

О ГЕНЕЗИСЕ БЕРДИЧЕВСКИХ ГРАНИТОВ

Е.В. Петриченко, А.Н. Пономаренко, А.И. Самчук

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины
03680, Киев, Украина, просп. акад. Палладина, 34
E-mail: pan@igmof.gov.ua*

В статье приведена петрографическая, минералогическая и геохимическая характеристика бердичевских гранитов, образовавшихся в результате гранитизации пород березнинской толщи днестровско-бугской серии. На примере взаимоотношения гранитоидов и метаморфических пород, представленных в карьере с. Жежелев, сравнения их химических и геохимических характеристик, показано, что гранат-биотитовые гнейсы, являются основным субстратом для гранитоидов. При гранитизации имели место как метасоматические процессы, так и процессы плавления. В гранат-биотитовых гнейсах сначала появляются наиболее кислые расплавы кварц-полевошпатового состава, которые, взаимодействуя с гранат-биотитовыми гнейсами как бы съедают их путем магматического замещения. В результате последние сохраняются в виде отдельных реликтов либо полностью замещаются гранитами.

Вступлення. Бердичевські граніти – своєобразні породи, о которых Ю.Ир. Половинкина сказала [11]: "состав бердичевской породы не соответствует обычному составу гранитов и называть ее гранитом можно лишь условно". Впервые на необычный гранит с гранатом обратил внимание К.М. Феофилактов, назвав его бердичевским и определив распространение от с. Райки через Скригловку, Бердичев, Хажин, Жежелев, Глуховцы, Бродецк до Медведовки [16]. В тектоническом плане бердичевские граниты занимают северную часть Днестровско-Бугского мегаблока, междуречье рек Тетерев, Южный Буг и Случь (рис. 1).

Эти породы характеризуются присутствием кордиерита, впервые обнаруженного В.И. Лучицким. Ранее кордиерит принимали за кварц или олигоклаз. Наряду с гранатом и кордиеритом тут присутствуют силлиманит, графит, андалузит.

Бердичевские граниты изучали многие исследователи, однако, единой версии об их происхождении нет. Н.И. Безбородько, Л.Г. Ткачук, Н.П. Семеновко, И.Б. Щербаков признавали их интрузивный генезис. В.И. Лучицкий считал [8], что существовала общая магма серых гранитов, которая на

сравнительно малой глубине дала начало житомирским гранитам, более глубинные гранитные магмы дали начало бердичевским гранитам, а на еще большей глубине появились интенсивно контаминированные и гибридизированные породы чарнокитового типа. И.С. Усенко также считал [15], что житомирские граниты, распространенные севернее бердичевских, генетически связаны с ними. Н.П. Щербак, однако, показал [17], что житомирские граниты наблюдаются среди бердичевских в виде секущих жил и, по данным изотопного возраста, моложе бердичевских. С.М. Доброхотов считал [2] бердичевские граниты результатом магматического замещения глинисто-мергелистых осадков, а Половинкина Ю.Ир. [11] – бластитами, образованными путем метасоматической гранитизации без расплавления пород. К выводу о немагматическом происхождении бердичевских гранитов пришли и Е.М. Лазько с соавторами [4], называя их биотито-гранатовыми бластитами.

Большинство исследователей все же считают, что решающим фактором возникновения бердичевских гранитов служил анатексис вмещающих пород гранат-биотитового состава, а кордиерит был заимствован из вмещающих пород метапелитового состава. Ю.Ир. Половинкина отрицает факт обогащения кордиеритом бердичевских гра-

