

## 8. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И ОПИСАНИЕ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

В имеющейся в настоящее время учебной литературе практически отсутствуют примеры описания вулканогенных обломочных пород, хотя отдельные сведения можно почерпнуть из справочной литературы. В частности, краткие подрисуночные описания можно найти в атласах "Структуры горных пород. Том П. Осадочные породы" (Половинкина и др., 1948), "Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. Ч. 2, т. I. Изверженные породы" (Половинкина и др., 1966), в монографиях Б.Н. Лапина "Атлас структур девонских вулканогенных пород Горного Алтая" (1965), "Атлас структур кембрийских вулканогенных пород Салаира" (1988). Кроме того, в учебном пособии Н.В. Логвиненко, Э.И. Сергеевой "Методы определения осадочных пород" (1986) описан граувакковый вулканомиктовый песчаник как пример описания туфогенной породы. Это описание выполнено по имеющемуся в учебном пособии В. Т. Фролова "Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород" (1964) и по существу представляет собой характеристику песчаника вулканотерригенного, то есть образовавшегося за счет экзогенного разрушения эффузивных пород несинхронных конкретному извержению.

## 7.1. Общие требования исследования

- Главной петрографической особенностью данных пород является их обломочное строение, в связи с чем, порядок изучения во многом сходен с таковым для осадочных обломочных пород. В то же время вулканогенные обломочные породы обладают целым рядом характерных только для них специфических признаков, которые следует фиксировать при полевых визуальных наблюдениях и микроскопическом исследовании. В первую очередь это касается определения происхождения обломочного материала. Эту задачу решают сравнительным петрографическим методом (Справочник ..., 1983). При изучении единых вулканогенно-осадочных разрезов обычно берется в качестве эталонного пирокластический материал туфов, происхождение которого не вызывает сомнения, и с ним сравнивается кластика других вулканогенных обломочных пород формации.

- Тефрогенный материал по составу сходен с пирокластическим, но лучше сортирован и, главное, окатан. Это основные признаки их отличия и диагностики тефрогенов. Обычно тефроиды состоят из обломочного материала, все компоненты которого соответствуют одному расплаву, но порой состоят из двух отличающихся тефр, что для туфов не характерно. Заслуживает внимания то, что в туфах и тефроидах фракция акцессориев представлена небольшим количеством минеральных видов – цирконом, апатитом, рудными.
- Вулканотерригенная кластика отличается большим относительным количеством литических фрагментов и большим их петрографическим разнообразием. Обломки эффузивов характеризуются различной структурой и степенью измененности, отмечаются обломки жильных и гипабиссальных пород, комагматичных эффузивным, а иногда и продукты гидротермальной деятельности. Количество "чуждых" вулкану фрагментов незначительно.

- Тефроиды и вулканотерригенные породы следует отличать от сходных с ними собственно терригенных граувакковых (петрокластических) пород, материал которых накапливается в бассейнах, расположенных рядом с "активной вулканической сушей". Нормально-осадочные граувакки обычно более полимиктовые и кроме обломков эффузивов, часто весьма разнообразных по составу, содержат обломки интрузивных, метаморфических и осадочных пород. Кроме того, граувакки характеризуются большей ролью аксессуариев, их разнообразием и изменчивостью. Здесь появляются гранаты, турмалин, шпинель, силлиманит, ставролит.

- В приведенной ниже схеме, рекомендуемой при лабораторном изучении (макро- и микроскопическом) вулканогенных обломочных пород, отражены прямые и косвенные признаки пирокластического материала, позволяющие отличать его от резургентного, тефроидного, вулканотерригенного и нормально-осадочного, что важно для точного отнесения породы к определенному генетическому типу.
- Примеры описания основных типов описания пород составленные автором как по личным наблюдениям, так с использованием данных Е.Е.Карнюшиной (1988), Е.Ф.Малеева (1982).

