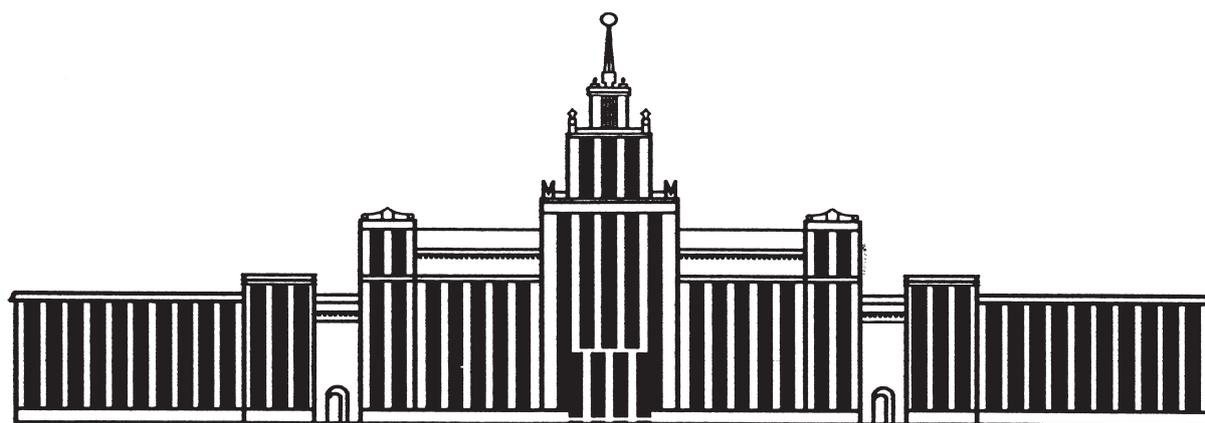


---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---



---

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

55(07)  
К12

## ПЕТРОГРАФИЯ

Методические указания по выполнению  
и оформлению курсовых работ

---

Челябинск  
2014

---

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Южно-Уральский государственный университет  
Филиал в г. Миассе  
Кафедра минералогии и геохимии

55(07)  
К12

## **ПЕТРОГРАФИЯ**

Методические указания по выполнению  
и оформлению курсовых работ

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2014

УДК 552(075.8)  
К12

*Одобрено  
учебно-методической комиссией  
геологического факультета филиала ЮУрГУ в г. Миассе*

*Рецензент Н.Р. Аюпова*

**Петрография:** методические указания по выполнению и оформлению курсовых работ / сост. Л.Я. Кабанова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 29 с.

Пособие содержит основные данные по выполнению курсовой работы по петрографии магматических горных пород, как plutонических, так и вулканических. Описаны главные породообразующие минералы магматических горных пород, указаны наиболее распространенные структурные и текстурные особенности, приводятся планы описания вулканической и plutонической горной породы. В соответствии с указанными в пособии планами, после определения микроструктурных особенностей и количественного состава главных породообразующих, существенных, второстепенных, вторичных и акцессорных минералов, слагающих данную породу, выявления характера их взаимоотношений и последовательности кристаллизации, студент может дать название породе и сделать вывод о ее типовой принадлежности и происхождении. Пособие может быть использовано при организации занятий по дисциплинам «Петрография метаморфических горных пород» и «Петрография осадочных горных пород» и рекомендуется для работы со студентами технических вузов, осуществляющих подготовку бакалавров по направлениям «Геология», «Материаловедение», «Металлургия» и «Строительство».

УДК 552(075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Особенностью курсовой работы студента-геолога по петрографии является сбор материала в поле и дальнейшее его изучение в камеральных и лабораторных условиях. В поле студент должен составить схематическую карту участка работ, задокументировать изучаемый объект [23]. При этом необходимо сделать детальные зарисовки и (или) фотографии, определить морфологические особенности геологического тела (массива, штока, потока, покрова, купола, дайки и т.п.) [6]. Следует определить протяженность тела, его мощность, элементы падения и залегания, указать на схеме места отбора проб и образцов. В камеральный период необходимо детально описать взятые образцы, раздробить пробы и изучить дробленный материал под биноклем, определить показатели преломления главных породообразующих минералов иммерсионным методом. После изготовления прозрачных шлифов необходима их петрографическая характеристика с помощью поляризационного микроскопа. Для всей этой работы используется разнообразный справочный материал.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ПЕТРОГРАФИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Курсовая работа по петрографии завершает цикл освоения кристаллооптического метода изучения минералов, иммерсионного метода определения показателей преломления минералов, курса шлихового анализа минералов, изучение главных породообразующих минералов магматических горных пород, особенностей их состава и строения, освоения классификации и систематики магматических горных пород с точки зрения их происхождения, химического состава и условий кристаллизации.

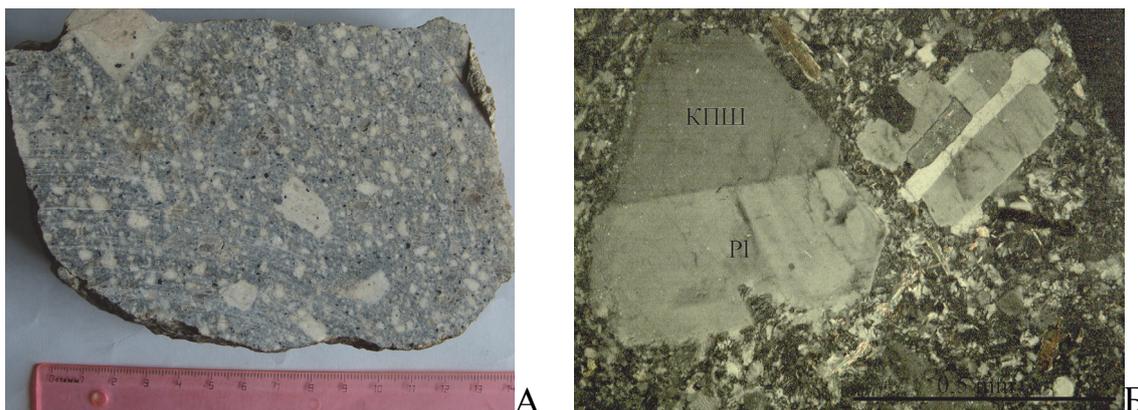
Объектом курсовой работы студента является магматическая горная порода. Студент должен в процессе исследования определить к какому типу, классу, группе, ряду, семейству, виду и, по возможности, разновидности относится данная магматическая порода.

**Цель работы:** закрепление на практике теоретических и практических знаний по указанным дисциплинам, демонстрация умения и навыков макро- и микроструктурного описания породы, определения их структурных и микроструктурных особенностей, текстуры и микротекстуры, минерального и химического состава. Определение минералов кристаллооптическими методами, определение показателей преломления минералов в иммерсии под биноклем и микроскопом с целью их диагностики и последующего определения изучаемой породы и умение определять их принадлежность к определенным генетическим типам, семействам, видам и разновидностям.

**Объектом работы** служит коллекция образцов горных пород, включающая не менее 5 природных образцов, предложенная преподавателем или собранная самостоятельно во время прохождения летней практики под руководством специалиста.

**В задачи работы** входит: Макроскопическое описание образцов, определение их структуры и текстуры, определение минерального состава горной породы, ее названия и ее генетический тип. Указываются особенности внешнего вида образца, его поверхность, определяется однородность или гетерогенность строения, наличие вкрапленников, их количество и размеры, указывается цвет породы, степень ее изменения; наличие трещиноватости, отдельности, слоистости или полосчатости [1].

Микроскопическое изучение включает в себя детальное петрографическое описание породы в целом с результатами исследования каждого минерала [2, 4, 12]. Описание каждого минерального вида сопровождается детальным анализом формы индивида, указывается его размер, цвет, особенности плеохроизма (у цветных минералов), наличие спайности, угол погасания, удлинение, двупреломление, осьность. Особо следует отмечать взаимоотношения с другими минералами, последовательность выделения минералов при кристаллизации, их количественный состав; делать выводы о структуре горной породы. Достоверность наблюдений под микроскопом и выводов о форме зерен, характере взаимоотношений минералов, последовательности их роста подтверждается иллюстрациями – фотографии шлифов и образцов (рис. 1).



*Рис. 1. Гранит-порфир. А – общий вид образца. Порфировая структура с крупными порфировыми вкрапленниками плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Б – порфировый вкрапленник сростка плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Фото илифа. С анализатором*

Работа может быть посвящена одному типу или виду горной породы, в этом случае особое внимание уделяется ее минеральному составу и петрографическим особенностям с целью сопоставления ее с типичной для этого вида горной породой. При описании нескольких пород необходимо указывать их фациальную или формационную принадлежность, если это породы одного состава, но разного происхождения. Теоретическая часть работы включает в себя реферирование литературы, касающейся объекта исследования, на котором отобрана коллекция образцов; дается краткий обзор по типам, семействам и видам горных пород, диагностированных в ходе работы.

**Результат** заключается в петрографическом определении микроструктурных особенностей изучаемой горной породы, определении главных породообразующих, существенных, второстепенных, вторичных и аксессуарных минералов, слагающих данную породу, в определении характера их взаимоотношений и последовательности их кристаллизации или вторичного образования, их количественного состава. На основании проведенного исследования студент должен дать название данной породе и сделать вывод о ее типовой принадлежности и происхождении.

**Защита** курсовой работы происходит в конце учебного года и является необходимым условием допуска к экзамену по петрографии. Защита проходит в форме доклада (5–10 минут) на заседании комиссии из двух преподавателей в присутствии группы.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ЕЕ ОФОРМЛЕНИЮ**

### **2.1. Примерный план курсовой работы и ее содержание**

Введение

Глава 1. Краткое геологическое строение района работ (участка, месторождения, проявления).

Глава 2. Петрографическая характеристика пород (участка, месторождения, проявления, потока, дайки, силла, покрова, купола, жерла и т.п.).

Выводы.

Библиографический список.

Приложения.

