

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.41.01.060>

УДК 551.71:552.11/.13/.4

В.П. Кирилюк, М.И. Богданова, Е.И. Савина

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

79005, г. Львов, Украина, ул. Грушевского, 4

E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

ПЕТРОПАРАГЕНЕЗИСЫ И ВОЗМОЖНАЯ ПРИРОДА СУПЕРКРУСТАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ ПОБУЖСКОГО ГРАНУЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА (ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ УКРАИНСКОГО ЩИТА).

Статья 1. Общие сведения и породный состав петропарагенезисов

Побужский гранулитовый комплекс в пределах западной части Украинского щита охватывает территорию около 40000 км². В нем установлено семь суперкрупных формаций: кинцитговая, эндербито-гнейсовая, лейкогранулитовая, высокоглиноземисто-кварцевая, мрамор-кальцифировая, кондалитовая и глиноземисто-базитовая. Их общая мощность составляет 15—17 км. В статье дано определение терминов "суперкрупная формация", "петропарагенезис" и "петротип". В строении побужского комплекса принимают участие семь главных метаморфических петропарагенезисов, составляющих основное содержание одноименных суперкрупных формаций, и три второстепенных петропарагенезисов: кальцифир-кристаллосланцевый, магнетитсодержащий и метабазит-метаультрабазитовый. Каждый петропарагенезис охватывает два—четыре петротипа. Приведен породный состав петротипов и их содержание в петропарагенезисе. Породные парагенезисы, как главные, так и второстепенные, отчетливо распознаются в полном объеме на хорошо обнаженных территориях. При этом очень информативными оказываются не только породные парагенезисы в целом, но и составляющие их отдельные петротипы, обладающие собственными типоморфными признаками. Это, например, признаки породного, минерального и элементного (геохимического) уровней, в том числе: а) особенности внешнего облика пород; б) особенности химизма, которые визуальным образом хорошо отражаются в петрографическом составе пород; в) состав и набор породообразующих и аксессуарных минералов; г) геохимические, в том числе изотопные, отличия и другие. Типоморфные признаки петротипов рассмотрены в статье 2.

Ключевые слова: гранулитовый комплекс, суперкрупная формация, петропарагенезис, петротип, типоморфные признаки.

Від редакційної колегії. Це перша із трьох статей циклу "ПЕТРОПАРАГЕНЕЗИСЫ И ВОЗМОЖНАЯ ПРИРОДА СУПЕРКРУСТАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ ПОБУЖСКОГО ГРАНУЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА". Праця дискусійна. Хоча кілька рецензентів підтримали публікацію циклу, ґрунтуючись на тому, що у світовій літературі існує проблема віку і генезису найдавніших геологічних товщ, і виконане авторами названої статті узагальнення ендербіт-гранулітового парагенезису дає привід для широкого фахового обговорення, члени редколегії не поділяють погляди авторів на цю проблему і не згодні з їхніми висновками (див. далі). Існують також зауваження щодо вільного використання термінів "формація", "формаційний аналіз", "петрогенезис". Зокрема, термін "формація" рекомендовано вживати лише в стратиграфічному аспекті і не варто використовувати для порід нез'ясованого генезису.

© В.П. КИРИЛЮК, М.И. БОГДАНОВА, Е.И. САВИНА, 2019

Введение. Расчленение и корреляция раннедокембрийских высокоградных стратигенных комплексов остается одним из важнейших, и даже в известной степени основополагающих, научных и прикладных направлений изучения щитов древних платформ. Важная научная роль этого направления состоит в том, что именно *стратигенные — первичные литогенные и вулканогенные* — раннедокембрийские комплексы составляют основу познания ранней геологической истории щитов, их "геологическую летопись", а его практическое значение определяется, прежде всего, необходимостью объективного изображения геологического строения щитов на картах на основе *визуально воспроизводимого расчленения* стратигенных метаморфических комплексов.

В настоящее время доминируют в расчленении метаморфических образований щитов петрографические и стратиграфические методы при ведущей роли изотопного датирования как единственного общепринятого метода возрастной корреляции стратигенных метаморфических комплексов. Во многих случаях результаты такого датирования, точнее — *интерпретация этих результатов* — входят в противоречие с геологическими данными о взаимоотношениях и относительной возрастной последовательности стратигенных комплексов, приводя к возрастному сопоставлению комплексов, различающихся по своему петрографическому составу и степени метаморфизма, и, напротив, к выделению в качестве разновозрастных подразделений очень близких по составу комплексов.

Между тем, на протяжении уже нескольких десятилетий по отношению к раннедокембрийским комплексам разрабатываются геолого-формационные методы их расчленения и корреляции, в своей основе "вневозрастные", в определенной степени альтернативные возрастному расчленению. Результаты их могут быть эффективно использованы для стратиграфического расчленения фундамента щитов. Наиболее последовательно и результативно геолого-формационное изучение нижнего докембрия, получившее название "*морфопарагенетические формационные исследования*" [9], проводилось на Украинском щите (УЩ). Результаты этих исследований освещены в многочисленных публикациях и в наиболее полном и наглядном виде представлены на "Карте геологических формаций докембрия Украин-

ского щита" масштаба 1 : 500 000 [6]. Однако, ни сами геолого-формационные исследования так и не нашедшие широкого применения в практике изучения УЩ, ни уже известные результаты этих исследований не получили полноценного практического использования.

