

А.Ф. Гончарук, Т.И. Шемякина, В.М. Кулибаба
Институт геохимии окружающей среды

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ БИОТИТ-КЛИНОПИРОКСЕН-ОРТОКЛАЗОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ УЧАСТКА РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПЛИОЦЕНОВЫХ ВУЛКАНИТАХ ВЫГОРЛАТ-ГУТИНСКОЙ ГРЯДЫ (ЗАКАРПАТЬЕ)

Приведена подробная петрография впервые установленных в регионе так называемых «смекритов» — комплекса железо-магний-калиевых метасоматитов и прожилков выполнения, проявленных в виде последовательно сменяющихся от центра подтока флюидов в латеральном направлении нескольких фаций: от калишпат-пироксен-амфиболовых и биотититов к околотрещинным плагиоклаз-биотит-клинопироксен-ортоклазитам, а затем — габбро-порфиритам, подверженным биотит-клинопироксен-ортоклазовому замещению. В карбонатных прожилках присутствует андрадит. Предполагаемый интервал температур процесса 700–200° С.

Установленные авторами впервые в регионе экзотические высокотемпературные метасоматиты и названные для удобства изложения материала «смекритами», обнаружены на участке рудопроявления Смереков Камень среди поля гидротермально измененных вулканогенных пород средне-основного состава. Гидротермалиты, занимающие обширные площади, представлены, как правило, топаз- и турмалинсодержащими монокварцитами и кварц-аргиллизитовыми фациями приповерхностных условий образования. Нижняя часть колонки этих метасоматитов, вскрытых до глубин 730 м, сложена последовательно сменяющимися кварц-гидрослюдистыми, гидросерицит-березитовыми и березито-грейзеновыми фациями с интервалами более ранних биотит-калишпатовых и актинолит-хлоритовых пропиловых изменений. Все они имеют отчетливо выраженную редкометальную минералого-геохимическую специализацию (Bi, Te, As, Au, Mo, Sn, W, F, V).

Участок рудопроявления приурочен к фокусу крупной плутоногенно-купольной структуры Явор, осложняющей прибортовую часть депрессии Боржавской очаговой структуры. Последняя сформировалась в течение самого заключительного мартынско-бужорского ритма плиоценового вулканизма, наземные базальт-андезитобазальтовые извержения которого завершились плутоической фазой. В структуре Явор кровля предполагаемого плутона достигла уровня 500 м от современной поверхности. К его сателлитам, очевидно, относятся тела габбро-порфиритов, монцодиорит-порфиритов, кварцевых микродиоритов и их многочисленных стекловатых аналогов, развитые на участке и вблизи его.

В южной части участка Смереков Камень, гипсометрически ниже кварцитовых скал, в глубоком врезе ручья Ялового на протяжении более 100 м обнажается сложное интрузивное образование, состоящее из субщелочных мегаплагиофировых порфиритов, небольшого тела габброидов и ассоциирующих с ним «смекритами». Большая часть интрузива сложена очень характерными для этого района мегаплагиофировыми породами, макроскопическими почти идентичными таковым из лавового покрова пачки мартынского комплекса. Здесь же они представляют собой интрузивное тело близповерхностной фации. В южной части массива на площади примерно 20x30 м прослежено тело габброидов, подверженное ороговикованию и «смекритизации» различной интенсивности, которая затрагивает и мегаплагиофировые порфириты. Непосредственно с юга к «смекритам» примыкают отдельные коренные выходы обычно сухаристых, местами обогащенных мельниковитом или гидроксидами железа пород монтмориллонит-кварцевой гидротермально-метасоматической фации. В зоне мелких нарушений подобным изменениям подвержены также мегаплагиофировые породы интрузии.

Тело мегаплагиофировых пород неоднородно по структурно-текстурным особенностям. По вертикали в обнажениях прослеживается 25–30 метров разреза, вероятно, апикальной части интрузива, в котором верхняя часть представлена андезитобазальтами закалочной фации, а нижняя — порфиритами более внутренней фации интрузивного тела, связанными постепенным переходом.

Мегаплагиофировые андезитобазальты — почти черные породы с резко выраженной порфировой структурой: преобладают крупные, до 8–10 мм, вкрапленники плагиоклаза (18–22%) и мелкие, до 2 мм — клинопироксена (2–3%). Ортопироксен присутствует в виде единичных реликтовых зерен, окруженных каймой клинопироксена. Фенокристаллы плагиоклаза полисинтетически сдвойникованы, часто зональные (2–3 зоны). Как правило, они переполнены округлыми зернами клинопироксена. Внутренние зоны имеют состав лабрадора (№ 52), внешние — андезина (№ 42–45). Клинопироксен фенокристаллов представлен призматическими корродированными по краям зернами с буроватым оттенком. Основная масса породы имеет структуру, близкую к толеитовой или интерсертальной, состоящую из плагиоклаза, клинопироксена, титаномагнетита и бурого стекла, запыленного титаномагнетитом и обогащенного иголочками апатита. Иногда встречаются участки сферолитового строения с индивидуализированными волокнами калишпата и кварца. Вариации содержаний компонентов основной массы: стекло 30–55%, плагиоклаз 30–60%, клинопироксен 8–20%, титаномагнетит 2–5%, апатит 1–2%. Встречаются редкие миндалины, выполненные кварцем, окруженным карбонатом, изредка совместно с идиоморфными зернами клинопироксена, и кристобалитом с включениями апатита.