- 1. Название породы должно отражать наиболее характерные признаки: генетический тип, окраску, структурно-текстурные особенности, основность или минералогический состав, структуру и состав цементирующей массы. Такая характеристика возможна только после полного изучения породы и приводится как резюме по завершению описания.
- 2. Окраска. Общим для данных пород является преобладание серо-зеленых, серых, красно-бурых, бурых тонов, что обусловлено первичной окраской вулканического стекла, степенью окисления составных частей, интенсивностью вторичного изменения.
- 3. Структура:
  - а) абсолютная и относительная величина обломков (максимальный и минимальный размер обломков), размер преобладающей фракции, степень сортировки, форма зерен (степень окатанности);
  - б) агрегатное состояние пирокластического материала. Описывая структурные особенности породы, обязательно отмечают степень сортировки и окатанности обломков, проявление которых практически отсутствует в туфах, отчасти отмечается в туффитах, тефроидах и характерно для туфогенных пород.
- 4. Текстура.  
Наиболее распространены в вулканогенных обломочных породах следующие текстуры: кластовая, текстура течения (игнимбритовая), пористая, шлаковая, спекания (агглютинатовая), пизолитовая, массивная, слоистая, линзово-слоистая градационно-слоистая.

- 5. Минерально-петрографический состав обломочной части:
  - а) описание главных составных частей, начиная с преобладающих. При этом обязательно отмечаются характерные признаки, по которым диагностируется вулканокластический материал: остророгульчатая, рогульчатая или деформированная форма обломков вулканического стекла, наличие корродированных (резорбированных) минеральных индивидов, присутствие в породе неустойчивых при выветривании минералов – основного плагиоклаза, пироксена, оливина, базальтической роговой обманки, санидина, отсутствие у монокристаллов кварца волнистого погасания. Указывается облик и происхождение литокластов: угловатые с рваными краями – ювенильные обломки, оплавленные, покрытые стекловатой пленкой или окисленные – резургентные, а также соответствие литокластов, кристаллокластов и витрокластов определенному составу изверженной породы;
  - б) описание акцессорных минералов, видовой состав которых в чистых пирокластических породах обычно беден, но количественная роль темноцветов бывает значительна.

- 6. Цемент. Указывается количество и соответствующая структура (базальный, поровый и т.д.), морфологические признаки (окраска, степень прочности), состав, расшифровывается генетический тип – уплотнения, гидрохимический, лавовый, спекания, нормально-осадочный.
- 7. Включения:
  - а) минеральные (конкреции, жилки, гнезда);
  - б) органогенные (растительные и животные остатки).
- 6. Вторичные изменения. Следует иметь ввиду, что признаками присутствия в породе пироклаستيки является, в одних случаях, свежесть слагающих компонентов, а в других – наличие интенсивного диа- и эпигенетического минералообразования. Последнее обусловлено химической нестабильностью и повышенной реакционной способностью составных частей: стекла, основных высокотемпературных полевых шпатов, мафических минералов, а также высокой пористостью и большой площадью поверхности соприкосновения (пепловые разности) с внешней средой.



- 9. Крепость породы. Свежие туфовые породы молодых вулканических построек, сцементированные за счет уплотнения мелкой крючковатой, остроугольной пироклаستيки, часто обладают пониженной прочностью.
- 10. Прочие признаки.

## 5.2. Примеры описания вулканокластических пород

- **Туф андезита пепловый, кристалловитрокластический с цементом уплотнения и поровым микрозернистым гидрохимическим хлоритовым цементом (рис. 40).**
- Порода бурого цвета сложена угловатыми обломками вулканического стекла и кристаллов псаммоалевритовой размерности с максимальным и минимальным размером, соответственно, от 2,0 мм до 0,05 мм. Единичные обломки литокластов достигают 3,0 мм в диаметре. Преобладающая фракция имеет размер обломков менее 0,25 мм, среди которых резко выделяется более крупный вулканокластический материал, что характеризует структуру породы как алевропсаммитовую (пепловую), порфирокластическую. Признаков окатанности и сортировки обломочного материала в породе не отмечается.
- Текстура туфа слабо пористая и устанавливается только при макроскопическом изучении образца.