Такое положение вызвано разными обстоятельствами. Основной причиной, которая сдерживает использование геолого-формационных исследований и их применение для разработки стратиграфии нижнего докембрия, является утвержденный соответствующими директивными документами традиционный стратиграфический подход к расчленению метаморфических комплексов на литолого-петрографической основе, и отсутствие в этих документах указаний на возможность и целесообразность использования других, в частности геолого-формационных, методов. Другой, также существенной причиной служит все еще недостаточно полное освещение результатов и возможностей геолого-формационных исследований для расчленения и, что особенно важно, *для корреляции нижнедокембрийских стратометаморфических образований*.

Роль геологических формаций для стратиграфического расчленения нижнедокембрийских комплексов УЩ неоднократно обсуждалась [2, 7, 8, 13, 15—17 и др.] и недавно еще раз специально рассмотрена применительно ко всему нижнему докембрию [12]. Для целей стратиграфии метаморфические формации, как правило, используют в полном объеме, как целостные подразделения. Однако и для диагностики самих формаций по их фрагментам, и для решения проблем возрастной и стратиграфической корреляции, а также установления исходной природы стратигенных формаций, большое значение имеет изучение *петропарагенезисов и петротипов*, слагающих стратигенные формации, и выявление их типоморфных особенностей. Рассмотрению некоторых из этих особенностей суперкрустальных формаций побужского гранулитового комплекса и посвящен предлагаемый цикл статей.

Особо следует обратить внимание на проблему исходной природы петропарагенезисов суперкрустальных формаций. Представления о дометаморфическом формировании стратигенных метаморфических комплексов всегда гипотетические, или вероятностные, особенно когда речь идет о высокоградных образованиях. Однако такие выводы необходимы, как в

теоретическом аспекте, для выяснения условий формирования комплексов, а вместе с этим и геологической истории территорий их распространения, так и для практических целей. Это, в частности, касается необходимости учета исходной природы пород при интерпретации изотопных датировок, а также при региональных и локальных металлогенических исследованиях.

Общие сведения о побужском гранулитовом комплексе. Побужский гранулитовый комплекс охватывает юго-западную часть фундамента УЩ и занимает площадь около 40 000 км². Он обнажен в бассейне р. Юж. Буг от г. Меджибож и до г. Первомайск, в верховьях рек Собь и Тетерев, в бассейне левых притоков р. Днестр — рек Мурафа, Мурашка, Лозовая. Комплекс включает метаморфические и ультраметаморфические образования, общее объединяющее свойство которых — принадлежность пород к гранулитовой минеральной фации.

Первоначально побужский гранулитовый комплекс был выделен в качестве наиболее древнего — *архейского (или нижнеархейского в современном понимании)* — подразделения западной части УЩ, в составе которого архейскими считались как стратигенные, так и ультраметаморфические образования [17]. Позднее, на основании изотопного датирования, было установлено очень длительное формирование ультраметаморфических образований, входящих в состав комплекса, охватывающее временной диапазон от более чем 3500 до 2000 млн лет. В связи с этим, в качестве древнейшего нижнеархейского комплекса стал рассматриваться только *побужский гранулитогнейсовый комплекс* [7, 16 и др.].

Что касается стратигенных образований побужского гранулитогнейсового комплекса, то для них достоверные изотопные датировки времени накопления исходных толщ, или их "стратиграфического возраста", *отсутствуют*. Тем не менее, на основании имеющихся, на наш взгляд, "омоложенных" датировок, по сравнению со "стратиграфическим возрастом", некоторые исследователи различают в составе побужского комплекса две разновозрастные стратиграфические серии, якобы разделенные продолжительным перерывом — палеоархейскую днестровско-бугскую и неархейскую бугскую. Такие представления нашли отражение и в действующей Стратиграфической схеме фундамента УЩ [14]. Мы же по-прежнему

придерживаемся мнения о стратиграфическом единстве всего *побужского гранулитогнейсового комплекса* [7, 8, 10, 11, 15, 16 и др.] и полагаем, что изложенный ниже материал подтверждает эти представления.

Основу побужского гранулитового комплекса составляют *стратигенные метаморфические (сокращенно стратометаморфические)* образования. Они представлены исключительно широким петрографическим разнообразием пород, отличающим их от всех других метаморфических комплексов УЩ. Как показало планомерное многолетнее геолого-формационное изучение побужского комплекса, эти породы образуют ряд устойчивых сочетаний — *петропарагенезисов*, закономерно распределенных в разрезе комплекса. Метаморфические образования на большей части территории испытали интенсивный ультраметаморфизм, в связи с чем ультраметаморфические ассоциации резко преобладают в составе комплекса. Однако, как было установлено ранее [17], большая часть ультраметаморфических образований побужского комплекса возникла преимущественно в результате квазиизохимической перекристаллизации и отчетливо наследует исходный состав замещаемых стратигенных образований. Это дало возможность выделить в составе побужского комплекса исходные суперкрупные формации и на этой основе произвести его стратиграфическое расчленение.

