

УДК 551.26 (477)

Инженер СЕДОВА Е. В. (ДонНТУ)

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ГРАНИТОИДОВ ПРИАЗОВЬЯ В СВЯЗИ С МЕТАСОМАТИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ

Гранитоиды Приазовского кристаллического массива отличаются разнообразием по условиям образования, минеральному, химическому составу, металлогенической специализации. В последние десятилетия существенно изменились подходы к их классификации. Большинство исследователей взамен деления гранитоидов на геосинклинальные и платформенные приняли схему стадийности гранитообразования, связанной с ареально-поясовым формированием земной коры.

При проведении поисковых и геологоразведочных работ в пределах крупных геологических структур большое внимание уделяется корреляции вещественного состава комплексов пород с их возрастом и положением в общей стратиграфической схеме. Комплексные исследования геологического положения гранитоидных массивов, особенностей их петрографического и геохимического состава, наряду с геохронологическими данными, позволяют восстановить условия формирования структур и их рудоносность.

Наиболее перспективным с точки зрения рудоносности считались и остаются породы каменноугольного комплекса. Он представлен биотитовыми, амфибол-биотитовыми и мусковит-биотитовыми гранитами, образующими четыре разобщенных штокообразных массива в пределах Центрального Приазовья: Каменные Могилы, Екатериновский, Стародубовский и Новоянисольский, имеющие много общего в геологическом строении и петрографическом составе.

В структурном плане четыре названных массива находятся в пределах Центрально-Приазовского синклинория и приурочены к крупным тектоническим узлам. Они представляют собой штокообразные, дискордантные по отношению к вмещающим гнейсам и мигматитам интрузии и характеризуются резкими секущими контактами.

Возраст гранитов каменноугольного комплекса составляет 1800 млн. лет и свидетельствует об их принадлежности к дайковому комплексу (PR₃) протерозойской акротеме и мезопротерозойской зонотеме [1].

Стародубовский массив расположен в среднем течении реки Берда, восточнее с. Стародубовка. Образует штокообразное тело овальной формы площадью 4 км², несколько удлиненное в субширотном направлении. Приурочен массив к пересечению двух зон глубинных разломов: Ольгинской северо-восточного субмеридионального простирания и Куйбышевской – северо-западного. Массив не имеет коренных выходов на земную поверхность – перекрыт толщей суглинков мощностью 5–11 м.

Контакты гранитов с вмещающими гнейсами и мигматитами достаточно четкие, в зоне экзоконтакта осветлены за счет альбитизации. В зонах контактов отмечается смятие и милонитизация как пород массива, так и вмещающей толщи.

Сложен массив светло-серыми с розоватым оттенком средне-крупнозернистыми мусковит-биотитовыми гранитами. Значительно менее распространены амфибол-биотитовые разности и апограниты.

Характерной особенностью Стародубовского массива является почти полное отсутствие в пределах массива жильных образований, за исключением маломощных пегматоидных и кварцевых жил в зоне эндоконтакта. Породы в зоне экзо- и эндоконтакта массива в различной степени альбитизированы, грейзенизированы и окварцованы.

Екатериновский массив обнажается в верхнем течении р. Кальчик у с. Екатериновка. Массив расположен на пересечении трех тектонических структур: Малоянисольской зоны

повышенной трещиноватости северо-западного направления, субширотного Зачатьевского сброса и Мануильского субмеридионального разлома. Форма его близка к овальной (8,5x4 км), удлинённой в субмеридиональном направлении. Площадь около 30 км².

Наиболее широко в массиве распространены розовые разномзернистые биотитовые граниты порфировидного облика. Порфировидные выделения представлены микроклиноптеритом. Граниты вмещают многочисленные жилки аплитов и пегматитов. В пегматитах встречаются гнезда с топазом и зеленой слюдой; трещины выполнены флюоритом.

В центральной части массива преобладают граниты неравномерно-зернистые, от среднезернистых до пегматоидных, в приконтактных частях – более мелкозернистые. В зонах контактов гранит интенсивно изменен с юга, запада и востока, окаймляется полосой катаклазированных пород. Здесь развиты зоны милонитизации и окварцевания. Последние, в том числе и кварцевые жилы, отмечаются и во вмещающих породах. Широко развиты процессы альбитизации, биотитизации, грейзенизации.

Новоянисольский массив расположен в двух километрах юго-восточнее с. Новоянисоль и имеет маломощные выходы по склонам б. Михайловской. В плане имеет неправильную форму, занимаемая площадь около 6–7 км². Залегает массив среди перемятых окварцованных мигматитов в приконтактных частях густо инъецированных гранитоидными прожилками. В пределах массива отмечаются ксенолиты вмещающих пород.