© Е.В. Петриченко, А.Н. Пономаренко,
А.И. Самчук, 2011

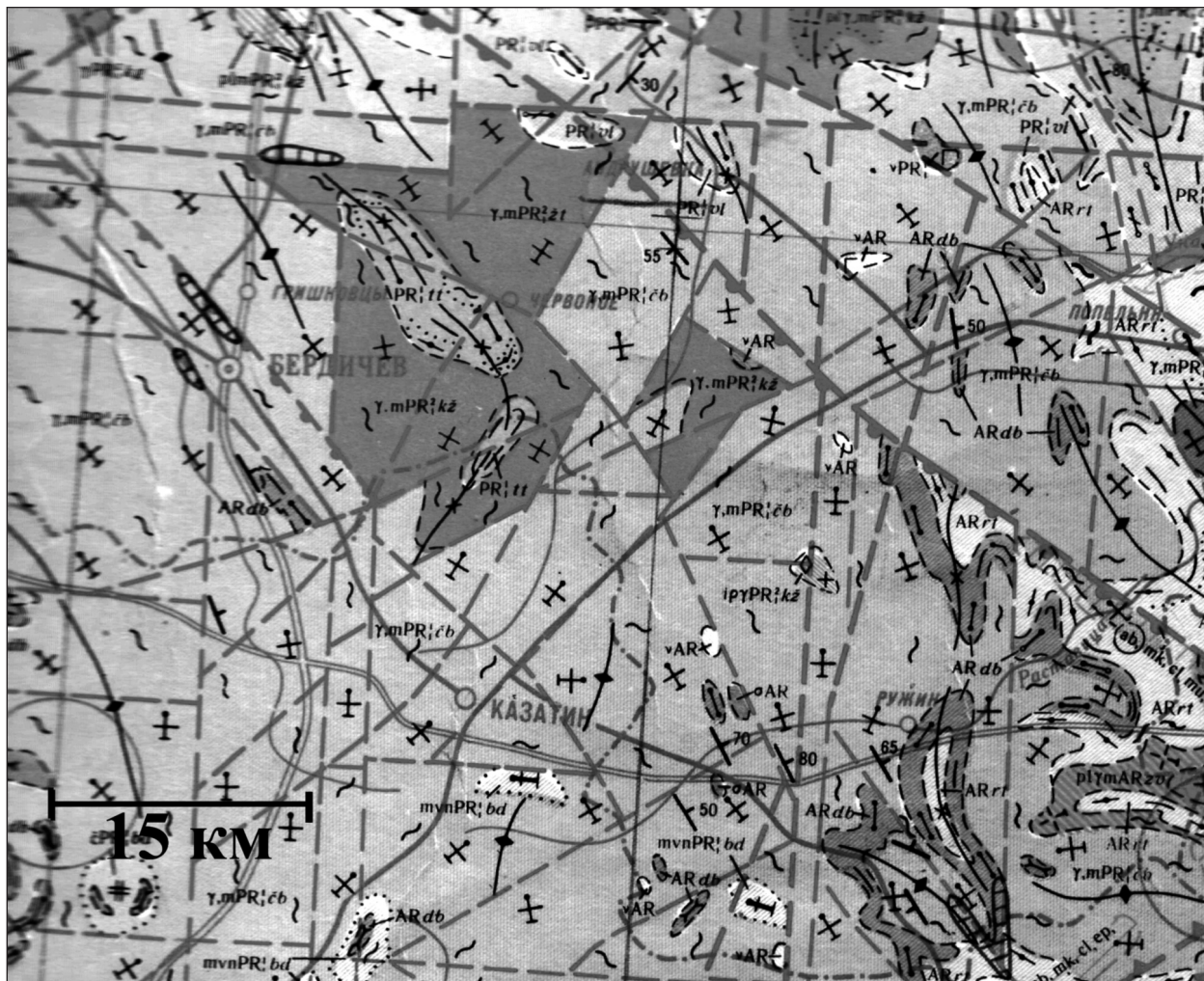


Рис. 1. Область распространения бердичевских гранитов в западной части УЩ: 1 – бердичевские граниты и мигматиты, 2 – метаморфические породы березнинской толщи днестровско-бугской серии, 3 – винницыты, 4 – эндербиты, 5 – рапаквивидные граниты коростенского комплекса

нитов за счет кордиерита метапелитов и считает, что кордиерит появляется в бердичевских гранитах при метасоматозе [11].

Цель работы. Определить ту версию происхождения бердичевских гранитов, которая наиболее соответствует имеющемуся фактическому материалу, и установить, принимали ли участие гиперстеновые кристаллосланцы в образовании бердичевских гранитов. Нами отобраны пробы из карьера с. Жежелев, где представлены практически все разновидности пород бердичевского комплекса – бердичевские граниты, мигматиты, лейкократовые граниты и вмещающие метаморфические породы березнинской толщи (кинцигитовой формации), сохранившиеся в виде ксенолитов. Ксенолиты представлены в основном биотит-гранатовыми гнейсами и гиперстеновыми кристаллосланцами. Поэтому кинцигитовая формация ранее была выделена также под названием гранат-биотитовых гнейсов и гиперстеновых кристаллосланцев [5].

Методы исследования. Были проведены полевые работы в карьере с. Жежелев. Установлены взаимоотношения гиперстеновых кристаллосланцев, гранат-биотитовых гнейсов и бердичевских гранитов. Отобраны пробы этих разновидностей пород. Проведены минерало-петрографические исследования: изучение прозрачных шлифов под микроскопом, а также анализ опубликованных данных. Химический состав пород определен с помощью метода силикатного и спектрального (аналитики Красюк О.П., Таращан А.Я.) анализов, содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) в породе и отдельных минералах – с помощью метода *ISP MS* (аналитики Макаренко Т.И., Антоненко А.Г.), исследования выполнены в ИГМР им. Н.П. Семеновко.

Минерало-петрографические особенности бердичевских гранитов и условия их залегания. Бердичевские граниты принадлежат к бердичевскому комплексу, также, как и биотит-гранатовые миг-

Петриченко Е.В., Пономаренко А.Н., Самчук А.И.

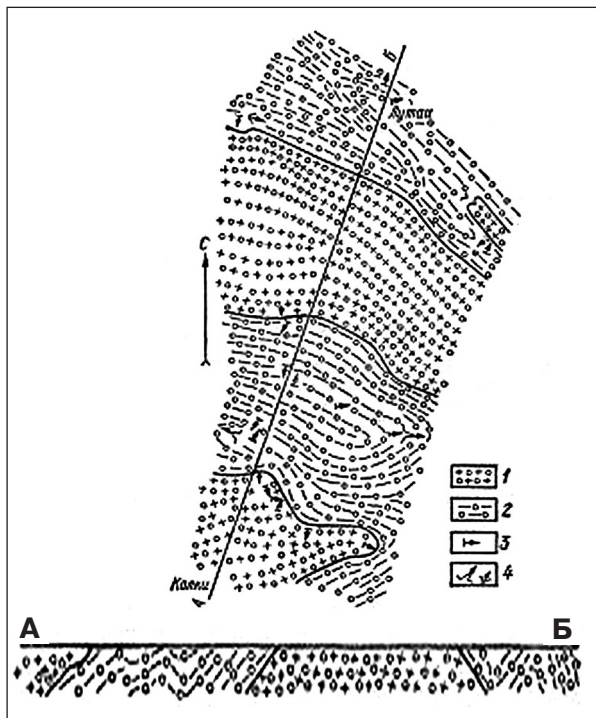


Рис. 2. Схематический геологический разрез пород бердичевского комплекса между селами Колки и Лугаи Днестровско-Бугского мегаблока [17]: 1 – бердичевские граниты, 2 – биотит-гранатовые мигматиты

матиты, сингенетические пегматиты и пегматоидные граниты. Граниты часто перемежаются с мигматитами, с постепенными переходами между ними. В отдельных обнажениях преобладают мигматиты, постепенно переходящие в гранат-биотитовые гнейсы, в других преобладают массивные бердичевские граниты. В тектоническом плане к сводовым частям антиклинальных структур приурочены массивные бердичевские граниты, крылья их сложены биотит-гранатовыми мигматитами и гранат-биотитовыми гнейсами. От с. Лугаи до с. Колки антиклинали, сложенные бердичевскими гранитами, чередуются с синклиналями, состоящими из мигматитов и гнейсов, то есть чередуются зоны сжатия и растяжения (рис. 2).

