноводный моллюск (*Pissidium Casteranum /Poli/*), характерный для плиоцена (Англия) и до антропогена включительно.

Образование диатомитов в теснейшей связи с вулканическими процессами встает перед нами как неизбежное доказательство тех соображений, что невозможно представить существование огромного баланса растворенного кремнезема путем только химического выветривания или воздействием поступающих гидротерм, без учета разложения огромного количества пеплового материала и выделения SiO_2 в бассейне.

Для ясного представления о связи с вулканизмом, как источником SiO_2 можно привести наши данные фациальных анализов, проведенных по Шамбскому и другим разрезам.

В тех частях разреза, где преобладает терригенная фация, кремнезем в основном присутствует в виде кварца или в силикатной форме и только ничтожная часть кремнезема представлена органогенным образованием. Далее, с поступлением вулканического материала процент органогенного кремнезема резко повышается и достигает 76,5 и более процента, причем кремнезем в форме силикатных минералов составляет ничтожную долю. Таким образом только вулканический материал может служить главным источником огромного количества кремнезема, растворенного в Сисианском бассейне.

Основной фракцией сисианских диатомитов является тонкодисперсная, составляющая почти 83% анализируемого материала, причем эта фракция очень часто состоит из органогенного материала, представленного диатомеями.

Диатомовые водоросли в отношении содержания в них аморфного кремнезема не одинаковы. По А.П.Виноградову (1935, 1938, 1944) содержание аморфного кремнезема в различных диатомеях колеблется от 19,7 до 77%. Оно в значительной степени зависит от толщины створок — как отмечает А.П.Лисицын (1966); по данным Дж.Уэльса, содержание кремнезема в панцирях формы *Chaetoceros* доходит до 40%, а в панцирях круглых толстостворчатых *Coscinodiscus* оно достигает 75%. Таким образом, количество аморфной кремнекислоты, приходящееся на одну створку, зависит от размеров и толщины створки. Толстостворчатые панцири диатомеи имеют боль-

шое значение не только для осаждения на дно значительного количества аморфного кремнезема, но также и для связывания элементов-примесей. Так, например, эти панцири несут с собой не только фосфор, углерод, но и ряд таких металлов, как железо, бериллий, галий, кадмий и др., необходимых для жизнедеятельности водорослей. Обильность таких толстостворчатых диатомей при нормальных гидрохимических условиях водоема обуславливает повышенное содержание кремнезема.

В Сисианском бассейне гидродинамические условия часто нарушились привносом терригенного материала или вулканическими процессами и при этом диатомовые формы частично цементировались либо глинистым, либо пепловым материалом.

Определенная часть диатомита Сисианского бассейна состоит из раздробленных панцирей, которые скементированы терригенным материалом и составляют низкокачественную в промышленном отношении диатомитовую породу. В условиях бурных мутных потоков, хлынувших в водоем, где обитают водоросли и уже отложившие панцири диатомеи, временами происходит частичное разрушение еще неполностью дегидратизированных осадков. Интенсивность разрушения и растворения панцирей зависит не только от структурно-морфологических особенностей, но также от их состава. Так, у одних видов диатомей створки панцирей состоят из мягкогидролизуемой кремнекислоты, у других - из трудногидролизуемой (Левин, 1961).

С.В.Горюнова (1952) установила с помощью люминесцентного микроскопа, что высокая стойкость наблюдается у группы *Coscinodiscus* и обусловлена наличием у них особого защитного слоя. Д.Ж.Левин (1961) показал, что в этих защитных слоях часто сорбируются такие элементы, как железо, алюминий, галий, кадмий и другие, которые значительно снижают скорость растворения створок.

Для различных участков обширного Сисианского бассейна могли быть и различные источники кремнезема, в связи с чем и можно объяснить различие в составе створок панцирей. Однако, независимо от первоисточника кремнезема и путей его поступления в бассейн, во всех случаях исключительную роль в образовании диатомитов играет непосредственно биологическое извлечение кремния из воды водорослями и отложение в виде раковинного ма-

териала. В Сисианском бассейне имеет место вулканогенно-осадочный тип отложений материала: хотя образование самих диатомитов произошло исключительно биогенным путем, но в образовании этих осадков немаловажная роль принадлежит так же и вулканогенному материалу.

История геологического развития Сисианского диатомитового бассейна

Осадконакопление в Сисианском районе начинается с позднего миоцена: среди геологических образований этой эпохи известны конгломераты, песчаники и песчано-глинистые отложения, обнажающиеся у фермы с.Шукяр и к юг-юго-западу от с.Мазра. В позднем миоцене начинаются и вулканические излияния, которые продолжаются до раннего плиоцена включительно. Породы позднего миоцена-раннего плиоцена слабо дислоцированы, наблюдается незначительная разница в гипсометрических отметках выходов этих пород. Это же характерно для различных районов Малого Кавказа (Габриелян, 1946). В позднем плиоцене Сисианский район начал погружаться, здесь стали формироваться различные замкнутые водоемы, в которых и накопились сисианские диатомитовые глины. Аналогичные погружения на территории нынешней Армянской ССР имели место и во многих других местах, как например, в районе оз.Севан, в Ленинаканской долине и др.

По В.Е.Хайнцу (1950), имеется генетическая взаимосвязь между диатомитовыми отложениями и наземно-вулканогенными образованиями, представленными долеритовыми базальтами, андезито-базальтами, андезитами, липаритами, дацитами, трахитами и агломератовыми и витрокластическими туфами, туфобрекчиями, туфоконгломератами (горисская и ишхансарская толщи). Возраст этих толщ определяется по Габриеляну (1964) как поздний плиоцен (акчагыл-апшерон) на основании регионально геологических и палеоботанических исследований. Основываясь на вышеизложенном, можно говорить о синхронности сисианской диатомитовой толщи с горисской вулканогенно-обломочной толщей, которая распространена в междуречье рр.Воротан и Акеры (их среднее и частично нижнее течение), имеет мощность до 400 м и выделена впервые А.Н.Соловкиным (1939) под названием "герюсинская свита". Имея в виду, что в период позднего миоцена и раннего плиоцена во-

сточная часть района погружалась, надо полагать, что рр. Воротан и Акера протекали в верхнем плиоцене несколько восточнее (1,2-1,5 км) современных русел (палеоречные отложения хорошо наблюдаются у с. Базарчай).

Во время извержения вулкана г. Ишхансар лавовый и пепловый материал часто преграждал реки и создавал кратковременные за-пруды и таким образом образовались замкнутые бассейны в долинах рек (выше преграды), где и накапливались диатомиты. Конечная запруда образовалась после излияния лав г. Ишхансар, когда р. Воротан изменила свое русло. Но поскольку погружение продолжалось, образовалось Сисианско-ое озеро.

Продукты извержения имеют состав андезито-базальтовый, андезитовый, дацитовый, трахитовый. Местами в диатомитовой толще присутствуют остроугольные обломки обсидиана и некоторых других вулканических продуктов. В возрастном отношении наиболее молодыми в районе (значительно моложе сисианских диатомитов) являются базарчайские диатомиты, которые залегают на четвертичных лавах (типа "Д" по К.И. Паффенгольцу) восточной окраины с. Базарчай. Эти диатомиты молодые (верхний плейстоцен), они содержат из 73 форм диатомей 38 общих для Сисианского бассейна.

Судя по литологическому и минеральному составу пород, этот участок, по-видимому, входил в общий Сисианский бассейн, но накопление диатомитов произошло в более позднюю стадию.

Ниже приводится схематический разрез диатомитовой толщи по линии с. Базарчай - пос. Шамб, показывающий как диатомиты на Базарчайском участке залегают на четвертичных базальтах (фиг. 37).

Разрезы буровых скважин Базарчайской партии Управления геологии СМ Армянской ССР также указывают на наличие более молодых диатомитов на Базарчайском участке (фиг. 38).

Из изложенного следует, что в Сисианском районе выделяются две стадии осадконакопления, одна из которых относится к позднеплиоценовой - раннечетвертичной эпохе (Шамб-Дарабасский участок), другая - к четвертичной (участок Базарчай).

скв. № 4

Глубина в м	Литология	Описание пород
От до		
0,0 - 1,0	Ф. ф. ф.	Почвенно-растительный слой
1,0 - 4,6	Диагональные образования	
4,6 - 8,3	Песчаный песок, тонкозернистый, светло-серого цвета	
8,3 - 10	Диатомит глинистый, тонкослоистый, белого цвета	
10,0 - 14,6	Балуно-гелечный слой, балуны и гелевки базальта слабо симметрированы песчанистым цементом размер балунов в поперечнике доходит до 40-50 см	
14,6 - 26,0	Базальт плотный, серого цвета	

скв. № 6

Глубина в м	Литология	Описание пород
От до		
0,0 - 0,5	Ф. ф. ф.	Почвенно-растительный слой
0,5 - 1,7	- - -	Балуно-гелечный слой яичного цвета, с обломками вулканических пород
1,7 - 3,5	0 0 0 0 0 0	Балуно-гелечный слой, базальтовые балуны и гелевки, слабо симметрированы песчанистым материалом
3,5 - 5,7		Песок крупнозернистый, светло-серого цвета
5,7 - 8,0	0 0 0 0 0 0	Балуно-гелечный слой базальтовые балуны и гелевки, слабо симметрированы песчанистым материалом
8,0 - 26,0	Диатомит глинистый, светло-серого цвета, нестонни ожелезненный	
26,0 - 29,0	0 0 0 0 0 0	Базальт плотный, мелкозернистый, буроботто-серого цвета
29,0 - 31,0	▼	базальт плотный, темно-серого цвета

