

# 3. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ И СТРУКТУРЫ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

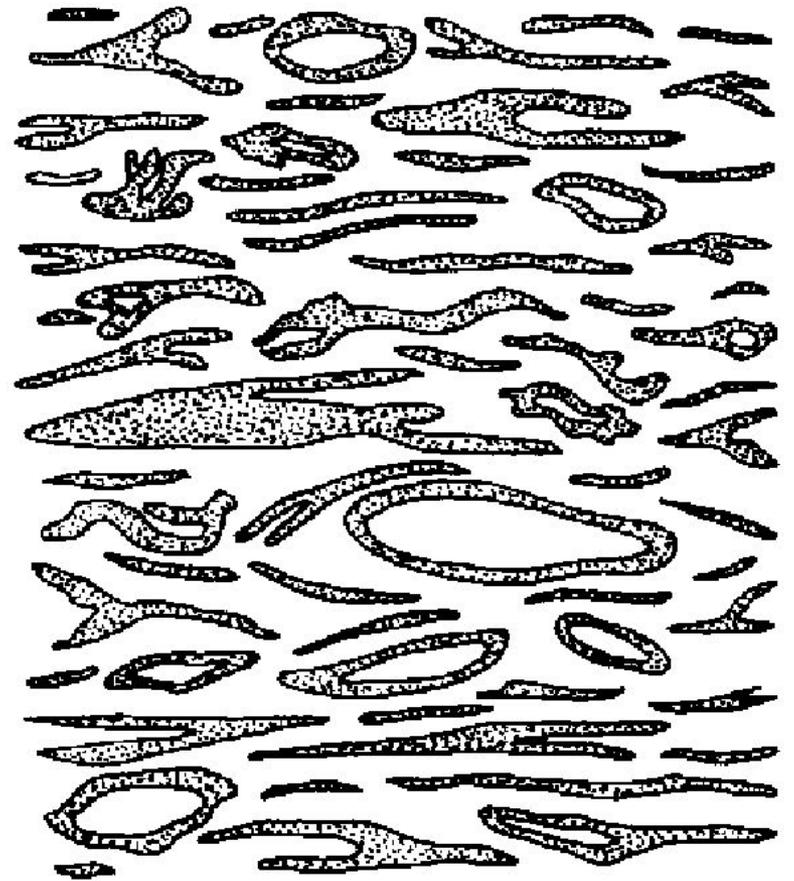
- **3.1. Характеристика составных частей**
- Для состава вулканогенных обломочных пород характерно наличие лавокластического, пирокластического и нормально-осадочного материала. Ниже приведено описание составных частей, входящих в состав пирокластики и обладающих специфическими чертами, свойственными только для этого класса горных пород. Умение отличать взрыво-обломочный (пирокластический) материал от осадочного очень важно, так как на их количественном соотношении основана современная классификация вулканогенных обломочных пород.
- Во время извержения вулканов, в результате их взрывной деятельности происходит выбрасывание обломков вулканического стекла (витрокластов), обломков или хорошо отпрепарированных кристаллов (кристаллокластов) и обломков пород (литокластов).

- **Вулканическое стекло** может встречаться в виде мелких осколков самой различной формы, обломков шлаков, пемзы или в виде связующего материала, впоследствии играющего роль гидрокимического цемента. К **витрокластам** следует относить только оскольчатый материал, образовавшийся из распыленной лавы, с величиной частичек менее 2,0 мм, так как более крупные псефитовые обломки пемзы, шлака или стекла, в которых заметны текстурные признаки, нужно рассматривать как обломки эффузивной породы – литокласты. В зависимости от степени разрыва газами жидкой лавы витрокластический материал приобретает разнообразную форму. Псаммитовые обломки имеют наиболее сложные очертания, образуя изогнутые волокна, рогатки, рогульки, треугольники с вогнутыми краями или осколки с остатками стенок газовых пузырьков (рис. 10). Такая форма образуется при взрыве пузырьков газа в лаве, стенками которых и являлись обломки стекла. По мере дальнейшего дробления сложные обломки распадаются на более простые составные части острореберной формы, свойственной для алевритового материала и угловатой – для пелитового.