В.А. Рябенко выделил здесь бердичевский антиклинорий [12], в строении которого преобладают одноименные граниты. Его, вероятно, можно рассматривать и как состоящий из нескольких миникуполовидных структур, ядра которых обычно в результате роста купола сложены гранитами, а периферийные части – мигматитами и гнейсами: "Возникают купола при гранитизации. Размеры и степень развития гнейсового купола определяются интенсивностью процессов гранитизации" [7].

Бердичевские граниты Жежелевского карьера – это в основном серые, зеленовато-серые,

средне- и крупнозернистые породы преимущественно плагиоклазового состава. В лейкократовых разновидностях содержание калиевого полевого шпата возрастает. По химическому составу бердичевские граниты и мигматиты относятся к породам, пересыщенным глиноземом и умеренно богатым щелочами (табл. 1). От типичных гранитов их отличает низкое содержание кремнекислоты. Средний минеральный состав бердичевских гранитов, %: плагиоклаз – 38, КПШ – 13, кварц – 28, биотит – 11, гранат – 9, кордиерит – 1; из аксессуарных минералов наиболее характерны монацит, циркон, апатит. Встречаются также анатаз, графит, силлиманит, андалузит.

Ниже приведено описание бердичевских гранитов из карьера с. Жежелев.

Гранат и кордиерит – наиболее характерные минералы бердичевских гранитов.

Гранат установлен в виде зерен величиной до 7 мм, а в лейкократовых разновидностях – до 1,5 см (рис. 3, а). Представлен преимущественно альмандином с повышенным содержанием пиропового, пониженным спессартинового, гроссулярового и андрадитового миналов, %: альмандин – 76,87, спессартин – 1,76, пироп – 18,63, гроссуляр + андрадит – 2,74. Границы зерен округлые, часто гранат содержит включения породообразующих минералов. Показатель преломления граната 1,796, в некоторых зернах – до 1,801. В результате

Таблица 1. Химический состав бердичевских гранитов и пород березнинской толщи, %

Компонент, %	Бердичевский гранит (среднее из 43 анализов)[15]	Гранат-биотитовый гнейс (проба 3/10)	Гиперстеновый кристаллосланец (проба 1/10)
SiO ₂	64,34	67,4	58,8
TiO ₂	0,4	0,56	0,9
Al ₂ O ₃	16,35	14,13	14,0
Fe ₂ O ₃	0,6	1,36	1,04
FeO	4,98	5,03	7,04
MnO	0,03	0,09	0,11
MgO	2,9	3,09	8,2
CaO	2,51	3,6	5,9
Na ₂ O	3,07	2,18	0,8
K ₂ O	3,01	1,23	1,73
P ₂ O ₅	0,09	0,08	0,22
H ₂ O	0,33	0,21	0,14
SO ₃	0,29	0,03	Не опр.
CO ₂	Не опр.	0,27	0,28
П.п.п.	1,2	0,83	1,04
Сумма	100,1	100,09	100,2
F, %	74,0	53,3	35,5

исследования гранатов под микроскопом при увеличении в 2000 раз были обнаружены расположенные группами углекислотные включения размером 0,003–0,005 мм. Температура их гомогенизации 26–28 °С, что указывает на формирование граната в относительно сухих системах при давлении флюида ниже $P_{\text{общ}}$ [13].

Кордиерит представлен неправильной формы зернами, бесцветными, значения показателя преломления близко к кварцевому. Средняя железистость его составляет 36,6 %. Иногда вокруг кордиерита встречаются плеохроичные бледно-желтые ободки, которые трудно заметить. Более легко кордиерит определяется при наличии в нем продуктов выветривания и замещения, когда приобретает темно-зеленоватый цвет. С.М. Доброхотов выделил на этом основании две разновидности кордиерита [2]. Кордиерит обычно замещен низкотемпературными минералами – серицитом, мусковитом. Сильно измененный кордиерит с повышенным содержанием воды и окисного железа М.Н. Ивантишин назвал кордиефагитом [3].

Плагиоклаз – основной породообразующий минерал бердичевских гранитов. Представлен олигоклазом с 24–26 % *An*. Образует идиоморфные таблицы размером 0,8–1,0 мм, часто деформированные. Мирмекитовые сростки плагиоклаза с кварцем редки.

КПШ наиболее характерен для лейкократовых разновидностей. Представлен преимущественно ортоклазом, но встречается и микроклин. А.С. Марфуни [10], изучая порфиновые выделения КПШ бердичевских гранитов карьера с. Жежелев, приводит такие характеристики: $2v = (60-73^\circ)$, $\Delta n = 0-0,36$, 20–25 % *Ab*, что соответствует промежуточным ортоклазам.

Кварц голубоватого цвета распределен в породе неравномерно, часто образует включения в гранатах заливообразной формы, иногда образует скопления, к которым часто приурочены гранат, кордиерит, монацит, биотит.

Биотит крупно- и мелкозернистый, оранжево-коричневый с плеохроизмом до соломенно-желтого. Железистость биотита – 46,5 %.

Андалузит – встречено одно зерно, похожее на апатит, но более крупное, неправильной формы и с более высоким показателем преломления.

