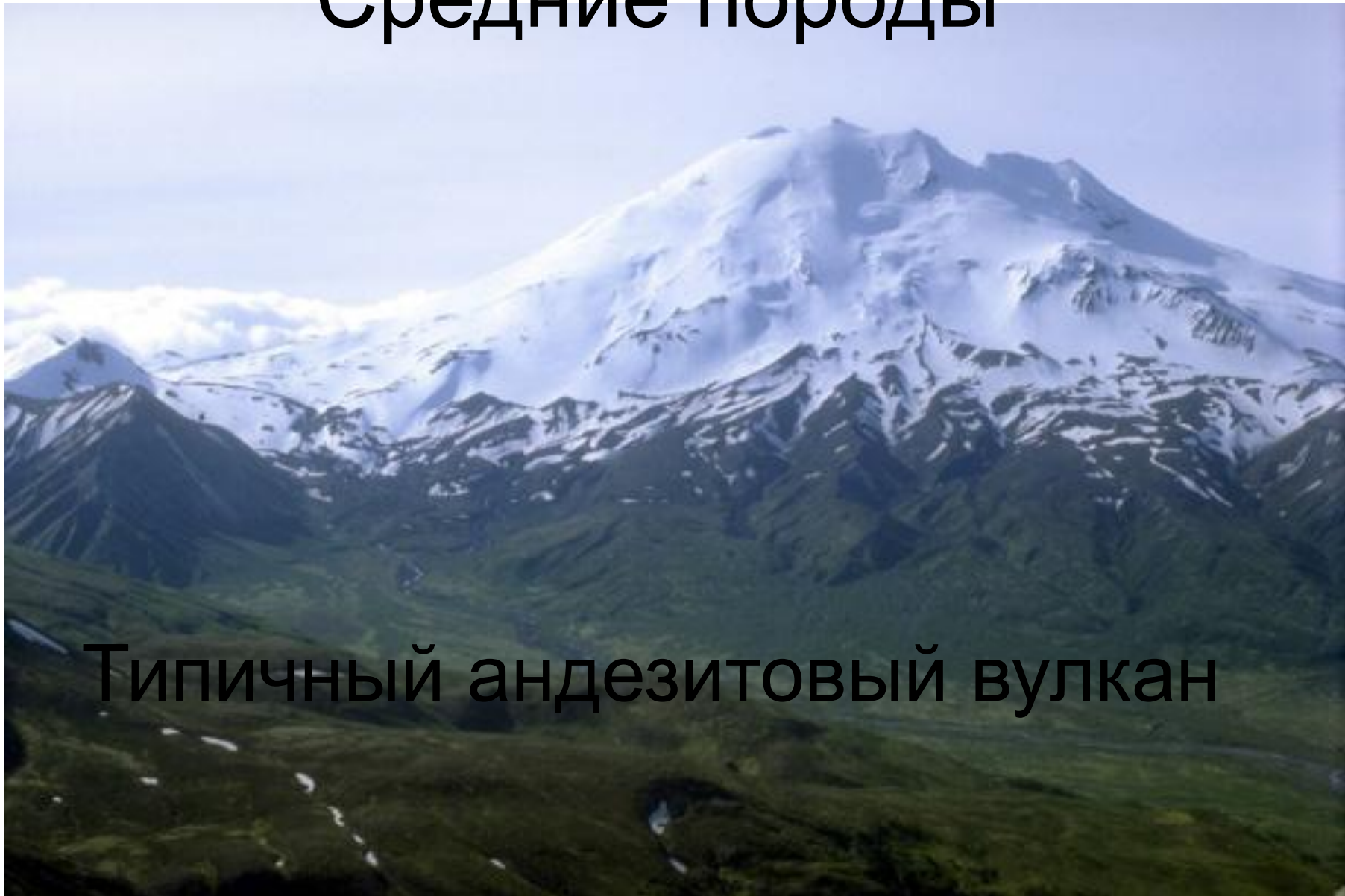


# Средние породы

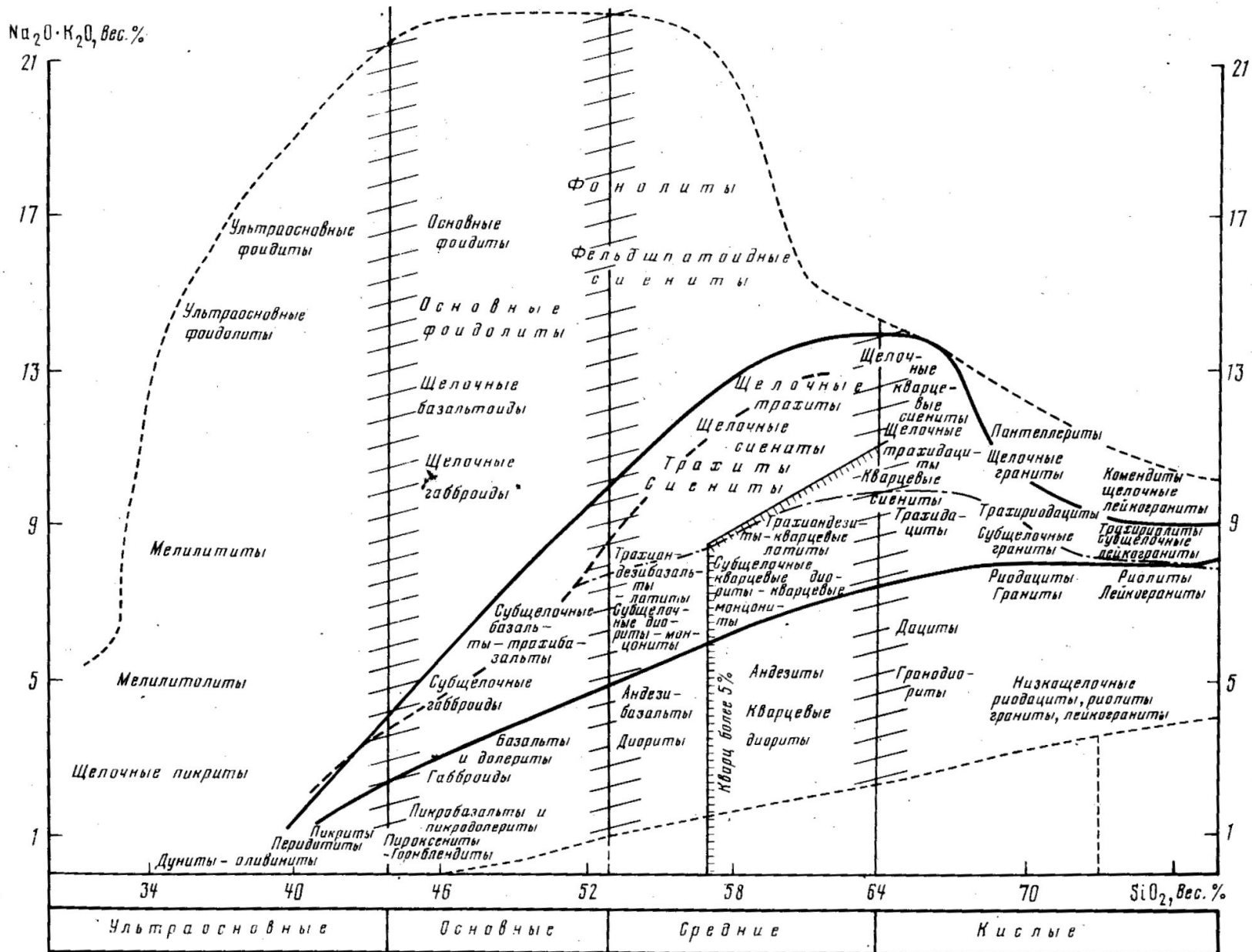


Типичный андезитовый вулкан

Средние породы насыщены, а некоторые пересыщены кремнеземом и содержат модалый кварц.

Для них установлены значительные колебания **SiO<sub>2</sub> - от 52 до 63%.**

Количество CaO (5-10%), MgO (1-6%) и FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5-8%) несколько меньше, а щелочей больше (3.5-10%), чем в основных породах.



По щелочности выделяются три группы пород: нормальной щелочности (**диориты, андезибазальты и андезиты**), повышенной щелочности (**сиениты и трахиты**) и щелочные (**нефелиновые и щелочные сиениты, фонолиты**).