а

0,2 мм



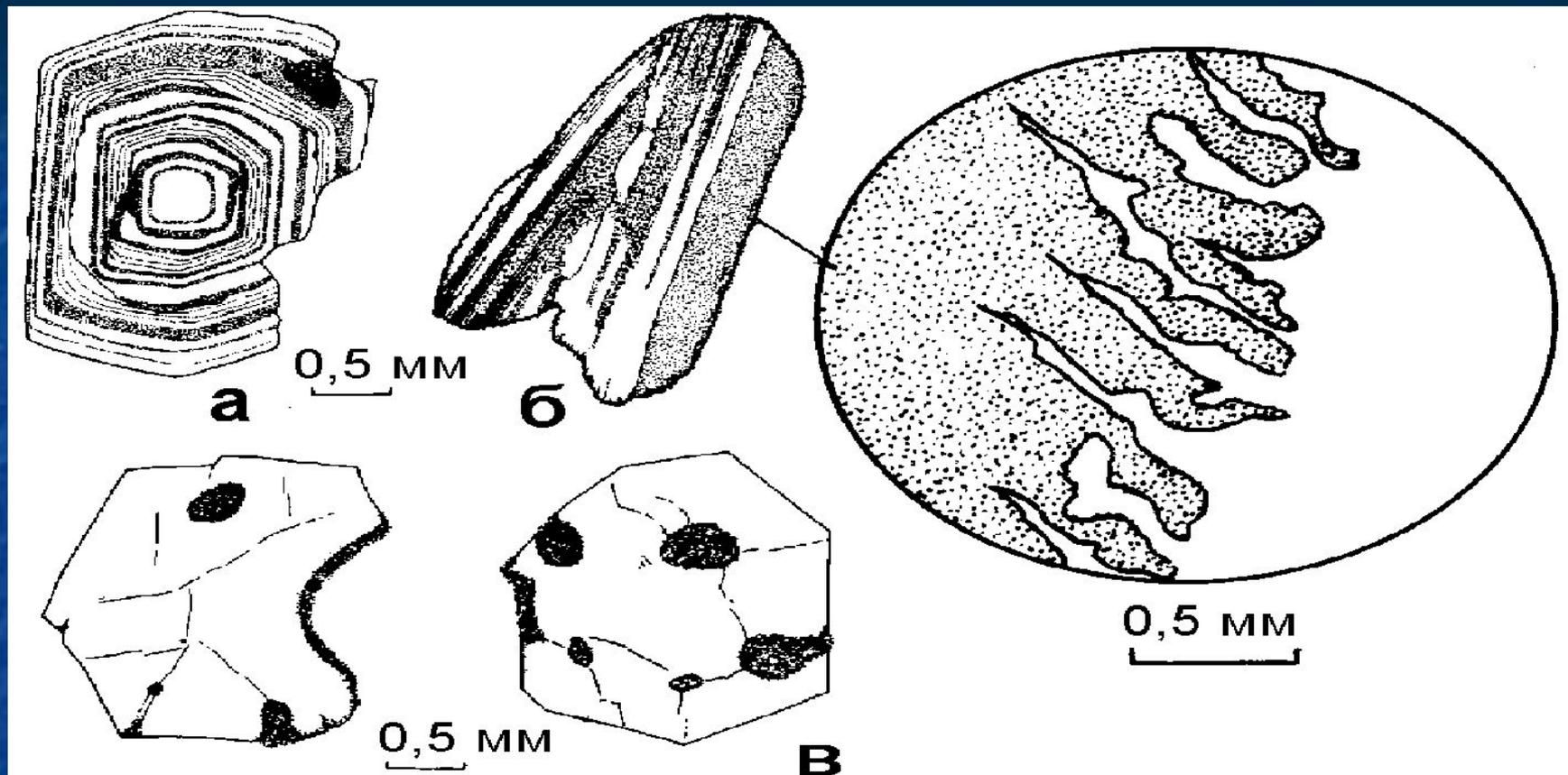
б

Обломки вулканического стекла рогульчатой, черепковидной формы: а – недеформированные, б – деформированные и уложенные (Петтиджон Ф. и др., 1976)

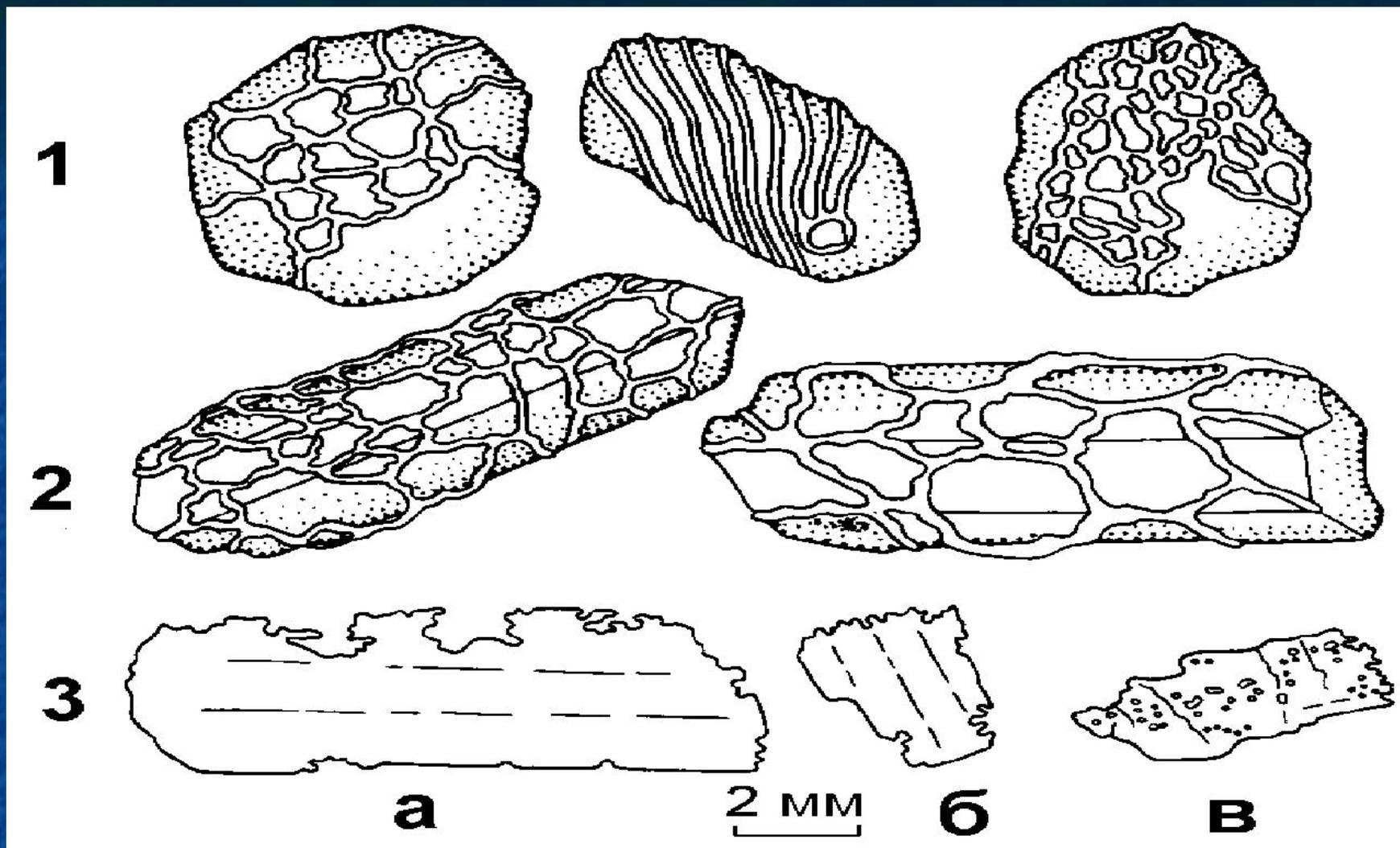
- Форма обломков витрокластов зависит также от состава продуктов извержения. Базальтовые вулканы обычно дают фигурные осколки вулканического стекла – угловатые с вогнутыми краями, зазубренные, в виде шариков, булав, гантелей ("слезы Пеле"), нитеобразных скоплений ("волосы Пеле"). Андезитовые вулканы поставляют бесформенный витрокластический материал, а пеплы с рогульками вулканического стекла характерны для извержений продуктов кислого состава. Первичная форма витрокластов может быть деформирована и уплощена, что характерно для отложений пирокластических потоков.
- Окраска пирокластического вулканического стекла разнообразна – бесцветная, желтая, красная, бурая, черная, в зависимости от количества включений. Состав обломков стекла можно определить по показателям преломления, значения которых приведены в справочнике В.Е. Трегера (1959):