**Рис.40 Туф андезита пепловый, кристалловитрокластический с цементом уплотнения и поровым микрозернистым гидрохимическим хлоритовым цементом**

- Туф полностью сложен пирокластикой, среди которой резко преобладают витрокласты (более 75 %), в то время как распределение кристаллокластов и литокластов по породе неравномерно: в отдельных участках их количество почти равно, хотя в целом, обломков кристаллов значительно больше.
- Вулканическое стекло имеет буровато-желтую окраску и представлено частицами алевропсаммитовой размерности. Форма обломков стекла остроугольная, вытянутая, черепковидная. Относительный показатель преломления близок к преломлению канадского бальзама ( $\sim 1,54$ ), что подтверждается наблюдением полосы Бекке и характеризует андезитовый (андезибазальтовый) состав вулканического стекла. Витрокласты не имеют признаков вторичного изменения и обнаруживают полную изотропию при наблюдении в скрещенных николях.
- Кристаллокластический материал представлен плагиоклазом и клинопироксеном с характерными признаками ювенильного происхождения: свежесть минералов, присутствие отдельных кристаллографических граней, следы корродирования магматическим расплавом.

- Главная роль среди кристаллокластической пирокластики принадлежит плагиоклазу, представленному отпрепарированными кристаллами размером до 2.0 мм и их более мелкими угловатыми обломками. Плагиоклаз прозрачен с заметной спайностью и хорошо проявляющимся, в отдельных зернах, зональным строением. Плагиоклаз часто резорбирован (корродирован), с образованием заливообразных затеков вулканического стекла, а также имеет мелкие отдельные включения стекла, расположенные вдоль трещин спайности. Угол максимального симметричного угасания двойников, определенный по пяти зернам, равен  $37^\circ$ , что соответствует лабрадору An55.
- Клинопироксен, присутствующий среди кристаллокластической пирокластики, в количественном отношении уступает плагиоклазу и представлен редкими кристаллами и их обломками, с максимальным размером до 2.0 мм. Зерна трещиноваты с хорошо проявляющейся спайностью. Для клинопироксена также характерна коррозия магматическим расплавом. В качестве включений в отдельных зернах присутствует магнетит. Окраска минералов слабо заметная, чуть розоватая. Угол погасания колеблется в пределах  $40-43^\circ$ .

- Цементирующей массой в туфе является тонкораспыленное вулканическое стекло, заполняющее поровые пространства между обломками. Вулканическое стекло отличается от обломочного витрокластического материала своим тонкодисперсным агрегатным состоянием и незначительной хлоритизацией.
- Литокласты в породе присутствуют в небольшом количестве. Форма обломков округлая, эллипсоидальная с зазубренными (рваными) краями. Размер обычно 2.5-4.0 мм. Литокласты представлены пироксеновыми андезитами порфировой структуры с гиалопилитовой и гиалиновой основной массой. Обломки андезитов свежие, без продуктов вторичного изменения. Плагиоклаз и клинопироксен вкрапленников, судя по облику и оптическим свойствам, аналогичны кристаллокластической составляющей породы. В частности, плагиоклаз порфировых выделений также заметно корродирован и часто обнаруживает зональное строение. Характерная восьмиугольная форма отдельных вкрапленников клинопироксена и замеренный угол погасания кристаллокластов позволяют определить его как авгит.

- Исходя из свежести всех составляющих туфа, следует отметить, что для породы характерна цементация уплотнения, свойственная только туфом с высокой ролью витрокластического материала. Присутствие же слабой хлоритизации тонкодисперсного вулканического стекла свидетельствует о начальной стадии гидрохимического цементирования породы.