Наиболее распространенными из них являются породы нормальной щелочности вулканогенного происхождения (андезибазальты и андезиты), которые в некоторых континентальных областях (Северная Америка) слагают до 1/4 от всех пород.

# Систематика пород среднего состава

Щелочной ряд

Умереннощелочной ряд

Нормальный ряд

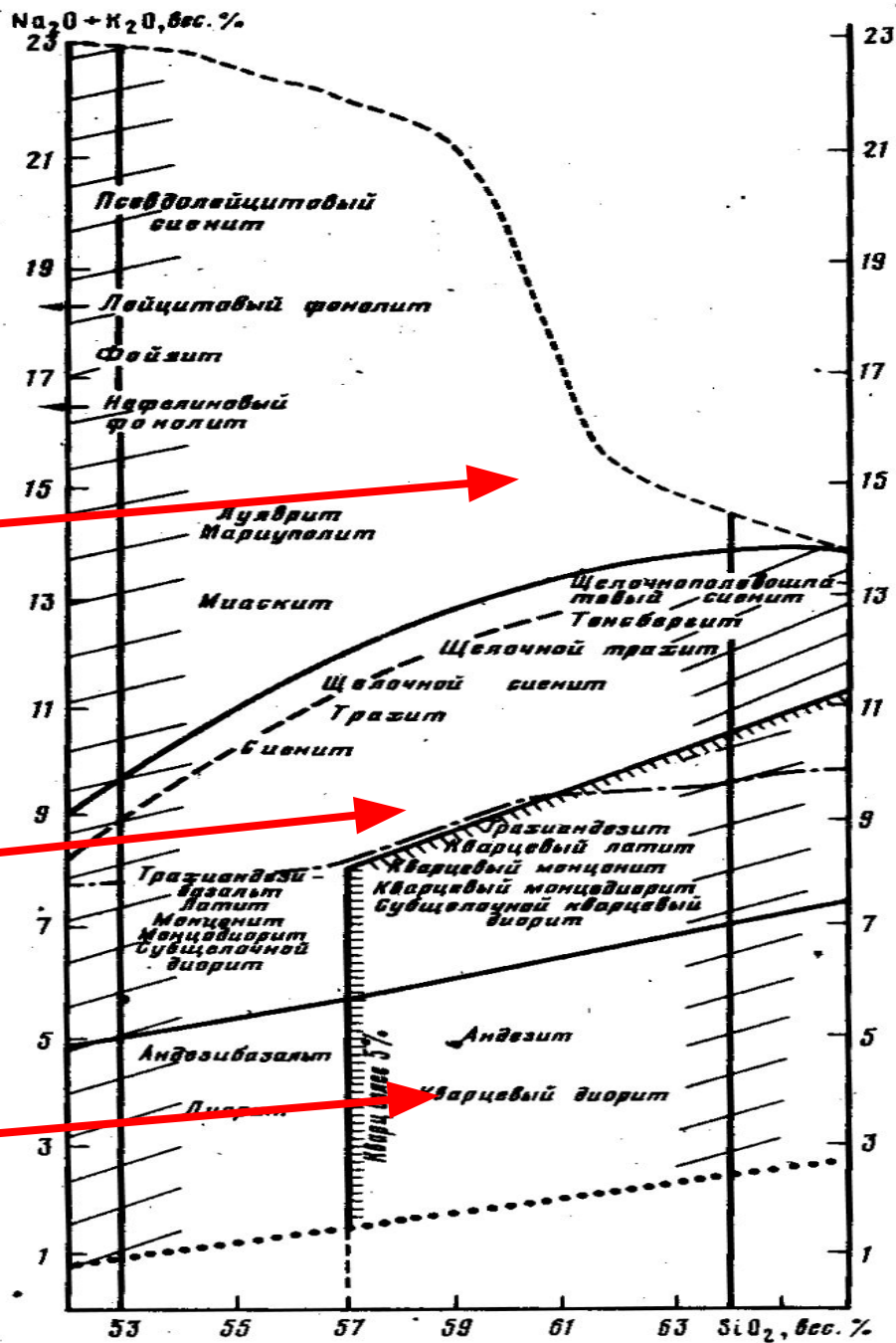


Таблица 12

**Средние plutонические породы; подотряд нормально- и низкощелочных**  
 $52 \leq \text{SiO}_2 \leq 63$ ;  $1,5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 7$