Вулканическое стекло	Показатель преломления
■ Риолитовое	1,492 (1,48 -1,51)
■ Дацитовое	1,511 (1,504-1,592)
■ Трахитовое	1,512 (1,468-1,527)
■ Андезитовое	1,512 (1,489-1,529)
■ Базальтовое	1,575 (1,506-1,612)

- ***Кристаллокласты*** пирокластического происхождения встречаются в виде отпрепарированных кристаллов с первичными кристаллографическими формами и в виде угловатых обломков. Характерным признаком кристаллокластов, позволяющим отличать их от обломков кристаллов нормально-осадочного происхождения, можно считать присутствие в горной породе неустойчивых при выветривании минералов – основного плагиоклаза, пироксена, оливина, базальтической роговой обманки. В пирокластическом материале часты зональные полевые шпаты. Характерны также кристаллокласты санидина и ненапряженных монокристаллических зерен кварца с одновременным погасанием. Довольно часто обломки полевых шпатов и кварца корродированы магматическим расплавом



*Зональные (а), резорбированные кристаллокласты плагиоклаза (б,) и кварца (в).*



Минералы вкрапленников в пемзах пирокластических потоков  
Кристаллы плагиоклаза (1) и пироксенов (2) в пленке стекла; увеличено в 135 раз. 3 – срезы резорбированных кристаллов плагиоклаза в шлифе (а, б), в – резорбированный кристалл плагиоклаза с пузырьками стекла

- Среди пирокластического материала кроме кристаллокластов, имеющих ювенильное происхождение, встречаются обломки чуждых и резургентных минералов. В этом случае у них можно наблюдать оплавление, окисление до красно-бурого цвета, вспучивание поверхности. Подобные резургентные оплавленные кристаллы плагиоклаза отмечены в 1976 году на Южном прорыве Большого трещинного Толбачинского извержения. В ходе слабых стромболианских взрывов кристаллолапилли плагиоклаза и обломки шлака вторично падали в кратер вулкана и приобретали красный цвет за счет повторного температурного воздействия. Такой многократно выброшенный материал называют **псевдорезургентным** или **ретрокластическим**. Чуждый материал, захваченный вулканическим взрывом из пород основания вулканической постройки, отличается запрещенными минеральными ассоциациями. Например, присутствием среди пирокластики базальтового состава обломков кристаллов кварца, калиевых полевых шпатов.

- **Литокласты** являются обязательной составной частью крупной грубообломочной (псефитовой) пироклаستيки и представлены преимущественно ювенильными обломками эффузивных пород (см. характеристику вулканических бомб, лапиллей, шлаков, пемзы, гл. 2). Форма обломков округлая, эллипсоидальная, угловатая, нередко с рваными краями и выступающими фенокристаллами. Обломки могут быть плотными и пористыми независимо от состава. Литокластический материал обычно не имеет следов транспортировки, сортировки и характеризуется однородным петрографическим составом.

Литокласты имеют не только ювенильное происхождение, но и чуждое. Чуждые обломки резко отличаются по составу от ювенильных литокластов, очень часто окислены, с каемками закалки и оплавления. Чуждый литокластический материал подразделяется на три группы:

- 1) материал предыдущих извержений данного вулкана – резургентный,
- 2) материал фундамента вулкана (обломки изверженных осадочных и метаморфических пород),
- 3) материал из глубинных горизонтов земной коры (обломки эклогитов, перидотитов).

## 3.2. Структуры вулканогенных обломочных пород

- Структуры вулканогенных обломочных пород формируются в зависимости от условий минералообразования при кристаллизации магмы, характера и степени механического дробления исходного лавового материала во время извержения и условий его седиментации, а также от условий диагенеза.
- Структуры пород определяются абсолютной и относительной величиной составных частей, агрегатным состоянием пироклаستيки, формой составных частей и соотношением обломков и цемента.

## 3.2.1. Структуры по размерам обломков

- Структуры по абсолютной величине обломков выделяются по принятым размерностям, которые в значительной мере отвечают гранулометрическим классам нормально-осадочных пород
- *Структуры вулканокластических пород по абсолютной величине обломков*  
По относительной величине обломков выделяют три основных типа структур:
  - равномернообломочная (гомеокластическая),
  - неравномернообломочная (гетерокластическая) и
  - порфирокластическая.Название структур с корнем "класто" принято для пепловых (псаммитовых, алевритовых, пелитовых) вулканокластических пород, а с корнем "обломок" – для крупно-, грубообломочных (глыбовых, агломератовых, псефитовых).
- Размеры вулканокластического материала во многом влияют на форму составных частей, что было показано выше. В настоящее время по форме составных частей, без учета крупности материала, выделяется только одна структура – *комекластическая* (Малеев, 1977), характеризующаяся волосовидными обломками стекла ("волосы Пеле").

