

Водопоглощение и эффективная пористость, характеризующие наличие открытых дефектов в горной породе, имеют самые низкие показатели у плагиогранитов с порфириновой структурой (таблица 1 - №3). Хотя порфириновая структура – это неравномернозернистая структура, тем не менее, у данной разновидности гранита незначительные различия в крупности зерен минералов: порфириновые вкрапленники представлены таблитчатыми зернами микроклина 1-3 мм, редко 6-8 мм; на фоне гипидиоморфнозернистой основной массы, сложенной таблитчатыми зернами плагиоклаза 2-3 мм и неправильной, реже округлой формы зернами кварца 1-3 мм. Отсутствие вторичных изменений, минеральные и структурные особенности обеспечили низкие показатели эффективной пористости и высокое значение предела прочности при сжатии.

Для плагиогранитов (таблица 1 - №4) высокие значения водопоглощения и эффективной пористости связаны с присутствием среди гранобластовой основной массы участков порфиробластовой структуры, где около порфиробласт могут наблюдаться отодвигания, раздвигания и изгибания минералов или структурных элементов основной ткани под влиянием роста порфиробластов (кварца, иногда микроклина) [3]. Большое содержание (8-18%) и неравномерное распределение биотита в породе, обладающего совершенной спайностью и низкой твердостью, является дополнительным источником ослабления породы.

Высокие значения водопоглощения и эффективной пористости в мелкозернистых микроклиновых гранитах с гипидиоморфнозернистой структурой, (табл. 1 - № 1) очевидно связаны с большим содержанием и наличием микродефектов в микроклине.

Средняя плотность гранитов напрямую зависит от состава, типоморфных особенностей и содержания главных породообразующих минералов, и от присутствия темноцветных минералов.

Более плотными являются граниты с большим процентным содержанием натриево-кальциевых полевых шпатов в составе и присутствием темноцветных минералов.

Таким образом, изучая минералогический и химический состав гранитов, учитывая их структурно-текстурные особенности, можно косвенно оценить физико-механические свойства неметаллических полезных ископаемых на стадии предварительной оценки месторождений на облицовочный камень.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Е.К. Лазаренко, В.И. Павлишин, В.С. Мельников.* Теоритические основы учения о типоморфизме минералов. – В кн.: Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. М.: Наука, 1980.
2. *Г.М. Саранчина.* Породообразующие минералы. С-П. Университет, 1998. – 155 с..
3. *Ю.И. Половинкина.* Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. Часть первая. М.: Недра, 1966. – 237 с.

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СЫРЬЯ ДЛЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г.А.Лебедева, Г.П.Озерова

Институт геологии КарНЦ РАН

К базальтовым технологиям относятся производства каменного литья и минеральной ваты из расплавов горных пород основного-ультраосновного состава (базальтов, диабазов, габбро-диабазов, порфиритов, пироксенитов, пикритов). Технология каменного литья включает плавление сырья при 1400-1450°C, формование отливок, последующую их кристаллизацию и отжиг. Минеральную вату получают путем плавления сырья при 1500-1600°C и раздува расплава в стеклянные волокна. Химический состав сырья определяет температуру плавления, кристаллизационные свойства расплава и эксплуатационные свойства продукции.

Для производства каменного литья используют породы, содержащие (мас.%) 47-52 SiO₂, 11-14 Al₂O₃, 10-17 (FeO+Fe₂O₃), 5-12 CaO, 4,5-12 MgO, 1,5-3,8 Na₂O, 0,5-3,5 K₂O.

На основании исследования кристаллизационных свойств расплавов и стекол из горных пород Карелии и сложных шихт широкого диапазона составов, свойств каменного литья, практики камнелитейного производства для оценки однородности и качества петругического сырья по химическому составу применены две диаграммы: известная диаграмма П.Ниггли и предложенная нами катионная диаграмма Ca-Mg-(Fe²⁺+Fe³⁺). В методе П.Ниггли пересчет химического состава сырья ведется на группировки, каждая из которых включает несколько оксидов. Группировки являются основой для построения пироксенов, оливинов, плагиоклазов. При этом учитывается возможность вхождения CaO, Na₂O, Al₂O₃, SiO₂ (группа L) в плагиоклазы, часть которых при кристаллизации петругического расплава остается в стеклообразном состоянии: SiO₂, CaO, MgO, FeO, Fe₂O₃ (группа M) – в оливины и пироксены; проявление SiO₂, избыточного по отношению к этим минералам – в виде остаточного стекла (Q).

Таким образом, диаграмма П.Ниггли отражает соотношение кристаллических и стеклообразных фаз.

