

## ДВА ЭТАПА ПРОТЕРОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНОМАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ В ДОКЕМБРИИ УКРАИНСКОГО ЩИТА, ИХ ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

© А.Н. Пономаренко, **К.Е. Есипчук**, Н.М. Коновал, 2009

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семеновко НАН Украины, Киев, Украина*

The article gives a petrographical, petrochemical and geochemical description of magmatic intrusive complexes that present two stages of the Precambrian Paleoproterozoic activation of the Ukrainian shield of the age of 2000–1900 and 1800–1700 Ma: Buky, Novoukrainka and Hlibodarovka, as well as Korosten, Korsun-Novomyrgorod and Southernkalchyk respectively. These petrographic associations are formed by mantle diapires related to the subduction of ocean plates under continental plates in the central-western and south-eastern parts of the shield.

Основная часть геологической информации концентрируется в геологических картах разных содержаний и масштабов, на которых изображаются геологические тела и их ассоциации, представленные формациями, стратиграфическими подразделениями (сериями и свитами), магматическими комплексами и т. п. Карты отражают их пространственные и временные соотношения, а в целом – геологическое строение отдельных участков земной коры, историю и условия ее формирования.

На схематизированной мелкомасштабной геологической карте Украинского щита (УЩ) хорошо видно блоковое строение щита с выделением архейского гранит-зеленокаменного (Среднеприднепровского) и архей-протерозойского гранулитогнейсового (Днестровско-Бугского) мегаблоков, архей-протерозойского гнейсово-гранулит-зеленокаменного (Приазовского) и архей-протерозойского амфиболито-гнейсового (Росинско-Тикичского) мегаблоков, протерозойских гранито-гнейсовых (Ингульского и Волынского) мегаблоков и разделяющих их четырех шовных зон: Орехово-Павлоградской, Криворожско-Кременчугской, Голованевской и Немировско-Кочеровской (рис. 1). Такова очень четкая мегаструктура УЩ, в которой отразилась вся его двухмиллиарднолетняя геологическая история.

На карте выделяются три протерозойских магматических массива, образованных на завершающих этапах формирования УЩ и приуроченных к его северо-восточному краю – границе с Днепровско-Донецким авлакогеном: Коростенский, Корсунь-Новомиргородский и Южно-Кальчикский (или Восточно-Приазовский). Это общеизвестный факт: формирование названных массивов связывается с тектономагматической активизацией земной коры УЩ в конце палеопротерозоя (1800–1700 млн лет тому назад). Однако в данной работе нами акцентировано внимание на ме-

нее известном факте проявления еще одного этапа тектономагматической активизации, который происходил во временном интервале 2000–1900 млн лет в пределах тех же мегаблоков и привел к формированию трех массивов, смежных с указанными выше: Букинского, Новоукраинского и Хлебодаровского.

Следовательно, в конце палеопротерозоя с интервалом в 200 млн лет проявились два этапа тектономагматической активизации, которые выразились в образовании букинского и коростенского комплексов в Волынском мегаблоке, новоукраинского и корсунь-новомиргородского – в Ингульском, хлебодаровского и южнокальчикского – в Приазовском мегаблоке. Приведем их краткую петрографическую характеристику с выделением специфических особенностей пород, слагающих смежные разновозрастные комплексы. Процентное количественное соотношение горных пород дается на основе геологических (петрографических) карт.

Коростенский комплекс сложен габбро (4%), габбро-норитами (3%), габбро-анортозитами (6%), анортозитами (8%), перидотитами и пироксенитами (1%), гранитами рапакиви (25%), рапакивидными гранитами (45%), гранит-порфирами (3%), гранитами топаз-литононитовыми (лезниковскими) (1%), гранитами биотитовыми (островскими и пугачевскими) (1%). Специфические породы этого комплекса – существенно плагиоклазовые породы – анортозиты, известные во всем мире благодаря их великолепным декоративным качествам, с ярко ирризирующим в ярких синих тонах основным плагиоклазом, а также граниты рапакиви с обильными овоидами щелочного полевого шпата с каймами микроклина и олигоклаза.

Характерной особенностью темноцветных минералов коростенского комплекса (как и всей габбро-анортозит-рапакивигранитной формации) является их высокая железистость: оливин – 93–