Во введении формулируются цели и задачи данного исследования. Обычно это диагностика магматической горной породы, поэтому главной задачей работы является определение всех главных породообразующих и существенных минералов под микроскопом по их кристаллооптическим свойствам и признакам. Обязательным должно быть определение показателей преломления минералов с помощью иммерсионного метода. Наряду с главными породообразующими и существенными минералами необходимо выявить второстепенные и вторичные, указать их значимость, определить аксессуарные минералы, их состав и количество.

Важной составной частью задачи является выявление типового вида породы и их генетическая или фациально-формационная принадлежность. Во введении приводится также краткий обзор использованных методов диагностики: макроскопическое изучение, использование бинокулярного микроскопа, поляризационного микроскопа, простейших химических реакций, паяльной трубки, магнита Сочнева, иммерсионного метода. Если студент располагает данными химического анализа изучаемой горной породы, указать источник или литературу заимствования этих материалов, авторов опубликованной литературы или данные производственных отчетов. Во

введении помещается также информация о месте взятия коллекции и количестве образцов. Введение не должно превышать 1 страницу по объему.

Цель написания главы «Краткое геологическое строение района работ» – обобщение имеющихся данных, касающихся месторождения, участка или проявления. Если месторождение, где отобрана коллекция, известно, приводится его краткое описание и схема геологического строения с обязательным указанием источника информации. В литературном обзоре по конкретному месторождению следует указывать, какие магматические горные породы были предыдущими исследователями выявлены на этом месторождении, какие геологические тела они слагают, к каким формациям, свитам или толщам они отнесены. Эти данные помогут в ходе выполнения работы сопоставить свои результаты с ранее известными, сориентироваться в явлениях, связанных с формированием земной коры в процессе магмообразования. Схема геологического строения может быть любого масштаба, но в случае мелкого масштаба (1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000) на карту выносятся участок, где проводились работы. Карта сопровождается условными обозначениями, разрезом и фамилиями составителей, указывается год составления карты (рис. 2).

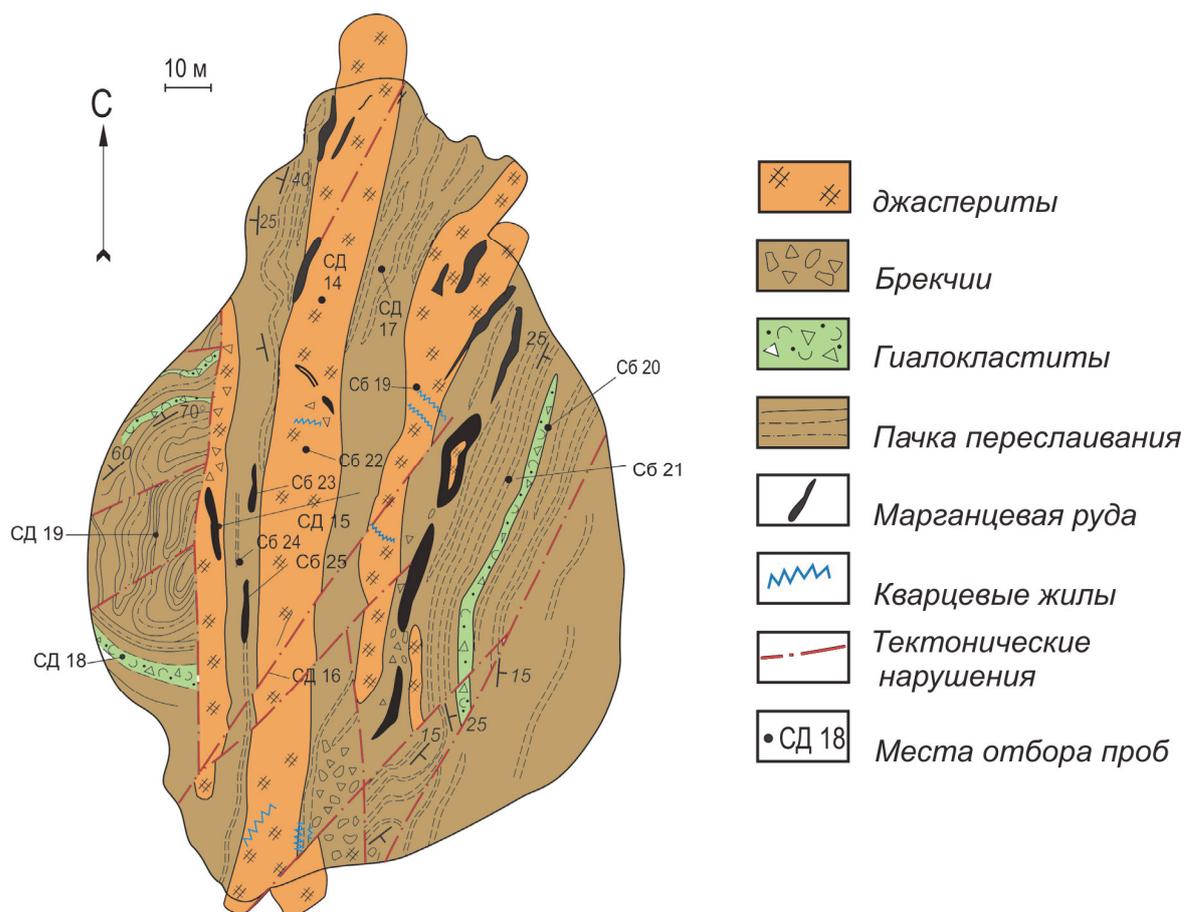


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Сарбайского участка.  
Составлена Л.Я. Кабановой, 2012 г.

В случае если образцы отбирались из горных выработок, прилагается их документация, приводятся зарисовки и фотографии выходов тел горных пород, иллюстрирующие форму тел, характер взаимоотношений их с вмещающими породами, особенности их строения (слоистость, сланцеватость, отдельность, полосчатость и т.п.). На схемах конкретных участков и зарисовках геологических тел указываются места отбора проб и образцов (см. рис.2).

Эта глава представляет собой литературный обзор, она не является самостоятельной задачей работы, поэтому объем реферативной части не должен превышать 2–3 страницы текста и превалировать над собственно описательной частью.

*Глава 2. «Петрографическая характеристика пород»* является основной и занимает объем 3–10 страниц. Перед началом практической работы с образцами следует оформить коллекцию исследуемых пород, отполировать (хотя бы одну поверхность), написать этикетку с точной привязкой, номером образца, годом отбора и фамилией автора коллекции.

Начало работы заключается в макроскопическом описании, определении минералов, структуры и текстуры горной породы. На этой стадии необходимо пользоваться бинокулярным микроскопом. Описание начинается с описания образца в целом, его структурно-текстурных особенностей [22], характера выделения минералов их формы и размеров [3, 5]. По возможности следует придерживаться общепринятой схемы описания образцов: размер, цвет, степень однородности, структура и текстура, количество выделенных минеральных ассоциаций, степень изменения породы, наличие трещиноватости, ее характер. Размер образца обязательно указывается. После макроскопического описания образца проводится изучение минеральных зерен из раздробленной породы под бинокулярным микроскопом. Для определения показателей преломления минералов используются иммерсионные жидкости [7, 20].

После макроскопического изучения образцов проводится их микроскопическое исследование с применением кристаллооптических методов [13, 18, 19], метода микроструктурного анализа и фотографирования прозрачных шлифов, с использованием поляризационного микроскопа.

Непосредственные петрографические исследования проводятся при изучении прозрачных шлифов. Определяются микроструктурные и микротекстурные особенности горной породы, качественный и количественный состав. Описание любой породы должно быть построено таким образом, чтобы по количественному минеральному составу, по характерным признакам каждого минерала, по характеру срастания минеральных агрегатов, по их взаимоотношениям в породе можно было сделать выводы о происхождении породы и дать ей название. Название породы можно установить только в результате ее описания, а для этого следует определить минералы в шлифе, проведя детальное исследование их под микроскопом с использованием кристаллооптического метода и микроструктурного анализа. После детального описания каждого минерала следует подсчитать их количественный состав.

После того как студент определил минералогический, качественный и количественный состав породы, выявил первичные и вторичные минералы, определил структуру и текстуру породы он может дать название изученной породе [8, 15, 9]. В конце главы делается вывод о принадлежности породы к конкретному семейству, виду, разновидности, обосновывается тождественность, сходство или отличие данной породы от типового вида [18, 10, 15, 16].

В разделе «*Выводы*» производится обобщение полученной информации, обоснование диагностики пород, определение генетической и фациально-формационной принадлежности пород (если порода плутоническая), делаются выводы о процессах, происходящих в магме (докристаллизационной или кристаллизационной дифференциации, ликвации и др., если порода вулканическая).

В конце курсовой работы приводится библиографический список всей использованной при ее написании литературы, в том числе фондовых и отчетных материалов.

Подготовка доклада способствует развитию навыков публичного представления своей работы. Доклад должен отражать цели и задачи работы, сопровождаться демонстрацией образцов. Выводы должны подтверждаться фотографиями шлифов, таблицами, диаграммами, схемами и зарисовками.

## 2.2. Требования к оформлению курсовой работы

Курсовая работа оформляется в машинописном виде, сопровождается необходимыми графическими приложениями (схематическими геологическими картами, схемами геологического строения участка), рисунками и фотографиями. Оформление курсовой работы, в целом соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным работам и научным статьям в большинстве изданий. Объем курсовой работы не должен превышать 30 страниц, но содержать не менее чем 10 стр.

**Обложка** оформляется с указанием наименования вуза и кафедры, названия курсовой работы, дисциплины, в рамках которой выполнена работа; фамилии, имя, отчество студента и группы; фамилии, инициалов и должности руководителя, год написания работы, город.

**Оглавление (содержание)** работы помещается на отдельном листе и должно быть развернутым с указанием страниц по главам и разделам.

**Текст** набирается на компьютере и распечатывается на стандартных листах формата А4 с одной стороны. Рекомендуется использовать шрифт Times New Roman, размер –12, межстрочное расстояние – один интервал. Поля на листах: слева – не менее 30 мм, с других сторон – не менее 20 мм. Страницы нумеруются вверху посередине.