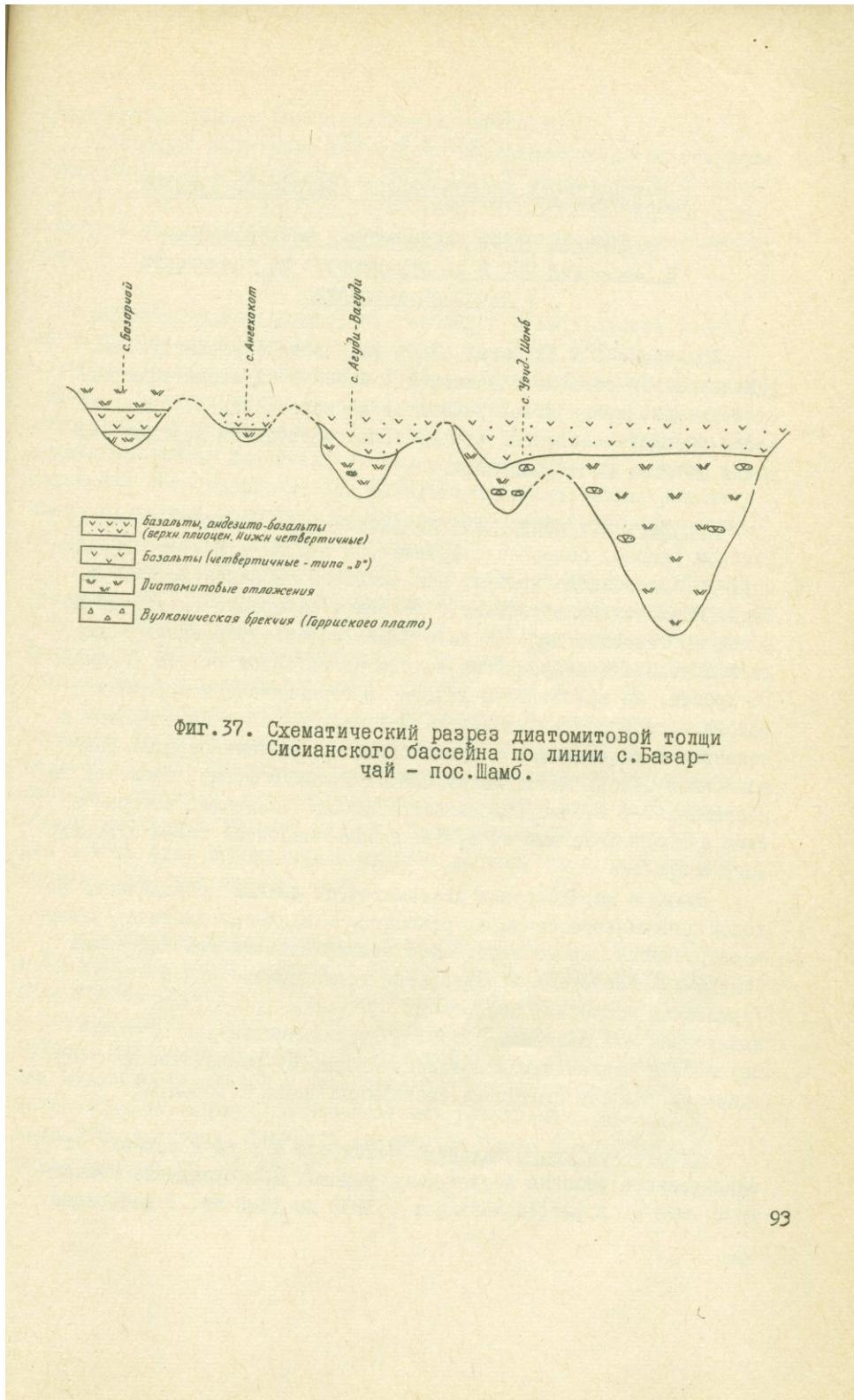
скв. № 18

Глубина в м	Литология	Описание пород
От до		
0,0 - 2,5	Ф. ф. ф.	Почвенно-растительный слой
2,5 - 7,0	- - -	Андрезито-базальт серого цвета
7,0 - 17,5	0 v v v	базальт фишкованный
17,5 - 25,0	v v v v	базальт плотный, мелкозернистый, буроботто-серого цвета
25,0 - 46,0	v v v v v v v v	базальт плотный, мелкозернистый, буроботто-серого цвета
46,0 - 48,0	v v v v v v v v	диатомит тонкослоистый, белого цвета
48,0 - 58,0	v v v v v v v v	диатомит серого цвета с пемзобоями включениями
58,0 - 64,0	v v v v v v v v	диатомитовая глина темно-серого цвета с примесью пемзового песка
64,0 - 70,0	^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^	порфирит серого цвета сильно разрушенный и раздробленный

скв. № 21

Глубина в м	Литология	Описание пород
От до		
0,0 - 3,0	Ф. ф. ф.	Почвенно-растительный слой
3,0 - 30,0	v v v v v v v v	базальт плотный, темно-серый
30,0 - 80,0	- - - - - - - -	андезито-базальт серого цвета
80,0 - 94,0	- - - - - - - -	диатомитовая глина темно-серого цвета с примесью пемзового песка
94,0 - 104,0	^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^	порфирит серого цвета сильно разрушенный и раздробленный

Фиг. 38. Геологические разрезы буровых скважин Базарчайского участка Сисианского месторождения диатомитов.



Г л а в а У

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИАТОМИТОВ АРМЕНИИ

А. Краткий обзор диатомитовых месторождений в Армянской ССР и их группировка по значимости в народном хозяйстве

Армянская ССР является одним из наиболее перспективных районов нашей страны, где известно более 20 диатомитовых месторождений, среди которых имеются месторождения с более или менее высококачественным сырьем. Ниже приводятся краткие сведения об этих месторождениях.

Джрадзорское месторождение диатомитов. Находится в Арташатском районе, севернее г. Арташат, в 5-6 км к югу от с. Гелайсор, на водоразделе хребта, разделяющего бассейны рр. Азат и Веди. Месторождение связано с селением Кахцрашен грунтовой дорогой протяженностью в 16 км и далее асфальтированной (9 км) – до г. Арташат. Месторождение находится на южном склоне Гегамского хребта, на высоте 1920–1970 м. В геологическом строении района месторождения участвуют верхнеэоценовые, плиоценовые и четвертичные осадочные и вулканогенно-осадочные породы. Диатомитовая залежь здесь имеет пластообразную форму, мощность ее достигает 7–8 м, она подстилается туфопесчаниками, которые в свою очередь залегают на вулканогенно-осадочной толще плиоценового возраста.

Возраст джрадзорских диатомитов, по данным проведенного автором диатомового анализа, относится к позднему плиоцену-раннему четвертичному. Кроме того, зубы нижней челюсти млекопитающих (найденные геологами Джрадзорской геологоразведочной партии Управления геологии) аналогичны *Rhinoceros etruscus* выявленным Л. А. Авакяном (1959) в Ленинаканском диатомитовом бассейне и отнесенными к позднеплиоценовому-раннему четвертичному возрасту. Запасы диатомита составляют около 1,5 млн. м³.

Нурнусское месторождение. Находится в 1 км к востоку от одноименного селения Абоянского района. Месторождение известно с 1929 г. и разрабатывалось с 1930 по 1940 гг. В настоящее

время месторождение почти полностью выработано.

Диатомиты подчинены толще глин позднеплиоценового возраста (судя по фауне млекопитающих *Hippurion*, *Praecocerops*, *Rhinoceros etruscus* и др.), залегающих на липарито-дацитах олигоцена и перекрывающихся покровом четвертичных андезито-базальтов.

Парпийское месторождение. Находится в Аштаракском районе на левом берегу ручья Шахверд, между сс. Парби и Назыран. Месторождение разрабатывается с 1950 г. Аштаракским райпромкомбинатом. В геологическом строении участвуют андезито-дациты плиоценового и андезито-базальты и туфы четвертичного возраста. Диатомитовая залежь подстилается пемзовыми песками и глинами, залегающими непосредственно на базальтовых лавах; форма залежи пластообразная, залегание горизонтальное, мощность ее колеблется от I,9 до II м. Запасы ограничены.

Возраст диатомитовой залежи определяется как поздний плиоцен-раннечетвертичный по данным диатомового анализа, проведенного А.А.Габриеляном, а в дальнейшем - Б.А.Николаевым: определено свыше 121 пресноводной формы хорошей сохранности, которые характерны и для месторождений Курнус, Арзни и др.

Отрицательным фактором для разработки Парпийского месторождения является большой приток воды, поступающей из оросительного канала Назреван. Наблюдения, произведенные в опытном карьере, показали, что на глубине 3-4 м дебит воды за 8 часов весной достигает 300 тыс.литров, а осенью - 210 тыс.литров. Для отвода воды необходимы дренажные работы, либо следует поставить насосную откачуку воды.

Арзининское месторождение. Находится в 25 км к северу от г. Еревана, на обоих берегах р. Раздан. Левобережная часть месторождения расположена на северо-западной окраине пос. Арзни, а правобережная - между сс. Нор-Гехи и Нор-Ачин Аштаракского района. Диатомиты залегают на размытой поверхности плиоценовых андезито-базальтов и перекрываются андезито-базальтами и липаритами четвертичного возраста или аллювиально-делювиальными образованиями. Мощность диатомитов около 7,0 м. Запасы сырья доходят до 3,5 млн.м³.

Мусаелянское месторождение. Мусаелянское месторождение находится в 1,5 км западнее с. Мусаелян Ахурянского района, в 12 км к западу от г. Ленинакана. В геологическом строении месторождения принимают участие эоценовые туфогенные породы и туфобрекции и олигоценовые андезиты, андезито-базальты и туфобрекции. Четвертичные образования представлены андезито-базальтовыми лавами, туфами различного цвета. Диатомиты обнажаются под делювием и залегают на озерных глинах Ленинаканской равнины, возраст которых фаунистически определен как нижнечетвертичный. Таким образом, стратиграфическое положение диатомитов указывает на их четвертичный возраст. Средняя мощность диатомитовой залежи доходит до 2,5 м; запасы незначительны.

Ленинаканское месторождение. Находится в 3 км к юго-западу от г. Ленинакана, на левом берегу р. Ахурян, в местности под названием "Мармашен" или "Вартапети-бах". Район месторождения сложен молодыми андезито-травянистыми породами и туфами четвертичного возраста. Под андезито-травянистыми залегает осадочная толща с пластами диатомита. Мощность пластов колеблется от 1,4 до 3,9 м, запасы диатомита составляют всего 0,58 млн. м³.

Карнутское месторождение. Находится в 2,5 км к востоку от с. Карнут и в 12 км от г. Ленинакана. Разведано Б. С. Вартапетяном в 1935 г. Диатомитовая залежь подстилается глиной и перекрывает альбиносито-базальтовой лавой. Мощность диатомитов 0,7-5,0 м, запасы ограничены.

Месторождение по своему геолого-стратиграфическому положению аналогично Ленинаканскому.

Гндевазское месторождение. Находится в 3 км юго-западнее с. Гндеваз, в 65 км восточнее ж. д. ст. Норашен, на левом берегу р. Арпа. В районе месторождения распространены третичные туфогенные породы, перекрытые андезито-базальтовыми лавами. Диатомиты подстилаются слоем бурой глины; максимальная мощность диатомитового слоя достигает 2,5-3,0 м, площадь распространения и запасы диатомита небольшие.

Паракарское месторождение. Находится в 12 км юго-западнее

ское месторождение в Арташатском районе. Диатомит Джрадзорского месторождения отличается хорошим качеством, что характеризуется следующими данными его химического состава по основным компонентам: SiO_2 - от 81 до 86%, FeO - от 0,14 до 0,2%, Fe_2O_3 - от 1,68 до 2,38%, Al_2O_3 - от 1,17 до 2,24%. Запасы диатомита подсчитаны в количестве около 1,5 млн.м³.