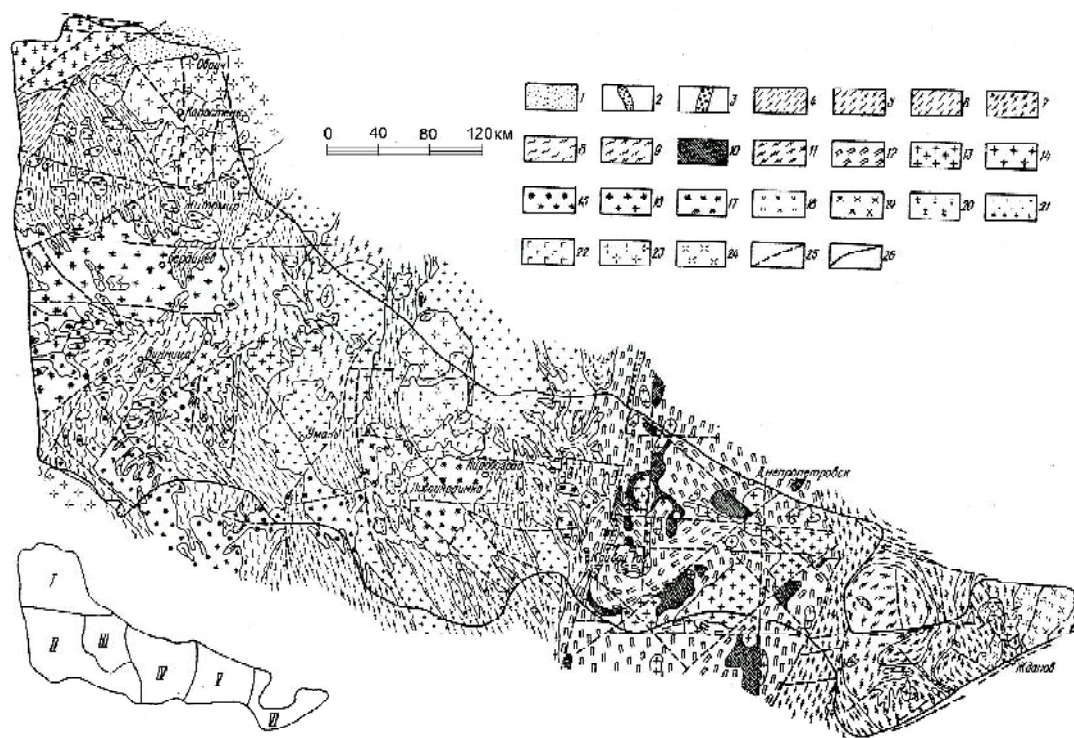


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Украинского щита. *Серии:* 1 – овручская и топильнянская (PR<sub>1</sub>); 2 – гуляй-польская и клёвская (PR<sub>1</sub>); 3 – криворожская (PR<sub>1</sub>); 4 – тетеревская (PR<sub>1</sub>); 5 – ингуло-ингулецкая (PR<sub>1</sub>); 6 – бугская (AR<sub>1</sub>); 7 – центральноприазовская (AR<sub>1</sub>); 8 – днестровско-бугская (AR<sub>1</sub>); 9 – росинско-тикичская (AR<sub>1</sub>); 10 – конкско-верховцевская (AR<sub>1</sub>); 11 – западноприазовская (AR<sub>1</sub>). *Гранитоидные комплексы:* 12 – днепропетровский с реликтами аульской серии; 13 – сурский, мокромосковский, токовский; 14 – токмакский и шевченковский; 15 – гайворонский; 16 – бердичевский; 17 – новоукраинский; 18 – обиточненский; 19 – гайсинский; 20 – осницкий; 21 – житомирский, кировоградский, уманский, анадольский. *Субплатформенные интрузии:* 22 – габбро и анортозитов; 23 – гранитов рапакиви; 24 – граносиенитов; 25 – линии разломов; 26 – граница Украинского щита. На врезке – мегаблоки УЩ: I – Волынский, или Северо-Западный; II – Днестровско-Бугский; III – Росинско-Тикичский; IV – Ингульский, или Кировоградский; V – Среднеприднепровский; VI – Приазовский

94 %; клинопироксен – 60; роговая обманка – 82–95; биотит – 65–99 %. Щелочной полевой шпат в типичных гранитах рапакиви представлен промежуточным ортоклазом и максимальным микроклином, в рапакививидных гранитах – промежуточным микроклином, а в лезниковских гранитах – максимальным микроклином. В наиболее высокотемпературных крупноовоидных рапакиви – это ортоклаз с высоким содержанием альбитового (35–36 %) и повышенным (3–5 %) анортитового компонентов. В средне- и мелкоовоидных рапакиви содержание первого снижается до 33–35, а второго – до 1–1,5 %; в рапакививидных гранитах – повышается соответственно до 34–40 и 2 %. В лезниковских гранитах, испытавших метасоматическую переработку, содержание в микроклине альбитового и анортитового компонентов наиболее низкое (соответственно 16–19 и до 1 %).

Плагиоклаз в типичных рапакиви имеет зональное строение: в центре зерен он представлен андезином № 32–40, а по периферии – олигоклазом № 15–27. Олигоклаз образует также сплошную или прерывистую каемку вокруг порфирированных выделений микроклина (ортоклаза). Некоторые овоиды имеют сложное строение с несколькими

внутренними сплошными или прерывистыми каемками олигоклаза.

В табл. 1 приведен химический состав пород коростенского комплекса.

Петрографический состав букинского комплекса сходен с составом коростенского комплекса (в нем выделены две группы пород: основные и ультраосновные; средние и кислые), но вместе с тем он существенно различается вследствие преобладания субщелочных пород монцонитоидного ряда. В состав букинского комплекса входят ультраосновные породы (перидотиты, пироксениты и горнблендиты) (1 %); габбро (2 %), габбро-нориты (2 %), монцодиориты (15 %), диориты (10 %), монцониты и кварцевые монцониты (20 %), гранодиориты (45 %), граниты (5 %).

В табл. 2 приведен химический состав пород букинского комплекса.