Порфириты отличаются зеленовато-серой окраской, меньшими размерами и большим количеством вкрапленников плагиоклаза. Практически идентичны химические составы пород обеих фаций (табл. 1). Переход к порфиритам, сопровождается широкими вариациями структур и степени кристалличности основной массы.

Таблица 1. Химический состав пород участка (масс. %)

Компонент	1	2	3	4	5
SiO ₂	56,38	54,20	47,90	49,10	48,40
TiO ₂	1,43	1,51	1,04	1,04	1,04
Al ₂ O ₃	17,76	17,50	15,60	17,40	15,00
Fe ₂ O ₃	3,16	3,10	3,30	4,60	2,20
FeO	4,31	4,30	4,90	4,20	4,00
MnO	0,14	0,14	0,34	0,28	0,30
MgO	2,12	3,45	8,00	4,10	9,50
CaO	7,58	8,25	13,80	9,90	9,70
Na ₂ O	2,33	2,74	1,86	2,66	2,28
K ₂ O	2,72	2,08	1,12	3,46	3,68
S	0,02	0,05	0,02	0,10	0,10
P ₂ O ₅	0,29	0,32	0,17	0,17	0,15
CO ₂	0,78	0,99	0,61	0,46	2,12
F	0,03	Сл.	0,06	0,03	0,78
H ₂ O ⁻	0,33	Сл.	Сл.	0,50	0,43
П.п.п.	0,97	1,15	0,99	1,74	0,58
Сумма	100, 35	99,78	99,68	99,74	99,88

1 — мегаплагиофировый андезитобазальт; 2 — мегаплагиофировый монцодиорит-порфирит; 3 — слабоизмененный габбро-порфирит из массива «смerekитов»; 4 — «смerekит» ортоклаз-клинопироксеновый; 5 — «смerekит» плагиоклаз-ортоклаз-клинопироксен-биотитовый.

Хотя в целом в них и преобладают участки полнокристаллических микропойкилитовых, реже монцонитовых и микрографических структур, но встречаются образцы, содержащие небольшое количество бурого стекла, часто со сферолитовыми и веерными агрегатами калишпата и кварца, содержащими обильные включения длиннопризматического апатита. Количественный состав полнокристаллической основной массы этих пород (%): плагиоклаз 55–60, клинопироксен 15–20, калишпат 15–20, титаномагнетит 5–7, апатит 2–3, кварц 1–3.

В южном направлении, с приближением к контакту с телом габброидов, подверженных интенсивной смерекитизации и ороговикованию, в основной массе порфиритов укрупняются выделения калишпата. Калишпат интенсивно замещает лейсты и края фенокристаллов плагиоклаза, проникая в последние по трещинам. Появляются здесь системы тончайших прожилков и пятна в основной массе с типичным парагенезисом смерекитов (калишпат, клинопироксен, титанит). Увеличивается размер и количество кристаллов апатита. В основной массе возрастают содержания калишпата до 25–40%, клинопироксена — до 25–28%, кварца — до 5–7%.

Зона перехода мегаплагиопорфировых порфиритов к смерекитизированным габброидам имеет достаточно отчетливые признаки более позднего внедрения и активного воздействия мегаплагиофировой интрузии на тело габброидов более ранней фазы внедрения. Зона эндоконтактных фаций мегаплагиофировых порфиритов шириной не менее 2–5 метров сложена очень плотными мелкозернистыми афировыми и густовкрапленными порфировидными породами, связанными постепенными переходами. В самой внешней части эндоконтакта они образуют 3–4 чередующихся полосы шириной от 1 до 10 см. Обе разности очень близки по составу основной массы, имеющей микродолеритовую структуру в сочетании с участками микропойкилитовой и микропойкилоофитовой структур. В афировых породах, как правило, несколько повышено содержание кварца и калишпата, что подтверждает химсостав. Характерны включения игольчатого апатита в кварц-калишпатовых агрегатах. Количественный состав, основной массы характеризуется (соответственно в порфировых и афировых разностях) следующими величинами (%): плагиоклаз 40–68 и 55–70; клинопироксен 15–25 и 20–25; калишпат 5–25 и 7–15; кварц 1–7 и 5–7; титаномагнетит 5–8 и 2–5; апатит 1–2. В отдельных полосах проявляется слабая ориентировка лейст плагиоклаза параллельно контакту. В непосредственном контакте с телом габброидов прослежена зонка мощностью 1 см, обогащенная клинопироксеном с участками микропойкилитовых кварц-калишпатовых структур. Лейсты плагиоклаза здесь ориентированы перпендикулярно к плоскости контакта. Далее, в экзоконтактном ореоле мегаплагиофировой интрузии прослежена зона изменений тела габброидов, особенно интенсивно подвергшихся высокотемпературному щелочному метасоматозу. Характерно, что интенсивность метасоматической проработки повышается в южном направлении с удалением от контакта вглубь массива габброидов. В области контакта породы обеих интрузий слабо подвержены клинопироксен-калишпатовому замещению, быстро затухающему на расстоянии 3–5 метров в мегаплагиофировых порфиритах. Зона экзоконтактного ореола шириной не менее 5 м представлена ороговикованным порфировидным габбро или габбро-диабазом, подверженными позже щелочному метасоматозу. К сожалению, не удается уверенно различать минеральные парагенезисы этих двух процессов, поэтому выделение зоны роговиков носит достаточно условный характер. Наименее измененное порфировидное габбро сложено крупнотаблитчатыми кристаллами плагиоклаза, переполненного включениями клинопироксена, подчиненным количеством кристаллов клинопироксена и оранжево-бурого биотита, интерстиции которых заполнены агрегатами мелких зерен клинопироксена. Встречаются участки с гранобластовой структурой, сложенные клинопироксеном и плагиоклазом, иногда замещаемых калишпатом. Процентные соотношения минералов: плагиоклаз 65–70, клинопироксен 20–25, титаномагнетит 2–3, калишпат 1–3, биотит 1–3. Наблюдаются переходы к почти полнопроявленным роговикам с гранобластовой микроструктурой, состоящими из плагиоклаза (50–55%) и клинопироксена (40–45%). В некоторых образцах габброидов, взятых в 4–5 метрах от контакта, порода представляет собой чередование микрослоек гранобластовой структуры