Семейство горных пород	Диориты		
Виды горных пород	Габбродиорит	Диорит	Кварцевый диорит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl (An <sub>40-60</sub> ) 50–60 Hbl 0–20 Cpx 20–30 Ol 0–10	Pl (An <sub>25-50</sub> ) 60–80 Hbl 0–35 Bt 0–30 Cpx редко до 5–20, KFsp, Q до 5	Pl (An <sub>20-45</sub> ) 50–70 Bt 0–30 Hbl 0–30 Q 5–15 KFsp до 5 Орх, Срх редки

Глубинные породы данной группы тесно связаны по геологическим условиям залегания с габброидами или с гранитоидами. Среди них выделяются две главные разновидности: диориты и кварцевые диориты.

*Диориты* - это зернистые, иногда порфировидные породы, сложенные главным образом плагиоклазом, амфиболом и (или) пироксенами. Состав плагиоклаза в среднем отвечает андезину (напомним, что в габбро плагиоклаз представлен лабрадором), а темноцветные представлены преимущественно роговой обманкой, реже биотитом

Общие колебания состава плагиоклаза в диоритах значительные - от лабрадора до битовнита в ядре зерен, до андезина и олигоклаза в краевых зонах. Роговая обманка представлена двумя разновидностями - бурой или зеленой, пироксены - моноклинными (авгит или диопсид) и ромбическими типами. Среди второстепенных минералов типовыми являются кварц и калиевый полевой шпат, как примесь отмечается биотит, в редких случаях встречается высоко железистый оливин. Акцессорные минералы представлены апатитом, титанитом, цирконом, магнетитом и ильменитом, вторичные - хлоритом, эпидотом, альбитом, серицитом, карбонатом и каолинитом.

Диориты содержат преимущественно 30-35% темноцветных минералов, при меньшем содержании они переходят в лейкократовые, а при большем - в меланократовые разновидности. Существуют взаимные переходы между диоритами и габбро.

По составу темноцветных минералов выделяются следующие разновидности: роговообманковые, биотит-роговообманковые, гиперстеновые, диопсидовые и авгитовые, из которых преобладает первые.



Для диоритов характерна гипидиоморфнозернистая структура и хорошо выраженные формы породообразующих минералов. Широко развиты реакционные взаимоотношения, при этом зерна пироксенов обрастают роговой обманкой, а затем каймой биотита. Диориты имеют массивную однородную или такситовую, реже полосчатую текстуры.

Плагиоклаз в диоритах встречается в виде широких или тонких таблиц, очень часто обладающих зональным строением. В ядрах он имеет более известковистый состав, чем во внешней кайме. Роговая обманка кристаллизуется в виде удлиненно-призматических кристаллов преимущественно зеленого или темно-зеленого цвета, ксеноморфных, реже идиоморфных по отношению к плагиоклазу. Биотит развивается в виде чешуек бурого цвета и замещает роговую обманку или встречается независимо от нее. Пироксены образуют короткопризматические кристаллы различной окраски и отвечают по составу авгиту, диопсиду, гиперстену, реже бронзиту. Пироксены в диоритах имеют идиоморфную форму, а в кварцсодержащих диоритах - ксеноморфную относительно плагиоклаза. Вторичные изменения в диоритах выражаются в сосюритизации плагиоклаза, уралитизации и хлоритизации клинопироксена, и хлоритизации биотита.

*Кварцевые диориты*, в отличие от диоритов, содержат кварц (до 15%) и меньше темноцветных минералов (20-30%). Они представлены преимущественно роговообманковыми или биотит-роговообманковыми разновидностями, реже встречаются биотитовые. В виде реликтов, полностью незамещенных роговой обманкой, отмечается авгит или ортопироксен. В виде примеси встречается калиевый полевой шпат. Структура кварцевых диоритов гипидиоморфнозернистая или типичная гранитная, текстура массивная.

**Средние вулканические породы; подотряд нормально- и низкощелочных**  
 $52 \leq \text{SiO}_2 \leq 63$ ;  $1,5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 7$

Семейства горных пород	Андези- базальты	Бониниты — марианиты		Андезиты			
Виды горных пород	Андезибазальт	Бонинит	Марианит	Андезит	Магнезиальный андезит	Исландит	Дациандезит
Модальный минеральный состав	Вкрапл.: Pl $(\text{An}_{40-65}) < 75$ , Cpx, Орх, Mt, $\pm \text{Ol}$ , Hbl Осн. масса: Pl, Cpx, Орх, Mt, стекло, $\pm \text{Ol}$ , Hbl, Q	Вкрапл.: Cpx $(\text{Di}) < 60$ , Орх, Ol Осн. масса: Cpx, Орх, стекло, $\pm \text{Pl}$	Вкрапл.: Орх (энстатит, бронзит) $< 60$ , Cpx, Ol Осн. масса: Орх, Cpx, Ol, стекло, $\pm \text{Pl}$	Вкрапл.: Pl $(\text{An}_{40-50})$ , Cpx, Орх, Hbl, Bt Осн. масса: Pl, Cpx, Орх, Hbl, стекло, $\pm \text{Fsp}$ , Q	Вкрапл.: Pl, Cpx, $\pm \text{Ol}$ , Орх Осн. масса: Pl, Cpx, Орх, Q, стекло	Вкрапл.: Pl, Cpx, $\pm \text{Orx}$ , Ol Осн. масса: Pl $(\text{An}_{30-50})$ , Mt $< 20$ , Hbl, стекло, $\pm \text{Q}$	Вкрапл.: Pl $(\text{An}_{30-45})$ , Hbl, Bt, $\pm \text{Cpx}$ , Орх, Q Осн. масса: Pl, Hbl, Bt, стекло, $\pm \text{Cpx}$ , Орх, Q, Fsp

**Андезибазальты** (или в старой транскрипции андезито-базальты) и **андезиты** почти всегда имеют порфировое строение.

Вкрапленники, большей частью, имеющие зональное строение, представлены плагиоклазом, и цветными минералами (моноклинным и ромбическим пироксенами, реже роговой обманкой). Основная масса сложена плохо различимыми микролитами плагиоклаза и вулканическим стеклом.