Корсунь-новомиргородский комплекс сложен основными и ультраосновными породами (перидотиты и пироксениты – 1 %; габбро и габбро-нориты – 5, габбро-анортозиты – 5; анортозиты – 7), а также кислыми (граниты рапакиви – 30; рапакививидные – 50; существенно микроклиновые русско-полянские – 1, биотитовые равномерно-зернистые (искренские) граниты – 1 %). В целом

Таблица 1. Химический состав некоторых пород коростенского комплекса (оксиды – %, элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	63,0	66,3	72,0	71,5	73,5	75,0
TiO <sub>2</sub>	1,0	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,0	16,0	13,0	13,3	13,0	12,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	1,5	0,6	0,5	0,7	1,08,0
FeO	8,0	3,4	2,8	2,0	2,1	1,8
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgO	1,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2
CaO	3,0	1,5	1,2	1,5	1,0	0,8
Na <sub>2</sub> O	3,3	3,6	3,4	3,5	3,0	3,1
K <sub>2</sub> O	3,8	6,3	5,5	5,4	5,0	5,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
П.п.п.	0,9	1,0	0,5	0,6	0,5	0,5
Сумма	100,0	100,8	100,0	99,3	100,2	99,8
V	78	3	7	5	9	3
Cr	7	5	5	3	8	6
Co	11	3	2	1	2	1
Ni	6	5	4	2	4	3
Pb	32	18	6	17	28	30
Zn	60	30	80	60	70	140
Sr	360	150	80	90	50	30
Ba	960	2300	1300	1000	1100	
Rb	130	170	200	180	200	270
Li	35	40	36	24	20	34
Zr	–	–	320	360	380	440
Nb	–	–	30	30	28	47
La	–	–	40	70	80	100
Ce	–	–	100	140	175	20
Sm	–	–	10	12	13	15
Eu	–	–	0,4	0,9	0,7	0,3
Tb	–	–	1,0	1,3	1,9	1,0
Yb	–	–	5,0	4,5	4,2	7,0
Lu	–	–	1,0	1,0	0,8	1,8

Примечания: 1 – кварцевый монзонит; 2 – кварцевый сиенит; 3 – гранит рапакиви; 4 – рапакививидный гранит; 5 – гранит-порфир; 6 – лезниковский гранит.

Таблица 2. Химический состав некоторых пород букинского комплекса (оксиды – %, элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	56,0	58,0	61,5	65,0	74,2
TiO <sub>2</sub>	0,8	1,2	0,8	0,7	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,0	16,5	16,0	15,0	13,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	2,0	2,0	0,7	0,6
FeO	6,2	5,5	4,0	4,0	1,0
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	–
MgO	3,7	3,2	2,5	1,8	0,5
CaO	6,6	5,5	4,0	3,5	1,4
Na <sub>2</sub> O	2,8	3,5	3,5	2,8	2,6
K <sub>2</sub> O	1,8	3,8	4,2	4,2	5,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1
П.п.п.	2,0	0,8	0,8	1,4	0,6
Сумма	99,9	100,5	99,8	99,5	99,7
V	–	200	160	–	20
Cr	–	100	80	–	12
Co	–	25	16	–	2
Ni	–	24	20	–	5
Pb	10	14	20	–	20
Zn	100	100	60	–	30
Sr	620	500	400	550	250
Ba	1260	1200	1500	1000	1600
Rb	50	100	140	120	150
Li	25	20	35	20	10
Zr	40	45	90	100	
La	30	21	35	–	33
Ce	100	60	99	–	90
Sm	9	7	7	–	3
Eu	2,2	2,2	1,7	–	1,3
Tb	–	–	–	–	0,7
Yb	–	–	–	–	1,2
Lu	0,3	0,3	0,2	–	–

Примечания: 1 – диорит; 2 – монзонит; 3 – кварцевый монзонит; 4 – гранодиорит; 5 – гранит.

Таблица 3. Химический состав некоторых пород корсунь-новомиргородского комплекса (оксиды – %; элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	58,0	60,5	68,0	71,5	74,6	74,0	74,0	71,0
TiO <sub>2</sub>	1,5	1,3	0,5	0,3	0,4	0,1	0,1	0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,8	13,5	14,2	13,5	11,7	13,0	11,5	14,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,4	2,5	1,0	0,8	1,2	1,4	1,2	0,4
FeO	10,2	7,2	4,0	3,4	1,2	1,0	2,0	2,5
MnO	0,2	0,2	0,1	0,1	–	–	0,1	0,1
MgO	1,4	1,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,9
CaO	4,2	3,5	2,0	1,5	1,1	1,5	1,2	1,6
Na <sub>2</sub> O	3,1	3,0	3,0	2,8	2,6	3,0	2,2	3,0
K <sub>2</sub> O	3,4	3,8	5,2	5,5	5,6	5,0	5,5	4,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	–	0,1
П. п. п.	1,5	2,1	1,0	0,7	0,6	0,8	1,2	0,8
Сумма	100,0	99,5	99,6	100,5	99,3	100,1	99,7	99,8
V	–	37	15	9	5	5	1	10
Cr	–	10	20	10	5	6	5	10
Co	–	9	4	3	3	3	–	3
Ni	–	5	5	5	5	5	–	5
Pb	–	36	60	50	50	45	60	60
Zn	–	190	100	80	60	50	100	60
Sr	–	105	200	100	75	100	140	50
Ba	–	700	2000	3000	500	450	800	1000
Rb	–	125	200	200	200	200	380	300
Li	–	45	50	50	50	50	100	80
La	–	–	50	60	80	18	–	–
Ce	–	–	110	110	160	35	–	–
Sm	–	–	9	12	19	3,9	–	–
Eu	–	–	2,3	0,5	0,3	0,5	–	–
Tb	–	–	1,9	1,0	1,0	0,7	–	–
Yb	–	–	5,0	5,0	7,0	3,5	–	–
Lu	–	–	1,0	1,0	1,0	0,2	–	–

Примечания: 1 – монзонит; 2 – кварцевый монзонит; 3 – кварцевый сиенит; граниты: 4 – рапакиви, 5 – рапакиви видный, 6 – аплитовидный, 7 – микроклиновый (русско-полянский), 8 – биотитовый (искренский).