Исследования КИМСа показали, что диатомит Джрадзорского месторождения может применяться как фильтрационный материал в сахарной, масложировой и других отраслях пищевой промышленности, но лишь после его предварительного обогащения. Кроме того, нашими лабораторными работами установлено, что после обогащения, по несложной схеме, джрадзорские диатомиты могут быть успешно применены в пищевой и химической промышленности.

Технологические испытания джрадзорских диатомитов в промышленных масштабах производились в различных организациях и предприятиях, причем некоторые из них проявили большой интерес к этому сырью, изъявив желание стать постоянным его потребителями. Так, например, Харьковский завод зубоврачебных материалов предлагает использовать джрадзорский диатомит в качестве основного наполнителя нового высококачественного оттиска материала на основе альгината натрия - 66.

Государственный научно-исследовательский проектный институт основной химии "НИОХИМ" желает получать джрадзорский диатомит для использования его в качестве сырья при производстве фильтровальных порошков, силиката кальция и др.

Затем, лаборатория адсорбции и газохромотографии химического факультета МГУ также изъявила желание приобрести джрадзорский диатомит с целью использования его в качестве носителя газожидкой фазы.

Из этого далеко неполного перечня заинтересованных организаций видно, что диатомит находит все новые и новые области применения. Любопытно отметить, что среди организаций, предъявивших спрос на джрадзорский диатомит, имеется также одна из итальянских фирм, изъявившая желание заключить договор на приобретение определенного количества этого сырья.

Представителями третьей подгруппы в) месторождений высококачественных диатомитов при небольших его запасах являются Пар-

пийское и Гидевазское.

Парпийское месторождение разведывалось в 1945 г. По данным химических анализов 60 проб, содержание основных компонентов в парпийском диатомите составляет: SiO_2 - от 81 до 93,5%, FeO от 1,2 до 2,5%, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ - от 4,0 до 10%, CaO - от 0,2 до 0,5%. Разведанные запасы диатомита - около 250 тыс.м³. Лабораторным путем флотации доказана возможность уменьшения таких компонентов как глинозем и окись железа. После такого обогащения парпийские диатомиты могут быть использованы как фильтрационный материал в пищевой, химической и других отраслях промышленности.

Гидевазское диатомитовое месторождение изучено слабо; по данным анализов двух проб содержание главнейших компонентов в диатомите составляет: SiO_2 - 83,1-88,8%, Fe_2O_3 - 1,6-1,7%, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ - 6,9-12,5%.

В эту же подгруппу условно можно отнести и Ераноское месторождение (Арташатский район), на котором геологоразведочные работы не производились.

II. Месторождения с низкокачественным сырьем. В первую подгруппу (а) мы включаем прежде всего Сисианское месторождение с практически неисчерпаемыми запасами диатомитов, которые, однако, в той или иной степени загрязнены глинистыми и другими терригенными материалами и могут быть использованы (без предварительного обогащения) для изготовления термоизоляционных изделий марок "600" и "700", а также бетонов и т.д.

Состав диатомитов на различных участках его распространения неодинаковый, содержание основных компонентов в них колеблется в значительных пределах: SiO_2 - от 59,0 до 76,34%, Al_2O_3 от 5,23 до 19,60%, FeO - от 0,30 до 75%, Fe_2O_3 - от 1,64 до 5,36%, CaO - от 0,51 до 2,14%.

Для сисианских диатомитов весьма важно разработать методику эффективного обогащения. Лабораторные исследования, проведенные в небольшом масштабе в Институте геологических наук АН Арм.ССР, дают обнадеживающие результаты: из исходного сырья, с содержанием кремнезема около 76%, после обогащения (термическая обработка при $t^{\circ} = 600-1000^{\circ}$) в полученном материале содержание SiO_2 достигало 93%, содержание Al_2O_3 снизилось от 5,0

ское месторождение в Артшатском районе. Диатомит Джрадзорского месторождения отличается хорошим качеством, что характеризуется следующими данными его химического состава по основным компонентам: SiO_2 - от 81 до 86%, FeO - от 0,14 до 0,29%, Fe_2O_3 - от 1,68 до 2,38%, Al_2O_3 - от 1,17 до 2,24%. Запасы диатомита подсчитаны в количестве около 1,5 млн.м³.

Исследования КИМСа показали, что диатомит Джрадзорского месторождения может применяться как фильтрационный материал в сахарной, масложировой и других отраслях пищевой промышленности, но лишь после его предварительного обогащения. Кроме того, нашими лабораторными работами установлено, что после обогащения, по несложной схеме, джрадзорские диатомиты могут быть успешно применены в пищевой и химической промышленности.

Технологические испытания джрадзорских диатомитов в промышленных масштабах производились в различных организациях и предприятиях, причем некоторые из них проявили большой интерес к этому сырью, изъявив желание стать постоянным его потребителем. Так, например, Харьковский завод зубоврачебных материалов предлагает использовать джрадзорский диатомит в качестве основного наполнителя нового высококачественного оттиска материала на основе альгината натрия - стомалгина - 66.

Государственный научно-исследовательский проектный институт основной химии "НИОХИМ" желает получать джрадзорский диатомит для использования его в качестве сырья при производстве фильтровальных порошков, силиката кальция и др.

Затем, лаборатория адсорбции и газохромотографии химического факультета МГУ также изъявила желание приобрести джрадзорский диатомит с целью использования его в качестве носителя газожидкой фазы.

Из этого далеко неполного перечня заинтересованных организаций видно, что диатомит находит все новые и новые области применения. Любопытно отметить, что среди организаций, предъявивших спрос на джрадзорский диатомит, имеется также одна из итальянских фирм, изъявившая желание заключить договор на приобретение определенного количества этого сырья.

Представителями третьей подгруппы в) месторождений высококачественных диатомитов при небольших его запасах являются Пар-

пийское и Гидевазское.

Парпийское месторождение разведывалось в 1945 г. По данным химических анализов 60 проб, содержание основных компонентов в парпийском диатомите составляет: SiO_2 - от 81 до 93,5%, FeO от 1,2 до 2,5%, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ - от 4,0 до 10%, CaO - от 0,2 до 0,5%. Разведанные запасы диатомита - около 250 тыс.м³. Лабораторным путем флотации доказана возможность уменьшения таких компонентов как глинозем и окись железа. После такого обогащения парпийские диатомиты могут быть использованы как фильтрационный материал в пищевой, химической и других отраслях промышленности.

Гидевазское диатомитовое месторождение изучено слабо; по данным анализов двух проб содержание главнейших компонентов в диатомите составляет: SiO_2 - 83,1-88,8%, Fe_2O_3 - 1,6-1,7%, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ - 6,9-12,5%.

В эту же подгруппу условно можно отнести и Ераноское месторождение (Артшатский район), на котором геологоразведочные работы не производились.

П. Месторождения с низкокачественным сырьем. В первую подгруппу (а) мы включаем прежде всего Сисианское месторождение с практически неисчерпаемыми запасами диатомитов, которые, однако, в той или иной степени загрязнены глинистыми и другими терригенными материалами и могут быть использованы (без предварительного обогащения) для изготовления термоизоляционных изделий марок "600" и "700", а также бетонов и т.д.

Состав диатомитов на различных участках его распространения неодинаковый, содержание основных компонентов в них колеблется в значительных пределах: SiO_2 - от 59,0 до 76,34%, Al_2O_3 от 5,23 до 19,60%, FeO - от 0,30 до 75%, Fe_2O_3 - от 1,64 до 5,36%, CaO - от 0,51 до 2,14%.

Для сисианских диатомитов весьма важно разработать методику эффективного обогащения. Лабораторные исследования, проведенные в небольшом масштабе в Институте геологических наук АН Арм.ССР, дают обнадеживающие результаты: из исходного сырья, с содержанием кремнезема около 76%, после обогащения (термическая обработка при $t^{\circ} = 600-1000^{\circ}$) в полученном материале содержание SiO_2 достигало 93%, содержание Al_2O_3 снизилось от 5,0

до 1,5%, Fe_2O_3 от 1,64 до 0,7. Эти данные указывают на целесообразность постановки в промышленном масштабе опытов по обогащению сисианских диатомитов, имеющих целью получение высококачественного фильтрационного материала.

Ко второй подгруппе (б), т.е. к месторождениям с низкокачественным сырьем, но с большими его запасами, мы относим Арзинское, Паракарское и Ленинаканское. Качество сырья первых двух месторождений, обладающих запасами диатомита в несколько миллионов кубических метров каждое, характеризуется содержаниями кремнезема от 60,0 до 85% (Арзинское) и от 61,0 до 78% (Паракарское). Разведанные запасы диатомита Ленинаканского месторождения составляют около 1,5 млн.кбм, с содержанием кремнезема в пределах 62-66%.

Как показали полузаводские испытания на Инзенском заводе, арзининские диатомиты могут с успехом применяться для производства термоизоляционных изделий марок "500" и "600". Кроме того, лабораторными исследованиями установлена их пригодность в производстве высокоеффективного теплоизоляционного материала - вулканизита с объемным весом 400 кг/м³.

К третьей группе (в) относятся Карнутское, Дзорахпюрское, Дзорагюхское, Мусаелянское месторождения. Первые три не разрабатывались, но по данным нескольких анализов содержание кремнезема в диатомитах находится в пределах 66-77%, на Мусаелянском месторождении запасы диатомита незначительные. Сюда же можно условно отнести неразведанные месторождения: Аркельское (Аштаракский район), Звартноцское (Эчмиадзинский район), Гетамечское (Абовянский район), Хатурджурское (Разданский район) и другие.

Все диатомиты Армянской ССР необходимо привлечь на службу народному хозяйству. Если Джрадзорское месторождение находится на пути к освоению, то этого пока нельзя сказать о Парпийском, Паракарском, Арзинском, Ленинаканском месторождениях.

Необходимо поставить цикл опытных работ по обогащению, для получения из природного сырья высококачественного фильтрующего материала. В этой связи особого внимания заслуживает Сисианское месторождение диатомитов, большие потенциальные возможности которого трудно переоценить в связи с огромными запасами сырья.

Б. Качественная характеристика диатомитов

Вместе с развитием промышленности из года в год появляются

новые возможности применения диатомитов в самых разнообразных областях народного хозяйства. При этом используются некоторые физические свойства диатомитов, как например, высокая пористость, с которой связаны их адсорбционные свойства, а также небольшой объемный вес (табл. II).