Акцессорные – графит, пирротин, монацит, ильменит. По В.В. Ляховичу [9], содержание акцессорных минералов в бердичевских гранитах составляет, г/т: монацит – 294,7, циркон – 207,5, пирротин – 158,2, ильменит – 35,3, апатит –

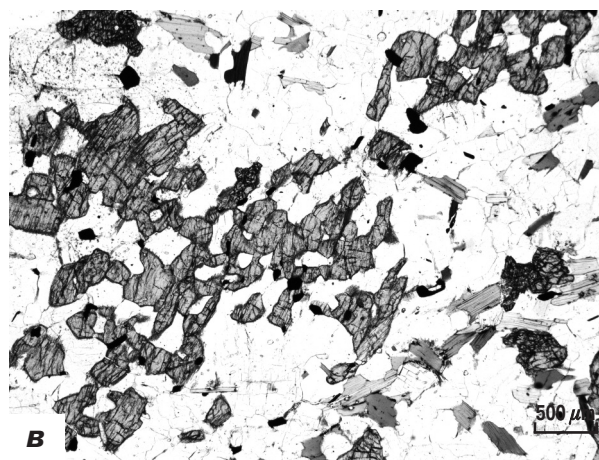
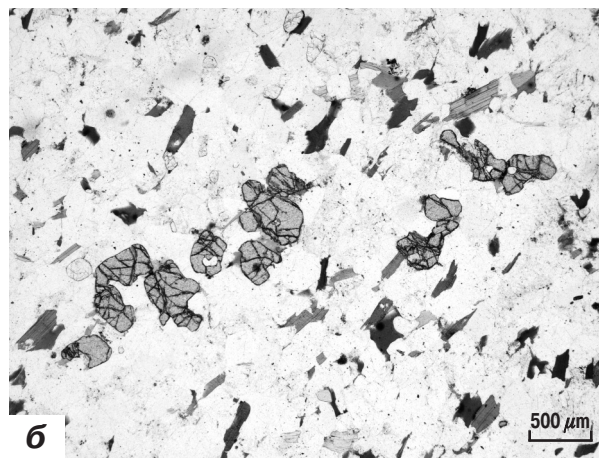
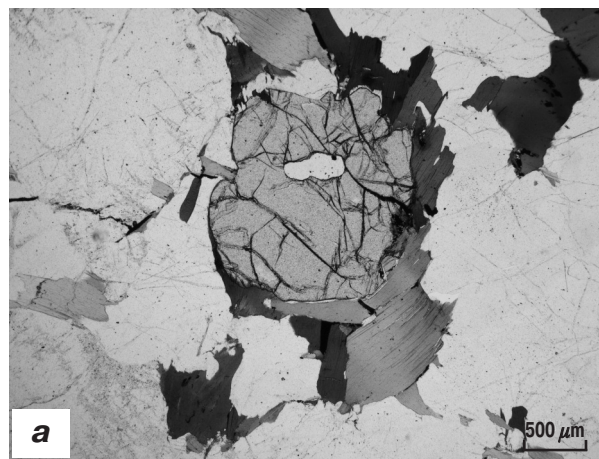


Рис. 3. Шлифы проб, отобранных в карьере с. Жежелев: а – бердичевский гранит (пр. 2/10), б – гранато-биотитовый гнейс (пр. 3/10), в – гиперстеновый кристаллосланец (пр. 1/10)

263,5, андалузит – 70,9. Наличие графита свидетельствует о восстановительной обстановке в гранитной среде.

Минерало-петрографические особенности гранат-биотитовых гнейсов и гиперстеновых кристаллосланцев. Для бердичевских гранитов характерно присутствие значительного количества останцов метаморфических пород березнинской толщи

Петриченко Е.В., Пономаренко А.Н., Самчук А.И.

(кинцингитовой формации) днестровско-бугской серии [4, 6, 17, 19]. Главные и наиболее распространенные компоненты толщи — сравнительно однообразные гранат–биотитовые гнейсы, около 20 % приходится на долю гиперстеновых кристаллосланцев [4].

Гранат-биотитовые гнейсы — мелко- и среднезернистые макроскопически массивные, реже сланцеватые породы, темно-серые с гетеробластовой структурой (рис. 3, б).

Гранат-биотитовые гнейсы находятся среди бердичевских гранитов в виде ксенолитов размером от нескольких сантиметров до нескольких метров. Контакты с гранитами четкие, так как обычно оконтурены зонкой биотита и осветленной породой кварц-полевошпатового состава. Мелкие ксенолиты имеют гранат-биотитовый состав, крупные чаще всего зональные. Во внутренних частях таких ксенолитов гнейс имеет чуть серовато-зеленоватый оттенок, макроскопически без граната, но с гиперстеном. Гиперстен из внутренних зон зональных гранат-биотитовых гнейсов отличается от гиперстена из гиперстеновых кристаллосланцев по химическому составу и по значению железистости: 50–60 и 38–40 % соответственно. Вероятно, Ю.Ир. Половинкина опиралась именно на этот факт, когда говорила, что исходной породой для бердичевских гранитов были пироксен-плагиоклазовые гнейсы. Л.Г. Ткачук также отмечал "зональность ксенолитов исходных пород в районе г. Казатина, которые имеют ядро пироксен-плагиоклазового гнейса, и периферию биотит-плагиоклазового гнейса." [14].

Минеральный состав гранат–биотитовых гнейсов из карьера с. Жежелев представлен, %: биотитом — 25, гранатом — 15, плагиоклазом — 30, кварцем — 30, апатитом, цирконом, монацитом. Химический состав и состав редких элементов гранат-биотитовых гнейсов приведен в табл. 1 и 2.

Гранат образует изометричные и неправильной формы зерна, разбитые трещинами. Железистость граната — 78,2 %, компонентный состав, %: альмандин — 71,7, пироп — 21, спессартин — 2,8, гроссуляр + андрадит — 4,5.