**Таблицы и иллюстрации** размещаются после ссылки внутри текста курсовой работы или на отдельных листах, следующих за страницей, где в тексте впервые дается ссылка на них. Все таблицы должны иметь номера и названия (заголовки), отформатированные по центру страницы. Если в работе

есть только одна таблица, она не нумеруется. Таблицы оформляются с использованием шрифта того же размера, что и основной текст, или более мелкого, но не менее 10 пунктов. Каждый столбец и строка должны быть озаглавлены. Пример оформления таблицы приведен в приложении 2. Иллюстрации могут представлять собой штриховые и полутонные рисунки (схемы), фотографии, графики. Рисунки нумеруются и сопровождаются подрисуночными подписями, которые располагаются под рисунком, на той же стороне, что и рисунок. Используемые на рисунках условные обозначения должны быть пояснены в подрисуночных подписях. При изображении образцов указывать масштаб увеличения. Если приводится фотография шлифа, необходимо указать, с анализатором или без анализатора сделано фото. Минералы на фотографиях шлифов также должны сопровождаться пояснениями, иметь буквенное или цифровое обозначение. Буквы и цифры на рисунке должны быть соразмеримы с используемыми в подрисуночных подписях. Между рисунком и подрисуночной подписью необходимо оставлять пустое пространство. Недопустимо при наличии свободного места помещать подрисуночную подпись «впритык» к рисунку. Если иллюстрация помещается в текст, она должна размещаться сверху или снизу страницы, слева. Следует по возможности избегать размещения рисунков в середине страницы. Наиболее удачный вариант оформления подрисуночной подписи – применение опции «вставка надписи». Не следует помещать подпись в рамку, так как это противоречит правилам технической редакции большинства научных изданий. Заимствованные из работ других авторов рисунки и таблицы должны иметь ссылку на работу или авторов.

**Ссылки** на литературу в тексте, названиях рисунков и заголовках таблиц даются по фамилии первого автора (либо двух авторов) и году, и заключаются в круглые скобки. Ссылки на коллективные монографии и справочники, сборники работ даются по первому слову названия. Например: (Руда..., 2004; Классификация..., 1997).

**Библиографический список** составляется по алфавиту, по фамилии первого автора (если приведено несколько работ одного автора, то они располагаются по годам написания). Сначала даются работы на русском языке, затем – иностранные. В списке литературы библиографическое описание формируется следующим образом: Фамилия, И.О. автора (если авторов несколько – всех авторов); название статьи или книги; если это статья, то приводится название журнала или сборника; год, том, номер страницы (если книга, то общее число страниц; если статья, то страницы от – до); для книг указывается место издания и издательство (можно сокращено). Название статьи отделяется от названия журнала двумя косыми линиями, от названия сборника – одной косой линией. Ссылки на специализированное программное обеспечение или базы данных обязательны. Примеры:

## Библиографический список

1. Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых лав. – М.: Наука, 2000. – 363 с.
2. Горажанина Е.Н., Кузьмин С.А. Редкоземельные элементы в базальтах островодужных комплексов Магнитогорского мегасинклинория / Сборник научных трудов. – Уфа: БФАН СССР, 1987. – С. 4–10.
3. Кашинцев Г.Л., Фрих-Хар Д.И., Абрамова Е.Е. Петрография и минералогия магматических пород впадины Хесса // Известия Академии Наук СССР, серия геологическая. – 1980. – № 5. – С. 14–23.
4. Программа для построения треугольных диаграмм на сервере «Ильмены» <http://w.ilmeny.ac.ru/graph/framtrdg.asp>.
5. Hickey R. and Frey F.A. Geochemical characteristics of boninite series volcanics. *Geochim.Cosmochim.* –1982. – Acta, 46: p.1099–2115.

### Фондовые материалы

1. Белгородский Е.А. Отчет о разведке медноколчеданных проявлений в Варненском районе Челябинской области за 1978–1981 г.г. – Челябинск: 1981.

**Приложения.** В приложения могут быть внесены те материалы, которые не являются необходимыми для восприятия текста курсовой работы: каталоги образцов и проб, таблицы заимствованного фактического материала, описание шлифов, промежуточные данные, полученные при измерении показателей преломления иммерсионным методом и т.п.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПЕТРОГРАФИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

### 3.1. Главные породообразующие минералы

Описывая минералы магматических горных пород, следует по той роли, которую они играют в составе породы, выделять главные (или существенные), второстепенные (или несущественные) и акцессорные минералы.

**Главные (или существенные)** минералы составляют основную часть породы и являются породообразующими минералами [12]. По ним определяют название породы и ее вид. По химическому составу главные породообразующие минералы разделяются на две группы:

1 – *салические минералы* названы по главным химическим элементам Si и Al, входящим в их состав. К салическим минералам относятся полевые шпаты, фельдшпатоиды и кварц. Перечисленные минералы обычно светлоокрашенные макроскопически, а в шлифах бесцветные, поэтому их называют также бесцветными или лейкократовыми (от греческого «лейкос» – бесцветный).

2 – *фемические* или *мафические* минералы характеризуются высоким содержанием Fe и Mg, от начальных букв в словах «феррум» и «магний» они и получили свое название. К этой группе относятся оливины, пироксены, амфиболы и слюды. Синонимом являются термины «цветные» или «меланократовые» (от греческого «меланос» – темный).

Среди главных породообразующих минералов в магматических породах наибольшим развитием пользуются полевые шпаты, благодаря чему большинство магматических пород представлено полевошпатовыми разновидностями (рис. 3). К ним относятся такие распространенные породы, как граниты, диориты, габбро, сиениты, базальты, андезиты и др.

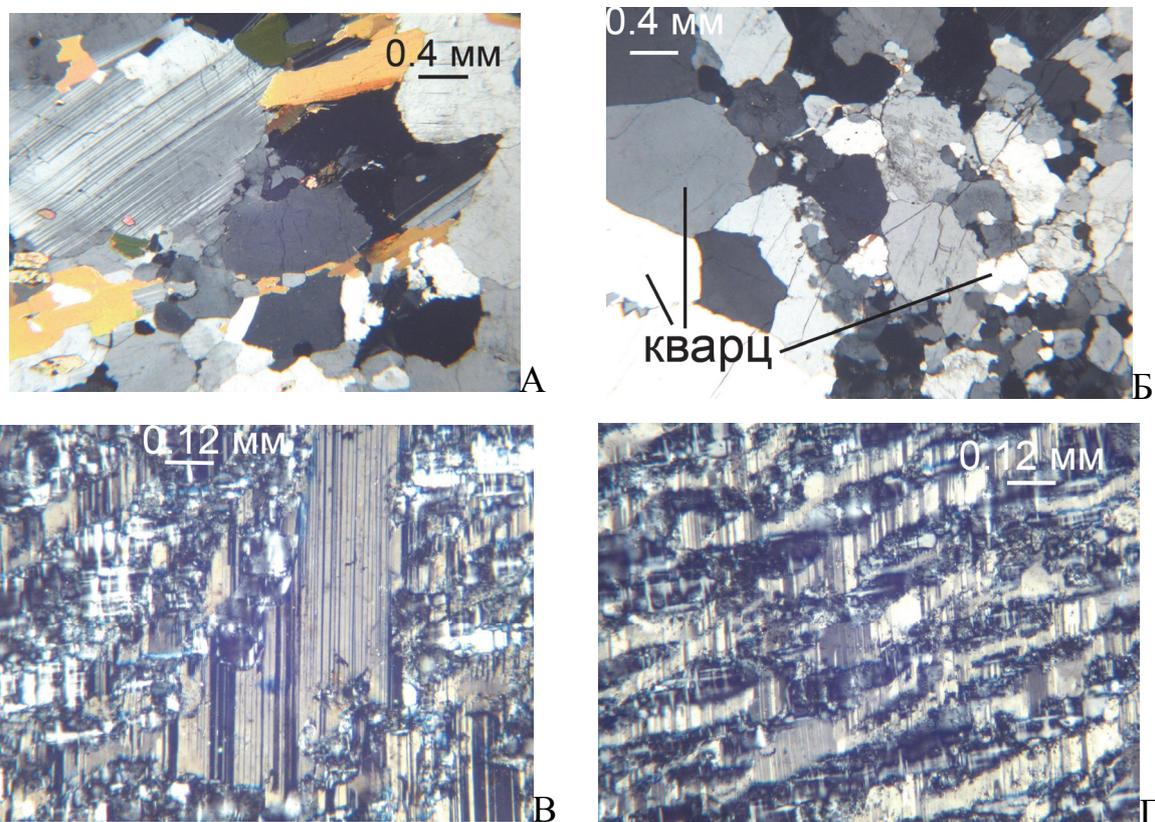


Рис. 3. Главные породообразующие силикатные минералы в горных породах. А – плагиоклаз в граните, Б – кварц в мелкозернистом граните, В – включение плагиоклаза в микроклин-пертите, Г – микроклин-пертит. Фото шлифов. С анализатором

Разделение магматических пород на семейства проводится главным образом по характеру присутствующих главных темноцветных породообразующих минералов (рис. 4), правильное определение которых является необходимым условием для диагностики пород. Виды в семействах выделяют по характеру и количеству минералов.

**Второстепенные (или несущественные) минералы** находятся в незначительных количествах (1–5% объема породы), их присутствие или отсутствие не отражается на общем названии породы. В качестве второстепенных составных частей могут встречаться как указанные выше силикатные и фемические минералы, так и более редкие, которые обычно содержатся в магматических породах в незначительных количествах. Некоторые из них являются характерными для определенного типа пород (например, хромит для дунитов, монацит для гранитоидов, эвдиалит для нефелиновых сиенитов, а другие, такие как апатит и магнетит встречаются в разных типах). Эти специфические минералы названы аксессуарными. К ним

относятся циркон, касситерит, монацит, ксенотим, шеелит, апатит, сфен, хромит, шпинель и многие другие минералы.