существенно двупироксенового и клинопироксен-плагиоклаз-калишпатового состава с участками ортопироксенового габбро. В непосредственном контакте с афировой зоной эндоконтакта мегаплагиофирового порфирита габбро имеет крайне неоднородную микроструктуру, обусловленную, по нашему мнению, процессами селективного плавления первичной микроделеритовой массы. Под микроскопом видны реакционно-инъекционные взаимоотношения первичных меланократовых микроделеритовых образований с лейкократовыми обособлениями кварц-калишпат-плагиоклазового состава, где плагиоклаз образует полигональные зерна, а кварц и калиевый шпат наблюдаются в виде графических, пойкилитовых и сферолитовых сростаний, пронизанных игольчатым апатитом и запыленным титаномагнетитом. Новообразованный плагиоклаз имеет как двойниковое, так и однородное строение. На месте разложенного первичного плагиоклаза основной массы образуются мелкозернистые агрегаты кварца, калишпата, альбита, титаномагнетита с небольшим количеством клинопироксена и апатита.

Химические составы охарактеризованных интрузивных пород приведены в таблице 1. Породы обеих мегаплагиофировых фаций существенно не различаются, хотя, в целом, петрогенные окислы испытывают значительные вариации. Содержания кремнезема колеблются в них от 53,9% до 56,38% и, таким образом, соответствуют группе типичных андезитобазальтов — диоритов. По другим параметрам: — относительно высоким концентрациям глинозема и извести, низким — магния — они несомненно являются представителями неогеновой андезитобазальтовой формации Закарпатья. В то же время это породы относительно повышенной щелочности (сумма оксидов калия и натрия варьирует от 4,04 до 5,05%) и устойчивого преобладания калия над натрием. Наиболее кислые и щелочные разности этих пород зафиксированы в афировой фации из зоны их эндоконтакта с габброидами: при 57,07% кремнезема содержание оксидов калия в них составляет 4,2%, натрия — 3,05%, магния — 1,08%. На классификационной диаграмме «сумма щелочей-кремнезем» (Классификация ..., 1981) фигуративные точки этих пород ложатся в поле средних пород нормального ряда, располагаясь вблизи границы с полем субщелочных пород. Отношение натрия к калию в вулканических породах нормального ряда никогда не опускается ниже единицы, в отличие от трахибазальтов и латитов. По этому критерию наши мегаплагиофировые породы могут быть отнесены к латитовому субщелочному калиево-натриевому ряду. Учитывая высокое содержание калишпата в полнокристаллических разностях мегаплагиофировых пород, мы сочли возможным отнести их к монцодиорит-порфиритам.

На площади развития комплекса «смerekитов», образовавшихся в основном по габброидам, проявляется определенная зональность, выражающаяся в последовательном изменении структурно-текстурных особенностей и минерального состава пород в южном направлении от наблюдаемого интрузивного контакта. При этом каких-либо признаков влияния контактового взаимодействия на состав смerekитов не наблюдается. Зональность в целом отражает возрастание степени метасоматической проработки исходной породы. «Смerekитизация», слабо проявленная в зоне ороговикоманного габброида, в южном направлении нарастает. На расстоянии 20–25 метров прослеживается 3–4 фациальных зоны этих метасоматитов: 1) внешняя — биотит-клинопироксен-калишпатовых; 2) промежуточная — такситовых и околотрещинных биотит-плагиоклаз-клинопироксен-калишпатовых (со шпинелью и кордиеритом); 3) внутренняя — биотититов (существенно биотитовых клинопироксен-калишпатовых) с мелко-среднекристаллическими шлирами (роговая обманка, клинопироксен, калишпат).

Зона биотит-клинопироксен-калишпатовых смerekитов наиболее протяженная (до 15 м) на площади обнажения. Непосредственно в зоне ороговикоманного габбро слабая «смerekитизация» представлена калишпат-клинопироксеновыми новообразованиями в интерстициях кристаллов первичномагматического плагиоклаза, а также в виде метасоматических микропрожилков, проникающих по трещинам во вкрапленники. В последнем случае наблюдается интенсивное разложение клинопироксена вкрапленников вдоль прожилка с образованием агрегата гранулярного клинопироксена, погруженного в калишпат. Края вкрапленников плагиоклаза замещаются калишпатом, образующим кайму,

переполненную тончайшими включениями рудного минерала. По мере продвижения от контакта в южном направлении вглубь массива габброидов постепенно нарастает интенсивность метасоматических изменений.