Все изученные составы принадлежат трем сериям диаграммы П.Ниггли (рис.1). Составы 1-й серии лежат выше линии PF и характеризуется избыточным содержанием SiO₂ в нормативном составе. Предельное

содержание $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ в составах 1-й серии 61-66%. Составы 2-й серии расположены в пироксен-плагиоклазовом поле, в пределах треугольника P-F-Tsch, не содержат избытка SiO_2 ; предельное содержание $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 57-61 вес,%. К 3-й серии относятся близкие к мономинеральным пироксеновые составы, расположенные на линии P-Tsch, а также ненасыщенные кремнеземом, лежащие несколько ниже линии P-Tsch; содержащие $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ – от 47 до 57%.

Недостатком диаграммы является объединение в одну группу М катионов Ca, Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , имеющих различное влияние на свойства расплава, процесс минералообразования и свойства продукции. Эти особенности катионов раскрывает катионная диаграмма Ca^{2+} - Mg^{2+} - $(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+})$, отражающая соотношение катионов-модификаторов в атомных процентах.

Каждый состав характеризуется положением точек на 2-х диаграммах. Соответственно этому выделяются поля составов с различной очередностью минералообразования и различными свойствами. Первая цифра указывает область (серию) на диаграмме П.Ниггли, вторая – поле на катионной диаграмме (рис. 1).