Сопоставление основных физических свойств
диатомитов некоторых месторождений СССР

Таблица II

№ № п/п	Наименование месторождений	Удельный вес г/см ³	Объемный вес т/м ³	Пористость (в %)
1.	Джадзорское	2,0-2,1	0,39-0,41	80,0
2.	Камышлевское	2,2	0,829	62,0
3.	Инзенское (сырой)	2,115	0,640	70,0
4.	Кисатибское	2,037	0,447	78,0
5.	Сисианское	2,17	0,65	70,51

В отношении химического состава диатомиты – это кремнеземистые породы, в которых кроме SiO_2 (от 60 до 98%), в качестве примесей присутствуют Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , Sb_3 , TiO_2 , H_2O , Co_2 , P_2O_5 , а также и органические соединения. Сопоставление диатомитов различных месторождений по химическому составу иллюстрируется в табл. I2.

В Советском Союзе наиболее высококачественные диатомиты были выявлены на Нурнусском месторождении в Армении. В настоящее время в Союзе ССР пока нет другого месторождения, с такой же физико-химической характеристикой сырья, как Нурнуское. Однако высокого содержания SiO_2 в диатомите можно достигнуть после его обогащения. Из таблиц II и I2 видно, что армянские месторождения, особенно Джадзорское, по качеству диатомитов занимают и теперь почетное место среди других месторождений нашей страны.

На диаграмме, (фиг. 39), составленной по данным химических анализов диатомитов Сисианского месторождения, наглядно прослеживается характер изменения содержания различных окислов в связи с уменьшением количества кремнезема в диатомитах.

Установлена обратная зависимость между количеством целых панцирей и объемным весом диатомита. Согласно Е. В. Рожковой IO_2

до 1,5%, Fe_2O_3 от 1,64 до 0,7. Эти данные указывают на целесообразность постановки в промышленном масштабе опытов по обогащению сисианских диатомитов, имеющих целью получение высококачественного фильтрационного материала.

Ко второй подгруппе (б), т.е. к месторождениям с низкокачественным сырьем, но с большими его запасами, мы относим Арзинское, Паракарское и Ленинаканское. Качество сырья первых двух месторождений, обладающих запасами диатомита в несколько миллионов кубических метров каждое, характеризуется содержаниями кремнезема от 60,0 до 85% (Арзинское) и от 61,0 до 78% (Паракарское). Разведанные запасы диатомита Ленинаканского месторождения составляют около 1,5 млн.км³, с содержанием кремнезема в пределах 62-66%.

Как показали полу заводские испытания на Инзенском заводе, арзинские диатомиты могут с успехом применяться для производства термоизоляционных изделий марок "500" и "600". Кроме того, лабораторными исследованиями установлена их пригодность в производстве высокоэффективного теплоизоляционного материала - вулканизата с объемным весом 400 кг/м³.

К третьей группе (в) относятся Карнутское, Дзорахпурское, Дзорагюхское, Мусаелянское месторождения. Первые три не разведывались, но по данным нескольких анализов содержание кремнезема в диатомитах находится в пределах 66-77%, на Мусаелянском месторождении запасы диатомита незначительные. Сюда же можно условно отнести неразведанные месторождения: Аркельское (Аштаракский район), Звартноцское (Эчмиадзинский район), Гетамечское (Абовянский район), Хатурджурское (Разданский район) и другие.

Все диатомиты Армянской ССР необходимо привлечь на службу народному хозяйству. Если Джрадзорское месторождение находится на пути к освоению, то этого пока нельзя сказать о Парпийском, Паракарском, Арзинском, Ленинаканском месторождениях.

Необходимо поставить цикл опытных работ по обогащению, для получения из природного сырья высококачественного фильтрующего материала. В этой связи особого внимания заслуживает Сисианско месторождение диатомитов, большие потенциальные возможности которого трудно переоценить в связи с огромными запасами сырья.

Б. Качественная характеристика диатомитов

Вместе с развитием промышленности из года в год появляются

новые возможности применения диатомитов в самых разнообразных областях народного хозяйства. При этом используются некоторые физические свойства диатомитов, как например, высокая пористость, с которой связаны их адсорбционные свойства, а также небольшой объемный вес (табл. II).

Сопоставление основных физических свойств
диатомитов некоторых месторождений СССР

Таблица II

№ п/п	Наименование месторождений	Удельный вес г/см ³	Объемный вес т/м ³	Пористость (в %)
1.	Джрадзорское	2,0-2,1	0,39-0,41	80,0
2.	Камышлевское	2,2	0,829	62,0
3.	Инзенское (сырой)	2,115	0,640	70,0
4.	Кисатибское	2,037	0,447	78,0
5.	Сисианское	2,17	0,65	70,51

В отношении химического состава диатомиты - это кремнеземистые породы, в которых кроме SiO_2 (от 60 до 98%), в качестве примесей присутствуют Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , ZnO , TiO_2 , H_2O , CO_2 , P_2O_5 , а также и органические соединения. Сопоставление диатомитов различных месторождений по химическому составу иллюстрируется в табл. I2.

В Советском Союзе наиболее высококачественные диатомиты были выявлены на Нурнусском месторождении в Армении. В настоящее время в Союзе ССР пока нет другого месторождения, с такой же физико-химической характеристикой сырья, как Нурнусское. Однако высокого содержания SiO_2 в диатомите можно достичнуть после его обогащения. Из таблиц II и I2 видно, что армянские месторождения, особенно Джрадзорское, по качеству диатомитов занимают и теперь почетное место среди других месторождений нашей страны.

На диаграмме, (фиг. 39), составленной по данным химических анализов диатомитов Сисианского месторождения, наглядно прослеживается характер изменения содержания различных окислов в связи с уменьшением количества кремнезема в диатомитах.

Установлена обратная зависимость между количеством целых панцирей и объемным весом диатомита. Согласно Е. В. Рожковой

чечном производстве и как абразивный (шлифующий и полирующий) материал. В Африке диатомит в тонкомолотом виде с размерами частиц 3-10 мк используется для борьбы с насекомыми - амбарными вредителями. Лучшие результаты при этом дает диатомит, применяемый при температуре 30° и относительной влажности 30%.

В последнее время за рубежом диатомит стал применяться в атомной промышленности для улавливания радиоактивных веществ из воды.

В нефтяной промышленности диатомит используется для адсорбции нефтяных паров и для отделения нефти от воды и нефтяной эмульсии. В этой отрасли активность кремнезема предусматривается не менее 32,5%, содержание CaO и MgO - не более 2,18% и т.д.

Благодаря малому объемному весу и высокой пористости диатомит широко используется в производстве теплоизоляционных материалов. Согласно Е.М.Янишевскому (1927) для тепловой изоляции диатомит должен иметь объемный вес не выше 0,6 (в порошке при 5% влажности), содержание SiO_2 должно быть не менее 70%. В качестве теплоизоляционных изделий из диатомита изготавливают особые кирпичи для туннельных печей в металлургической промышленности.

Диатомит применяется в керамической промышленности, где требования сводятся к тому, чтобы содержание SiO_2 было не ниже 85%, содержание FeO - до 1%.

Для теплоизоляционных целей из диатомитов изготавливаются также керамические изделия низкого объемного веса. Диатомиты здесь должны иметь следующие показатели (см.табл.I4).

Диатомит применяется, как добавка при изготовлении вермикулитовых теплоизоляционных изделий на жидким стекле, которые используются в виде плит, блоков, кирпичей и т.д.

Широкое применение находит диатомит при изготовлении различных марок ячеистых бетонов в качестве заполнителей; ниже приводится сравнительная характеристика технических показателей ячеистых бетонов и других строительных изделий (табл.I5).

К числу легких бетонов относится также теплопорит, изготавляемый из портланд-цемента, тонкоизмельченной извести - кипелки, заполнителя (диатомит), двухводного гипса и воды в соотношениях соответственно 1:0,75:5:0,3.

Таблица I4

Название показателей	Пределевые значения показателей для марки			
	"400"	"500"	"600"	"700"
Объемный вес порошка в сухом состоянии, кг/м ³ , не более	400	500	600	700
Коэффициент т/проводим. в сухом состоянии при средн. температуре 30 в к.кал/м час. град., не более	0,09	0,10	0,125	0,15
Содержание влаги в %, не более	15	15	15	15

Таблица I5

Материал	Объемный вес, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, кг/см ²	Расчетный коэффициент т/провод. в кал/м час град.
Кирпич красный	1700-1900	75-150	0,65-0,75
Обычный бетон	2300-2400	100-500	1,1-1,33
Крупнопористый бетон	1500-1900	15-80	0,6-0,8
Легкий бетон	1200-1800	50-90	0,4-0,6
Ячеистый бетон:			
конструктивный	500-1200	30-150	0,16-0,4
изоляционный	300-500	10-20	0,11-0,16

В. Опыты по обогащению диатомитов

Как известно, большая доля употребляемых в настоящее время фильтрующих порошков падает на импортируемые из-за рубежа - "дикалит", "селит" и др. Несмотря на то, что валовая добыча диатомитов в Советском Союзе превышает таковую в капиталистических странах, наша страна импортирует фильтрующие порошки по той причине, что исходное сырье - диатомит у нас характеризуется низким содержанием SiO_2 и высоким содержанием вредных примесей (Al_2O_3 , Fe_2O_3 и др.).

ТОГ

чечном производстве и как абразивный (шлифующий и полирующий) материал. В Африке диатомит в тонкомолотом виде с размерами частиц 3-10 мк используется для борьбы с насекомыми - амбарными вредителями. Лучшие результаты при этом дает диатомит, применяемый при температуре 30° и относительной влажности 30%.

В последнее время за рубежом диатомит стал применяться в атомной промышленности для улавливания радиоактивных веществ из воды.

В нефтяной промышленности диатомит используется для адсорбции нефтяных паров и для отделения нефти от воды и нефтяной эмульсии. В этой отрасли активность кремнезема предусматривается не менее 32,5%, содержание CaO и MgO - не более 2,18% и т.д.

Благодаря малому объемному весу и высокой пористости диатомит широко используется в производстве теплоизоляционных материалов. Согласно Е.М.Янишевскому (1927) для тепловой изоляции диатомит должен иметь объемный вес не выше 0,6 (в порошке при 5% влажности), содержание SiO_2 должно быть не менее 70%. В качестве теплоизоляционных изделий из диатомита изготавливают особые кирпичи для туннельных печей в металлургической промышленности.

Диатомит применяется в керамической промышленности, где требования сводятся к тому, чтобы содержание SiO_2 было не ниже 85%, содержание FeO - до 1%.

Для теплоизоляционных целей из диатомитов изготавливаются также керамические изделия низкого объемного веса. Диатомиты здесь должны иметь следующие показатели (см.табл.14).

Диатомит применяется, как добавка при изготовлении вермикулитовых теплоизоляционных изделий на жидким стекле, которые используются в виде плит, блоков, кирпичей и т.д.