## Структуры вулканокластических пород по абсолютной величине обломков

Размер обломков (мм)	Структуры	
	В.Т. Фролов (1964)	Е.Ф. Малеев (1980)
> 200	Глыбовая (грубоагломератовая)	
100-200	Крупноагломератовая	
50-100	Среднеагломератовая	
10-50	Мелкоагломератовая (лапиллиевая)	
2-10	Гравийная (крупнообломочная)	
1-2	Псаммитовая (среднеобломочная)	Грубосаммитовая
0,5-1		Крупнопсаммитовая
0,25-0,5		Среднепсаммитовая
0,1-0,25		Мелкопсаммитовая
0,01-0,1	Пепловая	Алевритовая (мелкообломочная)
<0,01		Пелитовая* (тонкообломочная)

\* Пелитовая структура выделяется для пород сложенных обломками 0,01-0,001 мм, т.к. 0,001 мм – вероятный предел эксплозивного дробления твердого материала или распыления жидкой лавы

**Структуры вулканокластических пород в зависимости от величины обломков и агрегатного состояния**

Размер обломков (мм)	Фракция	Агрегатное состояние		
		витрокластическое	кристаллокластическое	литокластическое
< 0,01	Пелитовая	Пелитовая витрокластическая	—	—
0,01-0,1	Алевритовая	Алевритовая витрокластическая	Алевритовая кристаллокластическая	—
0,1-2,0	Псаммитовая	Псаммитовая витрокластическая	Псаммитовая кристаллокластическая	Псаммитовая литокластическая
2-50	Псефитовая	—	Псефитовая кристаллокластическая	Псефитовая литокластическая
50-200	Агломератовая	—	—	Агломератовая литокластическая
> 200	Глыбовая	—	—	Глыбовая литокластическая

Размер обломков (мм)	Кластовые	Лавокластитовые		Гиалокластитовые		
		рыхлые	литифицированные		рыхлые	литифицированные
> 200	Кластолава глыбовая	Глыбы лавокластитовые	Лавокластит мелкоглыбовый 100-300	Лавокластит глыбовый	Глыбы гиалокластитовые	—
50–200	Кластовала агломератова	Агломерат лавокластитовый		Лавокластит агрегативный	Агломерат гиалокластитовый	Гиалокластит агломеративный
10-50 2-10	Кластолава (туфо-лава)	Щебень лавокластовый	Лавокластит псефитовый		Щебень гиалокластитовый	Гиалокластит псефитовый
0,1-2	—	—	—		Песок гиалокластитовый	Гиалокластит псаммитовый
0,01–0,1	—	—	—		Алеврит гиалокластитовый	Гиалокластит алевритовый
<0,01	—	—	—		—	—

Размер обломков (мм)	Пирокластический материал без существенных посторонних примесей (не более 10 %)			
	Рыхлые		Литифицированные	
			сваренные и спекшиеся	уплотненные и сцементированные гидрохимически
>200	Вулканические глыбы и бомбы (тефра агломератовая)	Агломерат глыбовый вулканический	Агглютинат глыбовый. Туф спекшийся глыбовый агломератовый	Туф глыбовый агломератовый
50-200		Агломерат вулканический	Агглютинат агломератовый; туф спекшийся агломератовый	Туф агломератовый
10-50	Лапилли (тефра крупнопсефитовая)		Агглютинат (игнимбрит) крупнопсефитовый (лапиллиевый); туф спекшийся крупнопсефитовый (лапиллиевый)	Туф крупнопсефитовый (лапиллиевый)
2-10	Лапилли мелкие (тефра мелкопсефитовая)		Игнимбрит мелкопсефитовый (мелколапиллиевый); туф спекшийся мелкопсефитовый (мелколапиллиевый)	Туф мелкопсефитовый (мелколапиллиевый)
0,1-2	Пепел вулканический	Песок вулканический (тефра псаммитовая)	Игнимбрит псаммитовый; туф спекшийся псаммитовый	Туф псаммитовый
0,01-0,1		Пыль вулканическая	Игнимбрит алевритовый; туф спекшийся алевритовый	Туф пепловый
<0.01			—	Туф пелитовый

## Классификация взрыво-обломочных (пирокластических) пород, содержащих примесь чуждого материала

Размер обломков (мм)	Пирокластический материал с примесью чуждых обломков (не более 50 %)		
	Рыхлые	Литифицированные	
		сваренные и спекшиеся	уплотненные и цементированные гидрохимически
>200	Ксеноаг-ломерат глыбовый	Ксенотуф спекшийся глыбовый агломератовый	Ксенотуф глыбовый агломератовый
50-200	Ксеноагломерат	Ксенотуф спекшийся агломератовый	Ксенотуф агломератовый
10-50	Ксенолапилли (лапилли чуждым материалом)	Ксеноигнимбрит* крупнопсефитовый; ксенотуф спекшийся крупнопсефитовый	Ксенотуф крупнопсефитовый (лапиллиевый)
2-10		Ксеноигнимбрит* мелкопсефитовый; ксенотуф спекшийся мелкопсефитовый	Ксенотуф мелкопсефитовый (мелколапилли-евый)
0,1-2	Ксенопепел вулканический	Ксеноигнимбрит* псаммитовый; ксенотуф спекшийся псаммитовый	Ксенотуф псаммитовый
0,01-0,1		Ксенотуф спекшийся алевритовый	Ксенотуф алевритовый
<0,01		—	—

\* Выделяя ксеноигнимбриты Е.Ф.Малеев отмечает некоторую условность этого термина, т.к. для игнимбритов характерно присутствие чуждого материала, что обусловлено катмайским типом извержения. Необходимость выделения ксеноигнимбритов как самостоятельных пород продиктована встречаемостью в природе игнимбритов без примеси чуждого материала.