Биотит представлен лейстами коричневого цвета, плеохроирующими от коричневого до светло-желтого. Содержит единичные зерна монацита с широкими плеохроичными двориками.

Плагиоклаз — олигоклаз, слегка пелитизирован и серицитизирован. В основном без двойников, лишь некоторые зерна имеют полисинтетические двойники.

Из аксессуарных присутствуют апатит, монацит, циркон.

На петрохимических диаграммах гранат-биотитовые гнейсы всегда попадают в поля терригенно-осадочных пород алевро-псаммитового состава [4, 17].

В строении березнинской толщи принимают участие и безгранатовые кристаллические сланцы и гнейсы, содержащие гиперстен в качестве основного темноцветного минерала.

В карьере с. Жежелев отбрана проба гиперстенового кристаллосланца из ксенолита мощностью до 1,5 м — мелкозернистая темноцветная массивная порода с размером зерен 0,16–0,3 мм. (рис. 3, в). В центральной части ксенолита (в 1 м от контакта с гранитом) кристаллосланец имеет такой минеральный состав, %: гиперстен — 30, плагиоклаз — 40, биотит — 20, кварц — 10, единичные зерна амфибола, апатит. Порода характеризуется высокой магнезиальностью ($f = 35\%$), наличием очень основного плагиоклаза (до битовнита), высоким содержанием никеля и хрома, содержанием апатита почти на порядок выше, чем в гранат-биотитовых гнейсах.

Гиперстен в породе присутствует в виде удлиненных зерен с вростками плагиоклаза и кварца. Он магнезиальный — железистость его составляет 38–40 % и в разной степени амфиболизирован, отчего угол угасания зерен достигает 12°.

Плагиоклаз представлен таблицами с узкими полисинтетическими двойниками, похожими на микроклиновую решетку. Показатель преломления по N_g равен 1,578, что соответствует битовниту.

Биотит — коричневый с оранжевым оттенком с тонкими каймами (вероятно, графит).

Таблица 2. Редкие элементы в породах Жежелевского карьера, ppm

Элемент	Бердичевский гранит	Лейкократовый гранит	Гранат-биотитовый гнейс	Гиперстеновый кристаллосланец
Cr	250	20	100	1000
Ni	100	5	50	320
Co	20	5	6	170
V	200	40	100	200
Ti	500	400	2000	5000
Sc	8	5	10	40
Zr	100	80	60	110
Pb	100	200	10	20
Zn	300	30	100	100
Ga	30	30	10	20
Ge	—	—	He отр.	4
Ba	2500	10000	1000	300

Плеохроирует от оранжево-коричневого до желтоватого.

Anatim установлен в виде мелких призматических кристаллов, приуроченных к кварцу и плагиоклазу. Реже встречается в биотите.

Во внешних зонах ксенолитов гиперстеновых кристаллосланцев на контакте с бердичевскими гранитами гиперстен амфиболизируется, понижается основность плагиоклаза, появляется гранат, и порода приобретает состав биотит-амфибол-плагиоклазового гнейса с гранатом. Все минералы низкожелезистые, даже у граната, образующегося на контакте с бердичевскими гранитами, железистость составляет 70,9 %. Биотит – с плеохроизмом от коричневого до желтоватого. Амфибол лучистый с показателями преломления от 1,662 по N_g до 1,649 по N_p .

На петрохимических диаграммах фигуративные точки гиперстеновых кристаллосланцев попадают в поля базитов, а на геохимических диаграммах Ti–Cr, Ni–Cr – в поле коматиитов и пикробазальтов [6].

Объект исследования и обсуждение результатов. Исследовано взаимоотношение бердичевских гранитов с породами березнинской толщи. Как считают почти все исследователи, березнинская толща днестровско-бугской серии представлена чередованием осадочных и вулканогенных пород. Однако, как отмечено в работе [4], пластовое (слоистое) чередование пород очень редко можно наблюдать в пределах Бердичевского блока. В карьере с. Жезелев нами было установлено такое чередование гранат-биотитовых гнейсов и гиперстеновых кристаллосланцев березнинской толщи (кинцингитовой формации) и гранитизация этих пород – превращение в бердичевский гранит. Сохранились, конечно, не слои, а лишь остатки –

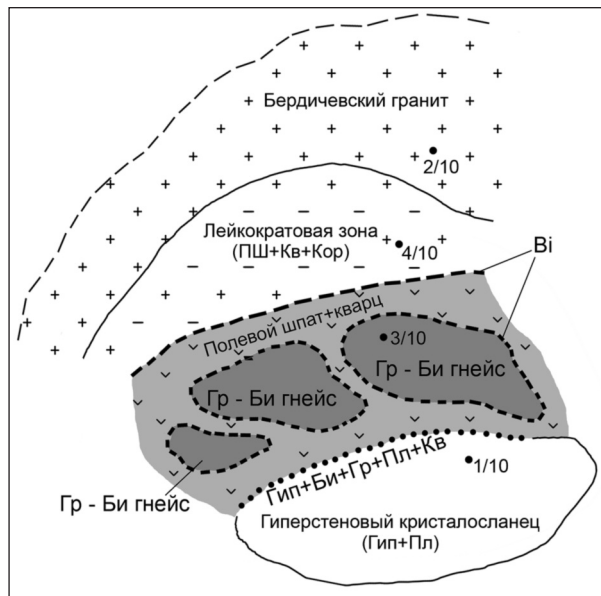


Рис. 4. Схема контактов взаимоотношения метаморфических пород березнинской толщи и бердичевского гранита в карьере с. Жезелев (1/10, 2/10, 3/10, 4/10 – места отбора проб)

ксенолиты пород. На рис. 4 показан один из фрагментов таких взаимоотношений.