состав комплекса не очень отличается от состава коростенского комплекса, ибо они относятся к единой формации, а раньше их объединяли в единый коростенский комплекс. Различие в составе объясняется скорее всего разной глубиной эрозионного среза – коростенский меньше эродирован.

В табл. 3 приведен химический состав гранитоидов корсунь-новомиргородского комплекса.

В петрографическом составе новоукраинского комплекса, как и букинского, существенную роль играют монзонитоиды. Отличительная черта комплекса – преобладание в его составе трахитоидных гранитов с крупными порфиробластами микроклина. Нередко встречаются овоидные порфиробласты микроклина и олигоклаза – элементы структуры рапакиви, чем эти граниты несколько напоминают типичные рапакиви коростенского и корсунь-новомиргородского комплексов. В состав новоукраинского комплекса входят: нориты и габбро-нориты – 2 %, габбро-монзониты – 2, диориты – 2, монцодиориты – 3, монзониты – 3, кварцевые монзониты – 4, кварцевые сиениты – 10, гиперстеновые плагиограниты и граниты (интрузивные чарнокитоиды) – 20, граниты трахитоидные – 49, граниты аплитовидные и аплитопегматоидные – 5 %.

Темноцветные минералы в породах новоукраинского комплекса, и в целом формации инт-

рузивных чарнокитоидов и трахитоидных гранитов, характеризуются повышенной железистостью, однако она несколько ниже, чем в породах габбро-анортозит-рапакивигранитной формации (ортопироксен – 73 %; гранат – 90; биотит – 62–66 %). Плагиоклаз в диоритах и монцодиоритах представлен андезином № 30–37, в интрузивных чарнокитоидах и меланократовых гранитах – олигоклазом № 20–26, в лейкогранитах – кислым олигоклазом (№ 10–20).

Щелочной полевой шпат представлен нерешетчатым ортоклазом в более высокотемпературных породах, а также четко решетчатым микроклином – в низкотемпературных. Для букинских гранитоидов характерно повышенное содержание анортитового компонента в ортоклазе (до 5–9 %). Количество альбитовой составляющей снижается от ортоклазов ранних фаз внедрения к микроклинам более поздних.

В табл. 4 приведен химический состав некоторых пород новоукраинского комплекса.

Южнокальчикский комплекс, будучи в некотором отношении аналогом коростенского и корсунь-новомиргородского, заметно отличается от них прежде всего отсутствием гранитов рапакиви, а также более кислым составом плагиоклазитов. Представлен комплекс габбро (5 %), габбро-сиенитами (8 %), плагиоклазитами (5 %), монзонитами и кварцевыми монзонитами (10 %), сиени-

Таблица 4. Химический состав некоторых пород новоукраинского комплекса (оксиды – %; элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	59,5	54,0	63,5	67,0	70,0	71,0	71,0	70,1
TiO <sub>2</sub>	1,0	2,0	1,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,5	16,0	15,5	15,0	14,0	14,5	14,2	14,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	1,8	1,4	1,1	1,0	0,8	0,8	1,0
FeO	6,0	9,0	4,2	4,0	2,5	2,4	2,5	2,1
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	–	0,1	–	–
MgO	1,8	3,4	1,4	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6
CaO	4,5	6,2	3,0	2,4	2,0	1,5	1,5	2,1
Na <sub>2</sub> O	3,6	3,1	3,3	3,4	3,0	2,8	2,8	2,7
K <sub>2</sub> O	2,5	2,0	5,0	5,2	5,4	5,4	5,4	5,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
П. п. п.	1,5	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,7	0,4
Сумма	99,6	99,5	99,8	100,8	100,0	100,5	100,3	99,8
V	15	100	60	15	20	20	30	–
Cr	10	30	30	5	10	20	30	–
Co	3	10	10	4	5	2	5	–
Ni	5	10	15	5	5	4	7	–
Pb	35	20	50	20	30	30	45	–
Zn	300	120	50	60	50	20	20	40
Sr	200	320	250	180	150	60	50	150
Ba	3000	500	600	600	600	600	600	–
Rb	100	55	70	140	130	180	100	130
Li	20	25	15	30	20	15	25	–
La	67	54	29	28	51	35	–	–
Ce	177	130	76	48	141	80	–	–
Sm	14	7,8	4,6	1,6	6,5	9,2	–	–
Eu	2,8	0,8	2,0	0,5	0,7	1,5	–	–
Tb	1,4	0,8	0,9	–	0,9	0,9	–	–
Yb	2,5	0,4	1,6	–	3,4	2,5	–	–
Lu	0,6	0,1	0,3	–	0,2	0,4	–	–

Примечания: 1 – гиперстеновый плагиогранит (интрузивный эндербит); 2 – кварцевый монцодиорит; 3 – кварцевый монцонит; 4 – кварцевый сиенит; граниты: 5 – пироксеновый (интрузивный чарнокит), 6 – трахитоидный гранат-биотитовый, 7 – трахитоидный биотитовый, 8 – аплит-пегматоидный.