## **Туф андезибазальта псаммитовый кристаллолитокластический с контурно-поровым хлоритовым цементом.**

- Туф зеленовато-бурой окраски является гетерокластическим (нераномернозернистым), состоит из средне- и мелкообломочного псаммитового материала, обычно содержащего примесь крупных зерен и мелколапиллиевых обломков. Размер пирокластов колеблется от 0,05 до 2 мм, преобладают угловатые обломки диаметром 0,15-0,3 мм, сортировка средняя. Микротекстура туфа беспорядочная, иногда наблюдается слойчатость, обусловленная чередованием через 1-3 мм слоев алевритового и мелкопсаммитового пирокластического материала.
- Микроструктура туфа кристаллолитокластическая. Содержание литокластов в обломочной части близко к 50 %. Это угловатые, эллипсоидальные обломки андезитов афировые и микропорфировые с гиалопиллитовой структурой основной массы. В отдельных обломках устанавливается миндалекаменная текстура. Редко наблюдаются девитрифицированные овальные по форме обломки шлаков, вероятно палагонитизированной переотложенной тефры. Они состоят из зеленовато-бурого и буро-коричневого полуизотропного вещества.



- Кристаллокласты относятся в основном к андезинам с содержанием анортитовой молекулы от An40 до An50, иногда встречается лабрадор (An60). Очень часто плагиоклазы представлены таблитчатыми идиоморфными кристаллами с резко выраженной многократной зональностью, а также с простыми и полисинтектическими двойниками. Кристаллы плагиоклаза, как правило, свежие, изредка слабохлоритизированные, часто содержат разнообразные включения округлые и овальные газово-жидкие, рудные пылевидные, игольчатые и призматические темноцветных минералов. Заметную примесь (до 5-10 %) среди кристаллокластов составляет амфибол, представленный отпрепарированными идиоморфными кристаллами и их обломками обыкновенной роговой обманки с темными каемками опацизации.
- Витрокластический материал присутствует в виде рогулек, практически не затронутых вторичными изменениями. Обломки стекла обычно бесцветны и изотропны, реже встречаются зеленоватые хлоритизированные и слабодевитрифицированные. Наблюдаются также каплеобразные витрические компоненты, которые можно диагностировать как «слезы Пеле», характерные для базальтовых вулканических стекол.
- Цемент контурно-поровый хлоритовый, составляет 10-15 % породы. Синтезированный из поровых растворов микрозернистый агретат хлорита образуют тонкие крустификационные оторочки вокруг пирокластов и кристаллизуются в порах.

# Игнимбрит риолитовый мелколапиллиево-пепловый псевдофлюидальный

- Порода серого цвета с отчетливо выделяющимися на этом фоне темными линзовидными обособлениями – фьямме. Пирокластический материал представлен кристаллокластами кварца, полевых шпатов псаммитовой размерности и единичными литокластами (около 5 мм в поперечнике) как бы погруженными в плотную псевдофлюидальную основную массу. Псевдофлюидальная текстура игнимбрита отчетливо проявляется благодаря субпараллельному расположению фьямме, на долю которых приходится до 30 % объема породы. Фьямме имеют различные размеры – от 5 мм до 35 мм по удлинению при ширине 1-12 мм. Форма их в основном линзовидная, реже изогнутоя лентовидная, края рваные.
- Под микроскопом устанавливается типичная игнимбритовая микроструктура, обусловленная субпараллельной ориентировкой сильно растянутых уплощенных и причудливо деформированных пепловых частичек вулканического стекла основной массы. В отдельных частях деформированные винокласты сплавляются между собой оптикая кристаллокластический материал игнимбрита. Общая ориентировка сваренной витрокластической массы совпадает с ориентировкой заключенных к ней фьямме.