В составе комплекса установлено семь суперкрупных формаций (рисунок), для нижних из которых определена ориентировочная, а для верхних — достоверная мощность: 1) кинцигитовая (мощность свыше 3000 м), 2) эндебито-гнейсовая (около 4000 м), 3) лейкогранулитовая (около 4000 м), 4) высокоглиноземисто-кварцитовая (800—1200 м), 5) мраморкальцифировая (700—1500 м), 6) кондалитовая (300—400 м), 7) ритмичнослоистая глиноземисто-базитовая (более 2500 м). Относительная последовательность формаций в разрезе и распределение в нем породных парагенезисов (сокращенно петропарагенезисов) показаны на рисунке. Выявленные суперкрупные формации были использованы для составления стратиграфической схемы побужского комплекса, в которой они были выделены в качестве свит [7, 8, 16, 17], также показанных на рисунке. Эти свиты, большей частью под названием толщ, включены и в действующую стратиграфическую схему УЩ [14]. Однако,

Сводный геолого-формационный разрез побужского гранулитогнейсового комплекса и распределение в нем петропарагенезисов. *Главные петропарагенезисы*: 1 — кинцититовый, 2 — эндербитогнейсовый, 3 — лейкогранулитовый, 4 — высокоглиноземисто-кварцитовый, 5 — мрамор-кальцифирный, 6 — кондалитовый, 7 — ритмичнослоистый глиноземисто-базитовый; *второстепенные петропарагенезисы*: 8 — кальцифир-кристаллосланцевый, 9 — карбонатно-железистый (магнетитсодержащий), 10 — метабазит-ультрабазитовый

Consolidated geologist-formation section of Bug Area granulite-gneiss complex and petroparageneses distribution in it. *The main petroparageneses*: 1 — kinzigite, 2 — enderbite-gneiss, 3 — leucogranulite, 4 — high-aluminous-quartzite, 5 — marble-calciphyre, 6 — khondalite, 7 — graded aluminous-basite. *Secondary petroparageneses*: 8 — calciphyr-cristal-schist, 9 — carbonate-ferriferous-siliceous (magnetite-containing), 10 — metabasite-metaultrabasite

Supercrustal formation (thickness)	Суперкрустальная формация (свита, мощность)	Petroparageneses
Graded aluminous-basite (>2500 m)	Ритмичнослоистая глиноземисто-базитовая (сальковская, более 2500 м)	
Khondalite (350 m)	Кондалитовая (верхняя подсвита, 350 м) Мрамор-кальцифирная (нижняя подсвита, 700–1500 м)	
Marble-calciphyre (700–1500 m)		
High-aluminous-quartzite (800–1200 m)	Высокоглиноземисто-кварцитовая (кошаро-александровская, 800–1200 м)	
Leucogranulite (approx. 4000 m)	Лейкогранулитовая (зеленолевадовская, около 4000 м)	
Enderbite-gneiss (approx. 4000 m)	Эндербитогнейсовая (тывровская, около 4000 м)	
Kinzigite (>3000 m)	Кинцититовая (березнинская, больше 3000 м)	

как отмечено выше, они показаны в ней в других возрастных соотношениях: во-первых, в составе разновозрастных серий, во вторых, — с разными стратиграфическими взаимоотношениями толщ в составе днестровско-бугской серии.

Как показало многолетнее изучение обнаженной части побужского комплекса, все формации-свиты имеют согласное залегание и связаны между собой постепенными переходами. Геологическое картирование территории распространения побужского комплекса также не выявило ни одного достоверного случая несогласного залегания внутри комплекса. Все изменения в ранее предложенных схемах побужского комплекса на геолого-формацион-

ной основе [7, 8, 16, 17] базируются только на результатах интерпретации изотопных датировок.

Принятая терминология. Прежде чем перейти к петропарагенезисам, показанным на рисунке, следует коротко остановиться на содержании некоторых используемых в этой работе терминов и понятий, пока еще не общепринятых. Это касается, прежде всего, самого термина "суперкрустальная формация". Под конкретной суперкрустальной формацией понимается геологическое тело, входящее в состав **монофациального** — **гранулитового** или **амфиболитового** — **стратигенного метаморфического комплекса**, имеющее выдержанный состав и установленные границы с соседними форма-

циями *. Основное содержание формации определяет один из *главных петропарагенезисов* комплекса. Названия главных петропарагенезисов и формаций совпадают. Члены главного петропарагенезиса — это *главные члены* суперкрупной формации, наряду с которыми в составе любой формации содержатся подчиненные в количественном отношении *второстепенные члены*, а иногда даже *второстепенные петропарагенезисы*.

Парагенетическая связь членов петропарагенезисов устанавливается эмпирически, на основании многократного наблюдения в разрезах сочетаний близких по составу пород в одинаковых или сходных закономерных отношениях (переслаивание, в том числе ритмичное, постепенные переходы, направленное изменение соотношения пород в разрезе и др.). Последующее изучение особенностей состава членов петропарагенезисов, установленных визуально на основании повторяющихся породных сочетаний, как правило, дает возможность выявить и вещественные признаки их парагенетической связи, а также характерные, или *типоморфные*, признаки, отличающие их от сходных по составу пород других формаций. В следующей статье описаны некоторые наиболее важные типоморфные признаки членов петропарагенезисов — *петротипов* — суперкрупных формаций побужского комплекса и количество таких признаков, безусловно, может быть увеличено в ходе дальнейших целенаправленных исследований.