Она имеет пилотакситовую, реже гиалопилитовую структуры. Текстура пород массивная, часто миндалекаменная.

**Андезибазальты** сложены плагиоклазом, моноклинным (диопсид-авгит) и ромбическим пироксенами, реже роговой обманкой, а также магнетитом и титаномагнетитом, титанитом и апатитом. Изредка они содержат зерна оливина. Плагиоклаз наблюдается в виде зональных вкрапленников или микролитов. Состав его во вкрапленниках меняется от лабрадора, реже битовнита в ядрах и до андезина в краевых зонах. Среди пироксенов преобладает ортопироксен, имеющий заметный плеохроизм. Роговая обманка представлена бурой, реже зеленой или базальтической разновидностью. Очень часто они опацифицированы в результате разложения их и замещения тонким агрегатом рудного минерала и пироксена. Магнетит и титаномагнетит часто слагают мелкие вкрапленники, а также встречаются в основной массе. Андезиты имеют минеральный состав сходный с андезибазальтами, отличаясь преобладанием плагиоклаза, полным отсутствием оливина и частым присутствием биотита

# Типичные для андезитов порфировые текстуры



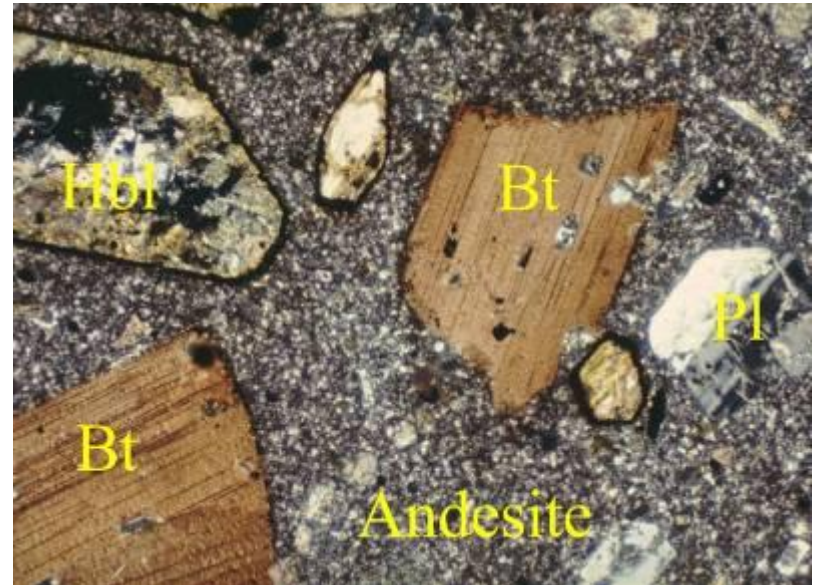
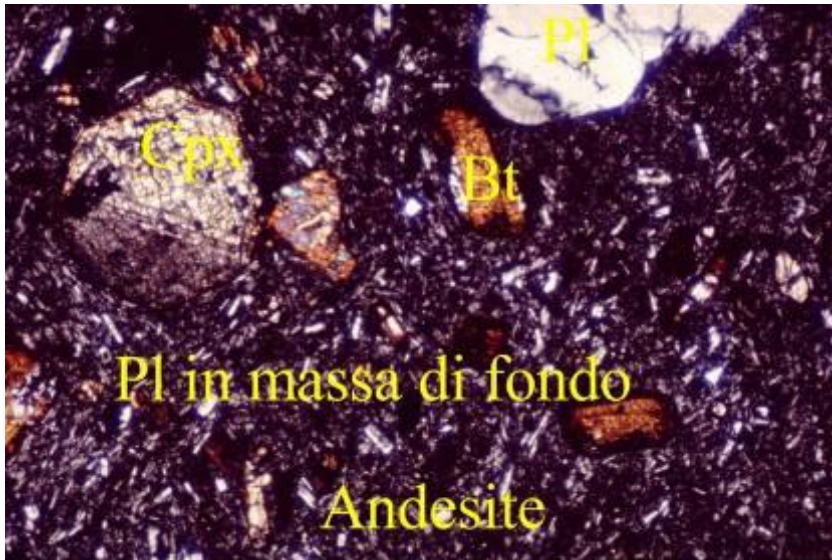
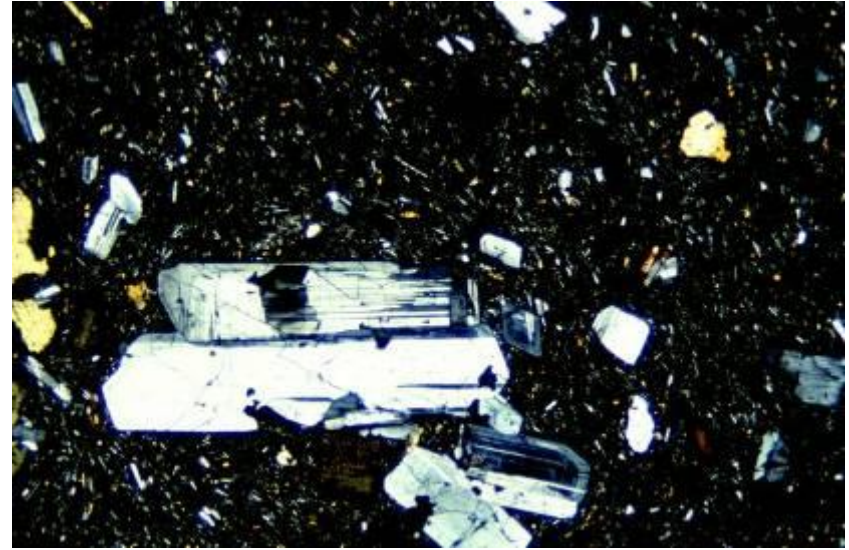


