

## БАРИЕВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ УКРАИНСКОГО ЩИТА

**Г.Л. Кравченко**

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины  
03680, просп. Акад.Палладина, 34, Киев, Украина*

Охарактеризованы бариевые метасоматиты Украинского щита, выявленные в Среднем Приднепровье, в Западном и Центральном Приазовье и в юго-западной части щита (Винницкая обл.). Рассматриваемые породы представлены базавлукитами с гиалофаном ( $Sp_{36}$ ), цельзиан-анортит-эпидотовыми ( $Sp_{83,1-92,8}$ ), апатит-цельзиановыми ( $Sp_{91,5}$ ) метасоматитами, десилицированными пегматитами с цельзианом ( $Sp_{82,9}$ ) и гиалофаном ( $Sp_{6,8-34,7}$ ) и метасоматитами с редко встречающимся бариевым полевым шпатом промежуточного состава между цельзианом и гиалофаном ( $Sp_{73,4}$ ). Исследованные породы образовались в тектонически ослабленных зонах в процессе высокотемпературного Ва-Fe-Са-Na, Ва-Са и Ва метасоматоза по гранитоидам, амфиболитам, кальцифирам и пегматитам, которые, как правило, и служили источником Ва при образовании метасоматитов.

**Вступление.** Бариевые полевые шпаты (цельзиан и гиалофан), слагающие в различных количествах рассматриваемые метасоматиты, в кристаллических породах встречаются довольно редко. Наиболее часто они присутствуют в ассоциации с марганцевыми породами: в марганцевых рудах Отёсонду, юго-западная Африка; Лонгбан, Швеция; Франклин, США; в контактово-метасоматических месторождениях на полуострове Карнарвон, Уэльс, Англия; Якобсберг, Швеция и в других местах. Значительно реже они отмечались во флогопит-кальцитовых жилах среди пироксен-амфиболовых гнейсов (Слюдянка, Забайкалье), в кислых гнейсах (в ассоциации с плагиоклазом № 82) Броккен-Хилл, Новый Южный Уэльс (Австралия) и в пегматитах (Канада, Прибайкалье) [1, 4]. В пределах Украинского щита бариевые метасоматиты обнаружены в Среднем Приднепровье, в Западном и Центральном Приазовье и в Плисковской структуре Винницкой области.

Впервые в пределах Украинского щита **бариевые метасоматиты (базавлукиты)** были выявлены Н.П. Семеновко [15] в Среднем Приднепровье в бассейне р. Базавлук в области контакта Токовского гранитного массива (2600–2800 млн лет) с осадочно-вулканическими формациями (AR)

Чертомлыкско-Солёновского района. Базавлукиты – продукты Ва-Fe-Са-Na метасоматоза, высокотемпературной ветви Na метасоматоза. Они образовались по гранитоидам и пегматитам Токовского массива, а также по более древним амфиболитам и приурочены к зонам катаклаза и милонитизации (Каменской зоне разломов). Мощность их иногда достигает 20–30 м [3, 17]. Базавлукиты – светло-серые среднезернистые породы с равномерно рассеянными или сноповидными агрегатами амфибола. Структура их гранобластовая с порфиробластами роговой обманки. Порода сложена бариевым полевым шпатом гиалофан-цельзианового ряда (5–8 %), плагиоклазом (альбит № 6–8, олигоклаз), кварцем и голубовато-зеленой высокоглиноземистой, железистой ( $f_{\text{общ}} = 50-68 \%$ ), высокотемпературной роговой обманкой. Встречаются также ортит (иногда до 10–20 %), эпидот, цоизит, апатит, сфен [2, 16]. Химический состав данной породы приведен в табл. 1 (ан. 1). По соотношению петрохимических коэффициентов по Н.П. Семеновко (A-C-FM) базавлукит попадает в известково-алюмосиликатную группу пород. Количество ВаО в нем не превышает 0,14 %, что связано с невысоким содержанием гиалофана в породе. С помощью спектрального анализа в исследованных породах

© Кравченко Г.Л., 2012

Таблица 1. Химический состав бариевых метасоматитов и вмещающих их пород, %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	72,85	42,88	40,3	44,74	74,3	7,7	43,85
TiO <sub>2</sub>	0,26	0,21	0,65	0,66	0,17	0,09	0,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,75	27,3	25,2	18,98	13,93	1,87	23,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	3,38	6,81	1,62	0,4	Сл.	0,29
FeO	1,87	0,72	0,93	8,35	1,58	1,44	0,86
MnO	0,03	0,02	0,09	0,16	Сл.	0,08	Сл.
MgO	0,82	1,39	3,56	7,24	0,56	19,68	0,2
CaO	4,07	17,35	18,9	14,05	1,15	29,49	0,49
BaO	0,14	4,83	0,28	0,29	Сл.	1,56	25,47
Na <sub>2</sub> O	3,73	0,42	0,7	1,26	3,65	0,26	0,66
K <sub>2</sub> O	0,35	0,12	Сл.	0,4	3,3	0,24	4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Не опр.	0,1	0,2	0,06	0,06	0,16	0,04
H <sub>2</sub> O	0,05	0,04	0,1	0,25	0,13	Сл.	Сл.
П. п. п.	0,37	0,88	2,52	1,45	0,2	1,51	0,35
Сумма	99,62	100,06	100,32	99,54	99,5	100,18	100,19