* Термин "суперкрупная формация" в таком понимании был введен в 1970-х годах [13, 17] с использованием для него определения "суперкрупные породы" Я. Седерхольма, который понимал под ними "архейские, глубокометаморфизованные осадочные и эффузивные породы" [4, с. 301]. Позднее, также со ссылкой на Я. Седерхольма, достаточно широкое распространение получило словосочетание "супракрупные породы", которое является по существу синонимом всех "метаморфизованных осадочных и вулканических пород" и в связи с этим, как и "инфракрупная порода", справедливо считается излишним термином [5, с. 423]. Со временем появились и его производные, в том числе "супракрупные формации", определение которых отсутствует. Следует подчеркнуть, что в наших работах термин "суперкрупные формации" используется только для формаций монофациальных — гранулитогнейсовых и амфиболито-гнейсовых — метаморфических комплексов, в то время, как формации полифациальных (зональных) комплексов обозначаются термином "метаморфизованные формации".

Петротипы — составные части петропарагенезисов. Это собирательный образ группы близких по составу пород, занимающих определенное место в структуре формации. Наименование петротипов дается либо по петрографическому составу, либо по характерному петрохимическому признаку составляющих его пород. Содержание петротипов в петропарагенезисе и полный перечень видов пород, представляющих петротипы породных парагенезисов побужского комплекса, приведены в таблице.

Породный состав петропарагенезисов. Как видно из таблицы, породный состав побужского гранулитового комплекса характеризуется чрезвычайным разнообразием составляющих его метаморфических пород. Такое разнообразие — характерная особенность всех гранулитовых комплексов разных щитов. Уже только по этому признаку гранулитовые комплексы, в том числе и побужский, отличаются от других "негранулитовых" раннедокембрийских комплексов. В составе гранулитовых комплексов известны практически все петрохимические группы метаморфических пород, отвечающие как литогенным, так и вулканогенным метаморфизованным типам. Все они хорошо изучены и описаны, в том числе и породы побужского комплекса. Описание метаморфических пород, входящих в состав побужского комплекса, приводится во многих работах, в частности, в обобщенном виде дано в сводной монографии И.Б. Щербакова [19].

Почти во всех работах описание выполнено по петрографическим или петрохимическим группам пород для комплекса в целом, под названием "породы гранулитовой фации" [18], "петрография метаморфических пород" Днестровско-Бугского района [19], или для отдельных его частей и территорий [3, 20]. При этом обычно отсутствует привязка к более дробным стратиграфическим подразделениям или формациям. Так, например, И.Б. Щербаков, признавая официально принятое деление Днестровско-Бугского района на разновозрастные днестровско-бугскую и бугскую серии, приводит для них общее описание [19]. Однако, как показали геолого-формационные исследования, сходные по составу и одинаковые по петрографическим наименованиям породы входят в состав разных формаций. Первые же проведенные сравнительные исследования сходных пород из разных супер-

**Породный состав главных петропарагенезисов суперкрустальных формаций побужского гранулитогнейсового комплекса
 Rock composition of the main petroparageneses of supercrustal formations of the Bug Area granulite-gneiss complex**

Формации	Петропарагенезисы	Петротипы (среднее содержание в петропарагенезисе, %)	Члены петропарагенезиса (породные тела)
Кинцигитовая	Кинцигитовый	Глиноземистый метapelитовый (90)	Биотит-гранатовые и гранат-биотитовые плагиогнейсы и гнейсы, иногда с кордиеритом, силлиманитом, графитом
		Кристаллосланцевый (10)	Биотит-гиперстеновые кристаллические сланцы
Эндербитогнейсовая	Эндербитогнейсовый	Гнейсово-кристаллосланцевый (75)	Гиперстеновые, двупироксеновые, роговообманково-двупироксеновые плагиогнейсы и кристаллические сланцы, иногда биотитсодержащие
		Кристаллосланцевый (25)	Двупироксеновые, роговообманково-двупироксеновые основные кристаллические сланцы, пироксенсодержащие амфиболиты
	Кальцифир-кристаллосланцевый (второстепенный)	(до 1 % в формации)	Диопсидовые, флогопитовые, форстеритовые, скаполитовые и волластонитовые кальцифиры, кальцитовые мраморы, диопсидовые кристаллические сланцы, диопсид-скаполитовые породы
Лейкогранулитовая	Лейкогранулитовый	Лейкогнейсовый (90)	Лейкократовые двуполевошпатовые гнейсы с биотитом, гранатом, гиперстеном
		Высокоглиноземистый метapelитовый (10)	Кордиеритсодержащие гнейсы и кристаллические сланцы (с гранатом, гиперстеном и шпинелью), графит-гранат-силлиманитовые гнейсы и кристаллические сланцы
	Карбонатно-железистый магнетитсодержащий (второстепенный)	(1—2 % в формации)	Рудные (магнетитсодержащие) и безрудные кальцифиры, карбонатно-магнетитовые руды, а также силикатно-магнетитовые, часто гранатсодержащие породы (эвлизиты, магнетитовые, магнетит-пироксеновые кварциты и другие)
	Метабазит-метаультрабазитовый (второстепенный)	(1—2 % в формации)	Ультраосновные перидотитовые и пироксенитовые (метаультрабазиты) и основные двупироксеновые и роговообманково-пироксеновые (метабазиты) кристаллические сланцы
Высокоглиноземисто-кварцитовая	Высокоглиноземисто-кварцитовый	Высокоглиноземистый метapelитовый (20)	Биотит-гранат-силлиманитовые и силлиманитовые гнейсы и кристаллические сланцы (кварцсодержащие и полевошпатовые), часто с графитом
		Кварцитовый (55)	Мономинеральные, полевошпатовые и силлиманитовые кварциты
		Кристаллосланцевый (25)	Двупироксеновые и роговообманково-пироксеновые основные кристаллические сланцы, пироксенсодержащие амфиболиты
Мрамор-кальцифировая	Мрамор-кальцифировый	Мраморный (15)	Доломитовые мраморы
		Кальцифировый (85)	Форстеритовые (серпентинизированные) кальцитовые и доломитовые кальцифиры
Кондалитовая	Кондалитовый	Метapelитовый графитсодержащий (45)	Биотит-гранатовые, гранат-биотитовые, гранат-силлиманитовые, графит-гранат-силлиманитовые (иногда с кордиеритом), биотит-графитовые и гранат-биотит-графитовые гнейсы