# Вкрапленники плагиоклаза, амфибола и биотита (для трахиандезитов)



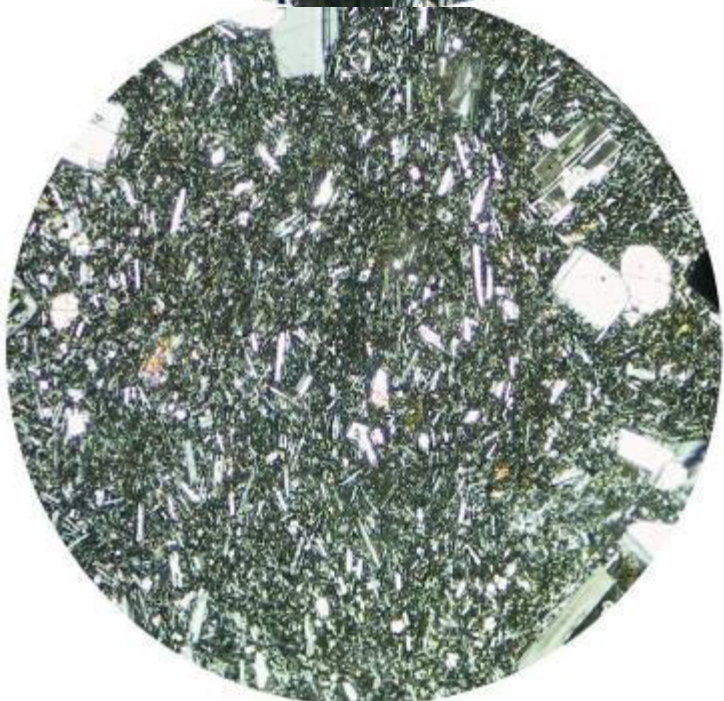
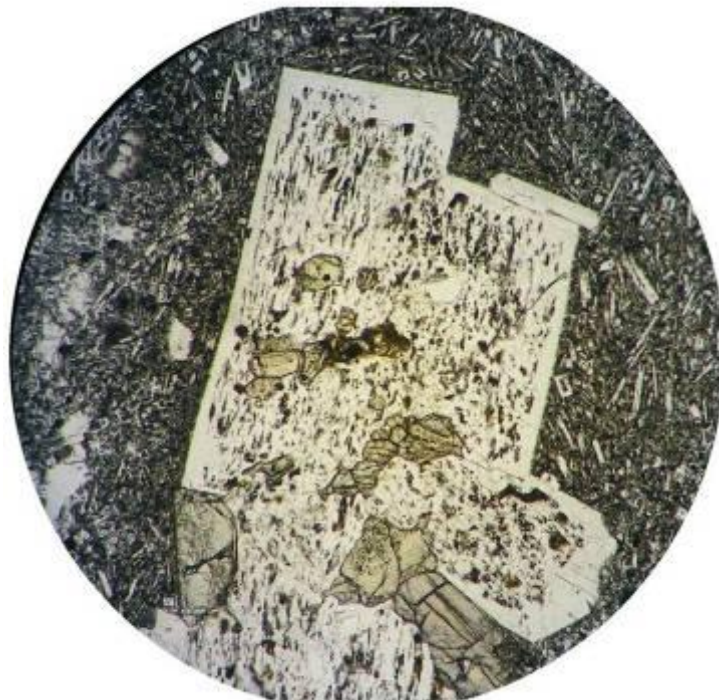