*Примечание.* В проанализированных породах установлены также, %: в ан. 2 – 0,08 TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; ан. 5 – 0,07 CO<sub>2</sub>; ан. 6 – 0,85 S; 35,25 CO<sub>2</sub>; ан. 7 – Сл. S; 0,14 CO<sub>2</sub>; 0,02 F. Порода: 1 – альбит-амфиболовая порода (базавлукит), р. Каменка, Среднее Приднепровье [16]; 2 – цельзиан-анортит-эпидотовый метасоматит, с. Дахно, р. Обиточная, обр. 435 [8]; 3 – эпидозит, там же, обр. 926 [8]; 4 – амфиболит из ксенолита, там же, обр. 927 [8]; 5 – гранит чудново-бердичевский альбитизированный, скв. 3776, гл. 75,0 м, Плисковская структура [23]; 6 – кальцифир флогопит-оливин-серпентиновый, скв. 6408, гл. 99,0 м, там же [23]; 7 – бариевый метасоматит (цельзианит?), скв. 6408, гл. 58,0 м, там же [23].

выявлены, г/т: Ba > 30000, Sr – до 10000, Pb – до 400, Ga, La до 600, Nb – до 100, Mo – до 20, Ce – 300, Th – 60 [17].

К продуктам Na–Ca ± Ba метасоматоза принадлежат эпидот-альбитовые и своеобразные эпидот-плагиоклазовые породы (токиты) из Токовского карьера, в которых в парагенезисе с эпидотом (10–12 %), ортитом (3–5 %), цоизитом (5–7 %) и сфеном (2–3 %) находятся высокоосновные плагиоклазы (65–70 %) ряда битовнит-анортит № 75–86. Они образуют маломощные (1–2 м) тела, в которых в процессе метасоматоза накапливались, г/т: Ba – 1000, Sr – 800, Ga – 30, P – 1000, Cr – 200 [17]. С кальциевым силикатным (± Ba) метасоматозом связано образование эпидозитов, обычно приуроченных к породам основного состава, сохранившимся в виде реликтов среди гранитоидов и мигматитов. В эпидозитах выявлены, г/т: Ba – до 30000; Ga, Ce – до 4000, La – до 600, Pb – до 300. Наиболее вероятным источником Ba для базавлукитов и токитов, вероятно, служили токовские биотитовые микроклин-плагиоклазовые граниты и связанные с ними пегматиты, в которых содержание Ba составляет 2100–2500 г/т [13]. Концентратором Ba в этих породах служит микроклин, в котором количество этого элемента достигает 3000–4000 г/т [21].

**Цельзиан-анортит-эпидотовые метасоматиты и эпидозиты Западного Приазовья** [8], подобные по составу к токитам, обнаружены в пределах Салтычанского антиклинория вблизи юго-восточного контакта одноименного диоритового массива обиточненского комплекса (2800–2900 млн лет) с гнейсами и мигматитами западноприазовской серии (AR). Метасоматиты установлены в бассейне р. Обиточная вблизи с. Дахно и приурочены к узлу пересечения разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного направлений. Мигматиты пересекает дайка горнблендита, контакты ее с вмещающими породами четкие, мощность – 0,6 м.

В амфибол-биотитовых мигматитах, часто содержащих ксенолиты амфиболитов, отмечаются согласные, реже секущие зоны цельзиан-анортит-эпидотовых метасоматитов, иногда сменяющихся эпидозитами. Мощность таких зон от 0,2 до 8–10 м. Контакты метасоматитов с вмещающими породами постепенные. Наиболее интенсивное развитие метасоматитов происходит по амфиболитам; замещение последних начинается с периферических частей ксенолитов амфиболита и распространяется вглубь этих образований [8].

Макроскопически цельзиан-анортит-эпидотовые метасоматиты представляют собой желто-

вато-грязно-зеленую мелкозернистую породу массивной, часто пятнистой текстуры. В основной анортит-эпидотовой массе породы местами наблюдаются струйчатые и гнездовидные лейкократовые обособления, сложенные плагиоклазом, иногда в ассоциации с более поздним кварцем. Минералогический состав: эпидот (от 15 до 90 % в эпидозитах), зеленовато-желтоватый, не плеохроирует, маложелезистый –  $f_{\text{общ}} = 15,8–20,8 \%$ , высокотемпературный), анортит (10–40, иногда до 70 %), наиболее ранний минерал метасоматитов с клиновидными и изогнутыми полисинтетическими двойниками, отличается исключительным постоянством состава), цельзиан (8–12 %), плагиоклаз (лабрадор-битовнит № 68–82), клиноцоизит, цоизит, клинопироксен, роговая обманка, кварц, карбонат, хлорит. Акцессорные минералы – сфен, ортит, гранат, циркон, апатит, титаномагнетит, пирротин, пирит.