- Фьямме так же как и витрокласты заметно деформированы. При этом степень деформации возрастает с уменьшением размеров фьямме, мелкие линзочки, расположенные между кристаллокластами часто обтекают их, подобно витрокластическому материалу. Независимо от размеров, фьямме хорошо выделяются темно-коричневым цветом на общем коричневатом фоне основной массы. Микроструктура фьямме гиалитовая (стекловатая), участками перисто-волокнистая, сферолитовая, обусловленная девитрофикацией (раскристаллизацией) вулканического стекла. Судя по количеству, размерам и однородному строению фьямме, они образовались за счет уплотнения, сплющивания и расплавления обломков пемзы. Редкие наиболее крупные фьямме второго типа образованы при деформации ювенильных лавовых фрагментов (литокластов). Подтверждением тому их размеры, широколинзовая форма, наличие во фьямме вкрапленников кварца, полевых шпатов, ориентированных субпараллельно удлинению линз.
- Красталлокласты кварца, калиевого полевого шпата и плагиоклаза расположены в породе беспорядочно и обнаруживают характерные признаки ювенильного пирокластического материала: заметно резорбированы (особенно кварца), часто с отдельными кристаллографическими гранями, обломки их остроугольны. Кварц имеет размеры 0,1-2,0 мм, единичные кристаллокласты до 3 мм в поперечнике. Мелкие обломки кварца в основном остроугольные, а для более крупных характерно наличие кристаллографических граней, иногда встречаются отдельные зерна с идиоморфных шестигранными сечениями.

- Все, без исключения, крупные кристаллы кварца в различной степени резорбированы, затеки вулканического стекла в них часто глубокие, в отдельных проплавленных зернах стекло наблюдается в виде включений. Минерал имеет однородное, характерное для вулканогенного кварца. Кристаллы ортоклаза псаммитовой размерности (0,1-1,0 мм), остроугольные, реже призматической формы, со следами незначительной резорбции. Минерал заметно пертитизирован и интенсивно пелитизирован. Плагиоклаз в количественном отношении уступает остальным кристаллокластам. Он представлен олигоклазом An<sub>23</sub> (∠ максим. симм. угасания двойников 8°) с буроватыми глинистыми продуктами разложения.
- Псевдофлюидальный витрокластический агрегат основной массы заметно девитрофицирован и в скрещенных николях обнаруживает микрофельзитовую структуру.

## **Туффит алевритовый кристаллолитокластический с поровым глинисто-кремнистым цементом.**

- Туффит серой и светло-серой окраски, в целом плохо отсортированный, обогащенный то пелитовым, то псаммитовым материалом, который распределяется как в довольно отчетливых прослоях, так и в сложных включениях, линзах, нечетко выклинивающимися прослоях с "завихрениями", "хвостами" (оползневая текстура). Мощности прослоев с такими нарушенными текстурами составляют 2-3 см. Порода содержит рассеянный растительный детрит и редкие остатки диатомий, спикул губок. Изредка встречаются ходы илоедов (диаметр по 2 мм) выполнены материалом аналогичным вмещающей породе.
- Пирокластический материал составляет 70 % и состоит из смешанных в различных соотношениях кристалло- и литокластических компонентов, которые достаточно надежно диагностируются.
- Литокласты встречаются в виде овальных, угловатых, мелкопсаммитовых и алевритовых обломков, представленных андезитами и андезидацитами с гиалопилитовой и фельзитовой структурами. Наблюдаются и более крупные остроугольные обломки размером до 2-3 мм роговообманковых андезитов с пилотакситовой структурой основной массы и миндалекаменной текстурой.

- Реже встречаются мелколапиллиевые (3-5 мм) сфероидальные, пористые обломки хлоритизированных шлаков. Кристаллы плагиоклаза свежего облика резорбированы, зональные и сдвойникованные. Судя по величине максимального угла симметричного погасания двойников равному  $25^\circ$ , представлен андезином An40. Роговая обманка базальтическая с характерным плеохроизмом в красно-бурых тонах, иногда опацитизированная. Кристаллокластический материал полностью соответствует минералам вкрапленников роговообманковых андезитов. Витрокласты редки, имеют устроугольную черепковидную форму обычно девитрифицированы, часто хлоритизированы, ожелезнены и непрозрачны.
- Терригенный материал составляет 30 % и представлен полуокатанными зернами трещиноватого кварца, пелитизированными калишпатами, мелкогравийными зернами (диаметром до 3 мм) кремнисто-серицитовых сланцев, микрокварцитов, кварц-халцедовых силицитов и аргиллитов.