«Смерекиты» здесь слагают зеленовато-серые очень плотные массивные породы с отчетливой реликтовой структурой первичного габброида и очень редкими тончайшими прожилками мощностью до 1 мм. Первичномагматические порфиновые выделения, составляющие 40–65% объема породы, представлены плагиоклазом (40–45%), клинопироксеном (10–20%), биотитом (3–5%). С приближением к зоне биотитизации все отчетливее в них проявляется шпиротакситовая текстура за счет неравномерного распределения вкрапленности вторичного биотита, амфибола и околотрещинных изменений. Новообразованные метасоматические парагенезисы представлены, главным образом, клинопироксеном и калишпатом, образующими гнездовые, полосо- и прожилковидные микрозернистые агрегаты в основной массе, а также прожилки, рассекающие вкрапленники и очень характерные агрегатные автопсевдоморфозы гранулярного клинопироксена по фемическим вкрапленникам. Основная масса породы, включая первичные и вторичные минералы, имеет следующий состав (%): плагиоклаз (25–30), калишпат (30–40), клинопироксен (20–25), титаномagnetит (5–10), биотит (1–2), карбонат, хлорит, гидрослюда (в сумме 5).

Химический состав новообразованных минералов основной массы (табл. 2) показывает, что клинопироксен представлен салитом (W_o -42,89-41,59; E_n -46,48-47,36; F_s -10,63-11,05), слюда — высокомагнезиальным биотитом с повышенным содержанием титана, по величине отношения магния к железу (1,8) близко стоящим к флогопиту. Калиевый полевой шпат представлен ортоклазом, рудный минерал — титаномagnetитом.

«Смерекиты» следующих двух зон, характеризующиеся значительными количествами биотита в их составе, обнажаются на площади $\approx 8 \times 7$ м. Рассмотрим их в порядке предполагаемого движения флюидов — от внутренней зоны к промежуточной.

Внутренняя зона *биотититов* сложена плотными, темными неравномерной окраски и неоднородной шпиротакситовой текстуры породами. Преобладают разности красновато-бурых оттенков, неравномерно обогащенные мелко- и микрочешуйчатыми массами биотита, на фоне которых различимы спорадические более крупнозернистые шпиротакситы роговой обманки и калишпата, имеющие неправильную линзовидную (0,5–1,5 см) или прожилковидную (0,2–5–7 см) формы с неровными инъекционными краями. Шпиротакситы обычно содержат вкрапленность и скопления удлиненнопризматических (до 2,5–7 мм длиной) кристаллов буровато-зеленой роговой обманки. Биотититы с характерными шпировыми выделениями сосредоточены в субвертикальной зоне, в целом согласной с ориентировкой грубой трещиноватости ($\text{ЮЗ } 215^\circ, < 80-90^\circ$) и имеющей мощность порядка 1 м. По мере удаления от нее интенсивность биотитизация быстро падает.

В наименее измененных разностях исходных пород наблюдаются первичномагматические вкрапленники плагиоклаза (20%), роговой обманки (1–3%) и единичные реликты клинопироксена. В основной массе порфиритов, содержащей первичные роговую обманку, плагиоклаз и биотит, часты микромиаролы, выполненные роговой обманкой, плагиоклазом, калишпатом, иногда с кварцем и карбонатом в центре.

Все первичные минералы подвержены метасоматическим преобразованиям различной интенсивности: по микротрещинкам в них наблюдаются выделения биотита, карбоната, титаномagnetита, калишпата, клинопироксена. Различаются две генерации метасоматического биотита. Ранняя генерация представлена бледноокрашенной, светло-бурой, слабо плеохроирующей разностью, развивающейся по трещинам во вкрапленниках фемических минералов, либо в виде сплошных тонкочешуйчатых масс, покрывающих агрегаты вторичного гранулярного клинопироксена. Биотит поздней генерации характеризуется таблитчатым габитусом кристаллов, более темной окраской и отчетливым плеохроизмом. Эта генерация развита почти исключительно в фациях внутренней и промежуточной зон смерекитизации, где она образует как рассеянную вкрапленность, так и мономинеральные скопления гнездового и прожилкового характера.

Для биотититов характерны высокие содержания биотита поздней генерации, который, наряду с рассеянной вкрапленностью, часто образует плотные скопления пластинчатых кристаллов, составляющих почти 50% объема породы. Промежутки таких скоплений сложены калишпатизированной основной массой с подчиненным количеством биотитизированного гранулярного клинопироксена, стяжениями и микропрожилками магнетита. Типична приуроченность скоплений биотита к зонально построенным гнездовым выделениям, имеющим неправильные вытянутые, но чаще округлые овоидные формы. Минеральный состав зонк отличается лишь количественно. Ядра сложены мелкочешуйчатым и бледно окрашенным биотитом в ассоциации с призматически-зернистым агрегатом плагиоклаза тонкодвойникового строения с подчиненным количеством калишпата и клинопироксена. Следующая зонка относительно обогащена крупнопластинчатым биотитом, погруженным в клинопироксен-калишпат-плагиоклазовый гранобластовый агрегат. Далее следует зонка, обогащенная гранулярным клинопироксеном, но почти без биотита, постепенно сливающаяся с вмещающей средой. Агрегатные автопсевдоморфозы гранулярного клинопироксена замещаются биотитом. Таким образом, порядок кристаллизации в этой фации метасоматитов представляется в такой хронологической последовательности: а) биотит-калишпат-клинопироксен-роговообманковая ассоциация, б) автопсевдоморфозы гранулярного клинопироксена, в) ранний тонкочешуйчатый биотит, г) магнетит-клинопироксен-калишпатовые агрегаты, д) поздняя генерация биотита и зональные биотит-плагиоклаз-калишпат-клинопироксеновые агрегаты, в которых начало процесса фиксируется биотитом внешней зонки, а завершение — биотитом и плагиоклазом с наложенными карбонатом и хлоритом в ядерных зонах.