По внешнему облику новоянисольские граниты сходны с гранитами Екатериновки, имеют розовую окраску и хорошо выраженную порфировидную структуру. Представлены биотитовыми, амфибол-биотитовыми и роговообманковыми разновидностями. В этом массиве, в отличие от других массивов этого типа, метасоматические процессы слабо развиты и граниты относятся к биотит-роговообманковой разновидности, близкой к роговообманково-биотитовым гранитам Каменных Моги. Среди гранитов встречаются небольшие пегматоидные выделения. Отмечается слабое проявление альбитизации и окварцевания, приуроченных к мелкозернистым роговообманковым гранитам с пегматоидными выделениями.

Каменноугольный массив расположен в верховьях реки Каратыш и выражен в рельефе двумя скальными хребтами, прослеживающимися на 2,5 км в северо-западном направлении. Это штокообразное, овальное в плане тело площадью около 11 км², вытянутое с юго-востока на северо-запад вдоль Каменноугольной зоны разломов. Массив приурочен к участку пересечения этой зоны с субмеридиональным разломом. Обнажена только южная часть массива, а северная вскрыта бурением. Контакты гранитов массива и вмещающих гнейсо-мигматитов западно-приазовской серии четко-секущие [2].

Таким образом, формирование пород каменноугольного комплекса приурочено к тектонически-активным участкам Приазовского блока. Они образовались в узлах пересечения зон разломов. Приурочены эти интрузии к тектоническим зонам северо-западного (305–315°) и субширотного простирания, на уровне современного среза имеют эллипсоидную, вытянутую вдоль разломных зон, форму. Массивы имеют сходное геологическое строение, состав и зональность, проявленную в том, что центральные части массивов сложены крупнозернистыми розовыми биотитовыми гранитами, порфировой структуры с вкрапленниками калиевого полевого шпата, а в приконтактных частях развиты средне- и мелкозернистые разновидности гранитов. С глубиной двуслюдяные граниты переходят в биотит-роговообманковые разновидности.

Наиболее распространенными разновидностями пород во всех четырех массивах являются среднезернистые порфировидные биотитовые граниты. Менее распространены и присутствуют не во всех массивах биотит-мусковит-альбитовые граниты (апограниты), кварцевые и кварц-мусковитовые альбититы, грейзены, мелкозернистые биотитовые и роговообманковые граниты. Процессы биотитизации и микроклинизации, вероятно, близки во времени и отделены от остальных постмагматических процессов описываемых гранитов

перерывом. В площадном развитии оба процесса тесно связаны друг с другом и вызваны действием высокотемпературных щелочных калиевых растворов, обогащенных на первом этапе железом. Вероятно, микроклинизация сменяет биотитизацию по мере изменения потенциала железа в растворах [3].

Розовые порфиroidные биотитовые граниты развиты во всех четырех массивах и являются самыми молодыми гранитоидными образованиями. Это мелко- и среднезернистые часто порфиroidные, незначительно альбитизированные и грейзенизированные породы, с массивной текстурой и гипидиоморфнозернистой, иногда порфиroidной структурой. Состав породообразующих: кварц 30-35%, микроклин 25-30%, плагиоклаз 20-25%, биотит 3-5%, альбит 1-3%, флюорит, топаз до 1%. Из аксессуарных присутствуют ортит, ильменит, апатит, колумбит. Отличие в химическом составе по отдельным породообразующим окислов незначительны и составляют 3-5%.

Следует отметить, что типичные розовые порфиroidные биотитовые граниты во многих местах изменены наложенными процессами – микроклинизации, альбитизации, грейзенизации. Наряду с фациальной изменчивостью пород, имеющей, как правило, очень постепенные переходы, во всех четырех массивах гранитов каменноугольного типа наблюдаются метасоматические преобразования пород, проявившиеся в различной степени. Более широко развиты и представлены процессы кислотно-щелочного метасоматоза в породах Стародубовского и особенно Каменноугольного массивов.

Для таких гранитов характерно наличие двух генераций ряда породообразующих минералов. Так, более ранний микроклин имеет плохо сдвойникованную решетку и сильно пелитизирован. Замещающий его, более поздний микроклин, имеет четкое решетчатое строение и пертитовые вроски альбита. Структура микроклина и микроклин-пертита несовершенная, решетчатая, участкового развития, шахматно-пятнистого типа. Содержание анортитового компонента не превышает 1%, альбитового - меняется от 18 до 35%.