## Классификация вулканокласто-осадочных пород

Размер обломков (мм)	Рыхлые	Литифицированные	
		окатанные	неокатанные
>200	Туфовалунник (туфоглыбняк)	Туфоконгломерат валунный	Брекчия глыбовая с туфовым материалом (туфобрекчия)
10-200	Туфогалечник (туфощебень)	Туфоконгломерат	Брекчия щебневая с туфовым материалом
2-10	Туфогравий		Туфогравелит
0,1-2	Туфопесок		Туфопесчаник
0,01-0,1	Туфоалеврит		Туфоалевролит
<0,01	Туфопелит		Туфоаргиллит

## Классификация осадочно-вулканокластических пород

Размер обломков (мм)	Пирокластический материал с примесью (менее 50 %) осадочного		
	Рыхлые	Литифицированные	
>200	Глыбовый туффитовый агломерат	Туффит глыбовый агломератовый	
50-200	Агломерат туффитовый	Туффит агломератовый	
10-50	Лапилли с примесью осадочного материала	Туффит псефитовый	Туффит крупнопсефитовый (лапиллиевый)
2-10			Туффит мелкопсефитовый
0,1-2	Песок туффитовый	Туффит пепловый	Туффит псаммитовый
0,01-0,1	Пыль туффитовая		Туффит алевритовый
<0,01	—		Туффит пелитовый

## Классификация тефроидных (синхронных вулканизму) горных пород

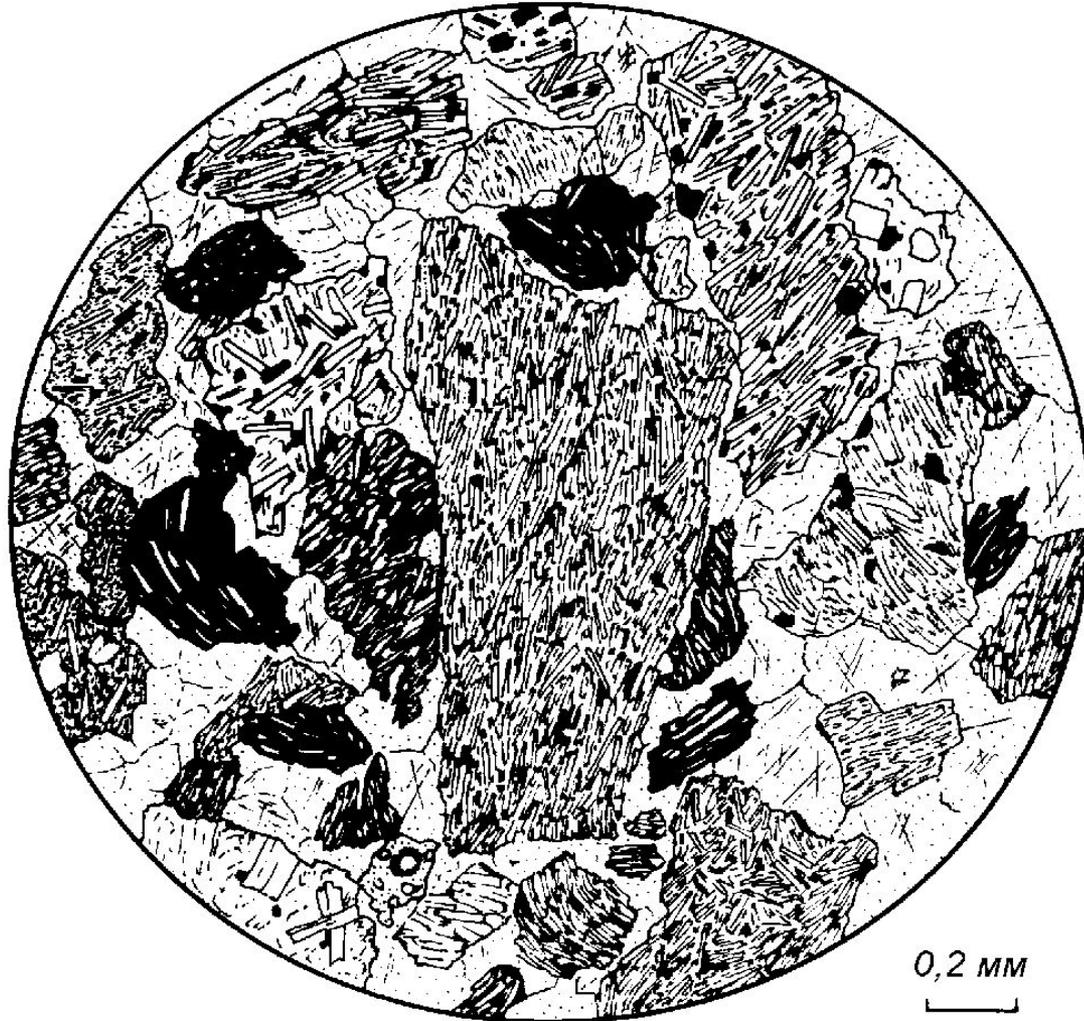
Размер обломков (мм)	Тефроиды. Обработанная и отсортированная тефра	
	Рыхлые	Литифицированные
>200	Валуны (глыбы) тефроидные	Тефроид валунный (глыбовый)
50-200	Агломерат тефроидный	Тефроид агломератовый
10-50	Лапилли тефроидные	Тефроид лапиллиевый
2-10	Гравий тефроидный	Тефроид гравийный
0,1-2	Песок тефроидный	Тефроид псаммитовый
0,01-0,1	Алеврит тефроидный	Тефроид алевритовый
<0,01	Пелит тефроидный (?)	Тефроид пелитовый (?)