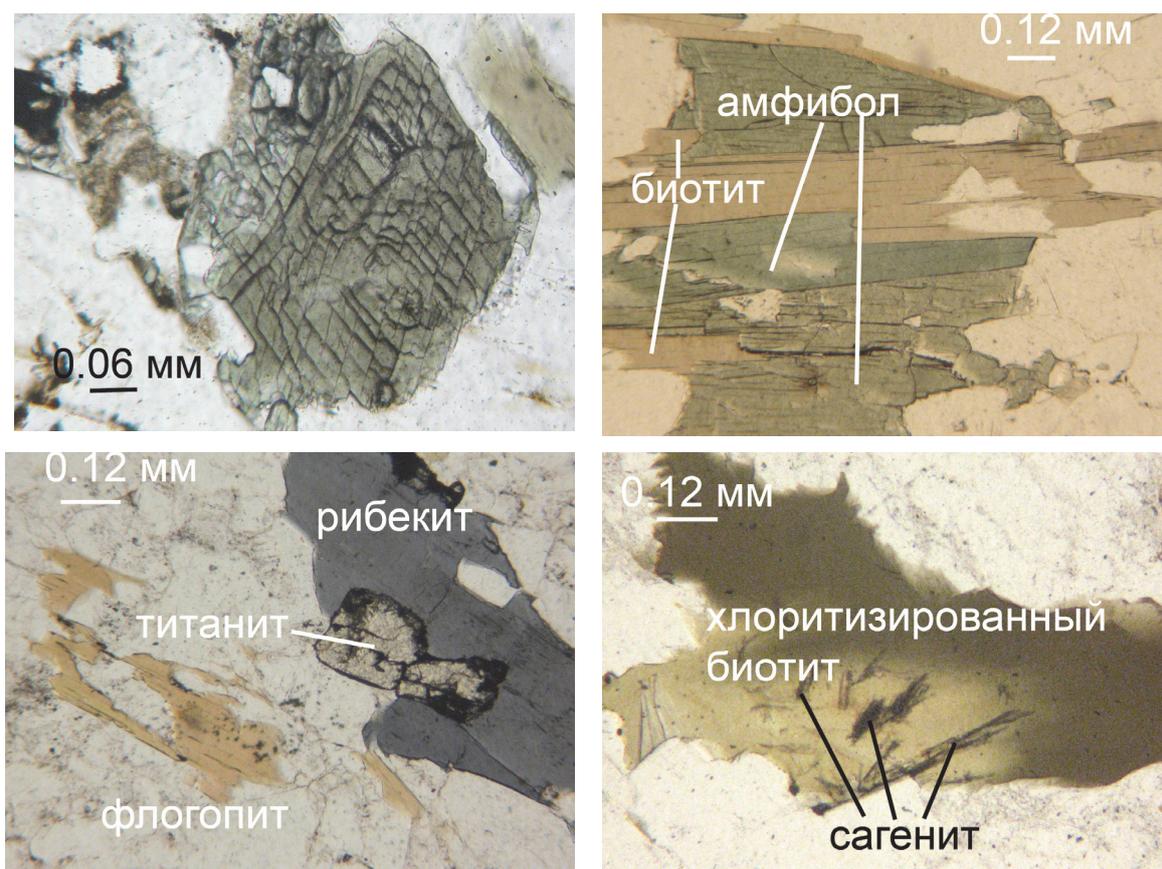


Рис.4. Главные породообразующие мафические (темноцветные) минералы в горных породах. А – роговая обманка в сиените, Б – биотит и амфибол в граните, В – включение титанита в рибеките, Г – включения сагениита в хлоритизированном биотите. Фото шлифов. Без анализатора

В некоторых случаях содержание названных минералов может увеличиваться и тогда по ним определяют разновидность горной породы. Например, корунд в пегматитах Ильменских гор приобретает значение существенной составной части и породу называют корундовым пегматитом. Изучение акцессорных минералов имеет важное значение для понимания формирования пород, а также для выявления особенностей минерализации отдельных магматических комплексов, так как концентрация акцессорных минералов в больших количествах ведет к образованию месторождений полезных ископаемых.

По своему происхождению минералы магматических пород разделяются на первичные и вторичные. Иногда выделяют еще ксеногенные или случайные, которые вообще не свойственны магматическим породам и встречаются в них в особых случаях.

**Первичные минералы** образуются в процессе кристаллизации магматического расплава без заимствования материала извне и без участия экзогенных процессов.

**Вторичные минералы** в магматических горных породах образуются в результате воздействия процессов выветривания, гидротермальной

деятельности, контактового метаморфизма и др. Вторичные минералы могут являться как продуктами изменения первичных минералов, так и новообразованиями (например, минералы, заполняющие миндалины в вулканических породах). Степень интенсивности развития вторичных минералов различна: от замещения первичных составных частей породы по трещинкам и краям до образования по ним полных псевдоморфоз. К вторичным минералам относится, например, серицит, развивающийся по олигоклазу и андезину в породах кислого и среднего состава и соссюрит, замещающий лабрадор, битовнит и анортит в породах основного состава; серпентин, образующийся по магнезиальным минералам в ультраосновных породах. Минералы, заполняющие пустотки в лавах (хлорит, халцедон, пренит, цеолиты, карбонаты и многие другие), связаны с циркуляцией гидротермальных растворов. Целый ряд минералов может возникать в магматических горных породах различными путями: например, упомянутый выше серпентин может образоваться и в процессе автометаморфизма и в результате выветривания. Критерием для выяснения генезиса того или иного минерала является изучение их морфологии и особенностей геологического развития.

### **3.2. Структурные и текстурные особенности магматических горных пород**

Структура горной породы предопределяется условиями формирования, текстура – устойчивостью или закономерностями преобразования этих условий во времени и пространстве. Текстура является таким же неотъемлемым свойством горной породы, как и структура. Определение термина «текстура» в петрографии и минералогии неоднозначно. При описании горных пород определение текстуры основывается на закономерностях распределения всех породообразующих компонентов всех агрегатов. При описании минеральных образований определение текстуры основывается на закономерностях распределения минералов определенной парагенетической ассоциации. Морфологической единицей для текстуры является и отдельный породообразующий компонент, и агрегат компонентов.

Структуры plutonic и вулканических пород различны и свидетельствуют об условиях формирования. Plutonic породы характеризуются полнокристаллическими структурами, а вулканические, содержащие стекло и выделения минералов – порфиоровыми структурами.

#### **3.2.1. Структуры вулканических горных пород**

Изучение микроструктур магматических горных пород, а особенно вулканических имеет важное значение, поскольку они отражают условия кристаллизации магматического расплава в разных геодинамических условиях и позволяют судить о составе первоначальной магмы [11]. Вулканические породы по структурам подразделяются на три группы: 1) порфиоровые с микролитовой структурой основной массы, 2) скрытокристаллические или криптокристаллические (сферолитовые или фельзитовые), 3) стекловатые или

гиалиновые (витрофировые), состоящие из вулканического стекла, в котором могут присутствовать кристаллиты или микролиты [24].

**Порфиновые** структуры характерны для вулканических и субвулканических пород, в которых породообразующие минералы образуют две генерации. Ранняя генерация представлена хорошо образованными вкрапленниками – фенокристаллами. Поздняя, которая образует основную массу, состоит из микрокристаллического, полустекловатого агрегата и (или) стекла. Порфиновые вкрапленники или фенокристы погружены в стекловатую (рис. 5), скрытокристаллическую или микролитовую основную массу. Порфиновые структуры, в которых вкрапленники погружены в стекло, получили название **витрофировых**.

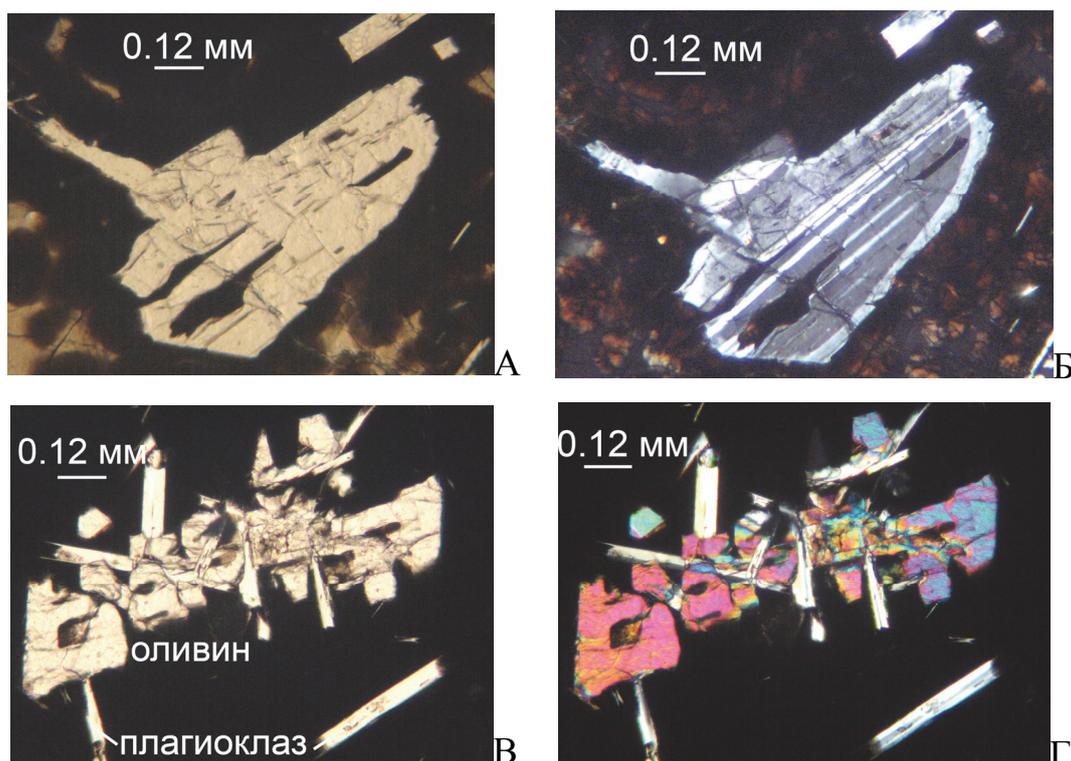


Рис.5. Базальт. А, Б – витрофировая структура с фенокристаллом плаггиоклаза. Основная масса стекловатая. В, Г – гломеропорфировая структура, срастание оливина и плаггиоклаза. Фото шлифов. А, В – без анализатора, Б, Г – с анализатором

Неполнокристаллические структуры, не содержащие порфириновых вкрапленников, называются **афировыми**. Генезис всех порфириновых структур связан с резким изменением условий кристаллизации породы.