Сохранившийся ксенолит гиперстенового кристаллосланца мощностью до 1,5 м представлен сливной породой серовато-зеленоватого цвета, состоящей из гиперстена ($N_g = 1,704$) и плагиоклаза (битовнита). Кристаллосланец (проба 1/10) контактирует с гранат-биотитовым гнейсом (проба 3/10), который как бы разбит на меньшие ксенолиты прожилками кварц-полевошпатового состава. На границе с гранат-биотитовым гнейсом и лейкократовыми прожилками гиперстеновый кристаллосланец приобретает состав гиперстен-гранат-биотитового гнейса, где гиперстен частично амфиболизирован вплоть до образования самостоятельных зерен амфибола с $N_g = 1,662$. Гранат-

Таблица 3. Содержание РЗЭ в породах и минералах карьера с. Жезелев Днестровско-Бугского мегаблока, ppm

Проба	Ряд	Порода, минерал	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ	(Eu/Eu*) _N
2/10	1	Бердичевский гранит	48,19	93,29	10,33	37,35	6,28	0,94	5,81	0,72	2,94	0,52	1,41	0,22	1,16	0,24	209,40	0,48
2/10	2	плагиоклаз	5,26	8,40	0,88	2,80	0,44	1,11	0,37	0,01	0,18	0,03	0,07	0,01	0,07	0,02	19,65	8,40
2/10	3	биотит	2,04	5,17	0,46	1,42	0,13	0,09	0,25	0,04	0,09	0,02	0,06	0,01	0,04	0,01	29,40	1,60
4/10	4	Гранит лейкократовый	19,63	32,12	4,16	15,60	2,64	1,32	2,48	0,38	1,92	0,36	1,07	0,17	1,03	0,20	83,08	1,55
4/10	5	плагиоклаз	5,36	8,55	0,87	2,81	0,41	1,08	0,43	0,06	0,24	0,04	0,09	0,01	0,07	0,02	20,40	7,90
1/10	6	Гнейс Гип-Гр-Би	97,11	176,16	18,41	61,01	8,73	2,70	8,93	1,21	5,72	1,10	3,03	0,42	2,31	0,44	387,28	0,92
1/10	7	плагиоклаз	20,11	32,90	3,38	11,67	1,83	3,06	1,82	0,24	1,26	0,23	0,54	0,07	0,35	0,06	77,52	5,10
3/10	9	Гнейс Гр-Би	54,66	103,53	11,83	42,99	6,78	1,09	6,10	0,84	3,84	0,68	1,83	0,29	1,66	0,31	236,43	0,55

Петриченко Е.В., Пономаренко А.Н., Самчук А.И.

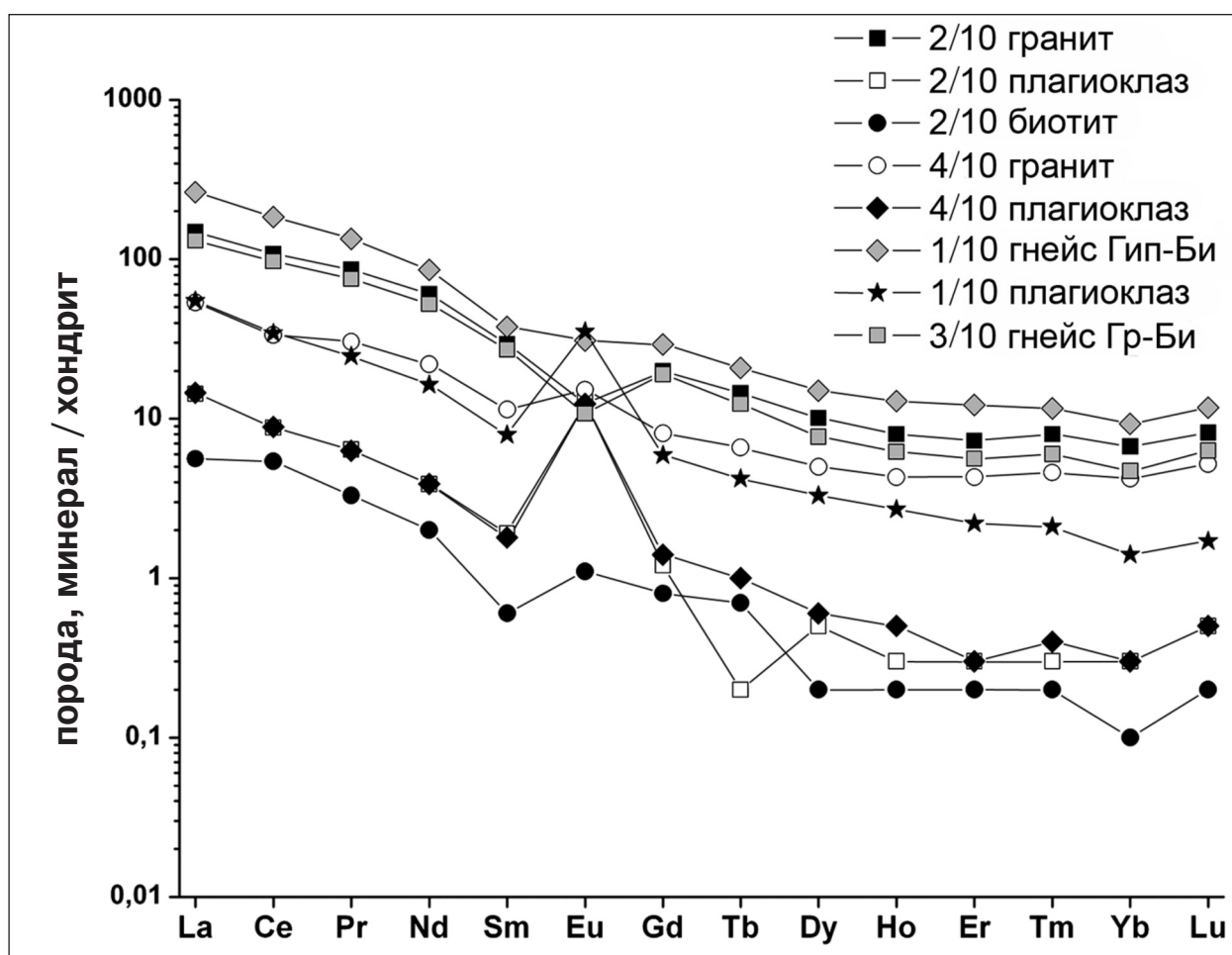


Рис. 5. График распределения РЗЭ в гранитоидах и метаморфических породах, отобранных в карьере с. Железев