- В туффите присутствует биогенная составляющая (до 10 %), представленная опаловыми скорлупками диатомей и реже спикулами губок.
- Цемент чаще распределен неравномерно и относится к поровому открытого и закрытого типов. Глинисто-кремнистая масса цемента представлена желтовато-бурым скрытокристаллическим слабополяризующим агрегатом. Цементирующая масса, вероятно, была сложена тонким пепловым материалом, переработанным вторичными процессами.

### 7.3. Примеры описания вулканогенно-осадочных пород

- **Тефроид базальтовый псаммитовый литокластический с поровым хлоритово-глинистым гидрохимическим цементом.**
- Порода слаболитифицированная, темно-серого, почти черного, цвета. Структура грубо-крупнозернистая, текстура неслоистая, однородная.
- Основным компонентом переотложенной тефры являются обломки витрофировых пористых базальтов, на долю кристаллокластов и витрокластов приходится не более 10-15 %. Окатанность обломков различная: грубые зерна пористых базальтов хорошо окатаны, зерна плагиоклаза – менее, а наиболее мелкая тефра совсем не окатана.
- Фрагменты пористого базальта однородны по цвету и текстурно-структурным особенностям: черные, микроструктура стекловатая, гиалопилитовая, поры обильны, обычно шаровой или эллипсоидальной формы. Обломки плагиоклаза, клинопироксена слабоокатанные, часто угловатые с отдельными кристаллографическими гранями, на которых кое-где заметны следы резорбции.



- Плагноклаз большей частью свежий, без продуктов изменения и, судя по углу максимального симметричного угасания двойников  $37^\circ$ , представлен лабрадором An55-60. Обломки вулканического стекла светло-зеленого, желтого цвета встречаются редко, размер их около 0,5 мм, форма угловатая, черепковидная. Многие обломки мутные и обнаруживают слабую поляризацию за счет девитрификации и замещения глинистыми минералами.
- В тефроиде встречаются единичные окатанные обломки порфировых оливиновых базальтов с интерсертальной структурой основной массы и интенсивно серецитизированные обломки плагноклаза, который представляют собой нормально-осадочную терригенную примесь. Эта кластика смешивается с базальтовой тефрой при разрушении древних литифицированных пород вулканической постройки.
- Цемент поровый закрытого типа, хлоритово-глинистый микрозернистый. Образовался за счет разложения мелких обломков вулканического стекла, что характеризует способ цементации тефроида как гидрохимический.

# Тефроид слоистый андезитового состава алевритовый литокристаллокластический с контурным хлоритовым цементом.

- Порода темного цвета с зеленоватым оттенком. Текстура тонкослоистая. Под микроскопом устанавливается хорошая сортировка, характеризующаяся медианным диаметром (Md) 0,05 мм, при диапазоне размеров обломков от 0,02 до 0,08 мм.
- Состав переотложенной тефры литокристаллокластический. Кристаллы андезина незначительно преобладают над литокластами и составляют 50 %. Они обычно зональны, имеют таблитчатый габитус и слабо обработаны при переносе. На долю литокластов приходится 40 %. Они угловатые и представлены афировыми андезитами с гиалопилитовой структурой, фельзитами и микропористыми шлаками. Количество витрокластов не превышает 10 %. Обломки вулканического стекла имеют угловатые близкие к изометричным контуры, девитрифицированы и замещены агрегатом зеленоватых и бурых тонкодисперсных минералов.
- В тефроиде отмечается присутствие осадочной примеси (первые проценты) микрозернистого глинисто-кремнистого материала и диатомей, представляющих заполнитель среди тефры. Цемент контурного типа представлен аутигенным хлоритом, образующим тонкие крустификационные оторочки вокруг обломков.