Формации	Петропарагенезисы	Петротипы (среднее содержание в петропарагенезисе, %)	Члены петропарагенезиса (породные тела)
Кондалитовая	Кондалитовый	Кальцифировый (30)	Форстеритовые (серпентинизированные) и диопсидовые кальцифиры
		Эвлизитовый (25)	Гиперстен-гранат-кварцевые, двупироксен-кварцевые, гранат-пироксеновые, магнетит-гранат-кварцевые, магнетит-гранат-гиперстен-кварцевые породы
Ритмично-слоистая глиноземисто-базитовая	Ритмично-слоистый глиноземисто-базитовый	Метапелитовый (20)	Гранатовые, биотит-гранатовые, силлиманит-гранатовые гнейсы
		Гнейсовый (50)	Гиперстеновые и двупироксеновые гнейсы и плагиогнейсы
		Кристаллосланцевый (30)	Двупироксеновые, роговообманково-пироксеновые и гранат-амфибол-пироксеновые основные кристаллические сланцы
		Эвлизитовый (<1)	Магнетит-двупироксен-гранат-кварцевые, магнетит-гиперстен-гранат-кварцевые, магнетит-гранат-кварцевые породы и магнетитовые кварциты

крупных формаций показали их устойчивые различия [1, 17].

Поэтому в данной работе систематизация всего разнообразия метаморфических пород побужского комплекса выполнена не по петрографическим или петрохимическим признакам, а на основании выделения закономерных породных сочетаний, или *петропарагенезисов*. Петропарагенезисы охватывают разные по составу петрографические группы пород, составляющие их петротипы. В составе комплекса установлены семь главных и три второстепенных петропарагенезиса (см. табл.). Преобладание одного из главных петропарагенезисов в какой-либо достаточно мощной (несколько сотен метров и более) части разреза комплекса дает основание для выделения конкретных формаций, в которых другие, второстепенные для нее петропарагенезисы и составляющие их породы, слагают прослои и иногда даже пачки переслаивания. Распределение петропарагенезисов в разрезе побужского комплекса схематически показано на рисунке, а петротипы и полный перечень составляющих их пород приведены в таблице.

Названия главных петропарагенезисов и суперкрупных формаций совпадают. Самостоятельные формации большой мощности (несколько километров) составляют кинцигитовый, эндрейто-гнейсовый и лейкогранули-

товый парагенезисы. Они образуют сравнительно однородные тела, связанные на границах формаций переслаиванием соседних петропарагенезисов в переходных зонах, мощность которых достигает нескольких сотен метров. Эти переходные зоны — фактически пограничные тела между суперкрупными формациями, представленными в "чистом виде". Переходные зоны наблюдаются и между остальными формациями побужского гранулит-гнейсового комплекса, имеющими меньшую мощность, в связи с чем переходные зоны между ними также менее мощные и составляют десятки метров. Таким образом, весь формационный разрез фактически может быть представлен как сочетание формационных и межформационных тел. Отнесение межформационных тел к той или иной формации, или выделяемой на этом основании свиты, является условным, а само наличие межформационных тел в стратиграфическом и генетическом аспекте свидетельствует о единстве всего формационного разреза.

В полном объеме в ходе наблюдения в обнажениях или глубоких скважинах петропарагенезисы хорошо визуально различаются по наборам пород и способам их взаиморасположения. В связи с этим для сопоставления их разобщенных выходов не требуется дополнительной характеристики. Однако, в связи с

тем, что отдельные петрографические группы пород повторяются в разных петропарагенезисах, для них целесообразно определение отличительных или *типоморфных признаков*. Последними могут служить признаки породного, минерального и элементного (геохимического) уровней, в том числе: а) особенности внешнего облика пород; б) особенности химизма, визуально обычно хорошо отражающиеся в петрографическом составе пород; в) состав и набор породообразующих и аксессуарных минералов; г) геохимические, в том числе изотопные, отличия и другие.

Опыт изучения побужского и других комплексов западной части УЩ [1, 17] показывает, что однотипные породы, входящие в состав петропарагенезисов разных формаций, всегда обнаруживают какие-либо устойчивые признаки, что свидетельствует о высокой информативности эмпирически выявленных петропарагенезисов. Установление этих признаков целесообразно проводить в перечисленной выше последовательности — от признаков породного уровня к элементному — до получения первых устойчивых отличий. В следующей статье мы остановимся на некоторых наиболее важных и легко воспроизводимых признаках различия между сходными породами разных петропарагенезисов.