Афировые структуры формируются при быстром подъеме перегретых магм и излиянии их на поверхность, а также при подъеме магм, образовавшихся в процессе дифференциации.

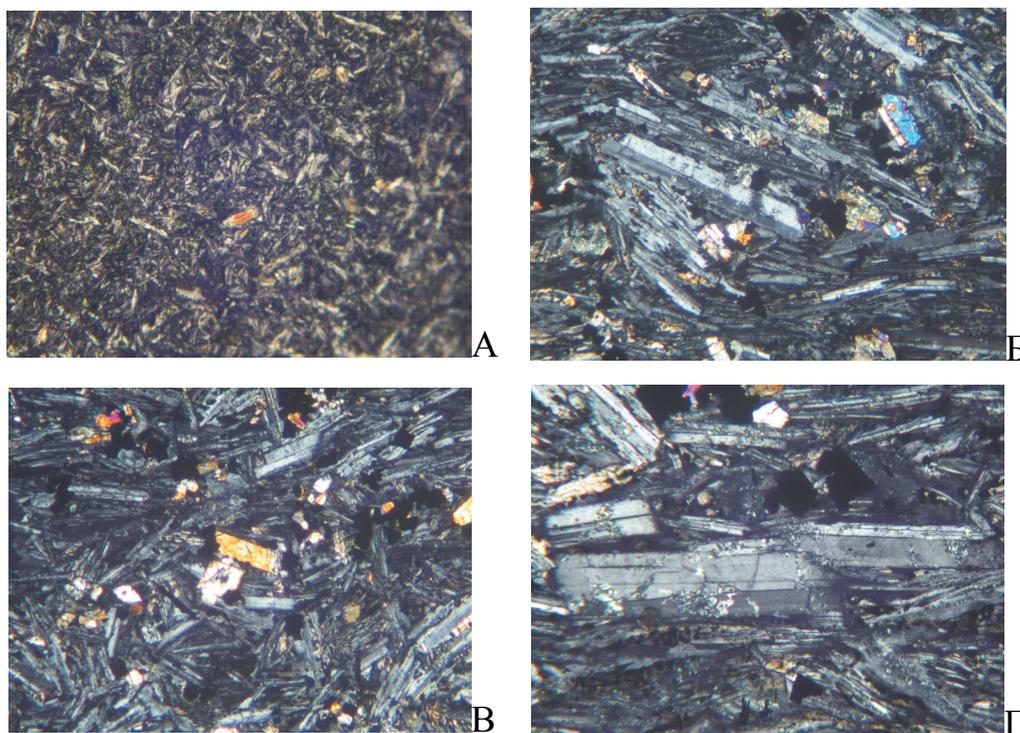
Состав вкрапленников в породах обычно зависит от состава магматического расплава. В базальтах это преимущественно плаггиоклаз, клинопироксен, реже оливин, а в кислых породах в основном кварц и плаггиоклаз. В дацитах встречаются реликты роговой обманки и пироксена, что особенно характерно для субвулканических тел. Вулканические лавовые породы имеют обычно

определенное количество вкрапленников. Их относительно меньше в вулканических лавовых фациях – 2 – 20 % и больше в субвулканических – 20–40 % объема породы. Нередко наблюдаются серийно порфиновые структуры, в которых образуется несколько поколений вкрапленников разного размера. Разница в размерах обусловлена разными этапами их формирования (в промежуточных камерах отстоя, в подводных каналах, которыми нередко являются дайки, в потоках, излившихся на поверхность). По размеру вкрапленников выделяются мелкие – до 2 мм, средние – 2–3 мм и крупно порфиновые – 4–5 мм разновидности пород. Если вкрапленники составляют единицы и доли процента, то такие структуры считают редко порфировыми, а когда их количество более 10 – 15 %, структура становится обильно порфировой [24]. В кислых породах нередко вкрапленники кварца имеют скелетную форму и тогда на их гранях появляются бухтообразные углубления. Вкрапленники нередко содержат микровключения вулканического стекла, иногда газовой-жидкие включения. Часто вкрапленники бывают трещиноватыми, что связано с термическими напряжениями, возникающими в процессе остывания лавы.

Первичные порфиновые структуры в палеозойских породах разного состава всегда сохраняются, даже, несмотря на интенсивное изменение вкрапленников, реликты их в большинстве случаев наблюдаются достаточно отчетливо. Вкрапленники кварца обычно остаются неизменными, хотя иногда вокруг них возникают вторичные каймы того же состава. Плаггиоклаз при изменении обычно деанортитизирован и представлен альбитом. По плаггиоклазу развивается серицит, эпидот, цоизит и пренит. Темноцветные минералы замещаются вторичными минералами – эпидотом, хлоритом, пумпеллиитом, серпентином и др. и лишь по морфологии бывшего кристалла, по характерным псевдоморфозам и особенностям замещения можно судить, какой темноцветный минерал присутствовал в породе первично.

Вулканические породы могут состоять из кристаллов (фенокристаллов), вулканического стекла или из того и другого вместе. Во многих излившихся и субвулканических породах встречаются мелкие кристаллические образования, природу которых можно распознать лишь под микроскопом. Такие образования носят название *микролитов*. Они формируются при быстром остывании и часто характеризуются наряду с брусковидными, игольчатыми, квадратными формами сечений футляровидными, скелетными, дендритовидными и другими формами. Еще более мелкие образования, чем микролиты, являются *кристаллиты* – зародыши кристаллов. Они присутствуют в большинстве стекловатых пород, но видны лишь при очень больших увеличениях. Размер кристаллитов варьирует в пределах 0.001 – 0.005 мм. Среди них выделяются: глобулиты – сфероидальные образования, напоминающие мелкие шарики или капли; маргариты – ряд глобулитов, расположенных в виде цепочки; лонгулиты – брусковидные мельчайшие обособления; трихиты – образования в виде мелких волосков, скопулиты – дендритоподобные образования. Присутствие или отсутствие в стекловатой массе микролитов или кристаллитов является главным фактором, позволяющим выделять микролитовые,

скрытокристаллические и стекловатые микроstructures вулканических горных пород. Дальнейшее разделение в этих типах проводится по количественным соотношениям между микролитами и стеклом, по форме микролитов, типу сферолитов и другим признакам. Микролитовые структуры характеризуются присутствием в породе большого количества микролитов, резко преобладающих над стекловатым базисом, в отношении 75:25. Исходя из этого, выделяются **интерсертальная, микропризматическизернистая и толеитовая** структуры основной массы (рис. 6).



*Рис.6. Афировый базальт. А – интерсертальная структура основной массы. Б, Г – пилотакситовая структура, микровкрапленники плагиоклаза и пироксена. В – комбинация интерсертальной и пилотакситовой структур основной массы. Фото шлифов с анализатором*

Интерсертальная структура отличается присутствием большого количества мелких вытянутых микролитов плагиоклаза, которые образуют своеобразную «канву или «войлок». В такой структуре между индивидами плагиоклаза расположены мелкие зерна темноцветных минералов и участки, сложенные вулканическим стеклом или продуктами его девитрификации. Если стекло отсутствует, то такую структуру можно назвать микропризматическизернистой или микродолеритовой.

Толеитовая структура морфологически сходна с офитовой-долеритовой, существенное отличие ее заключается в наличии стекла, заполняющего изолированные участки между идиоморфными лейстами плагиоклаза. Эти структуры основной массы типичны для базальтов, андезибазальтов и других лав основного состава.

Если количество стекла и микролитов в основной массе породы примерно одинаковое – 50:50, то возникают **пилотакситовые** структуры, для которых

характерно направленное расположение микролитов. При преобладании среди микролитов кристалликов санидина или ортоклаза формируется трахитовая структура, которая обычна для пород щелочного уклона.

При значительном преобладании стекла над микролитами – 25:75, отмечается гиалопилитовая или андезитовая структура, в которой микролиты плагиоклаза и микроскопические зерна других минералов погружены в стекловатый базис.

Породы, нацело состоящие из стекла, имеют **стекловатую (гиалиновую)** структуру. Структуры стекол, содержащих кристаллиты, называются кристаллитовыми. Стекловатые породы, имеющие в своем составе порфиновые вкрапленники (фенокристаллы), обладают **витрофировой** структурой. Такие структуры характерны для вулканических пород как кислого – обсидианы, риолиты, дациты, перлиты так и основного – базальты и среднего – андезиты состава. Для кислых пород характерны также скрытокристаллические (криптокристаллические) структуры основной массы – фельзитовая и микропойкилитовая.

Вулканическое стекло образуется в условиях быстрого остывания магматического расплава и находится в метастабильном состоянии. Вследствие этого с течением времени наблюдается тенденция к его кристаллизации, этот процесс носит название расстеклования, или девитрофикации. В стекле появляются скрытокристаллические агрегаты, действующие на поляризованный свет. Важным генетическим признаком для стекловатой породы являются **обособления** в стекле. Это могут быть каплевидные шарики–**глобулы**, изотропные в скрещенных николях, или округлые **сферолиты** и **вариолиты** как изотропные, так и реагирующие на поляризованный свет.

Студент должен уметь различать эти обособления, так как они являются показателями процессов, происходящих при кристаллизации магмы. Если обособления являются глобулами, то они должны обладать рядом признаков, подтверждающих процессы ликвации в магме. Главные из них следующие: 1) Наличие глобул округлой, каплевидной, или дисковидной формы; 2) Различие морфологических и структурно-текстурных особенностей глобул (глобулы с признаками силикатной и рудно-силикатной несмисимости и глобулы с кристаллическими фазами); 3) Резкие границы обособлений и вмещающего вулканического стекла; 4) Разный химический состав глобул и вмещающего стекла.