В табл. 1 приведены результаты химического анализа амфиболита (ан. 4) из ксенолита в метасоматитах и образовавшихся по амфиболиту и горнблендиту, соответственно, цельзиан-анортит-эпидотового метасоматита (ан. 2) и эпидозита (ан. 3). Амфиболиты, относящиеся по многим параметрам к ортопородам, во многом подобны тем, которые описал И.С. Усенко для Западного Приазовья [19].

Цельзиан-анортит-эпидотовые метасоматиты, судя по химическим особенностям, характеризуются постоянством состава, что связано с преобладанием в них эпидота и анортита. Им свойственны высокие значения глиноземистости, известковистости, степени окисления железа и повышенное содержание ВаО (2,70–4,83 %). Образовавшиеся по горнблендитам эпидозиты имеют состав, близкий к составу метасоматитов, но в них заметно уменьшается содержание ВаО (0,28 %). Четко выраженной зональности в метасоматитах и эпидозитах не наблюдается, если не считать, что в области контактов метасоматитов с амфиболитами и эпидозитов с горнблендитами отмечено несколько повышенное содержание роговой обманки. Развитие цельзиана в метасоматитах приурочено, главным образом, к лейкократовым участкам породы, где заметно преобладает анортит. С помощью спектрального анализа в метасоматитах установлены, г/т: Ва >30000, Sr – 150–500, Ni – до 115, Со – 6–18, Ti – 1000–6000, Cr – 50–450, Ga – 10–20, Sc – 3–30, Be – 0–600, La – 200–600.

Рассматриваемые метасоматиты – продукты Ва-Са метасоматоза, который сопровождался

окислением значительной части FeO, процессами десиликации исходных пород и выносом щелочей, Mg и Fe<sup>2+</sup>. Развитие в контакте с горнблендитами эпидозиты, очевидно, можно рассматривать как продукты существенно Са метасоматоза, который при относительно инертном поведении щелочей сопровождался, как и в метасоматитах, процессами десиликации исходных пород, некоторым привнесом Ва и Sr и выносом Mg и Fe. Согласно Д.С. Коржинскому [6], метасоматиты и эпидозиты – это типичные контактово-реакционные образования, возникшие в зоне контакта горнблендитов и амфиболитов с силикатными породами (мигматитами).

Особенности состава исходных пород, цельзиан-анортит-эпидотовых метасоматитов и эпидозитов, а также условия залегания рассматриваемых образований позволяют заключить, что процессы Ва-Са и Са метасоматоза, вероятно, происходили в заключительную фазу позднеархейского (неоархей) тектоно-магматического цикла после образования диоритов и гранодиоритов обиточненского комплекса и внедрения дайки горнблендитов. Наиболее вероятным источником Ва для метасоматитов могли быть плагиоклазовые амфиболиты, содержащие 0,29 % ВаО (табл. 1, ан. 4). Не исключено, что дополнительным источником Ва могли быть скрытые под наносами толщи кальцифиров с бариевым флогопитом, в которых содержание ВаО достигает 0,70–0,75 %. Ва мог быть частично заимствован и из диоритов Салтычанского массива, в которых его количество достигает 500 г/т [22].

**Бариевые метасоматиты Центрального Приазовья** обнаружены в 1979 г. Е.Я. Марченко и др. [10] в бассейне р. Темрюк, в пределах одноименного пегматитового поля. В зоне пересечения разрывных нарушений на западном крыле Мангушского синклиория в обнажениях и скважинах выявлено несколько пластовых тел мощностью до 10 и более метров глубокометаморфизованных кальцитовых и доломитовых графит-флогопит-оливин-пироксеновых мраморов и кальцифиров. Они переслаиваются с амфиболитами, безрудными и железистыми кварцитами и высокоглиноземистыми гнейсами, входящими в состав центральноприазовской серии (неоархей). Бариевые полевые шпаты (гиалофан и цельзиан) встречаются в десилицированных пегматитах и апокарбонатных апатит-цельзиановых метасоматитах. В пределах тектонического узла метаморфические породы дислоцированы, рассланцованы и

прорваны жилами красных гранат-биотит-микроклиновых пегматитов. Непосредственно в карбонатных породах обнаружены жилы и ветвистые прожилки белых плагиоклазовых десилицированных пегматитов с флогопитом и апатитом. В контактах с ними наблюдается фельдшпатизация и апатитизация, эпидотизация и хлоритизация.

Апокарбонатные метасоматические породы с апатитом и бариевыми полевыми шпатами содержат 0,84–2,62 %  $P_2O_5$  и 0,30–2,0 % ВаО. В карбонатных породах MnO – 2,17 %, в кальцитовых жилах – 2,0 %. Гранат из микроклиновых пегматитов содержит 2,6–6,3 % MnO, что, кстати, не является большой редкостью, поскольку известно [20], что гранаты из широко распространенных пегматитов Среднего Приднепровья, Волыни и Западного Приазовья часто также содержат MnO в еще большем количестве (до 20–30 %). Апатит-цельзиановые метасоматиты образуют каёмки вокруг жил десилицированных пегматитов, линзовидные выделения и прожилки в апокарбонатных метасоматитах. Приконтактные апокарбонатные метасоматиты содержат 16,2 % ВаО, десилицированные пегматиты с бариевыми полевыми шпатами и флогопитом – до 22,0 % ВаО; в апатит-содержащих прожилках установлено 7,2 %  $P_2O_5$ . Малые элементы представлены Zr, Cr, Ni, Co, V, Yb, Sc. Главными концентраторами Mn, P и Ва в породах служат спесаргин, апатит и цельзиан.