Характеристика главных петропарагенезисов комплекса, кроме их использования для описания конкретных формаций, имеет важное самостоятельное значение. Она может быть применена в пределах одного района для корреляции изолированных выходов на основании полных петропарагенезисов либо даже их отдельных — *типоморфных* — петротипов. Этот способ сопоставления особенно важен для картирования закрытых территорий УЩ, где определять формационную и стратиграфическую принадлежность нередко приходится не по петропарагенезису в целом, как в обнажениях, а по отдельным образцам из керна картировочных скважин. Наиболее характерные породные сочетания могут быть использованы также для решения некоторых вопросов межрегиональной корреляции метаморфических комплексов, не охваченных еще систематическими геолого-формационными исследованиями.

Заключение. Побужский гранулитогнейсовый комплекс характеризуется очень большим петрографическим разнообразием слагающих его пород. Планомерные геолого-фор-

мационные исследования побужского гранулитового комплекса позволили установить в его составе семь главных и три второстепенных метаморфических петропарагенезисов. Главные — кинцититовый, эндербитогнейсовый, лейкогранулитовый, высокоглиноземисто-кварцитовый, мрамор-кальцифировый, кондалитовый и ритмичнослоистый глиноземисто-базитовый петропарагенезисы, второстепенные — кальцифир-кристаллосланцевый, карбонатно-железистый магнетитсодержащий и метабазит-метаультрабазитовый петропарагенезисы. Главные петропарагенезисы образуют самостоятельные суперкрустальные формации, но могут встречаться и в других формациях в качестве второстепенных членов целиком, представляя второстепенную парагенетическую группу, или в виде отдельных петротипов, переходящих в соседнюю формацию и рассеянных в ее разрезе. Второстепенные петропарагенезисы также принадлежат к числу второстепенных членов суперкрустальных формаций, занимающих при этом свое четкое положение в их разрезе.

Петропарагенезисы в своем полном составе отчетливо различаются между собой наборами и соотношением входящих в них пород, что видно из приводимой таблицы составов петропарагенезисов и их петротипов. При этом они охватывают как петротипы, свойственные только определенным петропарагенезисам, так и однотипные породы, входящие в состав разных петропарагенезисов. Такими породами являются гиперстенсодержащие гнейсы, гранатовые гнейсы, основные кристаллические сланцы, высокоглиноземистые и карбонатные породы. Петротипы главных петропарагенезисов, образующие самостоятельные формации, как правило, переходят и в вышележащие формации в качестве их второстепенных членов. Смена формаций в разрезе комплекса в генетическом (геоэволюционном) аспекте свидетельствует о смене условий их образования, а наличие общих петротипов в смежных формациях — о постепенной смене этих условий и согласном залегании формаций.

Породные парагенезисы, как главные, так и второстепенные, отчетливо распознаются при их наблюдении в полном объеме на хорошо обнаженных территориях. Устойчивость их состава и строения, и визуальные отличия настолько очевидны, что, как показывает опыт, дают возможность не только различать петро-

парагенезисы и составляемые ими формации в одном регионе, но и сопоставлять их с аналогичными петропарагенезисами гранулитогнейсовых комплексов разных щитов. При этом очень информативными оказываются не

только породные парагенезисы в целом, но и составляющие их отдельные петротипы, обладающие собственными типоморфными признаками. Эти типоморфные признаки петротипов рассмотрены в статье 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билонизжка П.М., Геренчук Н.К., Зубова С.Н., Кирилюк В.П., Лашманов В.И., Мартынова С.С. Сравнительная характеристика карбонатных пород из разновозрастных докембрийских формаций западной части Украинского щита. *Проблемы осадочной геологии докембрия*. М.: Наука, 1981. Вып. 6. С. 86—89.
2. Бобров О.Б., Лысак А.М., Свешніков К.І., Сиворонов А.О., Паранько І.С., Малюк Б.І. Формацийний аналіз нижньодокембрійських комплексів Українського щита під час проведення геологознімальних робіт (теоретико-практичні аспекти). Київ: УкрДГРІ, 2006. 164 с.
3. Венидиктов В.М. Докембрий Приднестровья и некоторые проблемы геологии Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1978. 162 с.
4. Геологический словарь. М.: Госгеолтехиздат, 1955. Т. II. 445 с.
5. Геологический словарь. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. Т. I. 423 с.
6. Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. Объясн. зап. М-6 1 : 500 000 / В.П. Кирилюк, В.Д. Колий, В.И. Лашманов, А.М. Лысак, И.С. Паранько, В.Г. Пашенко, К.И. Свешников, А.А. Сиворонов, А.Г. Смоголюк, Г.М. Яценко, при участии Б.З. Берзенина. Киев, 1991. 116 с.
7. Кирилюк В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита. Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея. *Геол. журн.* 1982. **42**, № 3. С. 88—103.
8. Кирилюк В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Статья 2. Формации позднего архея и протерозоя и сводная стратиграфическая схема. *Геол. журн.* 1982. **42**, № 4. С. 30—41.
9. Кирилюк В.П. Головні підсумки морфопарагенетичних геолого-формаційних досліджень нижнього докембрію. *Вісн. Львів. ун-ту*. Сер. геол. 2005. Вип. 19. С. 20—74.
10. Кирилюк В.П. Побужский гранулитовый комплекс. *Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита — европейский стратотип* / А.Б. Бобров, В.П. Кирилюк, С.В. Степанюк Л.М., Д.С. Гурский, А.М. Лысак, А.А. Сиворонов, В.П. Безвинный, В.В. Зюльцле, В.Л. Приходько, В.А. Шпыльчак. Львов: ЗУКЦ, 2010. С. 8—63.
11. Кирилюк В.П. Побужский гранулитогнейсовый комплекс как европейский стратотип нижнего архея. *Международная науч.-практ. конф. (31 мая—4 июня 2010 г., УкрГГРИ)*. Киев, 2010. С. 87—91.
12. Кирилюк В.П. Особенности стратиграфических исследований нижнего докембрия. Статья 2. Роль геолого-формационных исследований в изучении стратиграфии нижнего докембрия. *Геол. журн.* 2013, № 4. С. 102—114.
13. Кирилюк В.П., Лысак А.М., Свешников К.И. Методические указания по составлению карт формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза). Киев, 1979. 178 с.
14. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.) / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, М.П. Щербак, Є.Б. Глеваський, В.М. Скобелев, А.С. Дранник, М.В. Гейченко. Київ: УкрДГРІ, НСК України, 2004. 30 с.
15. Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Геологические формации и проблемы стратиграфии нижнего докембрия Украинского щита. *Геол. журн.* 1984. **44**, № 2. С. 103—112.
16. Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Стратиграфическая схема нижнего докембрия Украинского щита (на формационной основе). *Геол. журн.* 1986. **46**, № 2. С. 18—26.
17. Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Нижний докембрий западной части Украинского щита (возрастные комплексы и формации). Львов: Вища шк., 1975. 239 с.
18. Щербаков И.Б. Петрология докембрийских пород центральной части Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1975. 279 с.
19. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
20. Щербаков И.Б., Зюльцле В.В., Минеева В.Н. Днестровско-Бугский район. *Метаморфизм Украинского щита*. Киев: Наук. думка, 1982. С. 69—118.