**Вариолитовые** структуры наиболее характерны для пород основного состава. Обычно это обособления шарового строения, сложенные радиально-волокнустыми или лучистыми индивидами плагиоклаза или пироксена, либо их совместными сростками. В межвариолевом пространстве в том или ином количестве находится вулканическое стекло. Вариолитовая структура нередко хорошо проявлена макроскопически. Внешне она похожа на сферолитовую, характерную для пород кислого состава. Диаметр вариолей колеблется в широких пределах, достигая иногда 2–3 см. Они могут располагаться в виде одиночных обособлений в стекловатом метастазисе или образовывать

своеобразные группы или цепочки, в которых вариоли плотно прилегают друг к другу. В некоторых случаях они образуют сплошную массу, слагающую все пространство с минимальным количеством вулканического стекла. В таких случаях породу называют вариолитовый базальт. В образцах на выветрелой поверхности вариоли отчетливо проявляются в виде округлых бугорков – горошин. Наряду с вариолитовой структурой в породах основного состава часто отмечается *метельчатая* структура (рис. 7), которая иногда похожа на вариолитовую, образуя агрегаты, исходящие из одного центра. Метельчатая структура характеризуется микролитами или лейстами плагиоклаза, образующими расходящиеся пучки – метелки. Нередко между ними находятся волокнистые кристаллы пироксена и стекловатый мезостазис. Метельчатые агрегаты могут плотно прилегать друг к другу с различной ориентировкой или не соприкасаться и быть окруженными вулканическим стеклом. Как разновидность метельчатой структуры выделяется *перистая* [24], представленная длиннопризматическими и игольчатыми кристаллами клинопироксена, расположенными относительно друг друга в виде птичьего пера. Вариолитовая, метельчатая и перистая разновидности структур нередко наблюдаются в пределах одного образца и даже шлифа. Встречаются также структуры, напоминающие древовидные образования. Их присутствие в породе и соответственно в шлифе обуславливает образование дендритовидных или дендритовых структур. В породах основного состава вариолитовые, метельчатые, перистые и другие агрегаты обычно сохраняются в своем первозданном виде. Только плагиоклаз теряет некоторую часть анортитовой составляющей. Основная стекловатая масса хлоритизируется, нередко карбонатизируется.

Для пород кислого состава характерны **сферолитовые** структуры. Степень кристалличности сферолитов выше в кислых породах, в которых агрегат кристаллических волокон образует в скрещенных николях темный крест, сохраняющийся при вращении столика микроскопа. Сферолитовые образования бывают разных типов. Они могут состоять из одного минерала или из двух. В первом случае такие образования называют сферокристаллами [6], а сложенные двумя или более минералами – сферолитами. Сферолиты в породах кислого состава состоят в основном из волокон полевого шпата и кварца (тридимита) и содержат какое-то количество вулканического стекла.

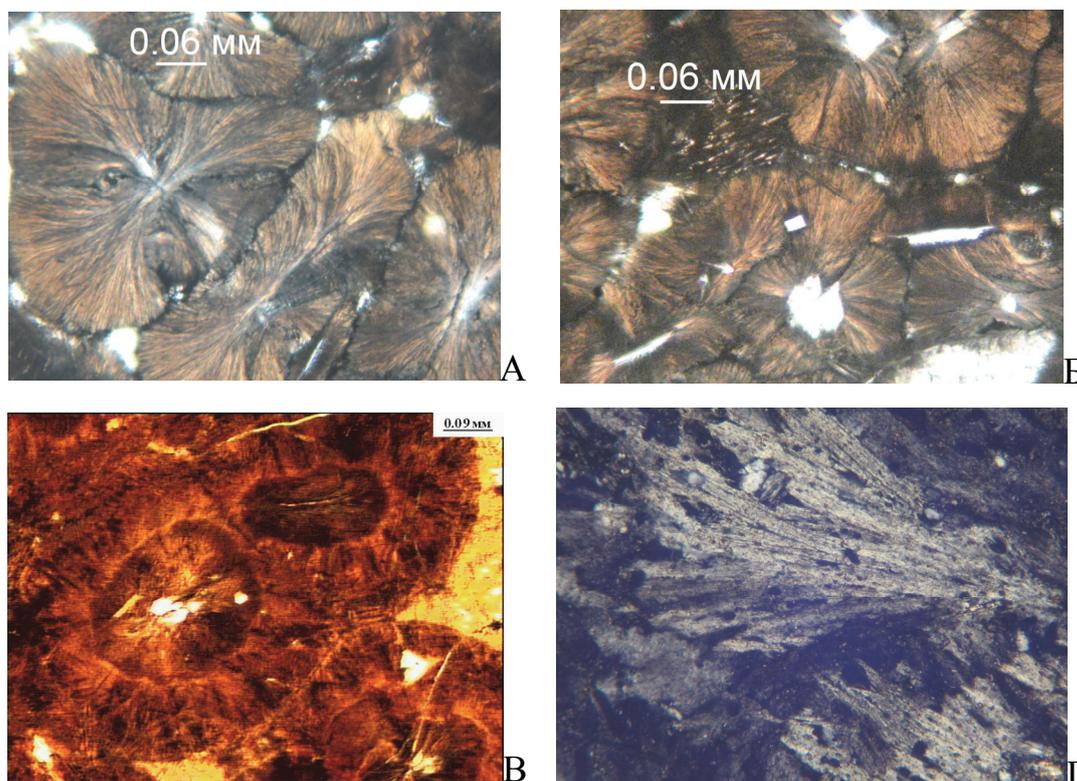


Рис.7. Вариолитовый базальт. А – искаженная форма радиально-лучистой вариоли. Б – вариоли с микролитами плагиоклаза в центре. В – вариоли с радиально-лучистым и концентрически-зональным строением. Г – метельчатая структура базальта. Фото шлифов. А, Б, В – без анализатора, Г – с анализатором

Исследователи сферолитов [14] установили, что в неизмененных риолитах и дацитах в волокнах, слагающих сферолиты, в сочетании с кварцем (тридимитом) появляются санидин, адуляр и альбит. Первичная, не испытавшая перекристаллизации сферолитовая структура сохраняется чрезвычайно редко. Основная масса породы может состоять из сферолитов, распределенных по одному или группами из двух–трех индивидов, погруженных в фельзитовый, иногда переходный к микрозернистому кварц-полевошпатовому агрегату. Особенностью структуры является часто неодинаковый размер сферолитов. В основной массе одновременно могут присутствовать крупные (от 0,2–0,5 до 1,0–2,0 мм) и очень мелкие (0,02–0,05 мм) сферолиты. Многие сферолиты сохраняют свое радиально-лучистое строение и крестообразное угасание по кругу, когда гаснет какая-то одна зона целиком по кругу, а соседняя, периферическая и центральная остаются непогашенными. Подобное явление является признаком начавшейся перекристаллизации сферолита. Если в породе отдельные сферолиты плавают в стекловатом базисе, то такую структуру следует называть *витросферолитовой*. Нередко сферолиты образуют цепочки вдоль плоскостей флюиальности. **Сферолито-микролитовая** структура отличается тем, что между отдельными сферолитами в разных количествах в стекле располагаются микролиты.

Сферолиты могут иметь как первичное, так и вторичное происхождение. Присутствие вариолитов свидетельствует о твердофазной кристаллизации и их

вторичном происхождении при наличии следующих признаков: 1) Присутствие одновременно в основной стекловатой массе сферолитов или вариолитов с разным строением – радиально-лучистым и (или) концентрически-зональным, а также наличие перистых, дендритовидных и аксиолитовых агрегатов; 2) Наличие отчетливо проявленных плоскостей разграничения соприкасающихся вариолей или сферолитов, образующих цепочки и линзовидные обособления; 3) Отсутствие резких границ между вмещающим стеклом и обособлениями; 4) Наличие стекла внутри некоторых вариолей; 5) Малосущественные отличия в составе сферолитов или вариолитов и вмещающего стекла. Сферолиты и вариолиты могут состоять из вулканического стекла с кристаллитами или без них. Сферолиты, реагирующие на поляризованный свет, сложены в большей части волокнами кристаллического вещества, обычно кварцевого или полевошпатового. Эти волокна растут радиально из общего центра. Сферолиты характерны для пород кислого состава – риолитов и дацитов. Вариолитовые структуры – для пород основного состава. Обычно они представлены афировыми или порфиоровыми базальтами, в которых отчетливо проявлены светлые вариолиты, погруженные в более темную массу. Поверхность выветривания неровная, на ней видны округлые углубления, образованные при выветривании вариолей. Под микроскопом отчетливо видно радиально-лучистое строение вариолей, состоящих из волокон плагиоклаза и игольчатых или микропризматических зерен пироксена. Если это стекловатые вариолиты, то они отличаются от основной массы только иной окраской.

Изменение первичной сферолитовой структуры приводит в образованию *метасферолитовой* структуры. Сферолиты в результате перекристаллизации утрачивают черты, свойственные первичным сферолитам, кристаллизующимся из расплава: радиально-лучистое строение, четкие сферические очертания и крестообразное угасание.

Известно, что количество микролитов в основной массе излившихся пород в значительной мере зависит от кремнеземистости магматического расплава, от его вязкости. Для андезидацитов, андезитов и базальтов характерны микролитовые, гиалопилитовые, пилотакситовые, интерсертальные структуры основной массы с относительно высоким содержанием микролитов плагиоклаза. Для пород с большим количеством кремнезема – риолитов, риодацитов и дацитов – более характерны стекловатые, фельзитовые, сферолитовые, микропойкилитовые структуры. Вязкость расплава также оказывает влияние на характер структуры: на распределение микролитов, на ориентировку вкрапленников, микролитов и других элементов, определяющих структурно-текстурные особенности породы. Обычно в менее вязких расплавах микролиты располагаются субпараллельно течению лавы, создавая *пилотакситовые* структуры и флюидалные текстуры.

Таким образом, студент при изучении особенностей пород, исходя из степени кристалличности, должен различать две основные группы магматических горных пород: полнокристаллические, нацело состоящие из

кристаллических зерен, не содержащие вулканического стекла или микролитов и неполнокристаллические, содержащие стекло.

### 3.2.2. Структуры плутонических горных пород

Указывая величину зерен, слагающих породы, студент определяет структуры по абсолютному и относительному размеру составных частей. По абсолютному размеру выделяются следующие структуры плутонических пород:

1. Гигантозернистые (размер зерен больше 2 см) и крупнозернистые (2 см – 0.5 см) структуры. Образование этих структур связано с кристаллизацией расплава, богатого летучими компонентами, в условиях медленного охлаждения; они характерны для пегматитовых жил, нефелиновых сиенитов.