По мнению Е.Я. Марченко и др. [10], впервые описавших данные метасоматиты, образование их связано с метаморфогенной и магматогенной активизацией, которая привела к перераспределению, возможно, первичноосадочных элементов пород центральноприазовской серии (неоархей) – Mn, P, Ва и др. с последующим образованием их вторичных эндогенных концентраций в процессе пегматитообразования и гидротермальной деятельности.

Рассматриваемые метасоматиты, как нам представляется, – это продукты высокотемпературного Ва метасоматоза, который, вероятно, происходил в завершающую фазу позднеархейского тектоно-магматического цикла после образования гранитов и пегматитов Темрюкского массива. В жилах плагиоклазовых пегматитов данный процесс сопровождался десиликацией и привносом Mn, P и частично К, а в кальцифирах – привносом Mn и щелочей (преимущественно К), некоторым привносом P и выносом Mg, Са и Fe. Источником Ва при образовании метасоматитов могли служить кальцифиры с повышенным

содержанием ВаО (до 2 %), тем более что карбонатные породы с бариевым флогопитом ранее были выявлены вблизи указанного района в бассейне р. Каратюк [7].

**Бариевые метасоматиты Плисковской структуры (Винницкая обл.)** выявлены в 1981 г. И.Ф. Шраменко и др. [23]. Данная структура расположена в пределах развития чудново-бердичевских гранитов (2040–2080 млн лет) и мигматитов, в которых отмечаются тела (прослои) амфиболовых гнейсов и кристаллосланцев, гранодиоритов и розовых аплитоидных гранитов. Вмещающие гранитоиды интенсивно разбиты трещинами и катаклазированы. В зонах катаклаза они нередко альбитизированы. Среди реликтовых гнейсов и кристаллосланцев встречены прослои высокотемпературных флогопит-оливин-серпентиновых кальцифилов, представляющих собой серые и темно-серые мелко-среднезернистые породы пятнистой текстуры. Под микроскопом их структура гранобластовая, реже порфиробластовая и лепидогранобластовая. Минеральный состав, %: кальцит – 60–70, оливин – 5–10, серпентин – 4–30, актинолит – 1–10, флогопит – 6–15; рудные и аксессуарные минералы – апатит, магнетит, арсенопирит, шпинель, циркон, бадделейт. В кальцифирах встречены маломощные зоны амфиболизации и доломитизации.

Бариевый метасоматит (цельзианит?, по [23]) обнаружен среди окремнелых кальцифилов, где образует маломощные (0,1–0,3 м) прожилки. Контакты его с вмещающими породами не прослежены. Внешне порода светло- или розовато-серая неравномернозернистая. Структура панидиоморфнозернистая. Порода на 95 % сложена бариевым полевым шпатом, в небольшом количестве (1–4 %) присутствует калишпат. Вторичные образования представлены галлузитом, хлоритом, гидрослюдами и опалом, второстепенные – рудным минералом и эпидотом; иногда встречаются апатит, корунд и кварц. С применением спектрального анализа в метасоматите выявлены, г/т: Cu и Zn – 100–200, Zr – 60, в незначительном количестве – Sn, Ga, Ni, V. Химический состав альбитизированных чудново-бердичевских гранитов, кальцифилов и бариевых метасоматитов приведен в табл. 1 (ан. 5–7).

Распределение концентраций Ва в чудново-бердичевских гранитах и кальцифирах, по [23], указывает на широкое развитие бариевой минерализации. Для чудново-бердичевских гранитов типичны такие значения содержания, %: Ва – 0,1–

0,3, Sr – 0,03–0,05. В кальцифирах количество Ba и Sr возрастает, соответственно, до 0,2–1,0 и 0,04–0,2 %, при этом всегда Ba > Sr. Это позволило [23] высказать предположение об эндогенном происхождении кальцифиров и по ряду признаков сопоставить их с карбонатитами Западного Приазовья.

И.Ф. Шраменко и др. [23] предполагают, что формирование бариевых метасоматитов обусловлено воздействием высокотемпературных кремнистых растворов на карбонатные породы, что привело к их силификации на заключительной стадии карбонатного метасоматоза. Богатые Ba кальцифиры могли служить источником Ba при образовании метасоматитов.