Плагиоклаз играет несколько большую роль, причем наряду с разными корродированными зернами олигоклаза, появляется альбит-олигоклаз №8-12 и более поздний альбит №6-8, замещающий псевдоморфно ранее образованные кристаллы. Наблюдаются зональные плагиоклазы с более основным ядром и существенно альбитовой оторочкой.

Биотит представлен крайне железистой разновидностью с высоким содержанием алюминия (сидерофиллит или сидерофиллит-лепидомелан) [4]. Почти постоянно он содержит существенную примесь Li_2O (0,4% и больше) и зачастую переходит в литиевый сидерофиллит или протолитионит. Заметно повышено, как правило, и содержание фтора. Биотит ранней генерации - красно-бурый, заметно хлоритизирован и мусковитизирован. Другой биотит - свежий темно-зеленый, его чешуйки расположены по микротрещинкам и интерстициям в тесной ассоциации с флюоритом и топазом.

Микроклинизированные биотитовые и мусковит-биотитовые граниты широко развиты в пределах трёх массивов (Каменноугольский, Екатериновский, Стародубовский) и имеют с порфиroidными биотитовыми гранитами плавные, подчас незаметные переходы. Основным их отличием является заметное увеличение микроклина (до 40-45%) поздней генерации, иногда образующим порфиroidные перистой и табличатой форм. Биотит темно-зеленый, свежий, образует иногда также перестые (копьевидные) и крупно чешуйчатые выделения. Мусковит характеризуется повышенным содержанием железа ($FeO+Fe_2O_3$ больше 9%) с преобладанием Fe^{2+} над Fe^{3+} [2]. Это означает, что в процессе минералообразования преобладали восстановительные, а не окислительные условия. Содержание мусковитов в данных гранитах 1-2%. Увеличивается содержание флюорита, топаза, цирколита и колумбита. Обилие мелких округлых зерен кварца и олигоклаз-альбита придает основной массе породы аплитовидный облик.

Процессы альбитизации и грейзенизации привели к образованию типичных апогранитов с редкометальной минерализацией.

Альбитизированные светло-розовые биотит-мусковит-альбитовые граниты (апограниты) развиты локально в пределах Каменноугольного и значительно шире в Стародубском массивах. На площади первого они представлены небольшими участками в его юго-восточной эндоконтактной части, на втором отмечены большими участками в различных частях массива. Это светло-розовые или желтоватые породы, связанные с предыдущими разностями гранитов постепенными переходами. Здесь, также, как и в последующих альбититах и грейзенах, наиболее полно получили свое развитие процессы метасоматоза. В этих гранитах постепенно возрастает роль поздней альбитизации, вплоть до полного замещения раннего плагиоклаза. Ведущую роль начинает играть мелкозернистый лейстовый альбит №4-8. Биотит ранней генерации полностью замещается поздним биотитом и мусковитом. Значение (и количество) микроклина заметно убывает. Для этой разности апогранитных метасоматитов характерны повышенное содержания флюорита и колумбита. Содержания последнего особенно заметно возрастают в породах Стародубского массива. Кварцевые и кварц-мусковитовые альбититы локально развиты только в двух массивах. На Каменных Могилах это небольшие тела и жильные образования, встречающиеся вблизи северо-восточного и южного эндоконтактов интрузии. Причем, кварцевые альбититы преимущественно жильные образования, а кварц-мусковитовые разности образуют небольшие тела с плавными переходами от биотит-мусковит-альбитовых апогранитных метасоматитов. В экзоконтакте северной части Стародубского массива вскрыта жилородное тело кварцевого альбитита с переходом в мусковит-альбититовый метасоматит (апогранит). Это тело сечет вмещающие породы гнейсо-мигматитового комплекса, в контакте альбитизированные. Кварцевые альбититы сложены мелкозернистым кварцем (30-40%) и лейстовым альбитом №4-6 (60-70%). Кварц-мусковитовые альбититы сложены мелкозернистым и реликтовым крупнозернистым кварцем (10-15%), зеленовато-желтым мусковитом в виде мелкочешуйчатых и лучистых копьевидных образований (10-30%), лейстовым альбитом №4-6 (50-80%). Крупнозернистый кварц прорастает мелколейстовым альбитом и мусковитом. Кроме того, в этих разностях альбитов отмечается мелкочешуйчатый и копьевидный черный биотит и реликты или порфириобласты микроклина, как правило, сильно замещенного лейстовым альбитом, мусковитом, кварцем.