Надійшла 25.07.2018

REFERENCES

1. Bilonizhshka, P.M., Gerenchyk, N.N., Zybova, S.N., Kyrylyuk, V.P., Lashmanov, V.I. and Martynova, S.S. (1981), *Problemy osadochnoy geologii dokembriya*, Вып. 6, Nauka, Moscow, RU, pp. 86-89.
2. Bobrov, O.B., Lysak, A.M., Sveshnikov, K.I., Sivoronov, A.O., Paranko, I.S. and Malyuk, B.I. (2006), *Formational analysis of Lower Precambrian complexes of the Ukrainian shield during a leadthrough geological-cartographical works (teoretiko-practical aspects)*, UkrDGRI, Kyiv, UA, 164 p.

3. Venidiktov, V.M. (1978), *Precambrian of Dniester Area and some geological issues of Ukrainian shield*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 162 p.
4. (1955), *Geological dictionary*, Vol. 2, Gosgeoltekhizdat, Moscow, RU, 445 p.
5. (2011), *Geological dictionary*, Vol. 1, Izd-vo VSEGEI, St. Petersburg, RU, 423 p.
6. Kyrylyuk, V.P., Kolij, V.D., Lashmanov, V.I., Lysak, A.M., Paranko, I.S., Paschenko, V.G., Sveshnikov, K.I., Sivoronov, A.A., Smogolyuk, A.G. and Yatsenko, G.M., Berzenin, B.Z. (1991), *Map of geological formations of Precambrian of the Ukrainian shield. Explanatory note, Scale 1 : 500 000*, Kyiv, UA, 116 p.
7. Kyrylyuk, V.P. (1982), *Geologicheskij zhurnal*, Vol. 42, No. 3, Kyiv, UA, pp. 88-103.
8. Kyrylyuk, V.P. (1982), *Geologicheskij zhurnal*, Vol. 42, No. 4, Kyiv, UA, pp. 30-41.
9. Kyrylyuk, V.P. (2005), *Visnyk Lviv University. Ser. geol.*, Vol. 19, Lviv, UA, pp. 20-74.
10. Kyrylyuk, V.P. (2010), *Granulitovye strukturno-formatsionnye komplekсы Ukrainskogo schita - evropeyskiy stratotip*, ZUKTS press, Lviv, UA, pp. 8-63.
11. Kyrylyuk, V.P. (2010), *Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 31 maia - 4 iyunia*, UkrSGRI press, Kyiv, UA, pp. 87-91.
12. Kyrylyuk, V.P. (2013), *Geologicheskij zhurnal*, No. 4, Kyiv, UA, pp. 102-114.
13. Kyrylyuk, V.P., Lysak, A.M. and Sveshnikov, K.I. (1979), *Methodical pointing on drafting of maps of the formations of Early Precambrian of Ukraine (for the aims of geological cartography and metallogenic prognosis)*, Kyiv, UA, 178 p.
14. Yesypchuk, K.Yu., Bobrov, O.B., Stepanyuk, L.M., Shcherbak, M.P., Glevaskiy, E.B., Skobelev, V.M., Drannik, V.S. and Geichenko, M.V. (2004), *Correlated chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note)*, NSC Ukraine, UkrDGRI, Kyiv, UA, 30 p.
15. Lazko, E.M., Kyrylyuk, V.P., Lysak, A.M., Sivoronov, A.A. and Yatsenko, G.M. (1984), *Geol. zhurn.*, Vol. 44, No. 2, Kyiv, UA, pp. 103-112.
16. Lazko, E.M., Kyrylyuk, V.P., Lysak, A.M., Sivoronov, A.A. and Yatsenko, G.M. (1986), *Geol. zhurn.*, Vol. 46, No. 2, Kyiv, UA, pp. 18-26.
17. Lazko, E.M., Kyrylyuk, V.P., Sivoronov, A.A. and Yatsenko, G.M. (1975), *Lower Precambrian of the western part of the Ukrainian shield (age complexes and formations)*, Vyscha shkola, Lvov, UA, 239 p.
18. Scherbakov, I.B. (1975), *Petrology of Precambrian rocks of the central part of Ukrainian shield*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 279 p.
19. Scherbakov, I.B. (2005), *Petrology of the Ukrainian shield*, ZUKTS press, Lvov, UA, 366 p.
20. Scherbakov, I.B., Zyultsle, V.V. and Mineeva, V.N. (1982), *Metamorphism of the Ukrainian shield*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, pp. 69-118.