2. Среднезернистые структуры (размер зерен 5–1 мм). Эти структуры характерны для подавляющего большинства глубинных пород.

3. Мелкозернистые структуры (размер зерен меньше 1 мм), зернистость породы видна простым глазом. Мелкозернистые структуры характерны для субвулканических тел, для краевых частей интрузивных массивов и иногда встречаются в эктрузивных образованиях.

4. Афанитовые или плотные структуры, по внешнему виду не обнаруживающие зернистости, но при микроскопических наблюдениях часто оказываются кристаллическими.

По относительному размеру составных частей выделяются структуры равномерно зернистые, в которых все составные части породы имеют примерно одинаковую величину и неравномерно-зернистые, среди которых наиболее распространены порфиоровидные.

**Порфиоровидные** структуры характеризуются наличием порфиоровидных выделений среди полнокристаллической основной массы. Образование порфиоровидных структур может быть связано, во-первых, с изменением условий кристаллизации магматического расплава при продвижении его из глубинных зон к поверхности и, во-вторых, с физико-химическими свойствами расплава. Примером может служить гранит-рапакиви, в котором более крупные овоиды (размером от 0.5 до 3.5–5.0 см) полевого шпата находятся в среднезернистой основной массе.

При изучении формы кристаллов и зерен, слагающих горную породу, особое внимание следует обращать на характер взаимоотношений между ними. Этот признак является одним из важнейших для определения конкретных видов структур пород. Широко употребляемым является разделение минералов в зависимости от степени совершенства их огранки. Минералы, имеющие хорошо выраженные кристаллографические очертания, называют **идиоморфными**; частично ограненные – **гипидиоморфными**; наконец, минералы, очертания которых зависят от формы других кристаллов, называются **ксеноморфными** или **аллотриоморфными**. Форма минералов в

породе (или степень их идиоморфизма) зависит от последовательности их выделения, от кристаллизационной способности и от физико-химических особенностей расплава. Некоторые минералы, обладающие высокой кристаллизационной способностью, например, эгирин, даже выделяясь последним, образует идиоморфные кристаллы. Поэтому степень идиоморфизма нельзя отождествлять с последовательностью кристаллизации. Весьма существенное влияние на форму, размер и взаимоотношения кристаллических индивидов в породе имеют физико-химические свойства расплава – его вязкость, особенности состояния. Одновременная кристаллизация двух минералов не редко приводит к формированию своеобразных графических форм минералов; этот тип кристаллизации обуславливает образование пегматитовых структур, характерных для так называемых письменных гранитов.

Приуроченность структур к различным типам пород зависит от химического состава расплава и его физико-химических свойств.

Полнокристаллические структуры характерны для плутонических пород. Основные и ультраосновные породы обладают главным образом габбровой, офитовой, пойкилоофитовой, панидиоморфнозернистой, реже гипидиоморфнозернистой, сидеронитовой, иногда пойкилитовой структурами. Для кислых и средних пород наиболее характерны гипидиоморфнозернистая, пегматитовая, аплитовая, аллотриоморфнозернистая и порфириовидная структуры, нередко встречается сферолитовая.

### 3.2.3. Текстуры магматических горных пород

Наряду с микроструктурными особенностями пород не менее важным диагностическим признаком являются **микротекстуры**, образование которых, в противоположность структурным, в первую очередь зависит от геологических условий становления, а затем уже от химического состава расплава.

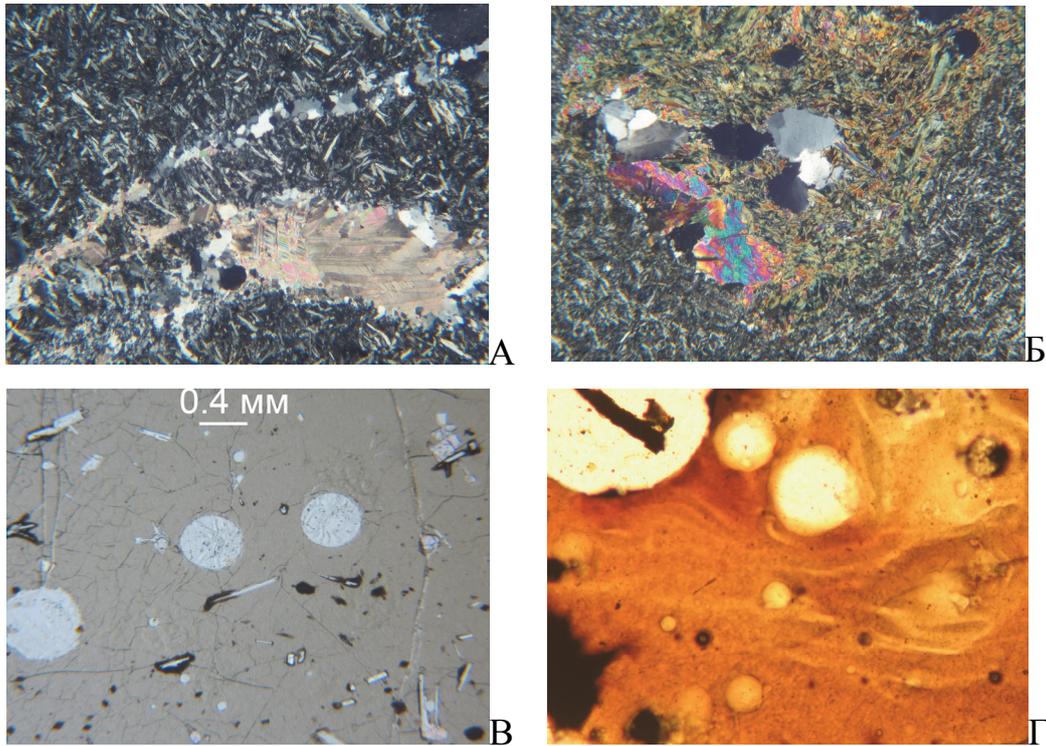
По ориентировке составных частей в пространстве текстуры разделяются на однородные и неоднородные. Однородные или массивные текстуры обусловлены тем, что в любом направлении минеральный состав и структура породы являются одинаковыми, минеральные элементы распределены равномерно. Массивная текстура характеризует породу монолитного сложения без пор и полостей. Такие текстуры возникают в условиях спокойной кристаллизации и отсутствия движений. Неоднородные или такситовые текстуры образуются при изменении физико-химических условий в процессе кристаллизации магмы, например, различием градиента температур для отдельных участков породы, колебанием давления, а также диффузией вещества в газовой-жидкой среде. Такситовая текстура характеризуется неоднородным сложением и включает в себя несколько типов: 1) атакситовая или неправильно-такситовая, которая включает два подтипа: а – брекчиевидно-такситовую и б – шпирово-такситовую; 2) шаровая такситовая – текстура с неравномерным распределением в породе шаров или сфероидов; 3) концентрически-скорлуповатая такситовая текстура. Эвтакситовая текстура

включает множество разновидностей: слоисто-такситовую, параллельно-такситовую, слоистую, полосчатую, субпараллельную. Она обозначает переслаивание различного типа неоднородностей: степень кристаллизации, состав, цвет, пористость и т.д.

Полосатые или полосчатые текстуры характеризуются присутствием в породе полос различного минерального состава. Генезис полосчатых текстур может быть обусловлен гравитационной дифференциацией, т.е. всплыванием более легких составных частей породы и опусканием более тяжелых при кристаллизации магматического расплава. В этом случае расположение полос – слоев в пространстве обычно горизонтальное, реже слегка наклонное. Полосатые текстуры могут возникать и при фракционной кристаллизации различных минералов из расплава, обусловленной колебаниями температур и давлений. Линейные текстуры обусловлены тем, что призматические или столбчатые минералы (например, пироксен или амфибол) имеют линейную ориентировку в пространстве. По линейности можно судить о направлении движения магматических масс во время их застывания. Флюидальная текстура и трахитоидная структура характерна для лав кислого и среднего состава, в которых неоднородность лав отображает движение магматического расплава. В шлифе она обычно представлена ориентированным расположением микролитов, длинная сторона которых вытянута вдоль направления движения. В случае присутствия в породе порфирированных вкрапленников микролиты огибают их. Флюидальные текстуры известны и для пород со стекловатой структурой, где они обусловлены наличием полос стекла, отличающихся различной окраской и внутренним строением, например, ориентированным расположением кристаллитов.

Перлитовая текстура (отдельность) обычно развивается в кислых лавах в результате гидратации стекла и образования концентрически-скорлуповатых шариков диаметром обычно 1–3 мм. Перламутровый цвет и шарообразная форма напоминает жемчуг (перл).

По характеру заполнения массой породы пространства выделяют два типа текстур: **плотные и пористые**. Плотные или компактные текстуры характеризуются тем, что магматическая масса заполняет полностью все пространство и горная порода не содержит пустот и пор. Пористые текстуры наиболее часто встречаются в вулканических породах. В зависимости от относительного количества пустот, их размеров и формы среди них выделяются пузыристые, шлаковые, пемзовые текстуры. При выполнении пор вторичными минералами возникают миндалекаменные текстуры образование, которых связано с циркуляцией растворов и вторичным гидрохимическим изменением пород (рис. 8). При описании таких пород следует указать количество миндалин, их форму и размер, характер выполнения. По характеру выполнения миндалин разделяются на простые и сложные.



*Рис.8. Текстуры базальтов. А – миндалекаменная текстура с простым выполнением миндалин (кальцит или кварц). Б – миндалина со сложным выполнением (эпидот, кварц, хлорит). В – пористая текстура базальта. Г – пористо-флюидальная текстура дацита. Фото шлифов. А, Б – с анализатором, Г – без анализатора*

В некоторых интрузивных породах (гранитах, пегматитах) иногда наблюдаются миароловые пустоты, которые обуславливают образование миароловой текстуры. Формирование этой текстуры может происходить или в результате растворения некоторых минералов породы после кристаллизации, или при особом режиме остывания магмы газовые составляющие могли быть временно законсервированы в кристаллическом окружении и лишь в последующие стадии удалены из породы.

