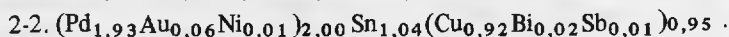
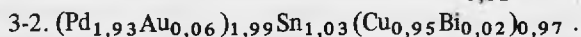


минералов. В скрещенных николях сильно анизотропен с цветным эффектом — от желто-серого до темного индиго-синего. Для большинства зерен характерно полисинтетическое двойниковое строение. Химический состав кабриита из трех обособлений приведен в табл. 4. Кроме основных элементов минерала (Pd, Sn, Cu), в его составе существенная роль принадлежит золоту (Au = 2,94—4,34 мас.%) и висмуту (Bi = 0,86—1,29 мас.%), в меньшей мере — свинцу и сурьме, мышьяк составляет сотые доли процента.

Кристаллохимические формулы соответствуют почти стехеометрическому составу:



ЛИТЕРАТУРА

1. Генкин А.Д., Гладышев Г.Д., Дистлер Р.В. и др. Авторефераты сотрудников ИГЕМ АН СССР. М., 1971.
2. Коваленкер В.А., Евстигнеева Т.Л., Безухов В.Д. Мартиит-II — палладиевый минерал экзоконтактных медно-никелевых руд Октябрьского месторождения // Геология руд месторождений. 1978. № 2. С. 111—115.
3. Тронева Н.В., Лопутина И.П., Ценин А.И., Игамбердиев Ш.Х. Программа дисперсионного и расчета поправок при количественном рентгеноспектральном микроанализе для ЭВМ БЭСМ-6 на языке АЛГОЛ-60 // Алгоритмы и программы. Ташкент, 1975. Вып. 23. С. 49.
4. Evstigneeva T.L., Genkin A.D. Cabriite Pd, SnCu, a new species in the mineral group of palladium, tin and copper compounds // Canad. Miner. Vol. 21, N 3. P. 1983.
5. Paar W.H., Chen T.T. Gersdorffit (in zwei Strukturvarietäten) und Sb-Haltiger Parkerit, Ni₂(Bi, Sb)₂S₂, von der Zinkwand, Schladminder Tauern, Osterreich // Tschermaks miner und petrogr. Mitt. 1979. Bd. 26. S. 59—67.

УДК 553.22

О.Л. СВЕШНИКОВА, Л.И. ШАБЫНИН

О НОВОЙ ЭКСПОЗИЦИИ "МИНЕРАЛЫ СКАРНОВ" В МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ ИМ. А.Е. ФЕРСМАНА АН СССР

Необходимость коренных изменений в экспозиции "Минералы скарнов" продиктована стремлением отразить в ней то новое, что появилось в отечественной науке в области исследования скарнов за последние десятилетия.

Основные положения учения о скарнах, которыми мы руководствовались при разработке музейной экспозиции, изложены в ряде известных работ [1—4, 8—10, 13]. Здесь мы остановимся лишь на тех моментах, которые необходимы для характеристики особенностей этой экспозиции.

Скарновые породы являются высокотемпературными метасоматическими образованиями. Современные представления о процессах скарнообразования сводятся к тому, что признается возможность возникновения скарнов как в условиях подъема геозотерм (магматический этап), так и в постмагматическом этапе. Флюиды, участвующие в образовании скарнов первой группы (трансмагматические растворы — по Д.С. Коржинскому), слабощелочные; в условиях снижения температуры в постмагматическом этапе они сначала достигают нейтральности, а затем испытывают инверсию и приобретают кислотный характер. Степень кислотности флюидов зависит от ряда условий, в частности от химических особенностей магмы, генерирующей флюиды, исходных физико-химических параметров флюидов, состава пород, через которые они просачиваются, и температурных и иных условий контакта.

Соответственно указанной эволюции постмагматических флюидов выделяются три

стадии минералообразования: ранняя щелочная (или скарновая), стадия кислотного выщелачивания и поздняя щелочная стадия, в конце которой флюиды приобретают нейтральный характер.