Бариевые метасоматиты, по нашему мнению, – продукты высокотемпературного но, оче-

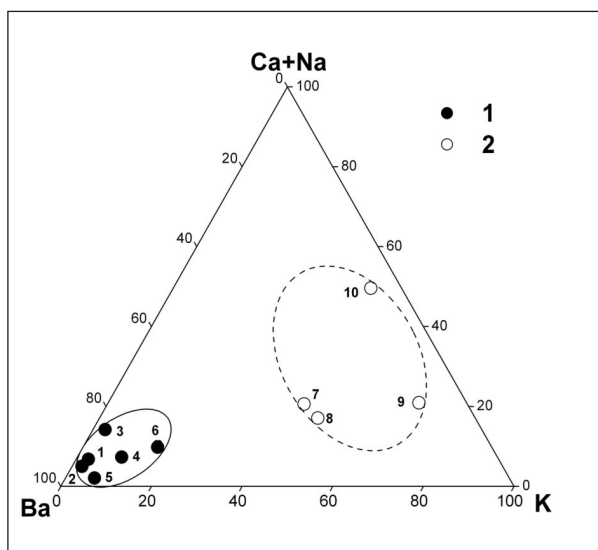
видно, не карбонатного, а бариевого метасоматоза по кальцифирам, который протекал в заключительную фазу раннепротерозойского тектономагматического цикла после образования чудново-бердичевских гранитов и сопровождался приносом кремнезема, щелочей (особенно калия) и заметным выносом Ca, Mg и Fe.

**Бариевые полевые шпаты из метасоматитов Украинского щита** представлены цельзианом и гиалофаном. Цельзиан выявлен только в цельзиан-анортит-эпидотовых метасоматитах бассейна р. Обиточная в Западном Приазовье [9], а также в десилицированных пегматитах и апатит-цельзиановых метасоматитах бассейна р. Темрюк в Центральном Приазовье [11]. Гиалофан обнаружен в десилицированных пегматитах бассейна р.

Таблица 2. Химический состав бариевых полевых шпатов, %

Компонент	Цельзиан						Гиалофан			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	32,82	32,52	32,76	35,09	35,01	38,21	49,22	49,31	60,69	58,68
TiO <sub>2</sub>	0,1	Сл.	0,02	0,02	Не обн.	Сл.	–	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,87	26,68	26,85	26,33	25,87	27,13	24,2	22,93	20,36	23,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	Сл.	<0,01	0,35	0,29	0,18	0,2	0,12	0,19	0,17
FeO	Сл.	0,15	0,12	–	–	0,71	–	–	–	–
MnO	0,06	0,02	0,01	0,01	Не обн.	Не обн.	–	Не обн.	Не обн.	Не обн.
MgO	0,32	0,65	0,08	0,19	–	0,34	0,14	0,13	0,08	0,12
CaO	0,5	0,25	1,49	0,61	–	0,18	0,07	0,66	0,82	2,73
BaO	38,68	39,08	38	36,02	37,67	29,4	17,31	18,27	5,49	3,76
SrO	0,47*	0,46*	Не опр.	Не опр.	0,04	Не опр.	–	Не опр.	–	–
Na <sub>2</sub> O	0,3	0,28	0,49	0,29	0,18	0,7	1,96	1,44	1,78	4,07
K <sub>2</sub> O	0,37	0,3	0,4	1,31	0,83	2,1	6,4	7,77	11,04	7,41
Rb <sub>2</sub> O	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,01	0,008	Не опр.	–	0,03	0,04	0,05
Cs <sub>2</sub> O	То же	То же	То же	0,0001	0,002	То же	–	0,0001	–	–
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,04	Сл.	< 0,01	0,11	–	0,08	0,02	Не обн.	Не обн.	Не обн.
П. п. п.	0,12	" "	0,21	0,14	Не обн.	0,56	0,25	То же	То же	То же
Сумма	99,79	100,39	100,43	100,48	99,9	99,59	99,77	100,66	100,49	100,48
Плотность	3,4	Не опр.	Не опр.	3,27	3,36	3,25	2,76–2,96	2,87	> 2,70	< 2,70
n <sub>g</sub>	1,597	1,6	1,595	1,591	1,595	1,585	1,561–1,567	1,548	1,538	1,53
n <sub>m</sub>	1,591	1,594	1,588	1,585	1,59	–	1,555–1,558	1,541	1,54	1,53
n <sub>p</sub>	1,585	1,588	1,585	1,582	1,586	1,57	1,552–1,555	1,536	1,53	1,52
2V, град.	88	Не опр.	Не опр.	–	95	–	–	74	–	–
Sp	90,5	92,8	83,1	82,9	91,5	73,4	36	34,7	10,5	6,8
Ap	3,2	1,6	9	3,9	–	1,4	0,4	3,4	4,2	13,4
Ab	3,6	3,4	5,2	3,4	2,1	8,4	20,2	13,7	16,7	36,2
Or	2,7	2,2	2,7	9,8	6,4	16,8	43,4	48,2	68,6	43,6

*Примечание.* Порода: 1 – цельзиан-анортит-эпидотовый метасоматит, с. Дахно, р. Обиточная, Западное Приазовье, обр. 435 [9]; 2 – то же, там же, обр. 859 [9]; 3 – кварц-эпидот-амфибол-плаггиоклазовый метасоматит, там же, обр. 928 [9]; 4 – десилицированный пегматит, р. Темрюк, Центральное Приазовье [11]; 5 – апатит-цельзиановый метасоматит, там же [11]; 6 – силифицированный флогопит-оливин-серпентиновый кальцифир, Плисковская структура, Винницкая область [23]; 7 – гиалофан-амфибол-альбитовый метасоматит (базавлукит), Токовский гранитный карьер, Среднее Приднепровье [14]; 8 – десилицированный пегматит, р. Темрюк, Центральное Приазовье [12]; 9, 10 – то же, там же [12]. \*Содержание SrO определено с помощью рентген-флуоресцентного анализа.