Широкое применение находит диатомит при изготовлении различных марок ячеистых бетонов в качестве заполнителей; ниже приводится сравнительная характеристика технических показателей ячеистых бетонов и других строительных изделий (табл.15).

К числу легких бетонов относится также теплопорит, изготавляемый из портланд-цемента, тонкоизмельченной извести - кипелки, заполнителя (диатомит), двухводного гипса и воды в соотношениях соответственно I:0,75:5:0,3.

Таблица I4

Название показателей	Пределные значения показателей для марки			
	"400"	"500"	"600"	"700"
Объемный вес порошка в сухом состоянии, кг/м ³ , не более	400	500	600	700
Коэффициент т/проводим. в сухом состоянии при средн. температуре 30 в к.кал/м час. град., не более	0,09	0,10	0,125	0,15
Содержание влаги в %, не более	15	15	15	15

Таблица I5

Материал	Объемный вес, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, кг/см ²	Расчетный коэффициент т/провод. в кал/м час град.
Кирпич красный	1700-1900	75-150	0,65-0,75
Обычный бетон	2300-2400	100-500	1,1-1,33
Крупнопористый бетон	1500-1900	15-80	0,6-0,8
Легкий бетон	1200-1800	50-90	0,4-0,6
Ячеистый бетон:			
конструктивный	500-1200	30-150	0,16-0,4
изоляционный	300-500	10-20	0,11-0,16

B. Опыты по обогащению диатомитов

Как известно, большая доля употребляемых в настоящее время фильтрующих порошков падает на импортируемые из-за рубежа - "дикалит", "седит" и др. Несмотря на то, что валовая добыча диатомитов в Советском Союзе превышает таковую в капиталистических странах, наша страна импортирует фильтрующие порошки по той причине, что исходное сырье - диатомит у нас характеризуется низким содержанием SiO_2 и высоким содержанием вредных примесей (Al_2O_3 , Fe_2O_3 и др.).

Наиболее крупные месторождения диатомитов имеются в Германии, Франции, Алжире, США, Японии, Италии, Канаде. В Советском Союзе значительные залежи диатомитов имеются в РСФСР и Закавказье. Наиболее высококачественными являются диатомиты Нурнусского месторождения в Армении, которое ныне разработано.

Другое месторождение сравнительно высококачественного диатомита в Закавказье – это Кисатибское (Груз.ССР), которое эксплуатируется. Большой интерес представляет разведданное недавно Джрадзорское месторождение.

Диатомиты других месторождений Советского Союза как Инзенское (Ульяновская область), Камышлевское (Свердловская область), Дабужское (Калужская область) и Сисианско характеризуются низким содержанием SiO_2 и присутствием значительного количества вредных примесей, в связи с чем они в естественном виде не могут быть использованы как фильтрационный материал. Поэтому добываемые в Советском Союзе диатомиты почти полностью используются лишь в термоизоляционных целях, в промышленности стройматериалов и т.д.

В некоторых отраслях промышленности (пищевая, химическая и т.д.) диатомит из отечественных месторождений может быть использован, по-видимому, лишь после его обогащения. На Сисианском месторождении были отобраны пробы диатомитов для их обогащения и выяснения возможности использования обогащенного продукта в пищевой, химической и других отраслях промышленности. Опытно-обогатительные работы велись в химической лаборатории ИГН АН Арм.ССР (под руководством О.Г.Бозояна). Отобранные образцы имели следующий химический состав (табл. I6).

Целью опытно-обогатительных работ являлось удаление из диатомитов посторонних примесей, ухудшающих его свойства. К таким примесям относятся, во-первых, глинистые вещества, которые удаляются промывкой и, во-вторых, некоторые окислы, содержание которых в диатомитах превышает 1,5% и которые окрашивают фильтрат и снижают фильтрующие свойства диатомита. Удаление окислов Fe, Mg, Ca и других сопутствующих элементов в наших экспериментах производилось с помощью технической соляной кислоты 30% концентрации. Удаление органических веществ осуществлялось путём прокалки диатомита в муфельных печах при температуре 600-1000°C. Общую схему обогащения можно представить

Таблица I6

III

№ п/п	№ проб	Месторождения	Компоненты (содерж. в %)										
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	R ₂ O	H ₂ O	nnn
I	I6	Сисианское	76,32	0,II	5,23	2,2I	0,I4	0,05	0,0I	0,92	I,40	2,9I	I0,62
2	I05	-"-	76,34	0,35	6,93	2,07	0,45	0,049	I,00	I,00	I,50	4,88	5,68
3	I63	-"-	73,28	0,28	6,72	2,85	-	0,2I	0,85	I,02	I,94	5,50	7,50
4	I54	-"-	70,93	0,33	6,94	4,42	0,28	0,03	2,6I	I,65	I,80	5,20	6,34
5	I55	-"-	65,53	0,33	II,58	3,94	-	0,13	4,77	I,I7	2,50	5,87	5,98

Наиболее крупные месторождения диатомитов имеются в Германии, Франции, Англии, США, Японии, Италии, Канаде. В Советском Союзе значительные залежи диатомитов имеются в РСФСР и Закавказье. Наиболее высококачественными являются диатомиты Нурнусского месторождения в Армении, которое ныне разработано.

Другое месторождение сравнительно высококачественного диатомита в Закавказье – это Кисатибское (Груз.ССР), которое эксплуатируется. Большой интерес представляет разведданное недавно Джрадзорское месторождение.

Диатомиты других месторождений Советского Союза как Инзенское (Ульяновская область), Камышлевское (Свердловская область), Дабужское (Калужская область) и Сисианское характеризуются низким содержанием SiO_2 и присутствием значительного количества вредных примесей, в связи с чем они в естественном виде не могут быть использованы как фильтрационный материал. Поэтому добываемые в Советском Союзе диатомиты почти полностью используются лишь в термоизоляционных целях, в промышленности стройматериалов и т.д.

В некоторых отраслях промышленности (пищевая, химическая и т.д.) диатомит из отечественных месторождений может быть использован, по-видимому, лишь после его обогащения. На Сисианском месторождении были отобраны пробы диатомитов для их обогащения и выяснения возможности использования обогащенного продукта в пищевой, химической и других отраслях промышленности. Опытно-обогатительные работы велись в химической лаборатории ИГН АН Арм.ССР (под руководством О.Г.Бозояна). Отобранные образцы имели следующий химический состав (табл. I6).

Целью опытно-обогатительных работ являлось удаление из диатомитов посторонних примесей, ухудшающих его свойства. К таким примесям относятся, во-первых, глинистые вещества, которые удаляются промывкой и, во-вторых, некоторые окислы, содержание которых в диатомитах превышает 1,5% и которые окрашивают фильтрат и снижают фильтрующие свойства диатомита. Удаление окислов Fe, Mg, Ca и других сопутствующих элементов в наших экспериментах производилось с помощью технической соляной кислоты 30% концентрации. Удаление органических веществ осуществлялось путём прокалки диатомита в муфельных печах при температуре 600-1000°C. Общую схему обогащения можно представить

Таблица I6

№ п п ро б	№ Месторождения	Компоненты (содерж. в %)										
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	R ₂ O	H ₂ O	nnn
I 16	Сисианскоe	76,32	0,11	5,23	2,21	0,14	0,05	0,01	0,92	1,40	2,91	10,62
2 I05	-"-	76,34	0,35	6,93	2,07	0,45	0,049	1,00	1,00	1,50	4,88	5,68
3 I63	-"-	73,28	0,28	6,72	2,85	-	0,21	0,85	1,02	1,94	5,50	7,50
4 I54	-"-	70,93	0,33	6,94	4,42	0,28	0,03	2,61	1,65	1,80	5,20	6,34
5 I55	-"-	65,53	0,33	11,58	3,94	-	0,13	4,77	1,17	2,50	5,87	5,98

б. Определение кислотного числа. Количество в миллиграммах едкого калия (КОН), требующееся для нейтрализации 1 грамма минерального масла, называется кислотным числом. Для определения кислотного числа следует произвести извлечение из масла кислых составных частей кипящим спиртом, и их титровать едким калием. Этим методом определяется как входящее в состав минеральных масел количество органических кислот, так и других кислых примесей.

Ход анализа следующий: в колбе взвешивается 10 г масла, к нему приливается 50 мл этилового спирта (этиловый спирт берется предварительно прокипяченный в течение 5 минут с воздушным ходильником для удаления углекислого газа CO_2), затем раствор нейтрализуется КОН в присутствии фенолфталеина, смесь снова кипятится в течение 5 минут и титруется раствором КОН в спирте (1:20).

$$\text{Расчет кислотного числа} = K_4 = \frac{\text{Т} \cdot \text{v}}{\text{a}}$$

Т - титр

v - израсходованное количество КОН в мг

a - навеска масла, мг.

Ниже в таблице I7 приведены данные по регенерации трансформаторного масла диатомитом.

Результаты регенерации отработанного трансформаторного масла диатомитом

Таблица I7

Наименование адсорбента и месторождения	Количество масла в г	Количество адсорбента в г	Температура регенерации $^{\circ}\text{C}$	Время регенерации в часах	Оценка натриевый в баллах	Кислотное число
Диатомит Сицианского месторождения	200	20	90-96	I	3	0,01548
-"-	200	18	"	I	3	0,01640
-"-	200	12	"	I	4	0,01926
-"-	200	14	"	I	4	0,02448

Термическая обработка

Как видно из приведенных данных, четыре пробы сицианских

диатомитов показали низкое качество по кислотному числу и оценке регенерирования, поэтому с целью дальнейшего обогащения эти пробы были подвергнуты термической обработке. Термообработка проводилась при температуре 600, 800 и 1000°С, продолжительностью в 1 и 5 минут. После такой обработки диатомитовых проб были оценены их адсорбционные свойства изучением адсорбции водных растворов метиленовой голубой указанными адсорбентами. Методика исследования заключалась в следующем: в эrlenmeyerовой колбе взвешивался 1 грамм исследуемого адсорбента, затем прибавлялось определенное количество раствора М.Г. (были опробованы 15, 20, 25 мл 0,2% раствора М.Г.) и механическим встряхиванием все это взбалтывалось в течение 10, 20 и 30 минут. После встряхивания раствор на несколько часов отстаивался, пипеткой отбирался аликвот прозрачного раствора и подвергался колориметрированию.

Как видно из данных, приведенных в табл. I8, адсорбционные свойства сисианских диатомитов после термической обработки значительно улучшились.

Диатомиты Сисианского и, для сравнения, Джрадзорского месторождений изучались в лаборатории адсорбции и газохромотографии при химическом факультете МГУ (под руководством Гавриловой Т.Б.).