Плагиоклаз-биотит-клинопироксен-калишпатовая фация «смerekитов» промежуточной зоны, постепенно сменяющая фацию биотититов, характеризуется меньшим количеством позднего биотита, равномерно рассеянного или образующего метасоматические околотрещинные оторочки (мощностью от 0,1–3–7 мм) и обширные пятна (до 40–50 мм в поперечнике), определяющие такситовую текстуру породы в целом. В оторочках и пятнах метасоматит приобретает облик микро- и тонкозернистой, почти афировой, темной, зеленовато-бурой роговиковоподобной породы, имеющей характерные метасоматические контакты с вмещающими биотитизированными породами. Последние сохраняют реликтовую порфиroidную структуру исходного габброида. Локально здесь развита густая сетка более поздних существенно карбонатных прожилков, мощностью 1–5 мм. Изредка в их зальбандах отмечаются выделения пирита, магнетита и часто — мелкокристаллического желтовато-бурого граната. Метасоматические пятна представляют собой микрзернистую породу, состоящую из лепидогранобластового агрегата биотит-калишпат-плагиоклазового состава с рассеянным гранулярным клинопироксеном, вкрапленностью магнетита. Местами сохраняются первичные вкрапленники и лейсты плагиоклаза, подверженные изменениям. Клинопироксен в ассоциации с калишпатом и более поздними карбонатом и хлоритом образует гнездовые выделения, окруженные биотитом. Много тончайших более поздних прожилков клинопироксена и магнетита. Характерна, обычно в виде спорадических микроскоплений в основной массе, темно-зеленая шпинель.

Во внешней части промежуточной зоны еще более резко выражен околотрещинный характер метасоматоза. При этом минеральный состав смerekитов существенно не изменяется. Здесь выделения крупнопластинчатого биотита наблюдаются в связи с зональными метасоматическими прожилками в измененном порфирите, равномерно биотитизированном, но сохраняющим реликтовые вкрапленники плагиоклаза, погруженные в пироксенизированную и отчасти калишпатизированную основную массу. Гранулярный клинопироксен образует прожилковые выделения. Есть гнездовые выделения, содержащие в ядерной части агрегаты карбоната с калишпатом, хлоритом, окруженные каймами, последовательно обогащенными рудным, клинопироксеном и крупнопластинчатым биотитом.

Таблица 2. Химический состав минералов «смерекитов» (масс. %)

Компо- ненты	Клино- пироксен		Слюда				Калиевый полевой шпат			Титано- магнетит	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	50,82	51,13	35,35	35,82	33,66	34,51	61,85	62,12	62,37	0,88	0,74
TiO ₂	1,26	0,19	7,71	4,16	3,66	8,27	0,01	0,253	0,193	8,95	6,75
Al ₂ O ₃	2,63	1,02	11,78	18,57	16,82	13,67	16,62	17,73	17,10	1,25	1,99
Fe ₂ O ₃	6,68	7,08	10,64	10,01	9,70	15,76	0,581	0,333	0,124	87,94	88,92
MnO	—	—	—	0,17	—	—	0,048	—	—	—	—
MgO	16,38	17,03	16,74	20,56	19,87	12,70	0,00	0,00	0,00	—	0,26
CaO	21,03	20,81	—	—	—	—	0,159	0,043	0,00	0,16	0,23
Na ₂ O	—	—	—	3,54	—	—	1,352	—	—	—	—
K ₂ O	0,10	—	8,70	8,04	7,4	8,90	11,53	11,94	15,42	0,10	—
Сумма	99,30	97,48	90,92	100,87	91,09	93,81	92,17	92,42	95,20	99,28	98,88

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ИСМ НАНУ на микроанализаторе «Camsran-4 DV»

Таким образом, биотитизация в этой зоне, видимо, проявляется вслед за этапом массовой грануляции темноцветов, пироксенизации и калишпатизации породы, сопровождается и завершается клинопироксен-плагиоклаз-калишпатовой (\pm шпинель, кордиерит) ассоциацией. Так называемая «пленочная» биотитизация (тонкочешуйчатый биотит), вероятно, проявилась раньше и отражает условия метасоматоза на удалении от главных каналов циркуляции растворов. В этой же зоне прослеживается и более поздняя «постбиотитовая» генерация метасоматических прожилков. По основным минеральным компонентам она близка к предыдущей, но характеризуется отсутствием биотита. Околотрещинные образования имеют вид метасоматических прожилков. Порода в их пределах, как правило, также роговиковоподобная, иногда неяснополосчатая, более светлая, чем вмещающие породы, окрашена в буровато- и желтовато-зеленоватые тона. Переход к вмещающему биотитизированному порфириту отражает активный контакт в виде ореола дебиотитизации. Мощность прожилков 1–7 мм, околопрожилковых ореолов — от 1,5–3 мм до 4–5 см. Как правило, на них накладываются еще более тонкие прожилки существенно карбонатного состава, обычно с небольшим количеством клинопироксена, магнетита, титанита и, иногда, граната. Вмещающие их породы, имеющие реликтовую порфириковую структуру (плагиоклаз и роговая обманка), интенсивно биотитизированы: основная масса нацело замещена калишпатом и бледноокрашенным оранжевым биотитом (до 20–25% объема), скоплениями и микропрожилками магнетита. Клинопироксен редок, ассоциирует с калишпат-карбонатными выделениями, накладывающимися на биотит. Часты пойкилитовые кварц-калишпатовые гнезда со скоплениями титанита. Вкрапленники замещаются биотитом, калишпатом и более поздними карбонатом, хлоритом, гидробиотитом. В этой генерации прожилков по минеральному составу выделяются четыре группы, которые отличаются в основном количественными соотношениями минералов в парагенезисах. Характерно полное отсутствие биотита в их составе. Все они имеют зональное строение. Осевые зонки имеют более крупнозернистое строение. Среди основных компонентов в них преобладает калишпат с переменным количеством плагиоклаза и подчиненным — клинопироксена, иногда карбоната и кварца. Часто плагиоклаз отсутствует. В качестве второстепенных могут присутствовать титанит, магнетит, шпинель, кордиерит, хлорит. Лишь в одном случае установлен калишпат-магнетитовый прожилок с пиритом. Эндоконтактовые зонки прожилков сложены криптокристаллическими и токозернистыми агрегатами калишпата, обычно обогащенными в самой внешней части клинопироксеном, магнетитом, иногда карбонатом и титанитом. В экзоконтактовых частях наблюдается калишпатизация вмещающей породы, часто с выделениями кварц-калишпатовых с титанитом пойкилобластов, карбоната, магнетита, гидробиотита. Таким