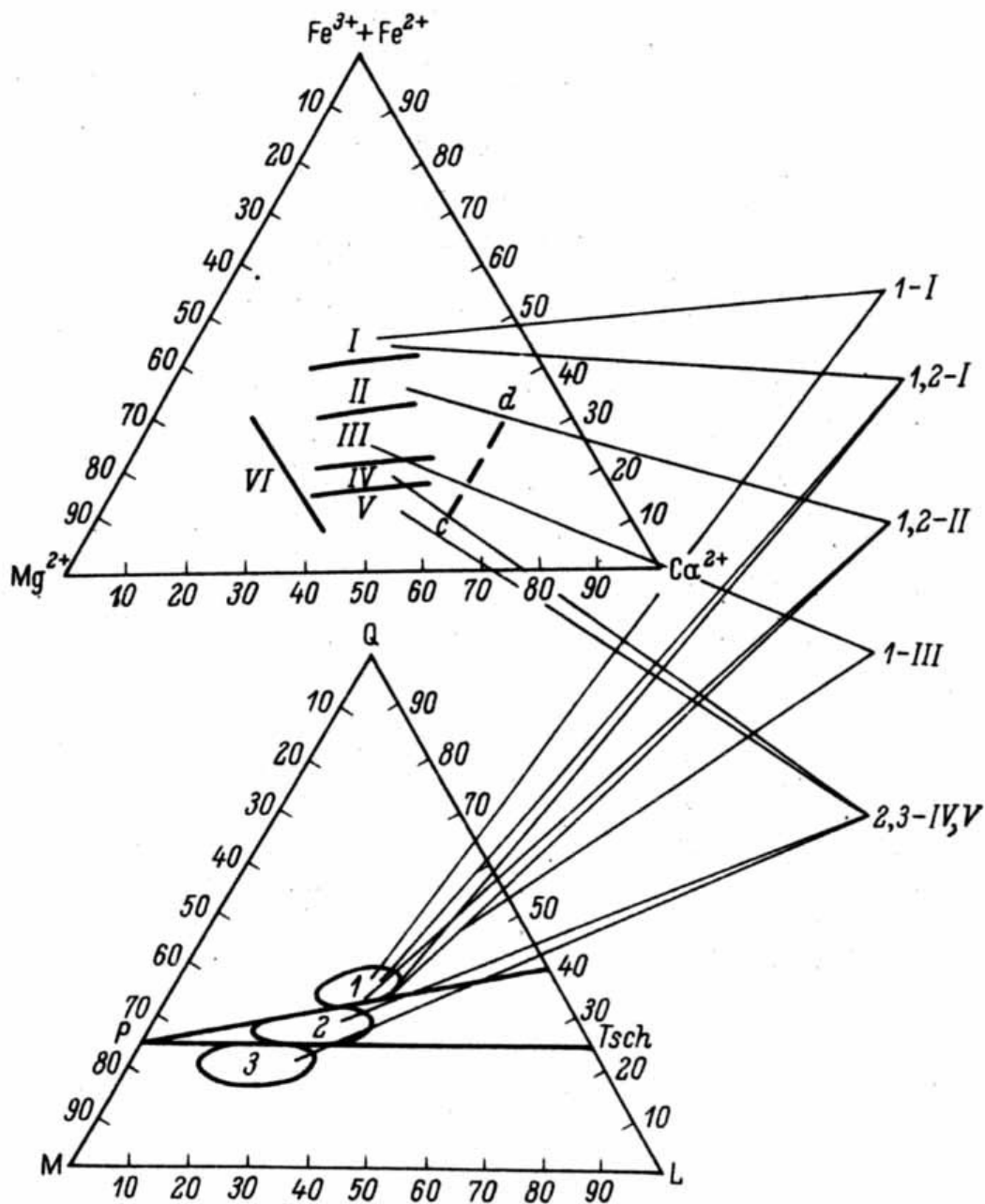


Рис. 1. Классификация сырья для производства каменного литья. 1-I – кислотоупорный порошок; 1, 2-I – мелкогабаритное каменное литье; 1, 2-II – среднегабаритное литье; 1-III – крупногабаритное и центробежное каменное литье, петроситаллы; 2,3-IV, V – термостойкое литье с высокой кислотостойкостью

1,2-1 – поле основных пород (базальтов, диабазов), при кристаллизации расплавов которых первым выделяется магнетит, то есть поле первичной кристаллизации магнетита. Стекла, полученные при закалке этих расплавов в воде, рентгеноаморфны и ферромагнитны, магнитная восприимчивость порядка $(8-30) \cdot 10^{-3}$. Это свидетельствует о присутствии в стекле зародышей кристаллов магнетита. Магнетит инициирует процесс расслоения расплавов I серии с образованием капель пироксенового состава и кислотостойкой плагиоклаз-кремнеземистой матрицы. Ликвационная структура обуславливает высокую химическую стойкость закаленных стекол (кислотостойкость в 20%-ной HCl > 90%). Составы являются оптимальными для получения кислотоупорного порошка методом грануляции расплава в воду (1-I) и мелкогабаритных плиточных изделий (половой и облицовочной плитки – 1,2-I), но непригодны для крупногабаритного и центробежного литья из-за низкого содержания кристаллической фазы и высоких напряжений в отливке, возникающих в период формирования в результате высокой скорости кристаллизации магнетита.

3-I – поле первичной кристаллизации магнетита для составов с высоким содержанием пироксеновой фазы в отливке. Эти составы не целесообразно использовать в петрургии, так как из-за высокой скорости объемной кристаллизации отливки при формировании растрескиваются.

Граница на катионной диаграмме между магнетитовым (I) и пироксеновыми полями (II – V) проходит при относительном содержании катионов железа 38-42%.

Стекла пироксенового поля, полученные закалкой расплава в воде, характеризуется низкой магнитной восприимчивостью и низкой кислотостойкостью.

Составы поля 1,2-II, лежащие близ фазовой границы, имеют высокую объемную скорость кристаллизации при достаточно большом количестве магнетитовых центров. Их целесообразно использовать для производства фасонных изделий методом статического литья (брусчатка, плиты тротуарные, футеровка гидроциклонов). Менее пригодны эти составы для центробежного литья.

Составы поля 1,2-III с меньшим содержанием $Fe^{2+}+Fe^{3+}$ являются лучшими для литья крупногабаритных полых изделий центробежным способом, так как при введении нуклеатора (хромита) обеспечивается достаточно полная кристаллизация расплава в период формирования при минимальном развитии напряжений. Кроме того, расплавы этого поля склонны к переохлаждению и кристаллизации стекла при нагревании «снизу». Поэтому их можно использовать для производства плитки по ситальной технологии, например, методом полужидкой подпрессовки, проката.

При плавлении и кристаллизации в окислительной атмосфере эти составы пригодны для получения петроситаллов с иризирующей поверхностью.

Поля 2,3-IV, V включают составы, обеспечивающие высокое содержание пироксеновой фазы в отливках при низком содержании магнетита, что позволяет получать из составов этого поля плитку с повышенной эксплуатационной термостойкостью при высокой кислотостойкости. Составы полей IV, V различаются по характеру кристаллизации стекол при термообработке «снизу». Стекла поля IV кристаллизуются объемно с образованием крупнозернистой структуры. Стекла поля V кристаллизуются с поверхности.

Границы полей I-V на катионной диаграмме имеют наклон к углу Mg^{2+} , что обусловлено меньшей степенью усвоения катионов железа в магнезиальных авгитах.

Составы 2,3-серии, обогашенные CaO (относительное содержание $Ca^{2+}>60\%$), при высокой термостойкости имеют пониженную кислотостойкость из-за кристаллизации силикатов кальция (воластонита $CaSiO_3$ и др.).

Составы поля VI независимо от положения на диаграмме П.Ниггли не рекомендуется применять для каменного литья, так как высокое содержание магния увеличивает температуру плавления и приводит к выделению оливинов, вызывающих брак изделий и снижающих кислотостойкость материала.