Известно, что в последние годы диатомиты широко применяются как носители газово-жидкостной хромотографии. Для этого носитель должен обладать широкими однородными порами и достаточно большим суммарным объемом пор, чтобы обеспечить большую ёмкость в отношении жидкой фазы.

Опытные работы показали, что диатомиты Джрадзорского и отчасти Сисианского месторождений по структурной характеристике приближаются к одному из лучших зарубежных носителей - хромосорбу "W", для которого $v = 1,8 \text{ см}^3/\text{грамм}$, эффективный радиус его пор (r_{eff}) = 2м , где общий объем пор (V).

Испытуемые пробы Джрадзорского месторождения диатомитов имели $v = 1,75 \text{ см}^3/\text{грамм}$, $r_{\text{eff}} = 0,4\text{м}$, а сисианские диатомиты и глинистые диатомиты принимают такой облик лишь после термической обработки.

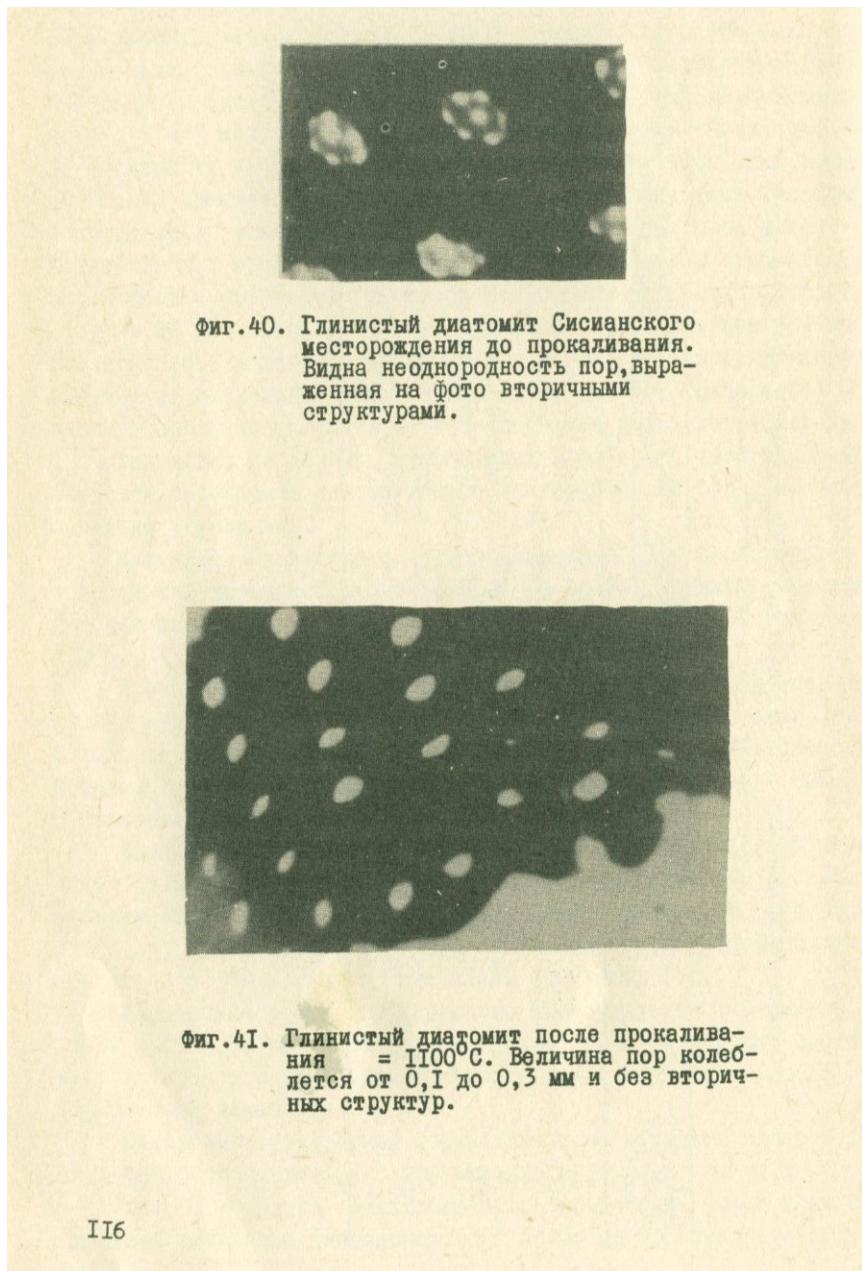
Путем соответствующей обработки можно получить однородную микропористую структуру с эффективным радиусом $r_{\text{eff}} \approx 2\text{м}$.

Ниже приводятся электронно-микроскопические фотографии сисианских глинистых диатомитов до и после их прокаливания (фиг. 40 и 41).

Оценка адсорбционных свойств диатомитов Сисианского месторождения,
подвергнутых термической обработке

Таблица I8

Режим термообработки Т°	мм	Количество поглощенной метиленовой голубой I г диатомита при перемешивании различных объемов 0,2% раствора МГ в минутах								
		30 мл	40 мл	50 мл	30 мл	40 мл	50 мл	30 мл	40 мл	50 мл
600	I	0,0524	0,0583	0,0674	0,0416	0,0561	0,0542	0,0551	0,0519	0,0788
	5	0,0590	0,0749	0,0870	0,0592	0,0741	0,0852	0,0465	0,0745	0,0857
800	I	0,0497	0,0674	0,0873	0,0496	0,0682	0,0866	0,0554	0,0732	0,0875
	5	0,0511	0,0722	0,0883	0,0471	0,0652	0,0864	0,0515	0,0666	0,0881
1000	I	0,0548	0,0711	0,0895	0,0527	0,0716	0,0888	0,0533	0,0659	0,904
	5	0,0579	0,0747	0,0953	0,0548	0,0729	0,0905	0,05702	0,0761	0,09645



Фиг.40. Глинистый диатомит Сисианского месторождения до прокаливания. Видна неоднородность пор, выраженная на фото вторичными структурами.

Фиг.41. Глинистый диатомит после прокаливания = 1100°С. Величина пор колеблется от 0,1 до 0,3 мм и без вторичных структур.

На основании результатов опытных работ в лабораторных условиях можно прийти к следующему заключению о перспективах применения сисианских диатомитов в народном хозяйстве.

Сисианско месторождение диатомитов представлено несколькими разновидностями сырья (пробы I-5, табл. I6). Часть этих диатомитов (представленная пробами I-3) может применяться как фильтрационный материал (после термической обработки при 600-1000°) и как носитель газожидкой хромотографии. Другая часть сисианских диатомитов, представленная пробами 4-5, не может быть использована для фильтрации в связи с повышенным содержанием в сырье вредных примесей (в основном глин). Диатомиты этих разновидностей могут применяться в промышленности строительных материалов при производстве цемента, бетонов и теплоизоляционных изделий различных марок. Кроме того, разновидности диатомитов, соответствующие пробам 4-5, могут использоваться и как наполнители в резиновой промышленности.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований на Сисианском месторождении можно сделать следующие выводы.

I. В отношении стратиграфического положения сисианской диатомитовой толщи подтверждается мнение о позднеплиоценовом - раннечетвертичном возрасте этой толщи.

Это доказывается следующими фактическими данными:

а) На Ангехакотском участке найдена макрофауна, которая по определению А.Н.Акромовского представляет собой моллюск *Pissidium castanum* (Poli) характерный для плиоценовой эпохи и четвертичного периода.

б) Микропалеоботаническое изучение диатомовой флоры показывает, что обитающие здесь формы в основном пресноводные и характерны для позднеплиоценового - раннечетвертичного времени.

в) Определение показателя преломления опаловых телец показывает его предел I,445-I,440. Известно, что чем древнее осадок, тем выше показатель преломления опаловых телец. Так, например, у современных диатомей показатель преломления оценивается величиной I,440, в то время как у неогеновых - I,445, а у палеогеновых - I,448.

В целом для сисианских диатомитов показатель преломления варьирует в пределах I,445-I,440.

г) Помимо диатомитов указанного возраста, представляющих подавляющую часть всей диатомитовой залежи, имеются (на Базарчайском участке) также и более молодые диатомитовые образования, залегающие на четвертичных базальтах (типа "Д" по К.Н.Пафенгольцу).

д) Сопоставление сисианской диатомитовой толщи с ишхансарской и горисской толщами показывает, что все они представляют собой единый комплекс и являются синхронными образованиями.

II. В литологическом отношении среди пород сисианской диатомитовой толщи выделяются следующие пять горизонтов (снизу вверх):

а) песчано-глинистые (глинисто-песчанистые) диатомиты с прослойями мелкозернистых песчаников и других терригенных образований, а также с прослойями диатомитовых глин;

б) диатомитовый горизонт сложен в основном диатомитами, переслаивающимися с глинистыми диатомитами, диатомитовыми глинами и вулканическими образованиями; местами наблюдается огипсованность, выраженная пленками и прожилками;

в) диатомито-обломочный (диатомитовая брекчия);

г) диатомитовый, который аналогичен горизонту (б), но с той разницей, что здесь диатомит более огипсован;

д) диатомитово-обломочный, где диатомит перемежается с беспорядочно расположенным в виде гнезд песчаниками, ожелезненными диатомитами, вулканическими песками.

Ш. По петрографическим особенностям диатомитовые породы Сисианского месторождения удалось расчленить на следующие типы:
а) диатомит; б) диатомит глинистый; в) диатомитовая глина;
г) диатомит песчанистый (песчано-глинистый или глинисто-песчанистый; д) диатомит пепловый; е) диатомитовая брекчия.

ЦУ. I. Сисианские диатомиты всех разновидностей по механическому составу относятся к тонкодисперсной породе и состоят в основном из тонкозернистой фракции $d < 0,01$ мм. Подавляющая часть (до 99,8%) диатомита относится к легкой фракции.

В фракции с $d < 0,01$ мм основная масса по минеральному составу представлена "аморфным кремнеземом".

2. В некоторых диатомитовых породах с примесью глины ("диатомитовые глины" и "глинистые диатомиты") установлено, что глинистые минералы состоят в основном из монтмориллонита.

В результате минералогического изучения удалось выделить в диатомитах около 50 минеральных видов, причем большинство минералов присутствует в песчанистых, пепловых и брекчевых разновидностях.

Выявленные минералы по генетическому признаку группируются следующим образом:

1. Аллотигенные минералы: андезин, олигоклаз, микроклин, оливин, кварц, хлорит, вулканическое стекло, авгит, диопсид, гиперстен, tremolit, роговая обманка, биотит, магнетит, гематит, ильменит, титаномагнетит, рутил, анатаз, апатит, сфен, флюорит, циркон, халькопирит, галенит, сфалерит, малахит.