Received 25.07.2018

В.П. Кирилюк, М.І. Богданова, О.І. Савіна

Львівський національний університет імені Івана Франка
79005, м. Львів, Україна, вул. Грушевського, 4
E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

ПЕТРОПАРАГЕНЕЗИСИ ТА МОЖЛИВА ПРИРОДА СУПЕРКРУСТАЛЬНИХ ФОРМАЦІЙ ПОБУЗЬКОГО ГРАНУЛІТОВОГО КОМПЛЕКСУ (ЗАХІДНА ЧАСТИНА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА).

Стаття 1. Загальні відомості та породний склад петропарагенезисів

Побузький гранулітовий комплекс у межах західної частини Українського щита охоплює територію близько 40 000 км². У ньому встановлено сім суперкрустальних формацій: кінцигітова, ендербіто-гнейсова, лейкогранулітова, високоглиноземисто-кварцитова, мармур-кальцифірова, кондалітова та глиноземисто-базитова. Їхня загальна потужність складає 15—17 км. У статті визначено терміни "суперкрустальна формація", "петропарагенезис" і "петротип". У будові побузького комплексу беруть участь сім головних петропарагенезисів, що становлять основний зміст однойменних суперкрустальних формацій, та три другорядних петропарагенезиса: кальцифір-кристалосланцевий, магнетитвмісний та метабазит-метаультрабазитовий. Кожен петропарагенезис має два—чотири петротипи. Зазначено породний склад петротипів і їх вміст у петропарагенезисі. Породні парагенезиси, як головні, так і другорядні, виразно розпізнаються у повному обсязі на добре відслонених територіях. При цьому дуже інформативними є не лише породні парагенезиси в цілому, але й деякі петротипи, що їх складають, які теж мають власні типоморфні ознаки. Останніми можуть бути ознаки породного, мінерального і елементного (геохімічного) рівнів, у тому числі: а) особливості зовнішнього вигляду порід; б) особливості хімізму, які візуально зазвичай добре відбиваються в петрографічному складі порід; в) склад і набір породоутворювальних і акцесорних мінералів; г) геохімічні, у тому числі ізотопні, відмінності тощо. Типоморфні ознаки петротипів розглянуті у статті 2.

Ключові слова: гранулітовий комплекс, суперкрустальна формація, петропарагенезис, петротип, типоморфні ознаки.

V.P. Kyrylyuk, M.I. Bogdanova, E.I. Savina
Ivan Franko National University of Lviv
4, Grushevskogo Str., Lviv, Ukraine, 79005
E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

PETROPARAGENESES AND POSSIBLE ORIGIN
OF THE BUG AREA GRANULITE COMPLEX SUPERCRUSTAL
FORMATIONS (WESTERN PART OF UKRAINIAN SHIELD).

Article 1. General Information and Rock Composition of the Petroparageneses

General information. The Bug Area granulite complex within the limits of western part of the Ukrainian Shield embraces the territory of about 40 000 km². Seven supercrustal formations are established in it: kinzigite, enderbite-gneiss, leucogranulite, high-aluminous-quartzite, marble-calciphyre, khondalite and graded aluminous-basite formations. Their general thickness is about 15-17 kilometers. *Accepted terminology.* The article defines the terms like: "supercrustal formation", "petroparagenesis" and "petrotype". *Rock composition of petroparageneses.* Seven main petroparageneses form these supercrustal formations, that include main content of the same supercrustal formations, and three secondary petroparageneses: calciphyr-cristal-schist, magnetite-containing and metabasite-metaultrabasite. Each petroparagenesis includes from two to three petrotypes. Also the article provides the rock formations of petrotypes and their content in petroparagenesis. Major and secondary rock parageneses are clearly recognized when they are observed in full size on well-exposed areas. Herewith very informative are not only the rock parageneses, but also their individual petrotypes, that demonstrate their own typomorphic features. Such features can be represented with rock, mineral and element (geochemical) features as follows: a) peculiarities of rock habitus; b) peculiarities of chemistry that normally are well reflected in the petrographic composition of rocks; c) composition and appearance of the rock-forming and accessory minerals; d) geochemical differences, including isotopic ones, and others. Also there might be signs of rock, mineral and element (geochemical) levels, including: a) features of the external appearance of rocks; b) features of chemistry, which are usually well reflected in the petrographic composition of rocks; c) composition and set of rock-forming and accessory minerals; d) geochemical (including isotope) differences, etc. Typomorphic features of the petrotypes are considered in the next article.

Keywords: granulite complex, supercrustal formation, petroparagenesis, petrotype, typomorphic features.