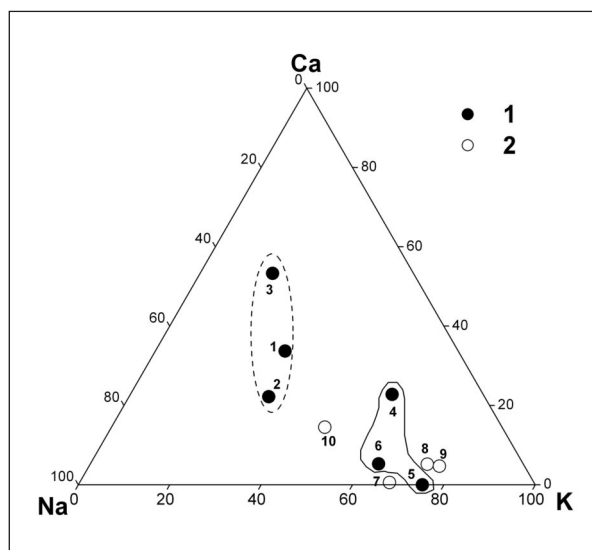


**Рис. 1.** Диаграмма Ba – K – (Ca + Na) для бариевых полевых шпатов Украинского щита: 1 – цельзиан; 2 – гиалофан. Номера анализов соответствуют номерам в табл. 2

Темрюк [12] и в базавлукитах Среднего Приднпровья [14]. Следует отметить, что в базавлукитах с помощью оптических методов было установлено наличие цельзиана [5, 18], но химическим анализом это не подтверждено.

Цельзиан и гиалофан по внешнему виду мало отличаются друг от друга. Они наблюдаются в виде короткопризматических кристаллов, чаще ксеноморфных бесцветных или белых зерен, иногда с желтоватым или розоватым оттенком (гиалофан) размером от 0,05–0,5 до 1–2 мм. Под микроскопом бариевые полевые шпаты характеризуются облачным погасанием и отсутствием полисинтетических двойников, иногда отмечаются простые (карлсбадские, манебахские) двойники; нередко в них наблюдаются мелкие включения как щелочных (Or, Ab), так и бариевых полевых шпатов. Показатели преломления цельзиана и гиалофана, их плотность и углы  $2V$  приведены в табл. 2.

Исследованные цельзианы содержат 82,9–92,8 % Sn компонента и по составу близки к чистым цельзианам, – членам изоморфного ряда плагиоклаз (анортит)-цельзиан. Согласно существующим представлениям [4], они относятся к серии плагиоклаз-кальциоцельзиан-цельзиан. Точки составов этих минералов на диаграмме Ba – K – (Ca + Na) (рис. 1) располагаются вблизи от вершины треугольника, в которой фиксируется 100 % Sn компонента. Существуют некоторые отличия между цельзианами из различных метасоматитов. Так, в цельзианах из плагиоклаз-эпидотовых метасоматитов [9] в отличие от таковых



**Рис. 2.** Диаграмма Ca – Na – K (без учета Ba) для бариевых полевых шпатов Украинского щита. Услов. обозн. см. на рис. 1

из апатит-цельзиановых метасоматитов [11] заметно меньше Or и больше Ab и An компонентов (рис. 2), что, безусловно, связано с составом исходных пород. По химическому составу (табл. 2), цельзианы характеризуются практически полным отсутствием  $TiO_2$  и MnO и незначительным количеством, %:  $Fe_2O_3$  (до 0,14–0,35), FeO (до 0,12–0,15), MgO (до 0,08–0,65), SrO (до 0,04–0,47) и иногда  $Rb_2O$  (до 0,008–0,01) и  $Cs_2O$  (до 0,0001–0,002). С помощью спектрального анализа в цельзианах выявлены, г/т: Ba > 30000, Sr – до 1500, Ni – 10, Cr – 10, Pb – 1–20, Zr – 100–200, Ga – 10–15, Zn – 0–100, Mn – 20–80.

Бариевый полевой шпат из метасоматита Плисковской структуры [23], в котором установлено 73,4 % Sn компонента (табл. 2, ан. 6), очевидно, должен быть отнесен к промежуточным разностям между цельзианом и гиалофаном, хотя в природе бариевые полевые шпаты такого состава (от  $Sn_{50}$  до  $Sn_{85-90}$ ) практически не известны. Условно мы рассматриваем его вместе с цельзианами, однако ему свойственно повышенное содержание Or (16,8 %) и Ab (8,4 %) компонентов, а по химическому составу он во многом близок к цельзиану, кроме заметно меньшего содержания BaO.