2. Аутигенные минералы: кальцит, ангидрит, гипс, пирит, барит, лимонит, опал.

3. Гидротермальные минералы: водные бораты (улексит, тин-калионит), халцедон.

У. Диатомовый анализ показывает, что в диатомитах Сисианского месторождения основной (породообразующей) формой панцирей является *Stephanodiscus, cyclotella* и др. с размерами 0,05-0,2 мм.

Для некоторых разновидностей установлена сохранность (содержание) целых панцирей по отношению к общему количеству их в породе (%). Максимальная сохранность целых панцирей отмечается не только в собственно диатомитах (65-75%), но и в глинистых разновидностях (60-70%), минимальная - в песчанистых (15-30%) и особенно в брекчийевых диатомитах (15-20%).

У1. Предполагаются следующие возможные источники кремнезема, необходимого для развития диатомей в водоеме:

- I) В результате разложения продуктов вулканических выбросов (пепел и другие).
- 2) Продукты разложения и выщелачивания более древних вулканических пород.
- 3) Поступление в водоем кремнезема гидротермальными растворами, сопровождающими вулканическую деятельность.

УП. Лабораторные опыты показали, что сисианские диатомиты легко могут быть активированы, причем после активации их адсорбционные свойства повышаются настолько, что готовый продукт становится пригодным в качестве фильтрационного материала.

Эти опыты нуждаются в подтверждении на большой массе сырья, что и рекомендуется произвести на строящемся опытном заводе.

Диатомитовые глины или глинистые диатомиты, в которых глина имеет монтмориллонитовый состав, после их активации по адсорбционным свойствам приближаются к практически чистым диатомитам.

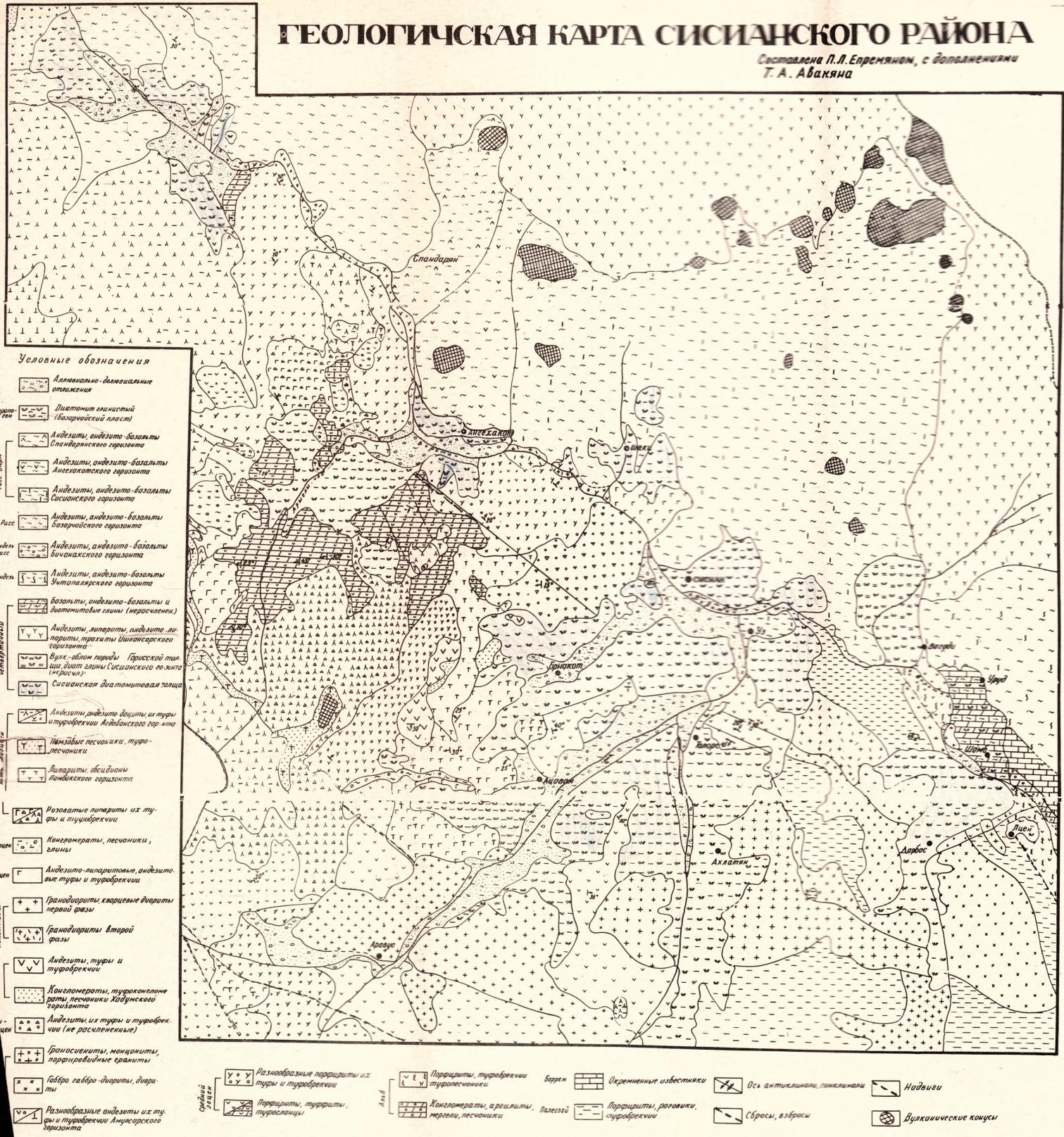
На основании полученных результатов можно сделать также и некоторые практические рекомендации.

I. Диатомиты Сисианского месторождения следует использовать комплексно: более чистые разновидности после обогащения использовать в качестве фильтрационного материала, остальные - в качестве наполнителей в бумажной, резиновой, стекольной и других отраслях промышленности, а также и в производстве теплоизоляционных материалов.

2. Дальнейшие детальные геологоразведочные работы с целью выявления и оконтуривания наиболее чистых диатомитовых пластов необходимо сосредоточить на тех участках, где распространены П

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СИСИАНСКОГО РАЙОНА

Составлена П.Л. Еремяном, с дополнениями
Т.А. Авакяна



и IV литологические горизонты сисианской толщи, которые выступают с максимальной мощностью в основном в центральной части Сисианского бассейна на участках вблизи сс. Шамб и Вагуди, а также у сс. Дарабас, Базарчай. Лцен, Уз, но с несколько меньшей мощностью.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Л.А. Четвертичные ископаемые млекопитающие Армении. Изд.АН Арм.ССР, 1959.
- Авакян Т.А. Джрадзорское месторождение диатомитов. Промышленность Армении, № 10, 1966.
- Авакян Т.А.Петрографическое расчленение диатомитов Сисианского месторождения. Изв.АН Арм.ССР, № 4, 1968.
- Авакян Т.А.Микропалеоботаническое изучение диатомитов Джрадзорского месторождения. Изв.АН Арм.ССР, № 5, 1968.
- Авакян Т.А.Об источниках кремнезема для образования сицианских диатомитов. Материалы республ.научно-технической конференции молодых научных работников Армении, посвященной 50-летию ВЛКСМ. Изд.АН Арм.ССР, 1969.
- Авакян Т.А.О выделении литологических горизонтов в диатомитовых свитах Сисианского месторождения. Материалы республиканской конференции молодых научных работников Армении, посвященной 50-летию ВЛКСМ. Изд.АН Арм.ССР, 1969.
- Авакян Т.А.Характерные особенности Сисианской диатомитовой толщи. Изв.АН Арм.ССР, № 2, 1969.
- Авакян Т.А.диатомиты Сисианского месторождения Армянской ССР (Вещественный состав, генезис и перспективы использования). Автореферат кандид.диссертации, Тбилиси, 1970.

- Авакян Т.А. К геохимической характеристике диатомитовых пород Сисианского района Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, № 6, 1971.
- Авакян Т.А. Опыты по обогащению диатомитов Сисианского и Джрадзорского месторождений. Научные труды НИГМИ, вып.IX, 1971.
- Авакян Т.А. Некоторые вопросы генезиса диатомитов Сисианского месторождения. Изв.АН Арм.ССР, № 5, 1969.
- Авакян Т.А. О структурных особенностях диатомитов Сисианского района. Изв.АН Арм.ССР, № 6, 1972.
- Асланян А.Т. Новые данные по неогеновой тектонике Армении. Изв.АН Арм.ССР, т.ХII, № 2, 1960.
- Безруков П.Л. О распространности и скорости накопления в Охотском море кремнистых осадков. Докл.АН СССР, т.I03, 1965.
- Вегуни А.Т. Стратиграфия палеогеновых отложений бассейнов рек Арпа и Воротан (Арм.ССР). Автореф. на соискание уч.степ.канд.геол.-минер.наук, Ереван-Ленинград, 1961.
- Виноградов А.П. Химический элементарный состав организмов моря. Тр.биохим.лабор.АН СССР, № 3, 1935, № 4, 1938, № 6, 1944.
- Виноградов А.П., Бойченко Е.А. Разложение каолина диатомитовыми водорослями. Докл.АН СССР, № 135, 37, 1942.

- Виноградов А.П. Закономерности распределения химических элементов в земной коре. "Геохимия", № 7, 1964. 1956. с.5-52.
- Владимиров В.И. Форель из диатомитовых отложений плиоцена Армении. Докл.АН Арм.ССР, т.ІУ, № 4, 1946.
- Владавец В.И. Процессы, поражающие пирокластический материал и его первичные перемещения. "Вопросы вулканизма", Изд.АН СССР, 1962.
- Габриелян А.А. Основные вопросы тектоники Армении. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1959.
- Габриелян А.А. Палеоген и неоген Арм.ССР (стратиграфия, тектоника, история геологического развития). Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1964.
- Габриелян А.А. Третичные образования и отложения западного Вайка (Даралагяз). ИГН АН Арм.ССР, 1946.
- Горецкий Ю.К. Кремневые отложения озер вулканического ландшафта в Армении. "Диатомиты и трепелы". Госгеолиздат, 1945.
- Горюнова С.В. Распознавание живых и мертвых клеток водорослей методом люминесцентной микроскопии. Вестн.АН СССР, 100, № 6, 1952.
- Дзоценидзе Г.С. Влияние вулканизма на образование осадков. Изд. "Недра", 1965.