## Классификация вулканотерригенных горных пород

Размер обломков (мм)	Рыхлые	Литифицированные	
		окатанные	неокатанные
>200	Валуны и глыбы вулканотерригенные (вулканомиктовые)	Конгломерат валунный вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Брекчия глыбовая вулканотерригенная (вулканомиктовая)
10-200	Галечник вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Конгломерат вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Брекчия щебневая вулканотерригенная (вулканомиктовая)
2-10	Гравий вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Гравелит вулканотерригенный (вулканомиктовый)	
0,1-2	Песок вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Песчаник вулканотерригенный (вулканомиктовый)	
0,01-0,1	Алеврит вулканотерригенный (вулканомиктовый)	Алевролит вулканотерригенный (вулканомиктовый)	
<0,01			

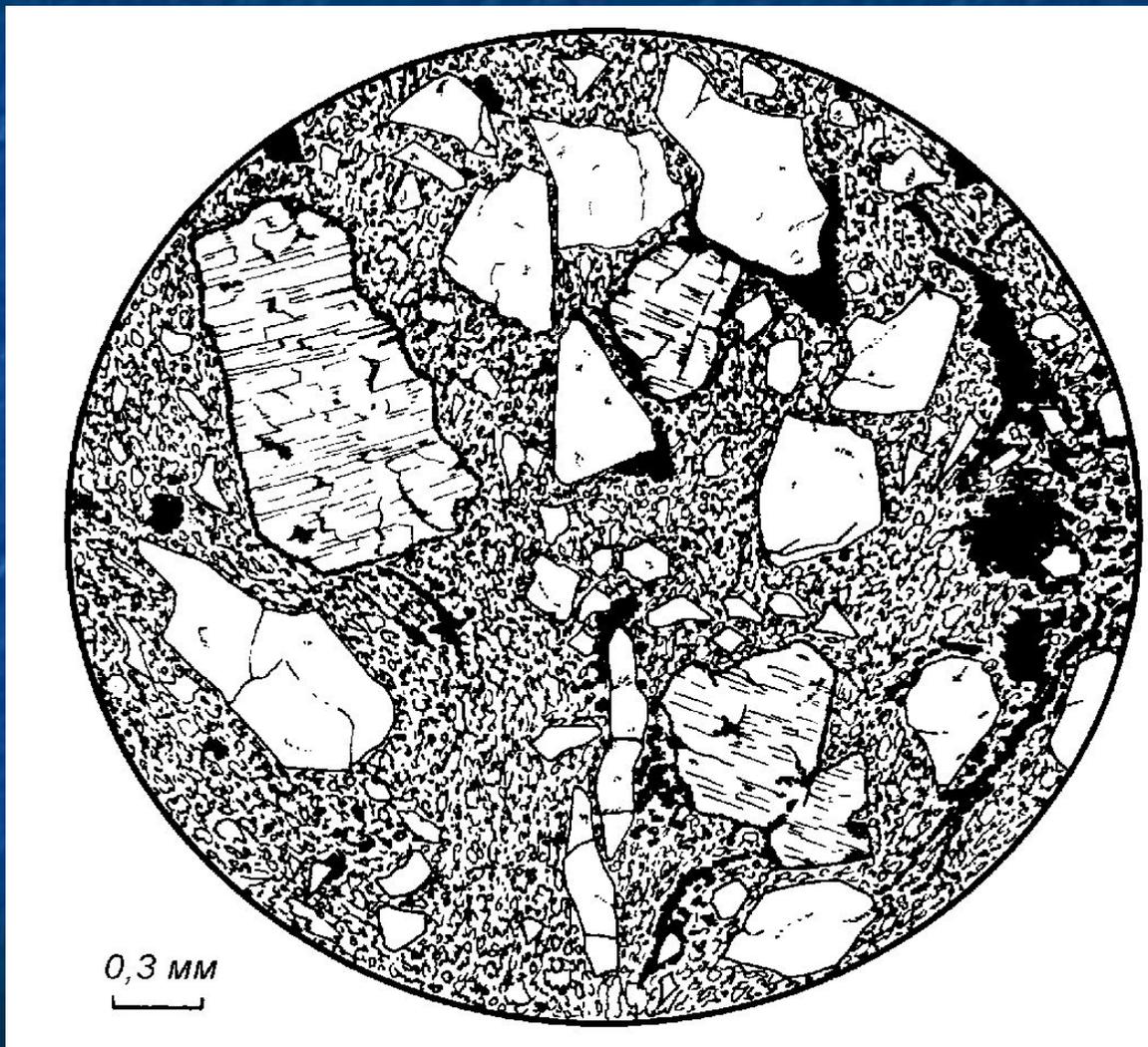
## 3.2.2. Структуры по агрегатному состоянию пирокластики

- В составе вулканокластических пород выделяется три вида обломков: литокласты, кристаллокласты и витрокласты. В зависимости от их количественного соотношения выделяют три типа структур: литокластическая, при преобладании обломков пород, кристаллокластическая – для пород, состоящих из обломков минералов; витрокластическая – образованная обломками вулканического стекла.
- **Литокластические** структуры характеризуются преобладанием обломков эффузивных пород. Обломки имеют округлую, эллипсоидальную или угловатую форму и могут быть плотными или пористыми. Структуры туфов, состоящих из обломков шлаков или пемзы, могут называться **шлакокластическими, пемзокластическими**, которые являются разновидностями литокластических.