тами (17 %), кварцевыми сиенитами (25 %) и гранитами (30 %).

В табл. 5 приведен химический состав некоторых пород южнокальчикского комплекса.

Хлебодаровский комплекс сложен габбро (2 %), габбро-сиенитами и габбро-монцонитами (по 3 %), кварцевыми монцонитами (20 %) и кварцевыми сиенитами (25 %), гиперстеновыми гранитами (интрузивными чарнокитоидами) (17 %), амфибол-биотитовыми гранитами (дубовскими, дмитриевскими) (30 %). В табл. 6 приведен химический состав некоторых пород комплекса.

Обращает на себя внимание резко различное соотношение содержаний основных–ультраосновных, средних и кислых пород в ассоциациях двух различных этапов активизации: в первой, более ранней, основные–ультраосновные породы играют резко подчиненную роль (4–8 %), во второй их содержание составляет 18–28 %. В первой ассоциации существенное значение имеют средние субщелочные породы (монцонитоиды) – от 12 до 45 %, во второй они или отсутствуют, или находятся в небольшом количестве (до 3 % в коростенском комплексе, до 10 % – в южнокальчикском).

Сравнивая химический состав тождественных пород обоих этапов, отметим следующее: кварцевые монцониты первого этапа более высокоглиноземистые (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в них 15,5–16,0 % по сравнению с 13,0 %) и менее железистые (FeO = 4,0–4,2 % по

сравнению с 8,0–7,2 %; MgO = 2,5 % по сравнению с 1,5 %). В первых значительно выше содержания элементов-примесей группы железа и ниже – литофильных элементов. Такая же закономерность характерна для всех гранитов двух рассматриваемых этапов тектономагматической активизации. Подобно остальным литофильным элементам ведут себя и редкоземельные. Особенно показательны в этом отношении гранитоиды хлебодаровского и южнокальчикского комплексов; в первых содержание легких лантаноидов в 5–10 раз ниже, чем во вторых, хотя по содержанию тяжелых редкоземельных элементов они почти не различаются.

Отмеченные геологические, петрографические, петрохимические и геохимические особенности находят свое петрогенетическое и геодинамическое объяснение. Подавляющее большинство пород, входящих в состав охарактеризованных комплексов, представляют собой магматические интрузивные образования, кристаллизовавшиеся из магм мантийного (основные–ультраосновные породы) и нижнекорового происхождения (гранитоиды) после их расслоения, магматической, кристаллизационной и эманационной дифференциации. В формировании части субщелочных пород (монцонитоидов и сиенитов) проявились процессы гибридизации и метасоматических преобразований.

Таблица 5. Химический состав некоторых пород южнокальчикского комплекса (оксиды – %; элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	56,5	58,8	60,5	64,0	72,0
TiO <sub>2</sub>	1,3	1,1	0,6	0,5	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,5	16,0	18,0	16,6	13,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,3	1,4	2,0	2,5	0,8
FeO	9,0	8,0	4,5	3,5	2,0
MnO	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
MgO	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4
CaO	4,0	4,0	2,5	2,3	1,5
Na <sub>2</sub> O	4,2	4,2	5,0	4,6	4,0
K <sub>2</sub> O	3,5	4,1	5,0	5,0	4,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
П. п. п.	1,5	0,8	0,7	0,6	0,6
Сумма	99,3	99,7	99,5	100,2	99,7
V	30	–	4	3	6
Cr	5	–	5	5	10
Co	9	–	3	3	3
Ni	5	–	5	2	5
Pb	24	–	20	20	40
Zn	120	–	60	80	30
Sr	530	200	200	160	100
Ba	2300	1400	500	500	800
Rb	45	60	120	120	150
Li	16	–	10	7	14
La	–	–	–	130	385
Ce	–	–	–	250	719
Sm	–	–	–	17	18
Eu	–	–	–	2,0	2,2
Tb	–	–	–	1,5	2,2
Yb	–	–	–	3,5	3,0
Lu	–	–	–	0,8	0,4

Примечания: 1 – монцонит; 2 – кварцевый монцонит; 3 – сиенит; 4 – кварцевый сиенит; 5 – гранит.

Таблица 6. Химический состав некоторых пород хлебодаровского комплекса (оксиды – %; элементы-примеси – г/т)