Грейзенизированные граниты имеют ограниченное распространение в пределах Каменноугольного и Екатериновского массивов. Причем, в аналогичных породах Екатериновского массива, грейзенизация проявлена слабо. По микроклинам второй генерации с реликтами ранних плагиоклазов и микроклинов развивается грейзенизация, которая проявлена, в основном, как интенсивная биотитизация пород. Это позволяет четко разделить сходные породы двух массивов. Породы же Каменноугольного массива - это типичные грейзены, тесно связанные с апогранитами и альбититами постепенными переходами. В процессе изучения вещественного состава, текстурных и структурных особенностей каменноугольных гранитов, нами установлено, что для массива характерно зональное строение. Центральные его участки сложены более крупнозернистыми, местами пегматоидными гранитами, а периферические - несколько обособленными мелкозернистыми грейзенизированными разностями, но по своему составу очень близкими к порфириовидным биотитовым гранитам. Мощности этих грейзеновых проявлений незначительны (0,5-1,0 м редко более) и представлены они кварц-биотитами, кварц-биотит-мусковитовыми и кварц-мусковитовыми разностями, где содержания этих интервалов сильно варьирует. Вблизи контактов гранитов с вмещающими мигматитами зачастую образуются зоны мощностью до 30м и больше, сложенные породами, обогащенными биотитом с характерной такситовой структурой [3]. Ближе к контакту биотитизированные такситовые граниты сменяются микроклинизированным либо грейзенизированным более крупнозернистым гранитом. Здесь же, в зоне эндоконтакта (особенно в северной, северо-восточной части), наблюдаются линзы мощностью 10-25см флюорит-кварц-мусковитового грейзена, которые обнаруживают

пространственную связь с аплит-пегматитовыми жилами. Данные бурения в интенсивно грейзенизированных зонах свидетельствуют о затухании этих процессов замещения с глубиной. Максимально окварцованные грейзенизированные граниты на глубине 40–65 м от поверхности сменяются альбититами, а примерно с 80 метров прослеживаются обычные крупнозернистые граниты.

Для грейзенов характерно значительное накопление аксессуарных минералов, в частности, топаза, флюорита и метамиктового циркона. Топаз представлен таблитчатыми и неправильной формы зернами размером 0,8-1 мм в поперечнике, часто трещиноватыми и корродированными кварцем и бесцветными слюдами. Циркон в гранитах этого типа характеризуется зональным строением, часто метамиктно разрушен, содержит мелкие включения красно-бурого торита. В шлифах циркон полупрозрачный или желтый, с повышенным удлинением (2–3) и образует правильные призматически-бипирамидальные кристаллы, размером 0,08–0,5 мм по длинной оси. Все грейзеновые образования содержат повышенные количества флюорита. Содержание флюорита в грейзенах достигает 10 кг/т и более. Высокотемпературный флюорит из краевых частей массива образует обычно неправильной формы кристаллы размером 0,1–0,4 мм и содержит массу включений разложившегося торита. Встречен также и зональный флюорит, в котором только центральная часть зерен содержит включения торита. Флюорит и топаз являются типоморфными минералами грейзенизированных гранитов, причем период кристаллизации топаза отвечает стадии грейзенизации, а флюорит образуется в течение более длительного времени, ассоциируя с биотитом в такситовых гранитах, и максимально накапливается в грейзенах.

Для химического состава гранитов Каменноугольского комплекса в целом характерно очень высокое содержание кремнезема и щелочей при заметном преобладании калия над натрием. Они весьма высокоглиноземистые (5,97), коэффициент фракционирования $K_f=0,92$. Для данных гранитов характерны низкие (по сравнению со средними по Р.Дэли) содержания CaO , MgO , Fe_2O_3 , несколько понижены FeO , Al_2O_3 .

На диаграмме В.А.Кутолина породы комплекса ложатся в основном, в поле промежуточных и приближенном к нему базальтоидных ассоциаций, что позволяет предположить о незначительных глубинах формирования интрузивов. На трендовой диаграмме Л.С.Бородина каменноугольские граниты легли в основном, в поле субщелочных пород, частично щелочно-земельных. Граниты Новоянисольского массива, в частности, в основном легли в поле щелочно-земельных пород.

Жильные тела каменноугольского комплекса представлены пегматитами, пегматоидными гранитами и гранит-аплитами. Характерным для пегматитов является небольшая мощность (до 10 м) тел и субвертикальное залегание.

Пегматиты имеют розовый, мясо-красный или розово-серый цвет, крупнозернистую или пегматоидную структуру. Средний минеральный состав этих пород (%): микроклин-пертит – 50-70, альбит-олигоклаз – 5-10, кварц – 25-40, биотит – 0-10; аксессуарные: циркон, ортит, флюорит, магнетит, гематит, монацит, касситерит, турмалин; второстепенные: гидроокислы железа.