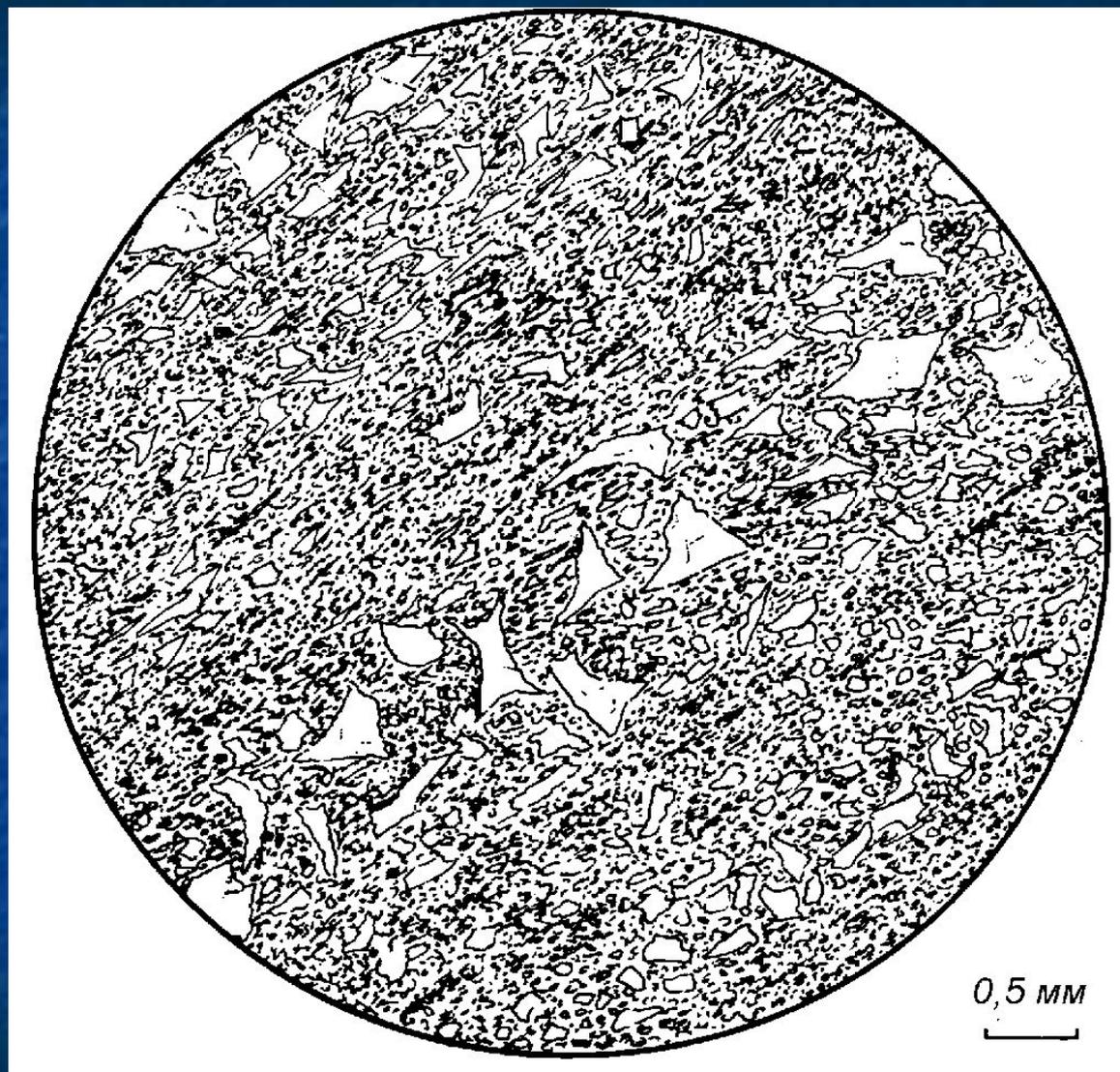
Литокластическая  
псаммитовая  
структура.  
Туф андезитового  
состава  
литокластический с  
поровым  
кристаллически зер-  
нистым кварцевым  
цементом. Без  
анализатора  
(Лапин, 1988).

- ***Кристаллокластические*** структуры свойственны вулканокластическим породам, состоящим из угловатых обломков кристаллов и реже из хорошо отпрепарированных индивидов.
- Последние свойственны для пирокластического материала камчатского вулкана Плоский Толбачик и его Большого трещинного Толбачинского извержения 1975-76 гг., где отмечались выбросы идиоморфных кристаллов плагиоклаза и их сростков, размером до 3 см. Собственно кристаллокластические структуры встречаются редко, обычно кристаллокласты входят в состав пород со смешанными структурами.



Кристаллокластическая  
алевропсаммитовая  
структура.  
Туф дацитового  
состава с  
базальным  
глинистым  
(гидрохимическим)  
цементом. Без  
анализатора  
(Лапин, 1988).

- **Витрокластические** структуры характеризуются преобладанием обломков вулканического стекла. Форма обломков, как правило, остроугольная с вогнутыми краями (рогульчатая, черепковидная), угловатая, нитевидная. По мере уменьшения частиц они становятся все более угловатыми.
- В том случае, когда обломки вулканического стекла имеют преимущественно волосовидную, нитевидную форму ("волосы Пеле"), что возможно при "раздувании" фонтанирующей жидкой базальтовой лавы, принято выделять **комекластическую** структуру.
- Существует вполне определенная зависимость между абсолютной величиной обломков и их агрегатным состоянием: литокласты преобладают в крупно- и грубообломочных породах, а витрокласты – в тонкообломочных (табл. 5).



*Витрокластическая  
псаммо-алевритовая  
(пепловая)  
структура.*

*Туф липаритового  
состава, пепловый.  
Без анализатора  
(Лапин, 1988).*

- Кроме того выделяются структуры смешанные (кристаллолитокластическая, витрокристаллокластическая и т. д.), когда порода состоит примерно в равных количествах из обломков разного агрегатного состояния. Выделение смешанных структур проводится согласно единого для литологии правила: преобладающий в породе материал указывается в названии последним.
- Структуры осадочно-пирокластических пород (туффитов) чаще бывают смешанными. При этом всегда преобладающий в туффитах пирокластический материал также будет указываться в названии структуры на втором месте. К примеру, если в туффите пирокластический материал представлен обломками вулканического стекла, а осадочная примесь – обломками кристаллов, то структура будет называться кристалловитрокластической.