#### **4. ПЛАН ОПИСАНИЯ МАГМАТИЧЕСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ**

Так как вулканические и плутонические породы различаются по структуре и текстуре, то имеются и некоторые различия в плане их описания. В связи с этим студент должен следовать соответствующим планам описания пород и шлифов, которые даются ниже.

##### **4.1. План описания плутонической породы.**

1. Название породы.
2. Макроскопическое описание породы
3. Микроскопическое описание породы. Дается общий минералогический состав, минералы перечисляются с подразделением их на главные, второстепенные, аксессуарные и вторичные.
4. Количественный минералогический состав. Приводится объемное процентное содержание главных минералов в породе.

5. Описание свойств каждого минерала. Если в главных минералах присутствует плагиоклаз, его описывают первым. Указывают наличие нескольких генераций (если они есть); определяют номер плагиоклаза методом симметричного погасания и показатель преломления, определенный иммерсионным методом; называют закон двойникования (при наличии двойников). Затем следует описание других минералов в порядке убывающего содержания в породе. Вторичные минералы описываются вслед за теми первичными, по которым они образовались.

Структура породы:

А) Характеристика общего облика породы. Указывается цвет породы, равномерность окраски, характер зернистости (ее крупность, размерность), текстура и другие общие особенности строения, степень измененности породы.

Б) Описание микроструктуры породы. Описываются взаимоотношения минералов: характер срастания, явления идиоморфизма, оплавления, коррозии и т. п. Выполняют зарисовки или делают микрофотографии. В итоге описания определяют название микроструктуры.

6. Выводы о последовательности кристаллизации минералов породы.

#### **4.2. План описания вулканической (эффузивной) породы**

1. Название породы.

2. Макроскопическое описание породы

3. Микроскопическое описание породы. Указывается общая структура породы (порфировая или афировая), определяется структура основной массы.

Дается количество выделений, их размер и характер распределения. Количество порфировых выделений оценивается в процентах от общего объема породы. Описываются также все случаи неравномерного распределения вкрапленников (гломеропорфировые срастания, полосовидные, пойкилитовые и т. п.).

4. Описание вкрапленников. Перечисляются минералы вкрапленников в порядке их убывающей распространенности с указанием относительного количества (последнее может быть дано в процентах от суммарного объема вкрапленников). Описывают каждый из минералов во вкрапленниках. Приводятся константы минералов. Указывая номер плагиоклаза, приводят результаты измерений его углов погасания.

5. Описание основной массы:

а) Общая структура основной массы. Указывается полнокристаллическая или неполнокристаллическая структура у данной породы. Для неполнокристаллических пород отмечают относительное количество микролитов и вулканического стекла. Перечисляют минералы микролитов и указывают их относительное количество.

б) Описание минералов в микролитах. Первым описывают плагиоклаз, причем приводят максимальное количество данных, характеризующих его номер (углы погасания, показатель преломления), поскольку этот номер является одним из главных классификационных признаков вулкаников.

Описывают все другие главные минералы в порядке их убывающего содержания в породе.

в) Описание вулканического стекла в основной массе или продуктов его разложения. В числе особенностей вулканического стекла указывают: цвет, прозрачность, показатель преломления по сравнению с канадским бальзамом и определенный иммерсионным методом, наличие неоднородности, присутствие стекла в стекле, форма стекловатых включений, степень замещения вторичными продуктами, количество пылевидной рудной примеси и другие свойства.

г) Описание структуры основной массы. Дается название структуры базиса. Описывается распределение микролитов, характер их ориентировки в пространстве, характер срастания их между собой и с вулканическим стеклом. Указываются текстурные особенности: наличие полосчатости, перлитовых трещин, вариолитов и сферолитов и т. п. При наличии вариолитов или сферолитов описывается их форма, характер взаимоотношения со стеклом и друг с другом, строение, состав. В случае миндалекаменной текстуры указывается их процентное содержание, размеры и форма. Описываются минералы, выполняющие миндалины, характер их распределения в миндалинах, последовательность их образования.

В заключение описания породы анализируют особенности, которые могут дать сведения об условиях ее формирования (признаки, свидетельствующие о докристаллизационной или кристаллизационной дифференциации; о ликвации; флюидальная полосчатость; опацитовые каемки; явления автометаморфизма и поствулканического метасоматоза и т. п.).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, курсовая работа по петрографии является самостоятельным исследованием студента-геолога, цель которой закрепить минералогические, кристаллооптические и петрографические методы, применяемые в изучении магматической горной породы. Овладение этими методами исследования является одной из главных задач, стоящих перед будущими петрографами и минералогами. Результатом такого исследования является диагностика горной породы. Прикладная сторона петрографии проявляется в тесной взаимосвязи ее с учением о месторождениях полезных ископаемых, которые всегда приурочены к определенным типам горных пород. Горные породы являются вмещающей средой по отношению к рудам, а часто и сами представляют собой полезные ископаемые. Исходя из вышесказанного, становится понятным важность курсовой работы по петрографии, которая не редко бывает ступенькой к будущей дипломной работе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас подводных фотографий Красноморского рифта: монография / Ю.А. Богданов, Е.В. Жулева, Л.П. Зоненшайн и др. – М.: Наука, 1983. – 136 с.
2. Гирнис, А.В. Генезис коматиитов и коматиитовых базальтов: монография / А.В. Гирнис, И.Д. Рябчиков, О.А. Богатиков. – М.: Наука, 1987. – 120 с.
3. Григорьев, Д.П. Перекристаллизация минералов / Д.П. Григорьев // Зап. ВМО. –1956. – Ч.85, № 2. – С.43–52.
4. Григорьев, Д.П. Онтогенез минералов (индивиды): монография / Д.П. Григорьев, А.Г. Жабин. – М.: Наука, 1975. – 339 с.
5. Ефремова, С.В. Петрохимические методы исследования горных пород: справочник / С.В. Ефремова, К.Г. Стафеев. – М.: Недра, 1985. – 511 с.
6. Жабин, А.Г. Онтогенез минералов. Агрегаты: монография / А.Г. Жабин. – М.: Недра, 1979. – 160 с.
7. Заварицкий, А.Н. Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород: монография / А.Н. Заварицкий, В.С. Соболев. – М.: Недра, 1961. – 383 с.
8. Залищак, Б.Л. Определение породообразующих минералов в шлифах и иммерсионных препаратах: учебное пособие / Б.Л. Залищак, Л.В. Бурилина, Р.И. Кипаренко. – М.: Недра, 1974. – 104 с.
9. Заридзе, Г.М. Петрография магматических и метаморфических горных пород: учебник / Г.М. Заридзе. – М.: Недра, 1980. – 424 с.
10. Классификация и номенклатура магматических горных пород: монография / О.А. Богатиков, В.Н. Гоньшакова, С.В. Ефремова и др. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
11. Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. Рекомендации Подкомиссии по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук: справочное издание / пер. с англ. и редакция С.В. Ефремовой. – М.: Недра, 1997. – 248 с.
12. Лапин, Б.Н. Атлас структур кембрийских вулканогенных пород Тувы: справочное издание / Б.Н. Лапин. – Новосибирск: Наука, 1972. – 137 с.
13. Малеев, Е.Ф. Вулканиды: монография / Е.Ф. Малеев. – М.: Недра, 1980. – 239 с.
14. Маракушев, А.А. Петрография: учебник / А.А. Маракушев. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 318 с.
15. Минералы: справочник: Т.5 Каркасные силикаты. Вып.1: Силикаты с разорванными каркасами, полевые шпаты / Глав. ред. Г.Б. Бокий, Б.Е. Боруцкий. – М.: Наука, 2003. – 583 с.
16. Минералогическая энциклопедия: справочник / под ред. К. Фрея; пер. с англ. А.К. Запальной, А.П. Платуновой. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.
17. Овчинникова, Л.В. Определитель вулканогенных горных пород Урала: справочное издание / Л.В. Овчинникова, А.А. Кириченко, Л.В. Голубева и др. – Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1967. – 183 с.

18. Петрографический словарь: справочник / под ред. В.П. Петрова, О.А. Богатикова, Р.П. Петрова. – М.: Недра, 1981. – 496 с.
19. Половинкина, Ю.Ир. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород: справочное издание / Ю.Ир. Половинкина. – М.: Недра, 1966.– Ч. 2, Т. I. – 424 с.
20. Попов, В.А. Практическая кристалломорфология минералов: монография / В.А. Попов. – Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1984.– 191 с.
21. Сиротин, К.М. Определитель минералов: учебное пособие / К.М. Сиротин. – М.: Высшая школа, 1970. – 264 с.
22. Татарский, В.Б. Кристаллооптика и иммерсионный метод: монография / В.Б. Татарский. – М.: Недра, 1965. – 385 с.
23. Татарский, В.Б. Определение номера плагиоклаза иммерсионным методом / В.Б. Татарский // Зап. ВМО. – 1956.– ч.85, № 2.– С. 204–208.
24. Тихомиров, П.Л. Структурное и петрологическое изучение магматических комплексов Миасского учебного полигона: учебное пособие / П.Л. Тихомиров, Т.О. Федоров, Л.Я. Кабанова и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 103 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Цели и задачи курсовой работы по петрографии магматических горных пород.....	3
2. Содержание курсовой работы и требования к ее оформлению	
2.1. Примерный план курсовой работы и ее содержание.....	5
2.2. Требования к оформлению курсовой работы.....	8
3. Основные данные по петрографическим особенностям магматических пород	
3.1. Главные породообразующие минералы.....	10
3.2. Структурные и текстурные особенности магматических горных пород.....	13
3.2.1. Структуры вулканических горных пород.....	13
3.2.2. Структуры плутонических горных пород.....	21
3.2.3. Текстуры магматических горных пород.....	22
4. План описания магматической горной породы.....	24
4.1. План описания плутонической породы.....	24
4.2. План описания вулканической (эффузивной) породы.....	25
Заключение.....	26
Библиографический список.....	27

## ПЕТРОГРАФИЯ

Методические указания по выполнению  
и оформлению курсовых работ

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 26.11.2014. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,86. Тираж 30 экз. Заказ 810/662.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.