образом, представляется, что процесс околотрещинного метасоматоза в этой части системы последовал вслед за процессом биотитизации, так как в его парагенезисах отсутствует биотит, а его экзоконтактовые ореолы накладываются на биотитизированные вмещающие породы.

Самой поздней минеральной генерацией, завершившей процесс смекситизации, являются *прожилки выполнения* тонких и тончайших трещин. Мощность их колеблется от микроскопической до 1,5–2 мм, иногда достигая (с метасоматическими оторочками) 5–15 мм. Наиболее широко они проявлены на площади зон интенсивной биотитизации. Самыми ранними среди них являются существенно калишпатовые прожилки, включающие карбонат-калишпатовые и карбонат-клинопироксен-калишпатовые разности. Последние обычно зональны, содержат титанит, плагиоклаз, магнетит, калишпат и карбонат в осевой зоне и обогащены клинопироксеном в зальбандах. Пересекаются клинопироксен-карбонатными микропрожилками, отходящими от агрегата осевой зоны.

Существенно клинопироксеновые микропрожилки отчетливо более поздние, чем выделения агрегатов крупнопластинчатого биотита околотрещинных метасоматических оторочек. В небольших количествах в них обычны калишпат и карбонат. По времени образования к ним близки карбонат-магнетитовые и магнетитовые прожилки. В существенно карбонатных прожилках обычно присутствуют магнетит и клинопироксен, реже гранат, хлорит, эпидот, иногда сульфиды железа. Самыми поздними среди них являются прожилки с гранатом и хлоритом. *Гранат* в метасоматитах Выгорлат-Гутинской гряды установлен нами впервые [5]. Единичные обломки кристаллов граната встречены на этом же участке в скв. 342 в взрывной брекчии, прорывающей монцодиорит-порфириды. Кластогенный материал брекчии среди прочих фрагментов содержит обломки габбро и кварц-серицитовых метасоматитов. В смекситах же он обнаружен, как отмечено, в тонких карбонатных прожилках. Представлен редкой вкрапленностью и скоплениями идиоморфных кристаллов ромбододекаэдрического габитуса, размером 0,5–2 мм. Цвет минерала темно-медовый до буроватого. В прожилке ассоциирует с прозрачным бесцветным карбонатом и хлорит-карбонатными агрегатами зеленоватого оттенка. Под микроскопом гранат в прожилке фиксируется в виде идиоморфных кристаллов и ксеноморфных корродированных зерен, анизотропных, зональных, иногда с секториальными двойниками. Корродируется карбонатом, реже хлоритом. Прожилок сложен преимущественно кальцитом и небольшим количеством мелколистоватых агрегатов хлорита. Встречаются здесь также единичные зерна эпидота. Хлорит светло-зеленый, плеохроирует, имеет синевато-серые цвета интерференции. По данным микрозондового анализа, химический состав граната отвечает типичному *андрадиту*: $(\text{Ca}_{3,01}\text{M}_{0,02}\text{M}_{0,02})_{3,05}(\text{A}_{0,02}\text{Fe}_{1,88})_{1,93,01}\text{O}_{12}$. Андрадит, почти идентичный этому по составу, присутствует в гранат-геденбергитовом скарне [5] из контакта габбро-диабазового интрузива с триас-юрскими кремнисто-карбонатными отложениями фундамента неогеновых вулканов Береговского рудного поля.

Таким образом, мы предполагаем три последовательных *этапа постмагматической смекситизации*, охватившей массив габброидов и частично контактовую зону прорывающих их монцодиорит-порфиридов: 1 — этап объемно-площадного метасоматоза, с образованием клинопироксен-ортоклазового парагенезиса и более позднего тонкочешуйчатого биотита-I; 2 — этап образования пироксен-амфибол-калишпатовых шпир и плагиоклаз-калишпат-клинопироксеновой (с магнетитом, шпинелью, кордиеритом) ассоциации в связи с интенсивной объемной биотитизацией (биотит-II), охватившей внутреннюю зону (предполагаемый канал поступления растворов), на периферии которой она имела характер околотрещинных оторочек; 3 — этап образования прожилковых существенно калишпатовых, клинопироксеновых, магнетитовых и карбонатных парагенезисов. Как показывают химические составы пород (см. табл.1), при метасоматозе в исходные габброиды привносился калий и в меньшей мере — натрий, выносился кальций. Магний концентрировался во внутренней зоне. Практически неизменными остались содержания кремния, а содержания глинозема повышены в клинопироксен-ортоклазовых метасоматитах. В целом подтверждается метасоматическая природа этих пород,

образовавшихся в результате значительного привноса щелочей и перераспределения в их объеме железа, магния, кальция и алюминия.