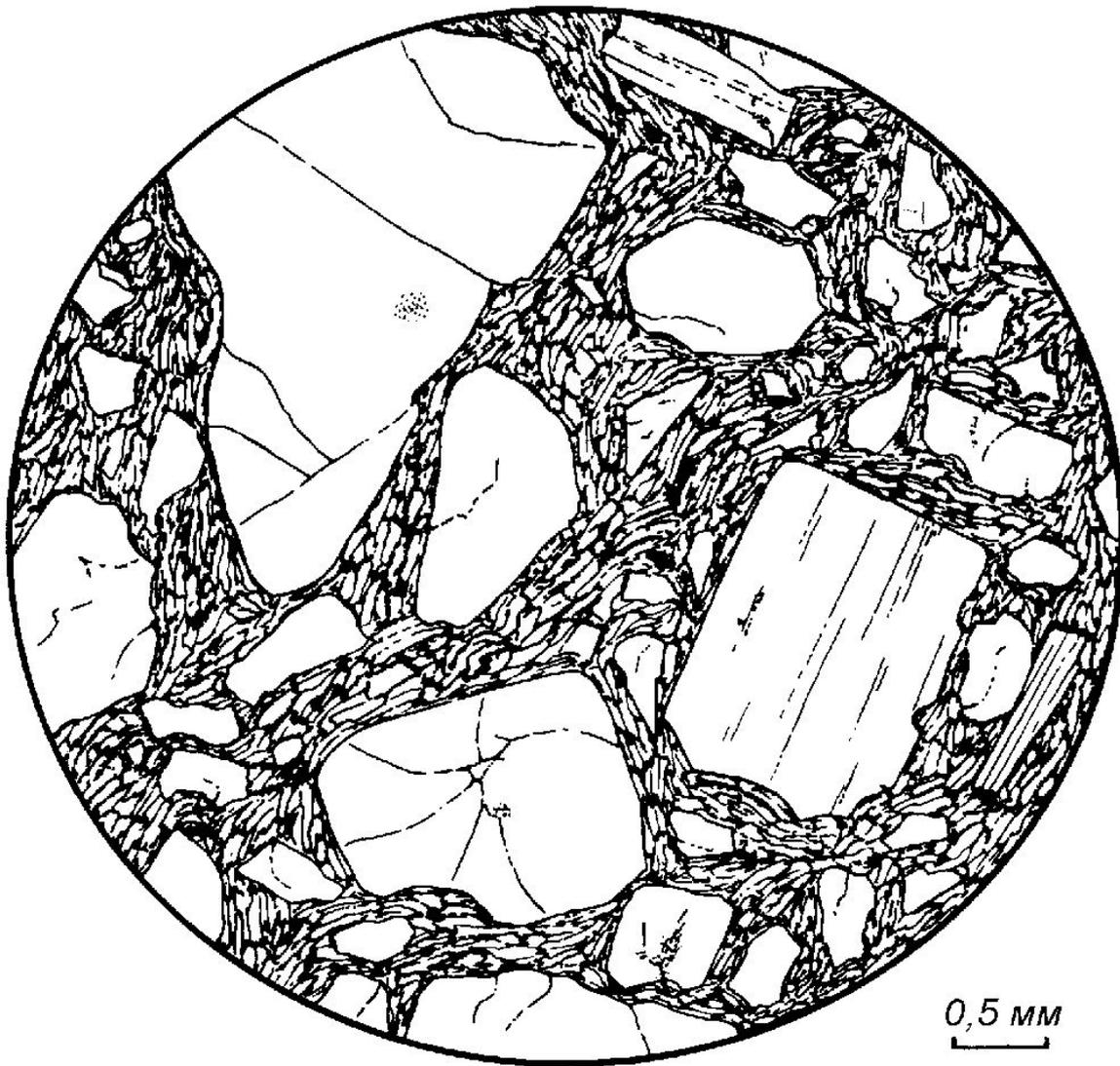
### 3.2.3. Структуры по взаимоотношению обломков и цемента (структуры цемента)

В вулканокластических породах наблюдается цемент четырех генетических типов:

- 1) образовавшийся за счет разложения обломков стекла (гидрохимический);
- 2) образовавшийся за счет привнесенного хемогенного или глинистого материала;
- 3) лавовый ;
- 4) образовавшийся за счет плавления обломков (спекания).

Цементация гидрохимическим путем характеризуется тем, что цемент здесь образуется за счет разложения витрокластического материала, входящего в состав самой породы, и имеет, как правило, хлоритовый, глинистый, опалово-глинистый, реже кальцитовый состав. Очень часто тонкообломочное вулканическое стекло разлагается быстро и без сохранения реликтов. В этом случае более крупные обломки пирокластики оказываются как бы погруженными в цементирующую минеральную массу. При таком типе цементации, а также в случае привноса цементирующего глинистого или хемогенного материала, в вулканокластических породах образуются цементы такие же, как и в осадочных породах – базальный, поровый, открытый или закрытый

- Крустификационный, регенерационный и кристаллический типы цемента для вулканокластических пород не характерны и встречаются в метаморфизованных разностях.
- Лавовый цемент образуется при захвате лавой обломочного материала и свойственен кластолавам, лавобрекчиям.
- Цементация спекания обломочного материала отмечается в агглютинатах, а цементация сваривания свойственна для игнимбритов. В последнем случае выделяется **игнимбритовая** структура, обусловленная цементацией расплавленных деформированных обломков стекла и пемзы.



Игнимбритовая  
структура  
цемента  
(цементация  
сваривания).  
Игнимбрит  
липаритового  
состава  
кристалловитро-  
ластический. Без  
анализатора.

## 2.2.4. Структуры смешанных пород

Выделяются для пирокласто-осадочных пород, в которых пирокластическая составляющая не превышает 50%. Смешение пирокластического материала с терригенным (окатанным, угловатым, глинистым) или с хемогенным (кремниевым, карбонатным, железистым), а также с органогенным дает большое разнообразие специфических структур. При этом соблюдается одно правило – к названию структуры характерной для нормально-осадочной породы добавляется приставка “туфо”: туфодиатомитовая структура, туфопсаммитовая структура и т.д.