# Вкрапленники: зональный плагиоклаз, клинопироксен амфибол, биотит



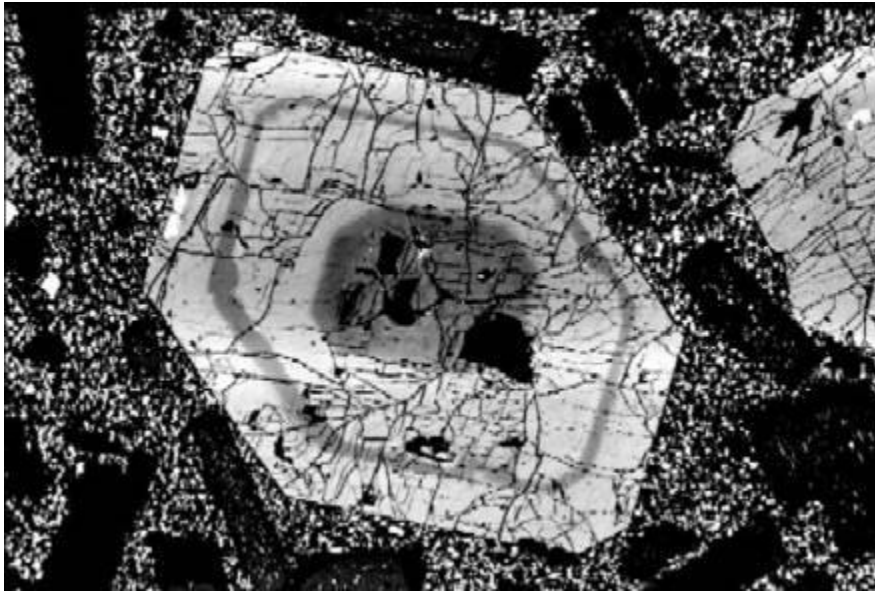


# Андезиты

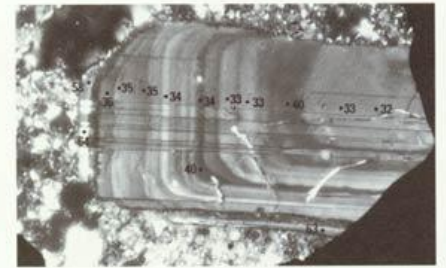




# Зональные вкрапленники плагиоклаза



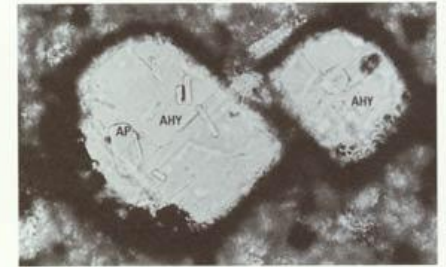
G



H



I



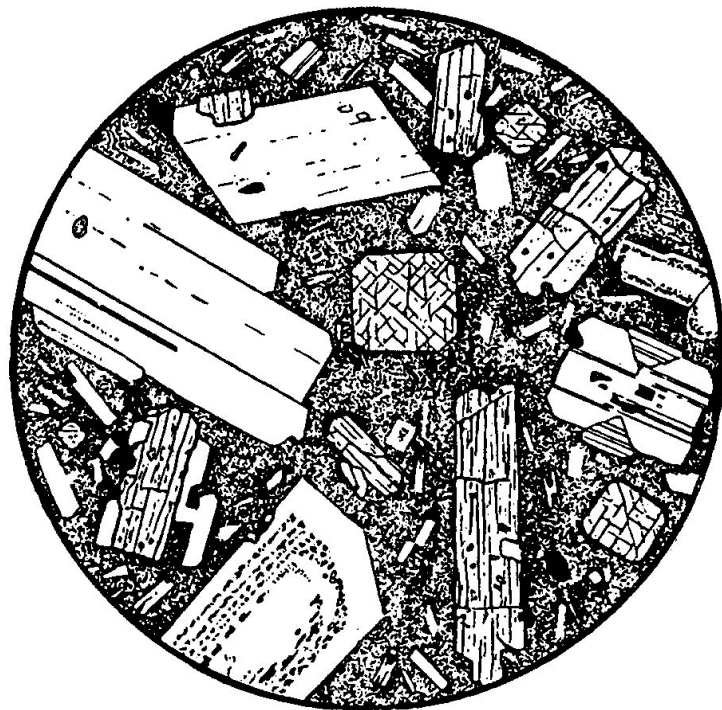
J

Вкрапленники плагиоклаза имеют основное ядро и более кислый состав (до олигоклаза) в наружных каймах.

# Сопоставление базальтов и андезитов

Порода	вкрапленники	ОМ		Структура породы
		Состав	структура	
Базальт	Срх (Aug и/или Pig), Pl относительно мелкие основные слабо зональные, $\pm Ol$ , редко гиперстен, еще реже базальтическая Hbl, редко Bt	Pl:Срх=1:1, Срх (Aug и/или Pig), стекло если присутствует, то в подчиненном количестве	Без стекла: Микроофитовая, микропйкилоофитовая, микродолеритовая. Со стеклом: Интерсертальная, Толейитовая, Гиалопилитовая, пилотакситовая (Pl крупнее чем в андезитах), гиалиновая (тахилит)	Афанитовые, афировые чаще чем порфиоровые, сериальнопорфировые (несколько генераций вкрапленников)
андезит	Pl резко зональный, Срх – Aug, Pig, Орх – гиперстен, базальтическая Hbl и Bt чаще чем в базальтах, гиперстен имеет укороченный габитус, Aug – вытянутый, Ol не характерен	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Pl, стекло, <math>\pm Px</math> если есть, то его мало</li> <li>□ без стекла редкость</li> </ul>	Гиалопилитовая (андезитовая), пилотакситовая, гиалиновая.	Чаще порфиоровые чем афировые

При возрастании содержания магния ( $MgO > 8\%$ ) наблюдается переход от высоко-магнезиальных андезитов к *бонинитам*. Последние содержат крупные вкрапленники и более мелкие феннокристаллы оливина, клиноэнстатита, энстатита и кальциевого клинопироксена (авгита), которые погружены в гиалопилитовую или стекловатую основную массу, пересыщенные кремнеземом.



Энстатитовый андезит или бонинит (Асама, Япония).

Вкрапленники представлены корродированными и зональными плагио-клазами и призматическими зернами энстатита, основная масса – полустекловатая, содержит микролиты плагиоклаза. Из работы (Hatch et al., 1972).

Для бонинитов характерным является отсутствие гидроксилсодержащих минералов, наличие клиноэнстатита и акцессорной высокохромистой шпинели, которая наблюдается как в виде микровключений в темноцветных минералах, так и образует отдельные кристаллы в стекле.

Бониниты широко развиты на океанических островах Тихого океана (дуга Идзу-Бонин, Папуа-Новая Гвинея, Новая Каледония, Новая Зеландия).

# Кратер вулкана



Для вулканической деятельности характерно обилие взрывчатых продуктов.



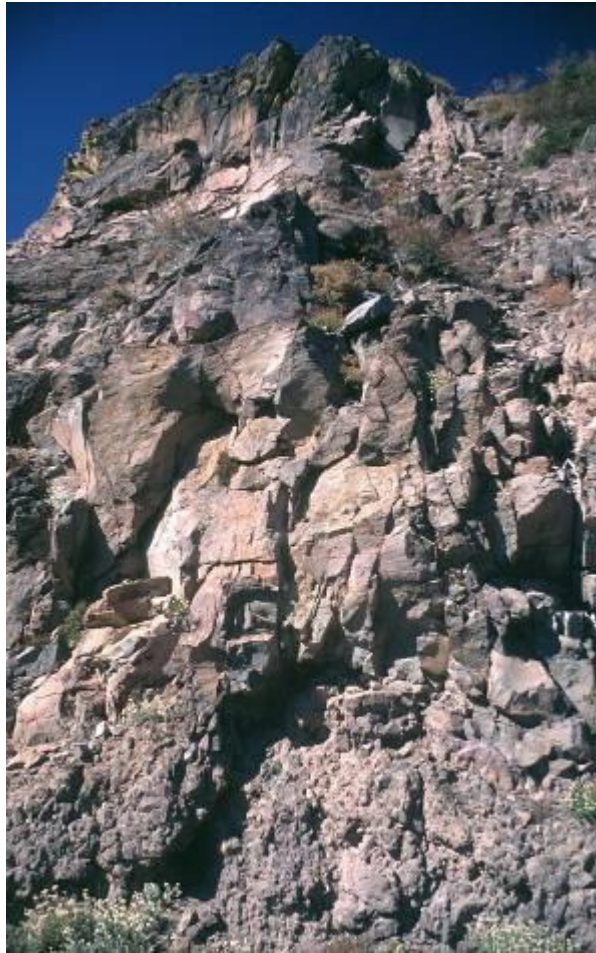
Для андезитовых вулканов характерны  
высокая эксплозивность извержений