Температурные условия образования охарактеризованных минеральных ассоциаций могут быть реконструированы довольно условно, согласно существующим представлениям о фациях метаморфизма [11]. В магматический этап, учитывая предельно малую глубину (не более 0,5 км) становления и средне-основной состав субщелочного интрузива можно предполагать образование наблюдаемых роговиковых парагенезисов в условиях низких давлений и высоких температур спуррит-мервинитовой фации метаморфизма, ограниченных интервалом 800–1000° С [11]. В то же время, присутствие безамфиболовых парагенезисов и следы селективного выплавления кварц-калишпатовой эвтектики в ороговикованных габброидах позволяют ограничить температуру их образования пределами (700–750)–(850–900)° С. Температуры образования всего комплекса смерекитов, представляющих собой метасоматиты постмагматического этапа, укладываются в пределы 700–200° С. При этом основная их часть — это продукты железо-магний-калиевого объемно-площадного метасоматоза, протекавшего при температурах 750–500° С. Последовавшая затем карбонатная стадия в виде прожилковых, гнездовых выполнений проявилась при средних и низких температурах в интервале 450–200° С. Наиболее высокотемпературными образованиями являются шлировые биотит-калишпат-амфиболовые парагенезисы, которые мы отождествляем с приводимыми В.Л. Русиновым [9] примерами локальной сиенитизации андезитов в ореолах «калиевых роговиков», протекавшей, по его мнению, в интервале 600–700° С. Другие минеральные парагенезисы «смекитов» образуют в целом нисходящий температурный ряд в интервале 700–450° С: от низкокалиевых клинопироксеновых, клинопироксен-биотитовых и ортоклаз-магнетит-клинопироксеновых в биотититах и внешних зонах околотрещинных метасоматитов до высококалиевых существенно ортоклазовых и плагиоклаз-ортоклазовых часто с кордиеритом, шпинелью, небольшим количеством магнетита, клинопироксена, иногда кварца, слагающих внутренние и центральные зонки метасоматических прожилков и гнезд. Промежуточное положение в этом ряду, видимо, занимают парагенезисы биотит-I-клинопироксен-ортоклазовых смекитов внешней части системы. Минеральные ассоциации с карбонатом в прожилках выполнения и гнездовых образований отвечают карбонатной стадии процесса, когда резко возросла роль углекислоты. Парагенезисы, содержащие в своем составе, кроме того, клинопироксен, плагиоклаз и калишпат кристаллизовались при температурах не ниже 450° С, отвечающих границе устойчивости плагиоклаза в этих условиях. Беспироксеновые карбонатные парагенезисы с калишпатом, хлоритом, гранатом, магнетитом, эпидотом, очевидно, соответствуют дальнейшему понижению температуры до 350–300° С и активности калия в растворах. Нижний предел температур парагенезиса с андрадитом ограничен 255–280° С [11]. Возможно, самые поздние карбонатные прожилки с магнетитом кристаллизовались при температурах порядка 200° С.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

— «смекитизация» пространственно связана с зоной интрузивного контакта небольшого массива мегаплагиофировых монцодиорит-порфиритов, прорывающего габбро-порфириты;

— «смекиты» представляют собой комплекс постинтрузивных железо-магний-калиевых метасоматитов и сопровождающих их прожилковых образований, наложенных в основном на ороговикованные габбро-порфириты и образовавшихся в широком диапазоне температур от 700 до 200° С;

— железо-магний-калиевые метасоматиты включают несколько фациальных разновидностей, расположение которых в пространстве отражает временную вещественную и температурную латеральную зональность относительно основного канала поступления флюидов;

— во внутренней зоне располагается полнопроявленный ряд фаций, в том числе и наиболее магнезиальных и высокотемпературных (600–700° С) фаций шлик и биотититов;

— в промежуточной зоне — парагенезис фации околотрещинных метасоматитов, образует температурный ряд (700–500° С) от биотит-клинопироксен-ортоклазовых до плагиоклаз-ортоклазовых с кордиеритом и шпинелью, наложенных на биотит-І-клинопироксен-ортоклазовую фацию, переходящую в приконтактовом ореоле интрузивов в наименее интенсивно проявленную клинопироксен-ортоклазовую фацию;

— прожилки выполнения отражает карбонатную стадию процесса, протекавшую при температурах 450–200° С;

— характер взаимоотношений «смerekитов» и интрузивов свидетельствует об их парагенетической связи, обусловленной единым глубинным источником, в виде сложного дифференцированного плутона габбро-латитового состава.

Описанные парагенезисы «смerekитов» подобны развитым в зоне биотитовых роговиков W-Мо Тырнаузского поля инфильтрационным жильным телам калишпатовых, пироксен-калишпатовых и пироксен-плагиоклазовых пород [3]. Линзовидные тела и крупные линейные зоны авгит-ортоклазовых и диопсид-биотит-ортоклазовых метасоматитов с медным оруденением установлены в Срединном хребте Камчатки в связи с мелкими телами палеогеновых габбро-монцит-сиенитовых интрузивов, окруженных непрерывным поясом пироксен-плагиоклаз-амфибол-калишпатовых метасоматитов метамагматического происхождения [1,7,12]. В литературе развивается концепция, отводящая большую роль метамагматическим процессам, сопровождающимся транспортировкой щелочей в эндо- и экзоконтактные зоны на стадии еще не консолидированных интрузий, и образованием магнезиальных скарнов, щелочных метасоматитов, фенитов, ювитов, сиенитов, такситовых габбро и т.д. в рудномагматических системах гидротермального, скарнового и ликвационного типов [4,10].