# Туфопесчаник среднезернистый, косослоистый с поровым глинистым цементом.

- Окраска породы зеленовато-серая. Текстура косослоистая, что фиксируется скоплениями растительного детрита, изменением зернистости в слойках, либо обогащением их глинистым материалом. Сортировка и окатанность зерен средняя и плохая. В псаммитовом материале встречаются рассеянные гравий и галька диаметром до 3-5 см, представленные кварцем, обломками метаморфических и изверженных пород. В туфопесчанике преобладающая фракция 0,1-0,25 мм обычно составляет не более 50-60 % от суммы всех фракций, а в целом обломки песчано-алевритовой размерности имеют диаметр от 0,05 до 0,5 мм.
- Терригенные компоненты туфопесчаника представлены примерно равным соотношением зерен минералов (кварца и измененных полевых шпатов) и обломков пород. Среди последних отмечаются в порядке убывания обломки следующего состава: сильно измененные хлоритизированные и карбонатизированные андезиты, дациты, кварциты, аргиллиты, кварц-халцедоновые силициты, глинистые и серицитовые сланцы, изредка гранитоиды.

- Среди зерен минералов преобладают полевые шпаты, представленные в основном плагиоклазами, судя по широкому набору разнообразных вторичных замещений (пелит, серицит, альбит, карбонаты). Калиевые полевые шпаты (отроклаз-пертит) обнаружены в подчиненном количестве. Кварц обычно обнаруживает однородное угасание, что характерно для кварца эффузивов. Зерна кварца и полевых шпатов угловатые и полуокатанные. Изредка отмечаются чешуйки хлоритизированного биотита, а акцессорные минералы представлены апатитом.
- В составе туфопесчаника содержание пирокластического материала не превышает 25 %, он отличается свежестью и однородностью состава. Пирокластика представлена кристаллокластами, литокластами и редкими обломками вулканического стекла. Кристаллокласты плагиоклаза (An-40 – An60 ) нередко с зональными двойниками, чистые без вторичных продуктов разложения. Литокласты только андезитового состава, афировые, реже порфиоровые (вкрапленники плагиоклаза и роговой обманки) с пилотакситовой основной массой. Витрокласты типичной рогульчатой формы, бурого цвета, девитрифицированы и ожелезнены.
- Цемент туфопесчаника поровый открытого типа составляет 10-25 %. В нем преобладает седиментационный глинистый тонкодисперсный материал.

# Туфодиатомит

- Порода легкая некрепкая, объемная плотность изменяется в пределах 1,0-1,5 г/см<sup>3</sup>. Окраска туфодиатомита серая, светлосерая, порой белесая, иногда со слабым зеленоватым оттенком. Характерен землистый излом и пятнистая текстура, обусловленные неравномерной примесью песчано-алевритового материала
- Микроскопически туфодиатомит состоит из органического преимущественно диатомового материала с примесью пироклаستيки, которая распределена в породе неравномерно. Микроструктура породы биоморфно-детритовая и алевропелитовая.
- Биогенная масса (60 %) сложена опаловыми округлыми скорлупками диатомей обычно ячеистого строения, реже встречаются единичные спикулы губок. Панцири диатомей достигают 0,03-0,05 мм в диаметре, толщина их стенок не превышает 0,002-0,003 мм, ширина каналов составляет 0,005-0,007 мм. Спикулы губок имеют более крупные размеры (до 0,5 мм), представлены одноосными, трехосными образованиями с хорошо заметным центральным осевым каналом.
- Пирокластический материал (до 30 %) состоит из угловатых слабодевитрофицированных вулканических стекол и свежих неокатанных плагиоклазов (часто зональных) алевритовой размерности.
- Цемент поровый открытый, глинисто-кремнистого состава (15 %) представляет собой полуизотропный агрегат тонких чешуек глинистых минералов и частично раскристаллизованного опала. Показатель преломления глинисто-кремнистой массы несколько ниже, чем у канадского бальзама.