# Вулканические бомбы



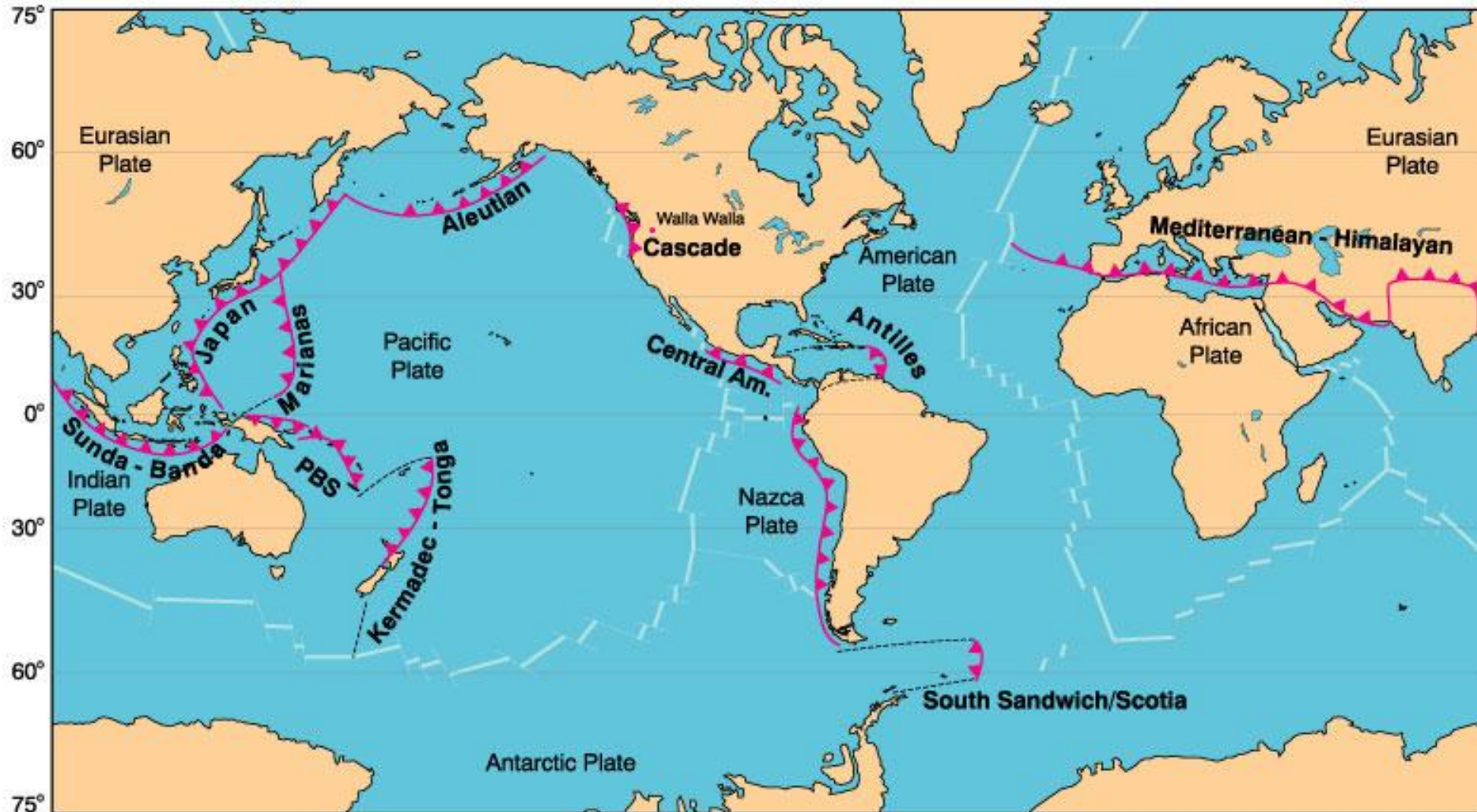
# Потоки андезитов





Семейства горных пород	Щелочные трахиты	Фонолиты	
Виды горных пород	Щелочный трахит	Фонолит	Лейцитовый фонолит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 0—25 Fsp 40—50 alkCpx 0—20 Am 0—10 Q 0—5 или Ne 0—10 Стекло <75	Fsp 40—60 Ne 10—40 alkCpx 10—20 alkAm 0—10 Pl 0—10 ± Стекло	Fsp 40—60 Lc' 20—30 alkCpx 5—10 Bt 0—5 Pl 0—5 Ol 0—5 ± Стекло
Тип щелочности	Калиево-натриевый		Калиевый
Некоторые разновидности	Лпортоклазовый, кроссито-вый, рибекитовый, диопсид- эгириновый, эгирин-авгит- биотитовый и др.	Гаюиповый, анальцимовый, санидиповый, кеннит – со стекловатым базисом и мик ролитами Fsp, Aeg, Ol	Биотитовый, гаюиновый, но- зеановый
Характерные особенности видов горных пород	Pl— An <sub>5-25</sub> ; Fsp- анортоклаз, санидин, Ам- арфведсонит, рибекит, катаферит	Pl – An <sub>0-10</sub> в основной массе преобладает либо нефелин, либо анортоклаз	Pl — An <sub>50-60</sub> ; известны разновидности, в которых лейцит резко преобладает над санидином

Ocean-ocean → Island Arc (IA)  
Ocean-continent → Continental Arc or  
Active Continental Margin (ACM)

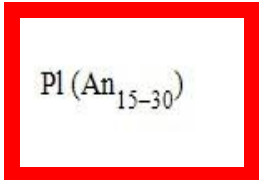
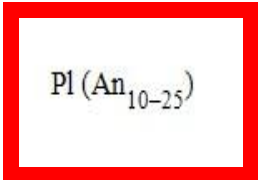


**Figure 16-1.** Principal subduction zones associated with orogenic volcanism and plutonism. Triangles are on the overriding plate. PBS = Papuan-Bismarck-Solomon-New Hebrides arc. After Wilson (1989) *Igneous Petrogenesis*, Allen Unwin/Kluwer.