Гиалофан характеризуется присутствием от 6,8 до 36,0 % Sn компонента (табл. 2, рис. 1). В отличие от цельзиана он содержит значительно больше Or (43,4–68,6 %), Ab (13,7–36,2 %), а иногда и An (13,4 %) компонентов, что указывает на существование непрерывной серии твердых растворов между щелочными полевыми шпатами и

цельзианом. Щелочные полевые шпаты с большим количеством Ва (ан. 9, 10), вероятно, представляют собой члены четырехкомпонентной системы  $Or-Ab-An-Sp$ . По химическому составу (табл. 2, ан. 7–10), гиалофаны содержат незначительную примесь, %:  $MgO$  (0,08–0,14),  $Fe_2O_3$  (0,12–0,20), иногда  $Rb_2O$  (до 0,03–0,05) и  $Cs_2O$  (до 0,0001). С помощью спектрального анализа в них установлены, г/т: Ва > 30000, Mn – 50–200, Cr – 3–10, Cu – 20–32, Pb – 15–50, Mo – 0,5–0,6; Nb – 10, Ga – 15–32.

**Выводы.** В пределах Украинского щита бариевые метасоматиты обнаружены в Среднем Приднепровье, в Западном и Центральном Приазовье и в юго-западной части щита. В Среднем Приднепровье они представлены базавлукитами – продуктами Ва-Fe-Ca-Na метасоматоза и образовались как по гранитам Токовского массива, так и по более древним амфиболитам. Бариевый полевой шпат представлен гиалофаном с содержанием 36,0 % Sp компонента; в его составе щелочные полевые шпаты представлены главным образом миналами Or (43,4 %) и Ab (20,2 %). Источником Ва для базавлукитов служили токовские граниты.

В Западном Приазовье рассматриваемые породы представлены цельзиан-анортит-эпидотовыми метасоматитами – продуктами высокотемпературного Ва-Са метасоматоза, которые образовались по амфиболитам. Бариевый полевой шпат представлен в них цельзианом с содержанием 83,1–92,8 % Sp компонента, остальным полевошпатовым миналам принадлежит подчи-

ненная роль. Источником Ва для метасоматитов могли быть амфиболиты, Ва-содержащие кальцифиры и диориты Салтычанского массива.

В Центральном Приазовье исследованные породы представлены апатит-цельзиановыми метасоматитами с Mn минерализацией, образовавшимися по кальцифирам, и десилицированными пегматитами, выявленными вблизи контакта с карбонатными породами. Бариевые полевые шпаты представлены здесь наиболее широко: от цельзианов с содержанием 82,9–91,5 % Sp компонента до гиалофанов, в которых количество Sp компонента изменяется от 6,8 до 34,7 %. В гиалофанах, являющихся по химическому составу смесью цельзиана и калишпата, установлено и большое количество миналов щелочных полевых шпатов: Or – 43,4–68,6 и Ab – 13,7–36,2 %. Источником Ва при образовании метасоматитов могли служить кальцифиры с повышенным содержанием Ва.

В юго-западной части щита бариевые метасоматиты обнаружены в окремнелых кальцифирах, залегающих среди гнейсов и кристаллосланцев в пределах развития чудново-бердических гранитов. Бариевые полевые шпаты из этих пород содержат 73,4 % Sp компонента и принадлежат к промежуточным разностям между цельзианом и гиалофаном. К цельзианам они отнесены условно, т. к. содержат повышенное количество миналов щелочных полевых шпатов (Or и Ab) и заметно более низкое содержание ВаО. Источником Ва при образовании данных пород были обогащенные Ва кальцифиры.

1. Бетехтин А.Г. Минералогия. – М.: Изд-во геол. лит-ры, 1950. – 956 с.
2. Бойко В.Л., Зыков Е.А., Полетаева Л.Н. и др. Метасоматиты Базавлукского и Восточно-Саксаганского поясов и связанная с ними металлоносность // Геохимия и рудообразование. – 1976. – Вып. 5. – С. 51–61.
3. Бойко В.Л. Геологическое строение, петрогенезис и металлоносность Чертомлыкско-Солёновского района (Среднее Приднепровье). – Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. н. – К., 1970. – 24 с.
4. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы : в 5 т. – Т. 4. – М.: Мир, 1966. – 482 с.
5. Дядченко М.Г. Про знахідку барійових польових шпатів по р. Кам'янка, правій притоці р. Бузулук // Геол. журн. – 1952. – 12, вип. 3. – С. 81–85.
6. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 332–452.
7. Кравченко Г.Л. Барийстые флогопиты из карбонатных пород приазовской части Украинского щита // Вопр. регион. и генетич. минералогии. – К.: Наук. думка, 1977. – С. 150–155.
8. Кравченко Г.Л., Мельников В.С., Лазаренко Е.Е. Цельзиан-анортит-эпидотовые метасоматиты и эпидозиты Западного Приазовья // Геол. журн. – 1989. – № 4. – С. 104–116.
9. Кравченко Г.Л., Мельников В.С., Лазаренко Е.Е. Цельзиан и анортит из плагиоклаз-эпидотовых метасоматитов бассейна р. Обиточной (Приазовье) // Минерал. журн. – 1989. – 11, № 3. – С. 74–78.
10. Марченко Є.Я., Коньков Г.Г., Васенко В.І. Перша знахідка десілікованих пегматитів і апатит-цельзіанових метасоматитів в докембрії Українського щита // Доп. АН УРСР, сер. Б. – 1979. – № 7. – С. 515–517.
11. Марченко Е.Я., Хвостова В.А., Коньков Г.Г. и др. Цельзиан из пегматитов и метасоматитов Украинского щита // Докл. АН СССР. – 1979. – 248, № 6. – С. 1423–1426.