биотитовый гнейс сменяется осветленной лейкократовой зоной кордиерит-кварц-полевошпатового состава с гранатом, постепенно переходящей в бердичевский гранит, обогащенный гранатом и биотитом, в котором присутствует также андалузит, кордиерит. На рис. 4 четко видно, как гранат-биотитовый гнейс (наиболее близкий по составу к граниту) подвергается гранитизации, сохраняясь в виде останцов, разделенных полевошпатовыми прожилками.

Сначала возникает наиболее кислый расплав кварц-полевошпатового состава, который постепенно, взаимодействуя с гранат-биотитовыми гнейсами путем магматического замещения, обогащается кордиеритом, биотитом, гранатом, превращаясь в бердичевский гранит (рис. 4). Частично гранитизируется и кристаллосланец, который на контакте с гранат-биотитовым гнейсом меняет минеральный состав с чисто гиперстен-плагиоклазового на гранат-биотит-гиперстен-амфиболовый.

Таким образом, гранат-биотитовые гнейсы, как наиболее близкие по химическому составу к

бердичевским гранитам (табл. 1, 2) породы, легко гранитизируются, что отмечали многие исследователи. Близки по химическому составу также их порообразующие минералы – гранаты, биотиты [17, 18]. В гранитах возрастает содержание щелочей, что свидетельствует о привносе элементов, то есть, наряду с магматическим замещением происходят метасоматические процессы. Температура образования гранитов составляет 600–650 °С, давление – 4–8 кбар. По мере приближения к южной части Подольского блока температура и давление возрастают.

Для получения дополнительной информации о генезисе бердичевских гранитов в отобранных породах с помощью метода *ICP MS* определено содержание РЗЭ, которые лучше, чем другие редкие или петрогенные элементы могут отражать природу протолитов (табл. 3, рис. 5). Места отбора проб показаны на рис. 4.

РЗЭ в бердичевских гранитах, гранат-биотитовых гнейсах и гиперстеновых кристаллосланцах слабо фракционированы (пробы 2/10,

3/10, 1/10). Степень фракционирования РЗЭ, выраженная в отношении $(La / Yb)_N$, изменяется в пределах 22–28, понижаясь в лейкократовых гранитах до 12,8 (проба 4/10). Интересно, что для винницитов, находящихся на границе бердичевских гранитов и чарнокитов, характерно более высокое значение этого отношения (до 67), что обусловлено, возможно, появлением большего количества монацита. Сумма РЗЭ в бердичевских гранитах составляет 210, в гранат-биотитовых гнейсах – 236 г/т, а в лейкократовых бердичевских гранитах – 83 г/т. Большее значение содержания РЗЭ в гнейсах характерно и для других ассоциаций пород в западной части УЩ, в том числе для Побужья, где от кристаллосланцев к эндербитам сумма РЗЭ уменьшается [6]. Лейкократовые граниты (в отличие от бердичевских гранитов) характеризуются положительной европиевой аномалией – $(Eu / Eu^*)_N = 1,55$, в бердичевских – $(Eu / Eu^*)_N = 0,48–0,55$. Для плагиоклазов, как известно, характерна положительная европиевая аномалия. Значение отношения $(Eu / Eu^*)_N$ максимальное (8,4) установлено в плагиоклазах из бердичевских гранитов, а минимальное (5,1) – в плагиоклазах из гиперстеновых кристаллосланцев. При этом сумма РЗЭ в плагиоклазах биотит-гиперстеновых кристаллосланцев выше (77,5 г/т), чем в плагиоклазах бердичевских и лейкократовых гранитов (19,6 и 20,4 соответственно).

Таким образом, и по распределению РЗЭ бердичевские граниты наиболее близки к гранат-биотитовым гнейсам. В большинстве случаев гнейсы полностью замещаются гранитами. Гиперстеновые кристаллосланцы также подвергаются гранитизации. На границе с гранитами, в данном случае с кварц-полевошпатовыми прожилками (рис. 4) состав их раскисляется. Но химический состав гранатов, биотитов, появившихся на границе с бердичевскими гранитами, не сопоставим с составом этих минералов в гранат-биотитовых гнейсах и бердичевских гранитах.

Выводы. Бердичевские граниты образовались в результате процессов гранитизации пород березнинской толщи (кинцигитовой формации), в которой основную роль играли гранат-биотитовые гнейсы и, несколько меньше, гиперстеновые кристаллосланцы. Одни исследователи, считали бердичевские граниты интрузивными образова-

ниями, другие – результатом метасоматических преобразований без расплавления.

Нам представляется, что при образовании бердичевских гранитов определенную роль сыграли не только метасоматические процессы, сопровождаемые привнесением в метаморфические породы глинозема и щелочей и выносом из них MgO , CaO , но и процессы плавления.

Гранат-биотитовые гнейсы, как наиболее подобные по составу гранитам, легко подвергаются гранитизации. Сначала появляются более кислые расплавы кварц-полевошпатового состава, взаимодействующие с гранат-биотитовыми гнейсами и поглощающие их путем магматического замещения. В результате последние сохраняются в виде реликтов либо полностью замещаются гранитами.