- Жузе А.П. Принципы диатомитового анализа. Тр.конф. по споро-пыльцевому анализу, 1950.
- Жузе А.П. Диатомовые Кольского полуострова в связи с микроскопическим составом кольских диатомитов. Тр.Геоморф.ин-та АН СССР, вып.8, 1934.
- Забелина М.М., Определитель пресноводных водорослей СССР.
Киселев И.А., Вып.4, Изд."Сов.наука", 1951.
Прошкина-Лавренко
А.Н., Шешукова В.С.
- Каледа Г.А. Периодизация геологической истории кремнезема. В кн."Вопросы минералогии осадочных образований". Кн.3-4, Львовск.гос.ун-та, 1956.
- Кальверт Р. Диатомиты. Перев. с англ. под ред. и с дополн. К.К.Дондо. Л.-М., 1933.
- Кометиани Г.А. Диатомит. "Минеральные ресурсы", 1933.
- Криштофович А.Н. Плиоценовая флора диатомитовых отложений Базарчая. Бот.журн., № 5-6, 1939.
- Краускопф К.Б. Геохимия кремнезема в среде осадкообразования. Перев.с англ. В сб."Геохимия литогенеза". Изд.ИЛ, 1963.
- Леонтьев Л.Н. Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа. БМОИП, отд.геол., т.ХХII, № 4, 1949.

- Леонтьев Л.Н.,
Хайн В.Е. О возрасте молодых вулканических толщ Ка-
рабахского плато. Докл.АН Аз.ССР, т.III, № 3,
1947.
- Лисицын А.Н. и др. Закономерности распределения и формы крем-
ния, взвешенного в водах мирового океана.
Сб.статей "Геохимия кремнезема". Изд."Нау-
ка", М., 1966.
- Малеев Е.Ф. Вулканокластические горные породы. Госгеол-
техиздат, М., 1963.
- Меренков Б.Я.,
Муратов М.В. Неметаллические полезные ископаемые. Гос-
геолиздат, 1942.
- Меликсян Б.М.,
Гукасян Р.Х. Об абсолютном возрасте и закономерностях
формирования сложного Мегринского plutона.
Изв.АН Арм.ССР, т.ХУШ, 3-4, 1965.
- Милановский Е.Е. Новые данные о строении неогеновых и чет-
вертичных отложений бассейна оз. Севан.
Изв.АН СССР, сер.геол., № 4.
- Моисеева А.И. Неогеновые пресноводные диатомовые водо-
росли Приморского края. Автореф.дисс. на
соиск.уч.степ.канд.биол.наук, 1967.
- Моисеева А.И. Флора диатомовых водорослей верхнетретич-
ных отложений Приморского края и ее стра-
тиграфическое значение. Междунар.геол.
конгресс, XXI сессия, 1960.
- Набоко С.И. Гидротермальный метаморфизм пород в вул-
канических областях. М., Изд.АН СССР, 1963.

- Наливкин Д.В. Учение о фациях. Тома I и II, Изд.АН СССР, М.-Л., 1955-1956.
- Петров В.П. Геолого-минералогические исследования уральских белых глин и некоторые выводы по минералогии и генезису глин вообще. Тр. Ин-та геол.наук АН СССР, вып.95, петрogr. серия, № 29, 1948.
- Порецкий В.С. Исследование диатомовых водорослей Нуриуса и Арзни Ереванского района Арм.ССР. В сб. "Диатомовый сборник". Изд.ЛГУ, 1953б.
- Порецкий В.С. Исследование диатомовых водорослей Кисатиби Ахалцихского района Груз.ССР. В сб. "Диатомовый сборник", Изд.ЛГУ, 1953а.
- Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. Кн.I-2, Госгеолтехиздат, 1940.
- Рожкова Е. и Воронков Б. Современные кремнистые отложения. Т. I, "Диатомиты и трепелы", Тр.Всес.ин-та минер.сырья, т.II7, 1945.
- Рожкова Е. и Горецкий Ю.К. Происхождение и классификация кремневых опаловых пород. Сб."Диатомиты и трепелы". Госгеолиздат, 1945.
- Саркисян П.М. Диатомиты Армянской ССР. В кн. "Геология Армянской ССР", УП (неметаллические полезн.ископ.). Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1966.

- Самойлов Я.В. и
Рожкова Е.В. Отложения кремнезема органогенного проис-
хождения. Тр.Ин-та приклад.минер., вып.18,
1925.
- Соловкин А.Н. Геологический очерк южной части бассейна
р.Воротан. Тр.геол.ин-та Азерб.филиала АН
СССР, Баку, 1939.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Тома I и II. Изд.
АН СССР, М., 1962.
- Тахтаджян А.Л. Опыт стратиграфической корреляции вулкани-
ческих толщ и пресноводных отложений плио-
цена и плейстоцена Малого Кавказа. Докл.АН
Арм.ССР, т.3, № 5, 1948.
- Требования промышленности к качеству минерального сырья. Вып.21,
Госнаучтехиздат, М., 1962.
- Хайн В.Е.,
Леонтьев Л.Н. Основные этапы геотектонического развития
Кавказа. Ч.1-2, БМОИП, отдел.геол., № 3-4,
1950.
- Цамерян П.П.,
Авакян Т.А. Диатомиту широкую дорогу. Промышленность
Армении, № 6. 1958
- Шешукова-Порецкая В.С. К ископаемой диатомитовой флоре Южного
Сахалина. Вестник ЛГУ, № 15, вып.3, 1959.
- Ширинян К.Г. Об озерных отложениях и новейших вулкани-
ческих продуктах Агинского района. Тр.
Армгеолуправления, вып.1, 1957.
- Шихалибейли Э.Ш. Юрские отложения Азербайджана. Тр.Конф.по
вопр.регион.геол.Закавказья. Изд.АН Азерб.
ССР, 1952.

Шишкина-Богачева А.И. Отложения диатомита в Ахалцихском тре-
тичном бассейне. Изв.Азерб.Госуниверси-
тета, отд.естеств. и медиц.наук, т.6,
1927.

Янишевский Е.М. Трепел и диатомит, нерудные ископаемые.
Том III, Изд.КЕПС, АН СССР, 1927.

ИНОСТРАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Becking, L.B. - Preliminary statement regarding the diatoms
Tolman, C.F. "epidemis" at Copalis Beach Washington and
an analysis of diatom oil-Econ. Geol., 22, 4,
1927.

Lewin, I.C. - The dissolution of silica from diatom walls.
Geochim. et Cosmochim. Acta, 1961, 21, N 3/4.

Murray, J. - On silica and siliceous remains of organisms
Irvine, R. in modern seas.- Proc. Roy. Soc. Edinburgh,
1890-1891, 18, 229.

Tallaferro, N.X. - The relation of volcanism to diatomations and
associated siliceous sediments. Univ. of Ca-
lifornia Public., Vol. 23, N.I, 1933.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Средний минеральный состав диатомитов Сисианского месторождения
(по разновидностям)

Таблица 19

Кол. обр.	Породы	Фракции (%)		Разложен- ные мине- ралы (%)	Вулка- ничес- кое стекло (%)	Породообра- зующие	М и н е р а л ы			Редкие
		Тяже- лая	Лег- кая				Акцессорные	Распростра- ненные	Менее распра- ненные	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		0, II- 0, 14				Гидрослюды Монтморил- лонит Опал	Авгит Андезин Ангидрит Апатит Биотит Гиперстен Гипс Магнетит Лимонит Пирит Пиролюзит Сфен Халцедон	Азурит Барит Вулканическое стекло Гематит Глауконит Диопсид Доломит Ильменит Кварц Кальцит Микроклин Малахит Оlivин Олигоклаз Рутил Самородная медь Сидерит Титано-магнетит Циркон Эпидот Серицит Хлорит		Галенит Сфалерит ^x / Улексит Флюорит Халькопи- рит
22	Диато- миты		99,86- 99,89			99,86- 99,89				

^{x/} Минералы, определенные Барановым и Игнатьевым; остальные определены автором.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
							Пиролюзит Роговая обманка Сфен Титаномагнетит Халцедон	Самород.медь Самород.свинец Сидерит Сфалерит Халькопирит Циркон Эпидот		
5 Песчанистые диатомиты	0,16	99,84	79,87				Гиперстен Кварц Монтмориллонит Опал Полевые шпаты (андезин, мик- роклин, олиго- клиз)-19,97% Роговая об- манка	Авгит Апатит Биотит Гематит Глауконит Диопсид Лимонит Магнетит Оlivин Пирит Серицит Сфен Титаномагнетит Тремолит Хлорит Циркон Эпидот Халцедон	Азурит Вулканическое стекло Ильменит Галенит Гранат Кальцит Малахит Марказит Пирротин Рутил Сидерит Сфалерит Флюорит Халькопирит	Улексит ^{x/} Тинкалько- нит ^{x/}
7 Пепловые диатомиты	0,78	99,22	-	79,38			Вулканическое стекло Полевые шпаты (андезин, оли- гоизз, микро- клин)-19,84%	Апатит Биотит Гематит Гиперстен Каолинит Лимонит Магнетит Монтмориллонит?	Авгит Ангидрит Барит Галенит Гипс Диопсид Ильменит Малахит	Улексит ^{x/} Тинкальконит ^{x/}

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							Оливин Пирит Роговая обманка Серицит Хлорит Сфен Титаномагнетит Хлорит Циркон Эпидот	Марказит Пирротин Рутил Самород.медь Самород.свинец Сфалерит Тремолит Флюорит Халцедон Халькопирит	
6	Брекчевые диатомиты	2,5	97,50	-	87,75	Вулканическое стекло Полевые шпаты (андезин, мик- роклин, олиго- клав)- 9,75%	Авгит Апатит Биотит Гематит Диопсид Кварц Лимонит Магнетит Монтмориллонит? Пирит Роговая обманка Сфен Титаномагнетит Хлорит Циркон Эпидот	Азурит Ангидрит Барит Галенит Гиперстен Гипс Гранат Ильменит Кальцит Марказит Малахит Оливин Пирротин Рутил Самород.медь Самород.свинец Сфалерит Тремолит Флюорит Халцедон Халькопирит	Улексит ^{X/} Тинкалько- нит ^{X/}

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
Введение	5
Общие сведения	7
Глава I. Краткий геологический очерк района и месторождения	10
Глава II. Геологическое строение сисианской диатомитовой толщи	25
Глава III. Характеристика сисианской диатомитовой толщи....	32
А. Литолого-стратиграфическое расчленение	32
Б. Вещественный состав (минералогия, петрография, химизм).....	41
Глава IV. Микропалеоботаническое изучение диатомитов ...	70
Глава V. Генезис Сисианского месторождения диатомитов...	78
Глава VI. О перспективах использования диатомитов Армении	94
А. Краткий обзор диатомитовых месторождений Армянской ССР и их группировка по значимости в народном хозяйстве	94
Б. Качественная характеристика диатомитов	101
В. Опыты по обогащению диатомитов	108
Основные выводы	118
Цитированная литература	122
Приложение	130

813

Цена 62 коп.