Компонент	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	60,8	62,8	67,0	68,0	68,3	70,7
TiO <sub>2</sub>	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,9	15,5	14,0	13,4	13,8	12,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	2,4	2,0	2,8	1,1	0,5
FeO	3,8	4,0	3,0	2,9	4,2	3,2
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	–
MgO	2,0	0,8	0,6	0,4	0,7	0,6
CaO	5,1	3,8	3,0	2,0	2,1	1,8
Na <sub>2</sub> O	4,0	4,2	3,6	3,4	2,6	3,1
K <sub>2</sub> O	2,4	4,1	4,5	5,0	4,8	5,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	–	0,1
П. п. п.	0,4	1,2	0,8	0,2	1,1	0,7
Сумма	99,4	99,8	99,5	99,0	99,5	99,2
V	–	10	20	10	7	8
Cr	–	8	12	5	6	5
Co	–	10	7	3	3	3
Ni	–	5	5	5	5	5
Pb	–	40	35	30	30	25
Zn	–	60	70	40	30	30
Sr	–	400	500	214	300	280
Ba	–	1200	2000	1005	1400	1400
Rb	–	250	120	141	120	100
Li	–	80	20	10	15	10
La	–	–	30	26	28	55
Ce	–	–	60	73	44	127
Sm	–	–	6,4	6,2	4,0	6,8
Eu	–	–	2,9	3,4	1,5	2,2
Tb	–	–	0,7	0,6	1,5	0,6
Yb	–	–	4,3	3,7	1,2	2,2
Lu	–	–	0,5	0,4	0,2	0,3

Примечания: 1 – монцонит; 2 – кварцевый монцодиорит; 3 – кварцевый сиенит; граниты: 4 – дубовский, 5 – дмитриевский, 6 – каранский.

В геологии докембрия наиболее популярны две геодинамические концепции: мантийных плюмажей (диапиров) и тектоника литосферных плит или примата вертикальных и горизонтальных движений литосферы. Считается, что на ранних этапах формирования земной коры господствовали вертикальные движения и лишь в фанерозое или позднем докембрии они сменились горизонтальными и начала функционировать тектоника литосферных плит. В раннем докембрии Украинского щита на основании геофизических и геологических данных выделяется несколько кольцевых структур, особенно четких в пределах Волынского и Кировоградского мегаблоков. Наиболее приемлемая с нашей точки зрения интерпретация этих мегаструктур предложена Ю.П. Оровецким [3], который относит их мантийным диапирам: Коростенскому, Корсунь-Новомиргородскому, Кировоградскому.

Коростенский диапир [3] – это воронкообразная структура с глубиной заложения более 40 км (ниже поверхности раздела Мохо), сложенная в нижней части гипербазитовыми кумулатами, которые выше сменяются норитами, а затем габбро; их обрамляет маломощная кайма краевых гипербазитов (рис. 2). Все указанные породы входят в состав базит-гипербазитовых формаций Коростенского массива, верхняя часть которого сложена преимущественно гранитоидами, чередующимися с пластинами анортозитов и вмещаю-

щими останцы разных размеров и ксенолиты базит-гипербазитов.

Кировоградский, или Новоукраинский, диапир, по данным работы [3], имеет тоже воронкообразную форму, правда, по сравнению с первым, несколько “уплощенную” – большую в диаметре (рис. 3). В его строении участвуют основные–ультраосновные породы (снизу вверх): гипербазитовые кумулаты, нориты и габбро, серпентиниты и анортозиты. Их обрамляют ультрабазиты краевой фации. Верхняя часть разреза представлена гранито-гнейсовым слоем, имеющим существенно иное строение по сравнению со строением Коростенского диапира. Аналог последнего – Корсунь-Новомиргородский диапир, который нами не показан, с Кировоградским сходен значительно меньший по размерам Букинский диапир.

На рис. 4 и 5 показаны схемы геологического строения западной и центральной части УЩ и ее геодинамическая модель в нашей интерпретации. Согласно этой модели, данная часть УЩ представляет собой активную континентальную окраину Сарматской плиты, под которую в раннем протерозое пододвигалась океаническая плита океана Пратетиса. Подвиг сопровождался магматизмом, проявлявшимся зонально с юго-запада на северо-восток по мере продвижения фронта океанической плиты. На крайнем юго-западе Сарматского палеоконтинента раннепротерозойский магматизм почти не зафиксирован –

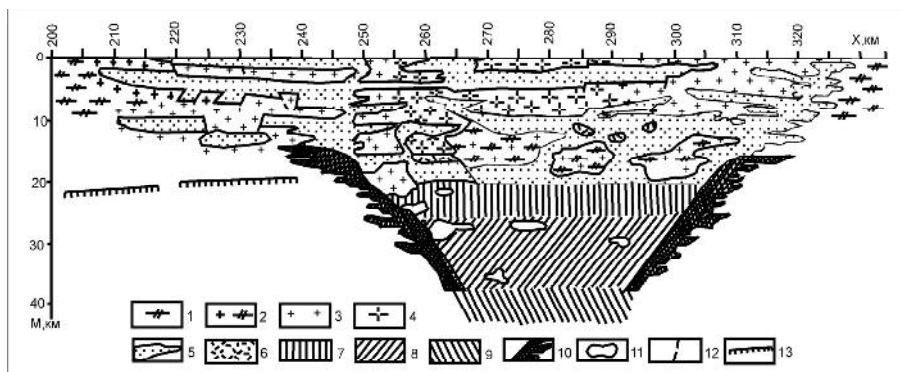


Рис. 2. Коростенский мантийный диапир: 1 – гнейсы; 2 – погруженные гнейсы, испытавшие метаморфизм гранулитовой фации; 3 – рапакивидные граниты; 4 – граниты рапакиви; 5 – анортозиты; 6 – анхимономинеральные анортозиты; 7 – габбро; 8 – нориты; 9 – гипербазитовые кумулаты; 10 – краевые гипербазиты; 11 – останцы; 12 – контракционные разломы; 13 – сильная сейсмическая граница, не прослеживающаяся в структуре диапира