Согласно [1], бердичевские граниты можно отнести к анатектитам палингенно-метасоматического типа, преимущественными процессами которого были одновременно действующие высокотемпературное замещение и селективное плавление исходных пород.

Гиперстеновые кристаллосланцы также подвергаются гранитизации. На границе с гранитами, в данном случае с кварц-полевошпатовыми прожилками, состав их раскисляется, в них появляется гранат и биотит, битовнит становится андезитом, гиперстен амфиболизируется. Возможно, низкое содержание кремнезема в бердичевских гранитах – это результат влияния гиперстеновых кристаллосланцев на их состав.

При гранитизации пород всегда возникает вопрос о базификатах. Не являются ли гиперстеновые кристаллосланцы в данном случае базификатами (реститами?). Возможно ли, что смена парагенезисов от внешних более кислых зон к внутренним, более основным, происходит в результате сброса кальция и магния при гранитизации гранат-биотитовых гнейсов? Этот вопрос еще требует своего исследования. Пока же имеющийся фактический материал свидетельствует в пользу того, что преобладающим субстратом для бердичевских гранитов были гранат-биотитовые гнейсы березнинской толщи. Бердичевские граниты образовались в результате совместного действия метасоматических процессов и магматического замещения.

Поступила 20.11.2011.

1. *Геологический словарь.* – М., 1973. – т. 1. – 485 с.

2. *Доброхотов С.М.* Про кордьериты з бердичівського граніту // *Геол. журн.* – 1964. – 24, № 1. – С. 68–70.

Петриченко Е.В., Пономаренко А.Н., Самчук А.И.

3. *Івантишин М.Н.* Массивы чудново-бердичевских гранитов // Геология СССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1958. – Т.V. – С. 211–214.
4. *Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М.* Нижний докембрий западной части Украинского щита. – Львов: Вища школа, 1975. – 239 с.
5. *Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М.* Архейские суперкрупные формации юго-западной части Украинского щита // ДАН. – 1970. – **194**, № 6. – С. 1401–1404.
6. *Лесная И.М.* Геохронология чарнокитоидов Побужья. – Киев: Наук. думка, 1988. – 133 с.
7. *Летников Ф.А.* Гранитоиды глыбовых областей. – Новосибирск: Наука, 1975. – 213 с.
8. *Лучицкий В.І.* Бердичівський магматичний комплекс // Український кристалічний масив. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1947. – С.199–202.
9. *Ляхович В.В.* Акцессорные минералы в гранитоидах Советского Союза. – М.: Наука, 1967. – 446 с.
10. *Марфунин А.С.* Полевые шпаты – фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение // Труды ИГЕМ. – 1962. – вып. 78. – 277 с.
11. *Половинкина Ю.Ир.* О происхождении кордиеритовых гранитов – бердичевский гранит Украины // Петрогр. сб. – Труды ВСЕГЕИ. – 1963. – № 5. – С. 51–54
12. *Рябенко В.А.* Основные черты тектонического строения Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1970. – 125 с.
13. *Тереженко С.И., Лесная И.М.* Об условиях образования гранатов в метаморфических породах УЩ // Вопросы геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. – К.: Наук. думка, 1975. – С. 100.
14. *Ткачук Л.Г.* Кировоградско-житомирский интрузивный комплекс // Український кристалічний масив (геолого-петрологічний опис). – Київ: Вид-во АН УССР, 1947. – С. 187–202.
15. *Усенко И.С.* Граниты Украинского кристаллического щита // Материалы II Всесоюзн. петрограф. совещ. – Баку: Изд-во АзССР, 1958. – 35 с.
16. *Феофилактов К.М.* О кристаллических породах губерний: Киевской, Волынской и Подольской // Тр. Комис. Высш. учреждений. при Императ. Ун-т. Св. Влад. – Киев, 1851. – 32 с.
17. *Шербак Н.П.* Петрология и геохронология докембрия западной части Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1975. – 268 с.
18. *Шербак Н.П., Артеменко Г.В., Бартницкий Е.Н. и др.* Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1989. – 238 с.
19. *Шербаков И.Б.* Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 364 с.

Петриченко К.В., Пономаренко О.М., Самчук А.І. Про генезис бердичівських гранітів. В статті наведена петрографічна, мінералогічна та геохімічна характеристики бердичівських гранітів, утворених в результаті процесів гранітизації порід березнинської товщі дністровсько-бузької серії. На прикладі взаємовідношення гранітоїдів і метаморфічних порід, що знаходяться в кар'єрі с. Жежелів, порівняння їх хімічних і геохімічних характеристик, показано, що гранато-біотитові гнейси є основним субстратом для гранітоїдів. Під час гранітизації мали місце як метасоматичні процеси, так і процеси плавлення. У гранат-біотитових гнейсах спочатку з'являються найбільш кислі розплави кварц-польовошпатового складу. Взаємодія їх з гранат-біотитовими гнейсами шляхом магматичного заміщення призводить до того, що останні зберігаються у вигляді окремих реліктів або повністю заміщуються гранітами.

Petrichenko K.V., Ponomarenko A. N., Samchuk A.I. About of the Berdichev granites genesi. In the article petrographic, mineralogical and geochemical description of berdichev granites appearing as a result processes of granitization rocks of berezninsk strata of Dnestr-bug series is resulted. On the example of interrelation granites and the metamorphic rocks presented in a Jejelev quarry, comparison of their chemical and geochemical descriptions, it is shown, that garnet-biotite gneisses are basic substratum for granites. At granitization both metasomatic processes and processes of melting took place. In garnet-biotite gneisses the first appearances the acid melt of quartz-feldspathic composition, which were cooperating with garnet-biotite gneisses replace its by means of magmatic substitution, and garnet-biotite gneisses are preserved as separate reliktovs or fully are replaced by granites.