По мнению В.Л. Русинова [9] подобные щелочные метасоматиты относятся к формации роговиков ранней щелочной стадии магматического этапа. Они обнаруживаются в экзоконтактах порфировых гранитоидов районов золото-сульфидного медного и медно-молибденового оруденения Приморья, Кураминского хребта, Малого Кавказа. Для них характерна зональность относительно центра интрузива, выражающаяся в понижении температур их образования от 750–640° С до 200–100° С при ведущей роли меняющейся активности калия и магния во времени и пространстве, что приводило к смене биотита флогопитом в диопсид-ортоклазовом парагенезисе, а затем — появлению хлорит-эпидот-калишпатовых пропилитов.

Калиевые метасоматиты и биотититы в связи с монцитоидами известны во многих районах золото-сульфидного, золото-серебряного (США. Ю. Америка, Индонезия, Япония) и оловянного (Сихоте Алин) оруденения. Очевидно, становление их связано с импульсами высококалиевых флюидов.

Установлены признаки явного сходства геологической ситуации и вещественного состава «смerekитов» с приведенными примерами метамагматических образованиями. Факт их установления является важным критерием оценки потенциальной рудоносности интрузивного комплекса структуры Явор и подобных ей [2] в других частях Выгорлат-Гутинской гряды. Комплекс «смerekитов» представляет собой глубинную часть надинтрузивного пространства плутоно-гидротермальной системы, верхний этаж которой составлен близповерхностными метасоматитами кварцит-аргиллизит-березитового ряда с редкометальной специализацией.

1. Власов Г.М., Василевский М.М. Гидротермально измененные породы Центральной Камчатки, их рудоносность и закономерности пространственного размещения. М.: Недра, 1964. 218 с.
2. Гончарук А.Ф. Петрология и геохимия метасоматитов золото-висмут-молибденовых проявлений как признак открытия новой рудной формации в неовулканитах Закарпаття. Sbornic Radova. Procuding of the Simposium «Ore Deposits Exploration» — Belgrad, 2–4 April, 1997, — p. 231–236.
3. Граменецкий Е.Н., Елисева Н.А., Иванов А.Г. Зональность скарнов Тырнаузского рудного поля // Метасоматизм и рудообразование. М.: Наука. 1974.С. 136–142.
4. Зотов И.А. Трансмагматические флюиды в магматизме и рудообразовании. М.: Наука, 1989. 216 с.
5. Квасниця І.В., Шем'якина Т.І. Андрадит з неогенових метасоматитів Вигорлат-Гутинського пасма (Закарпаття) //Мінералогічний збірник 2009. № 59, вип. 1. С 169–173.

6. Ковалишин и др. Флюидный режим гидротермальных процессов Закарпатья. Киев.: Наукова думка, 1984. 98 с.
7. Оптические и петрохимические исследования магматических образований Центральной Камчатки. Труды Ин-та вулканологии СО АН СССР, вып. 25. М.: Наука, 1967. 192 с.
8. Полохов В.П., Волинец О.Н. Дайковый комплекс и оруденение района Кирганикского перевала (Срединный хребет Камчатки) // Формации и фации верхнемеловых и кайнозойских магматических образований Центральной Камчатки. М.: Наука, 1968. С. 141–174.
9. Русинов В.Л. Метасоматические процессы в вулканических толщах. М.: Наука, 1989. 216 с.
10. Тарасов А.В. О механизмах формирования Норильской интрузии и связанных с ней сульфидных тел. // Замещение и вторжение при магматизме и рудообразовании. Новосибирск: Наука, 1976. С. 123–276.
11. Фации контактового метаморфизма /Ревердатто В.В. //Под ред. В.С.Соболева. М. : Недра, 1970. 272 с.
12. Флеров Г.Б., Колосков А.В. Палеогеновая субщелочная формация габбро-сиенит-трахиандезитового состава //Формации и фации верхнемеловых и кайнозойских магматических образований Центральной Камчатки. М.: Наука, 1968. С. 29–47.

Гончарук А.Ф., Шем'якіна Т.И., Кулібаба В.М. ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ БІОТИТ-КЛИНОПІРОКСЕН-ОРТОКЛАЗОВІ МЕТАСОМАТИТИ УЧАСТКУ РІДКОМЕТАЛЬНОЇ МИНЕРАЛІЗАЦІЇ В ПЛІОЦЕНОВИХ ВУЛКАНИТАХ ВИГОРЛАТ-ГУТИНСЬКОГО ПАСМА (ЗАКАРПАТТЯ)

Петрографічно охарактеризовані вперше встановлені в регіоні так звані «смерекіти» — комплекс залізо-магній-калієвих метасоматитів і прожилків виповнення, — представлених декількома фаціальними відмінами: калишпат-піроксен-амфіболовою, біотитовою, плагіоклаз-біотит-клинопіроксен-ортоклазовою, біотит-І-клинопіроксен-ортоклазовою. В карбонатних прожилках присутній андрадит. Передбачуваний інтервал температур процесу 700–200°.

Goncharuk A.F., Shemyakina T.I., Kulibaba V.M. THE HIGH-TEMPERATURE BIOTITE-CLINOPYROXENE-ORTHOCLASE METASOMATITES OF REGION OF RARE METAL MINERALIZATION IN PLIOCENE VOLCANIC ROCKS OF THE VYGORLAT-HUTYN HILLS (TRANSCARPATHIANS)

The iron-magnesium-potassium metasomatic complexes have been first discovered in Pliocene volcanic rocks of the Vygorlat-Hutyn hills.

The results of petrographic researches of rocks have been considered.