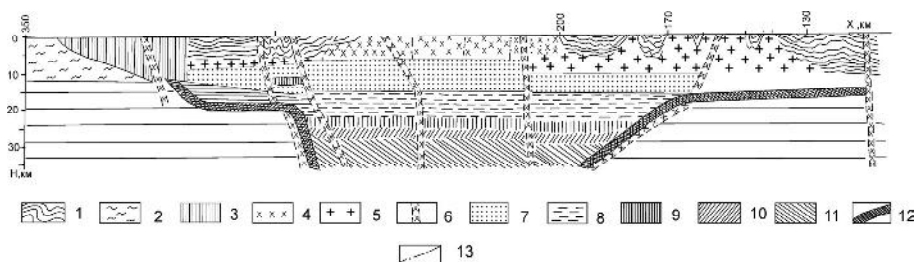


Рис. 3. Кировоградский (Новоукраинский) мантийный диапир: 1 – гнейсы и мигматиты; 2 – чарнокиты и кристаллосланцы; 3 – зона интенсивной переработки интрузивных пород; 4 – интрузивные чарнокитоиды с телами габбро-норитов, габбро-монцитонитов и монцитонитов; 5 – трахитоидные граниты; 6 – малые интрузии основного состава; 7 – зона серпентинизации; 8 – плагиоклазиты; 9 – габбро; 10 – нориты; 11 – гипербазитовые кумулаты; 12 – ультрабазиты краевой фации; 13 – разломы

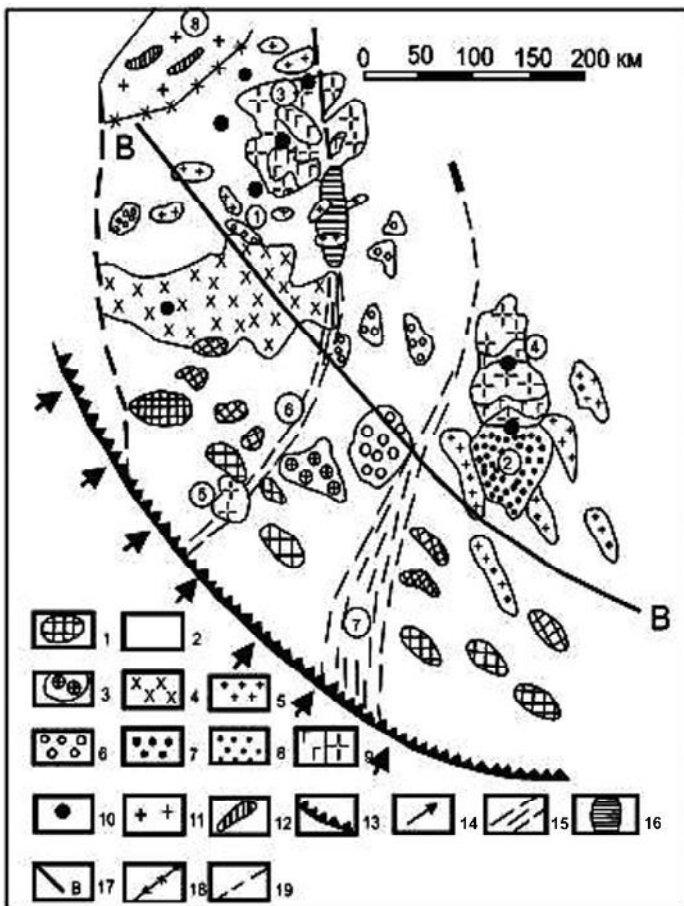
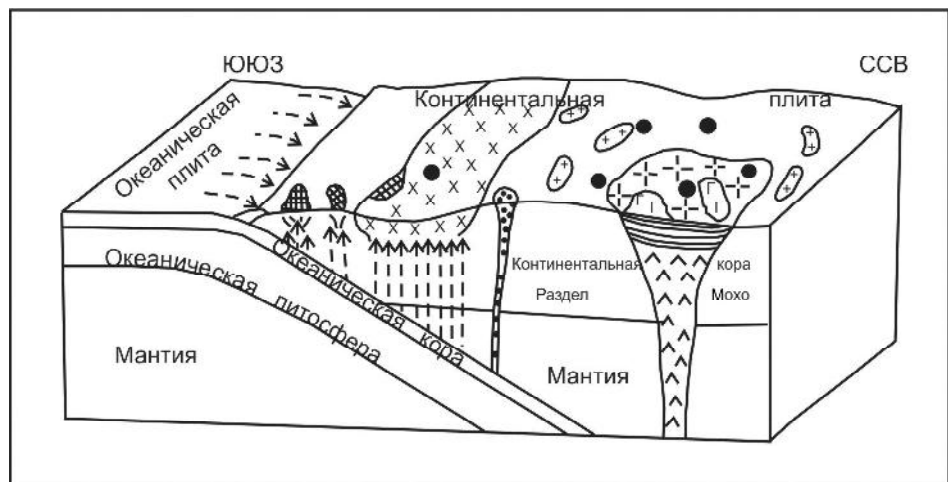