Эти же недостатки имеют составы, удаленные вниз от линии P-T_{sch}.

Для производства минеральной ваты применяются основные – ультраосновные горные породы и сложные шихты следующего химического состава (мас, %): 42-49 SiO₂, 7-12 (FeO+Fe₂O₃), 9-20 CaO, 9-18 MgO, 0,5-2,5 Na₂O, 0,2-1,5 K₂O.

На основании исследований, проведенных в Институте геологии и технологических испытаний в Институте ВНИИтеплоизоляция [2], а также данных по составам минеральной ваты в России и за рубежом [3, 4] на диаграммах выделены области оптимальных составов для минераловатного производства (рис.2).

На диаграмме П.Ниггли они относятся к 3-й серии, т.е. близки к мономинеральным пироксеновым составам. На катионной диаграмме находятся в пределах IV, V частично III полей и ограничены относительным содержанием Mg^{2+} – 60%.

Составы в пределах выделенных полей удовлетворяют требованиям к сырью по температурам плавления (1260-1300°C), низкой скорости кристаллизации и вязкости расплавов (6-8 пуаз при 1400°), полученное из них волокно достаточно водостойко (показатель рН=2,4-2,5), что определяет его долговечность.

Составы с относительным содержанием Mg^{2+} более 60% тугоплавки и имеют повышенную кристаллизационную способность вследствие выделения магнезиального оливина в процессе выработки. Такие технологические особенности магнезиальных расплавов затрудняют получение из них минерального волокна по одноконтурной схеме.

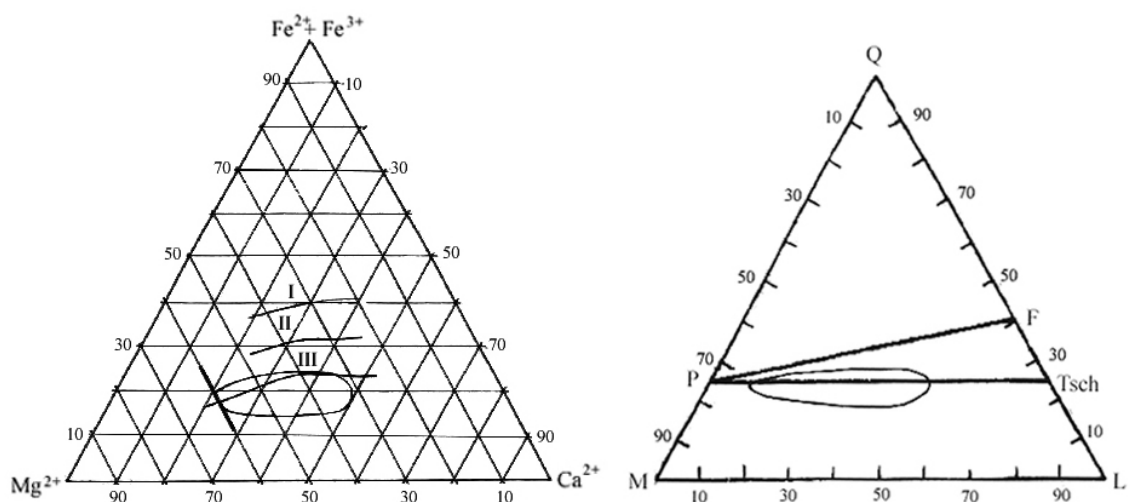


Рис. 2. Составы сырья для производства минеральной ваты

Высококальциевые составы, получаемые главным образом, на основе доменных и других шлаков с подкислителями (горными породами основного состава) имеют пониженную водостойкость, и, соответственно, менее долговечны.

Таким образом, разработанные диаграммы позволяют оценить однородность и качество сырья для базальтовых технологий на ранних стадиях геологоразведочных работ, а также рассчитать необходимые добавки с целью перевода составов сырья в область оптимальных для производства различных видов изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.А.Лебедева, Г.П.Озерова, Ю.К.Калинин. Классификация петруггического сырья. Л. «Наука», 1979. – 120 с.
2. Г.А.Лебедева, А.П.Светов. Пикритовые базальты – перспективный вид сырья для производства минеральной ваты. //Комплексное и рациональное использование минерального сырья Карелии. Петрозаводск, 1986. – С.50-62.
3. Батанова А.М., Граменицкий Е.Н., Земцов А.Н. и др. Состав и физико-химические свойства стекловидных волокон на основе базальта. //Труды международной научно-практической конференции. Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее. Т. III. М.2003. – С.243-248.
4. Сырье для производства минеральной ваты в СССР. Каталог-справочник . Вильнюс. 1977. – 106с.