12. Марченко Є.Я., Коньков Г.Г., Васенко В.І. Гіалофан з десилікованих пегматитів докембрію Приазов'я // Доп. АН УРСР, сер. Б. – 1980. – № 5. – С. 27–31.
13. Оrsa В.И. Гранитообразование в докембрии Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области. – К.: Наук. думка, 1988. – 202 с.
14. Оrsa В.И., Беспалько Н.А., Литовченко Е.И. и др. Полевые шпаты // Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. – К.: Наук. думка, 1975. – С. 467–471.
15. Семененко Н.П. Структура кристаллического массива Среднего Приднепровья. – К.: Изд-во АН УССР, 1949. – 112 с.
16. Семененко Н.П. Альбититы Украины // Физ.-хим. проблемы формирования горных пород и руд. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – Т. 2. – С. 196–205.
17. Семененко Н.П., Бойко В.Л., Киричек Б.Д. и др. Метасоматиты Базавлукского пояса. Зоны метасоматитов в гранитоидах и мигматитах // Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. – К.: Наук. думка, 1975. – С. 187–197.
18. Скуридин Г.С. Бариевые и барийсодержащие полевые шпаты Токовского массива // Вопр. геохронол., минерал., петрол. и рудообразов. – К.: Наук. думка, 1979. – С. 82–86.
19. Усенко И.С. Основные и ультраосновные породы Западного Приазовья. – К.: Изд-во АН УССР, 1960. – 220 с.
20. Усенко И.С., Белевцев Р.Я., Щербакова Т.Г. и др. Породообразующие гранаты Украинского щита. – К.: Наук. думка, 1980. – 175 с.
21. Усенко И.С., Рокачук Т.А., Крамаренко Н.К. и др. Щелочные полевые шпаты гранитоидов Украинского щита. – К.: Наук. думка, 1980. – 195 с.
22. Цуканов В.А. Петрология раннедокембрийских гранитоидов Приазовья. – К.: Наук. думка, 1977. – 163 с.
23. Шраменко И.Ф., Стадник В.А., Костюченко В.С. Цельзиановая минерализация в породах Плисковской структуры // Докл. АН УССР, сер. Б. – 1981. – № 4. – С. 23–26.

**Кравченко Г.Л. Барієві метасоматити Українського щита.** Охарактеризовано барієві метасоматити Українського щита, виявлені у Середньому Придніпров'ї, в Західному та Центральному Приазов'ї і в південно-західній частині щита (Вінницька область). Ці породи представлено базавлукитами з гіалофаном ( $Cn_{36}$ ), цельзіан-анортит-епідотовими ( $Cn_{83,1-92,8}$ ), апатит-цельзіановими ( $Cn_{91,5}$ ) метасоматитами, десилікованими пегматитами з цельзіаном ( $Cn_{82,9}$ ) і гіалофаном ( $Cn_{6,8-34,7}$ ) та метасоматитами, у яких зрідка зустрічається барієвий польовий шпат проміжного складу між цельзіаном і гіалофаном ( $Cn_{73,4}$ ). Досліджувані породи утворились у тектонічно ослаблених зонах у процесі високотемпературного Ва-Fe-Ca-Na, Ва-Ca і Ва метасоматозу по гранітоїдам, амфіболітам, кальцифірам і пегматитам, що, як правило, були джерелом Ва у процесі утворення метасоматитів.

**Kravchenko G. L. Barium metasomatites of the Ukrainian Shield.** Barium metasomatites from Middle and Central Azov area and South-West part (Vinnitca region) of the Ukrainian Shield (USH) are characterized. Studied rocks are presented by basavlukites with hyalophane ( $Cn_{36}$ ), celsian-anorthite-epidot ( $Cn_{83,1-92,8}$ ), apatite-celsian ( $Cn_{91,5}$ ) metasomatites, desilicification pegmatites with celsian ( $Cn_{82,9}$ ) and hyalophane ( $Cn_{6,8-34,7}$ ) and metasomatites with the rare Ba-feldspar of intermediate composition between celsian and hyalophane ( $Cn_{73,4}$ ). These rocks was formed in a breaking zones during high temperature Ba-Fe-Ca-Na, Ba-Ca and Ba metasomatism that have been developed in granites, amphibolites, calciphyres and pegmatites. Usually these rocks were of Ba source by metasomation.

*Поступила 13. 03. 2012.*