Рис. 4. Магматическая зональность и палеогеодинамическое строение западной и центральной части Украинского щита. Массивы: 1 – эндербитов гайворонского комплекса, 2 – эндербитов и чарнокитов литинского комплекса, 3 – гранитоидов гайсинского комплекса, 4 – бердичевских гранитов, 5 – гранитов житомирского и кировоградского комплексов, 6 – уманских гранитов, 7 – плагиогранитоидов тетиевского и звенигородского комплексов, 8 – пород букинского (1) и новоукраинского (2) комплексов; 9 – габбро-анортозит-рапакивигранитные плутоны: (3) Коростенский; (4) Корсунь-Новомиргородский; (5) Дрокийский; 10 – щелочные породы; 11, 12 – Вольно-Полесский вулcano-плутонический пояс (6); 11 – осницкие граниты; 12 – клёсовская серия; 13 – предполагаемая зона субдукции; 14 – направление движения океанической плиты Пратетиса; 15 – трансформные разломы: (7) – Голованевский; (8) – Немировско-Кочеровский; 16 – приразломная Кочеровская брахисинклиналь; 17 – линеймент В; 18 – граница Вольно-Полесского вулcano-плутонического пояса; 19 – западная граница Украинского щита

Рис. 5. Палеогеодинамическая модель западной и центральной части Украинского щита (вертикальный срез блок-диаграммы проходит в 50–100 км западнее Немировско-Кочеровского трансформного разлома). Условные обозначения см. на рис. 4



здесь сохранился архейский гранулитовый протофундамент, магматические породы в котором представлены эндербитовым гайворонским комплексом. В следующей зоне была слабо развита уже палеопротерозойская гранитизация, что привело к образованию эндербит-чарнокитовой ассоциаций литинского комплекса и чарнокит-гранитной ассоциации побужского комплекса. Более четко выделяется гранитизация следующего, гранитного, фронта, которая завершилась в Подольско-Волынском мегаблоке формированием гранитов бердичевского и житомирского комплексов, а в Кировоградском – гранитов кировоградского комплекса. И наконец, формируются

две последние зоны – собственно, предмет нашего обсуждения: это интрузивная габбро-монцит-гранитная ассоциация букинского и новоукраинского комплексов и габбро-анортозит-гранитная ассоциация коростенского и корсунь-новомиргородского комплексов. Завершился процесс консолидации рассматриваемой части УЩ формированием малых интрузий щелочных пород, представленных городничским комплексом и другими проявлениями щелочных пород внутри и вблизи Коростенского и Корсунь-Новомиргородского плутонов.

Выше нами отмечено различие в составе и строении габбро-анортозит-рапакивигранитных



плутонов и габбро-сиенит-гранитной ассоциации Восточного Приазовья. Ранее С.Г. Кривдик объяснял их сходство и различие глубиной формирования исходных магм [2]. Очевидно, это так, но более существенна их различная геодинамическая позиция. В свое время Е.Б. Глевасский [3] заметил и охарактеризовал магматическую зональность активной континентальной окраины в пределах Приазовского протоконтинента, которая была следствием поддвигания под него Среднеприднепровского мегаблока.

В свете изложенного мы считаем, что мантийный диапиризм и плитовая тектоника — это звенья единого литосферного тектономагматическо-

го процесса, в котором объединяются как вертикальные, так и горизонтальные движения мантийных и коровых масс.

1. *Орловецкий Ю.П.* Мантийный диапиризм. — Киев: Наук. думка, 1990. — 172 с.
2. *Кривдик С.Г., Ткачук В.И.* Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1990. — 408 с.
3. *Глевасский Е.Б.* Реконструкция активной континентальной окраины восточной части Украинского щита в протерозое // Геологическая история территории СССР и тектоника плит. — М.: Наука, 1989. — С. 32–42.

*Поступила в редакцию 20.08.2009 г.*

*А.Н. Пономаренко, [К.Е. Есипчук], Н.М. Коновал*

#### ДВА ЭТАПА ПРОТЕРОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНОМАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ В ДОКЕМБРИИ УКРАИНСКОГО ЩИТА, ИХ ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

В статье приведена петрографическая, петрохимическая и геохимическая характеристика магматических интрузивных комплексов, представляющих два этапа палеопротерозойской активизации в докембрии Украинского щита во временном интервале 2000–1900 и 1800–1700 млн лет: соответственно букинского, новоукраинского и хлебодаровского; коростенского, курсунь-новомиргородского и южнокальчикского. Эти петрографические ассоциации сформированы мантийными диапирами, которые связаны с поддвиганием океанических плит под континентальные в центрально-западной и юго-восточной частях щита.

*О.М. Пономаренко, [К.Ю. Есипчук], Н.М. Коновал*

#### ДВА ЕТАПИ ПРОТЕРОЗОЙСЬКОЇ ТЕКТОНОМАГМАТИЧНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ В ДОКЕМБРІЇ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА, ЇХ ПЕТРОГЕНЕТИЧНА І ГЕОДИНАМІЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

У статті наведено петрографічну, петрохімічну та геохімічну характеристику магматичних інтрузивних комплексів, що репрезентують два етапи палеопротерозойської активізації в докембрії Українського щита у часовому інтервалі 2000–1900 і 1800–1700 млн років: відповідно букинського, новоукраїнського та хлебодарівського; коростенського, курсунь-новомиргородського і південнокальчицького. Ці петрографічні асоціації сформовані мантийними діапірами, які пов'язані з підсовуванням океанічних плит під континентальні в центрально-західній і південно-східній частинах щита.