В шлифах протоочных проб мясо-красных пегматитов установлено (г/т): магнетит – 21,0, биотит – 2111,7; амфиболы – 1041,6; монацит – 2276; циркон – 719; апатит – 898; ильменит – 10; пироксен – 19; турмалин – знаки; хлорит – знаки, муасанит – зн., гидроокислы железа – зн.

Жильные тела гранит-аплитов распространены меньше. Розовые, розово-светло-серые мелко и среднезернистые жильные гранит-аплиты имеют в среднем (%): микроклин, микроклин-пертит – 35-60, олигоклаз, альбит-олигоклаз – 10-25, кварц – 20-40, биотит – 0-15, мусковит – 0-3; аксессуарные: циркон, монацит, апатит, магнетит, гранат, ильменит, второстепенные: серицит, гидроокислы железа, пелитоморфный агрегат, хлорит.

По петрографическим характеристикам пегматиты, гранит-пегматиты, гранит-аплиты каменногильского комплекса весьма высокоглинистые породы $al'=21,28$, щелочные $(Na_2O+K_2O) = 8,49$, калиево-натриевой серии $Na_2O/K_2O = 0,85$, коэффициент фракционирования $Kф = 0,92$ [5].

По сравнению с гранитами всех периодов (по Дели) и других комплексов для жильных гранитоидов каменногильского комплекса характерен пониженный состав CaO , MgO , Fe_2O_3 и немного повышенный состав щелочей при явном преимуществе калия над натрием. Относительная кислотность Ac пегматитов выше, чем у жильных гранитов и аплитов.

В протолочных пробах розовых жильных гранит-аплитов обозначено (г/т): магнетит – 18773, ильменит – зн., биотит – 19357, карбонат – 3803, амфибол – 13852, циркон – 321, сульфиды – 36051, полевой шпат, иногда в сростках с кварцем – 892905, апатит – 9953, сфен – 1721, гидроокислы железа – зн., гематит, эпидот – знаки, монацит – 1995, гранат – зн., рутил – зн., лейкоксен – 273, турмалин – зн. [5].

Обобщая характеристику массивов каменногильского комплекса можно отметить:

- общую структурную позицию - все массивы несогласно залегают среди древнейших супракрустальных пород, образуя небольшие трещинные штоки, обычно имеющие ориентировку согласную с разломами;
- породы массивов имеют значительное сходство структурно-текстурных и петрохимических особенностей, их минерального состава;
- присутствие в гранитах таких летучих компонентов, как фтор и литий – широкое развитие флюорита, топаза, цинвальдита и литеевой слюдки;
- широкое развитие натриевого метасоматоза, приведшего к альбитизации калиевых полевых шпатов;
- ни одна из даек средне-основного состава не сечет массивы, хотя иногда некоторые подходят к ним (например, Екатериновский массив);
- граниты имеют четко выраженную редкометальную и редкоземельную специализацию.

Всеми исследователями гранитоиды данного комплекса относятся к формации лейкогранитов.

Петрографические и петрохимические данные свидетельствуют о том, что гранитоиды каменногильского комплекса являются продуктами кристаллизации коровых магм на сравнительно небольших глубинах. Рудогенез связан с эманационной дифференциацией и постмагматическим метасоматозом. Поисковыми петрографическими признаками являются: резкое преобладание калиевого полевого шпата над плагиоклазами, высокое содержание кварца и высокая железистость темноцветных минералов, восстановительные условия, а также присутствие характерных акцессорных минералов: топаза, циркона, шеелита, флюорита, монацита, касситерита, ильменита, турмалина и др.

Литература

1. Есипчук К.Ю., Щербак Н.П., Глеваський Е.Б. та інші. Уточнення кореляційної стратиграфічної схеми докемрію Українського щита // *Минералогический журнал*. - 1999. - №1. - С.5-19.
2. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / Есипчук К.Е., Шеремет Е.М., Зинченко О.В. и др. - Киев: Наукова думка, 1990. - 236 с.
3. Ляшкевич З.М. Метасоматиты Восточного Приазовья. – Киев: Нук. думка, 1971. – 210 с.
4. Минералогия Приазовья / Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др. - Киев: Наук. думка, 1981. – 432 с.
5. Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200000. Серія: Центральноукраїнська. Аркуш L-37-VII(Бердянськ) / Бородиня Б. В., Князькова І. Л., Єсипчук К. Ю., Глеваський Є. Б., та ін - Київ, Геоінформ, 2003. – 240 с

© Седова Е. В., 2007