# Средние породы повышенной щелочности

- К средним породам повышенной щелочности относятся плутонические (сиениты, монцониты) и вулканические (трахиты и трахитовые порфиры, а также трахибазальты и трахиандезиты).

**Средние plutонические породы; подотряд умереннощелочных**  
 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 67,5; 5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12$

Семейства горных пород	Монцониты*			Сиениты	
Виды горных пород	Монцонит	Монцодиорит	Кварцевый монцодиорит	Сиенит	Кварцевый сиенит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 20–40 Fsp 20–40 Bt+Hbl+Cpx 25–40 Q 0–5 ±Opx	Pl 40–50 Fsp 10–25 Bt+Hbl+Cpx 20–35 Q 0–10 ±Opx	Pl 45–55 Fsp 10–25 Bt+Hbl+Cpx 20–30 Q 5–15	Pl 10–30 Fsp 60–80 Bt+Hbl+Cpx+Opx 10–20 Q 0–5	Pl 10–20 Fsp 55–75 Bt+Hbl+Cpx+Opx 5–20 Q 5–15
Характерные особенности	Pl (An <sub>30–50</sub> ); обязательное присутствие К-На полевого шпата. Монцонит — промежуточная между сиенитом и габбродиоритом порода, содержащая примерно равное количество Pl и Fsp с подчиненными количествами амфибола и (или) Pх. Термин «монцодиорит» предлагается употреблять вместо термина «сиенодиорит» для plutонической породы, промежуточной между сиенитом и диоритом. Тонкозернистые разновидности сиенитов и монцонитов (микросиениты, микромонцониты) в зарубежной литературе обозначаются термином «акерит»			 Pl (An <sub>15–30</sub> )	 Pl (An <sub>10–25</sub> )

**Сиениты** представляют собою равномернозернистые породы, большей частью, имеющие порфировидную структуру. Крупные выделения сложены полевыми шпатами. Для сиенитов характерным является высокое содержание калиевого полевого шпата и плагиоклаза при отсутствии кварца или небольшой его примеси. В случае повышения количества кварца до 5-15% сиениты переходят в кварцевые разновидности или до 15-20% в граносиениты. В зависимости от содержания цветных минералов выделяются меланократовые, мезократовые и лейкократовые разновидности. Сиениты обладают гипидиоморфнозернистой структурой и однородной массивной текстурой.

Главными минералами в сиенитах являются плагиоклаз (олигоклаз или андезин) и калиевый полевой шпат (от 30 до 70%), а также роговая обманка, пироксен или биотит; второстепенными - кварц, оливин; акцессорными - апатит, титанит, рудный минерал, циркон, монацит; вторичными - эпидот, серицит, хлорит, карбонат, пелитовые частицы.

Плагиоклаз и калиевый полевой шпат образуют хорошо ограненные кристаллы таблитчатой формы. Роговая обманка располагается в интерстициях между зернами полевых шпатов и часто содержит в ядре пироксен. Кварц также приурочен к интерстициям.

*Монцониты* - крупнозернистые породы, отличающиеся непостоянством количественных соотношений породообразующих минералов, и являющиеся переходными между сиенитами и габбро. Они отличаются от сиенитов более известковистым составом плагиоклаза (лабрадор или битовнит) и некоторым преобладанием плагиоклаза над калиевым полевым шпатом. Темноцветный минерал чаще представлен пироксеном, к которому присоединяется роговая обманка, биотит, реже гиперстен или оливин. При повышении содержания кварца выделяется кварцевый монцонит. Типичной для данных пород является пойкилитовая и монцонитовая структуры (последняя характеризуется резким идиоморфизмом плагиоклаза по отношению к ортоклазу) и массивная текстура.



Средние вулканические породы; подотряд умереннощелочных  
 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 67$ ;  $5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12$

Семейства горных пород	Трахиандезибазалты		Трахиандезиты—латиты				Трахиты	
Виды горных пород	Трахиандезибазалт	Шошонит	Трахиандезит	Банакит	Латит	Кварцевый латит	Трахит	Кварцевый трахит
Модальный минеральный состав	Вкрапл.: Pl, Cpx, $\pm$ Ol, Hbl Осн. масса: Pl, Cpx, Mt, стекло, $\pm$ Ans, Fsp	Вкрапл.: Pl, Cpx, $\pm$ Ol Осн. масса: Pl, Fsp, Bt, Cpx, Hbl, стекло, $\pm$ Lc	Вкрапл.: Pl, Hbl, Cpx, $\pm$ Ol, Bt Осн. масса: Pl, Cpx, Am, стекло, $\pm$ Fsp	Вкрапл.: Pl, Cpx, $\pm$ Ol Осн. масса: Fsp, Pl, Bt, $\pm$ Q, Lc, Mt	Вкрапл.: Cpx, Opx, Pl, $\pm$ Fsp, Ol, Bt Осн. масса: Cpx, Opx, Ol, Pl, Fsp, Bt, стекло	Вкрапл.: Cpx, Opx, Pl, Bt, $\pm$ Fsp, Ol Осн. масса: Cpx, Opx, Ol, Pl, Fsp, Q>5, стекло	Вкрапл.: Fsp, $\pm$ Pl (An <sub>20</sub> ), Hbl, Cpx, Bt, Opx, Осн. масса: Pl, Fsp, $\pm$ Q<5, стекло	Вкрапл.: Fsp, $\pm$ Pl, Hbl, Cpx, Bt, Opx Осн. масса: Pl, Bt, Fsp, Q>5, стекло

В зависимости от состава цветных минералов различаются биотитовые, роогообманковые, пироксеновые и смешанные разновидности.

*Трахиты* имеют серые, желтоватые и розоватые окраски и шероховатую поверхность. Последнее свойство дало название породе [греческое '*трахис*' - шероховатый или неровный]. Они имеют большей частью порфировое, реже афировое строение.

Главными минералами являются санидин, анортоклаз и плагиоклаз, имеющий состав от лабрадора до андезина. Среди цветных минералов встречается роговая обманка, биотит, реже моноклинный или ромбический пироксены.