В зависимости от магнезиальности исходных карбонатных пород¹ различают две главные формации скарнов: магнезиальную и известковую. Некоторые исследователи выделяют также марганцевую формацию, которая изучена крайне слабо и не нашла отражения в музейной экспозиции. Как показали исследования последних 20 лет, более распространены магнезиальные скарны, среди которых преобладают инфильтрационные разности магматического этапа. После формирования, в постмагматическом этапе, они подвергаются гистерогенному преобразованию и известково-скарновому замещению. Процессы эти носят обменно-диффузионный характер. Собственно постмагматические магнезиальные скарны распространены в природе ограниченно и представлены биметасоматическими разностями, исключительно в абиссальной фации глубинности.

В противоположность этому в формации известковых скарнов образования магматического этапа крайне редки² и абсолютно главенствуют постмагматические разности. В большинстве это биметасоматические скарны, возникающие в результате реакционного взаимодействия алюмосиликатных пород с любыми карбонатными породами — известняками, доломитами, известковыми сланцами, мергелями. В породах эндоконтакта известны трещинные жильные скарны, существование которых в зоне экзоконтакта среди высокотемпературных разностей не доказано. Инфильтрационные экзоскарны известковой формации андрадит-манган-геденбергитового состава относятся к низкотемпературной фации и, по существу, причисляются к скарнам лишь в силу традиции, возникая уже в физико-химических условиях, близких к стадии кислотного выщелачивания [3, 13].

Среди пород скарнового семейства различают экзоскарны, возникающие на месте карбонатных масс, и эндоскарны, образующиеся с замещением различных алюмосиликатных пород.

Важная особенность скарнов — наличие в них метасоматической зональности, состав и строение которой зависят от физико-химических и геологических условий минералообразования. Как известно, различают инфильтрационную и биметасоматическую зональности. Последняя наблюдается в сечениях скарновых тел, перпендикулярных контакту пород, взаимодействовавших в присутствии флюидов. Смена зон инфильтрационной метасоматической колонки происходит при следовании вдоль столба или жилы независимо от вертикального или горизонтального их положения [13]. Как биметасоматическая, так и инфильтрационная зональности позволяют четко характеризовать пространственное положение (и возможную минеральную ассоциацию) образца скарна, взятого из той или иной зоны, хотя изменения в минеральном составе скарнов после их образования обычно довольно значительно сказываются на четкости границ сосуществующих зон.

С различного рода скарновыми образованиями и продуктами их изменения закономерно связаны весьма разнообразные по минеральному составу руды, а также неметаллическое сырье. По вопросу о характере связи рудоотложения со скарнообразованием существуют различные точки зрения. Некоторые исследователи [6] считают эти процессы независимыми друг от друга. По их мнению, скарны — это всего лишь одна из сред, благоприятных для рудоотложения. Авторы данной статьи придерживаются взглядов Д.С. Коржинского о генетическом единстве процессов скарно- и рудообразования [12]. В нашем представлении смена одних минеральных ассоциаций в скарнах другими является закономерной и определяется эволюцией физико-химических особенностей флюидов по мере снижения температуры минералообразования в конкретных геологических условиях. Соответственно данному представлению, скарны и руды в них и

¹ Имеются в виду чистые от силикатных примесей карбонатные породы.

² Эти скарны лишены рудной минерализации.

Систематика скарновых и послескарновых образований

Формация	Этап	Фация скарнов	Примеры месторождений
Магнезиальных скарнов	I. Магматический	1. Инфильтрационные скарны (фронтальные, жильные, межпластовые тела)	Таежное (Южная Якутия), месторождения Северной Якутии, Горной Шории, Юго-Западного Памира, Гиждарва (Таджикистан)
		II. Постмагматический	2. Гистерогенно преобразованные обменно-диффузионные скарны
	3. Инфильтрационные жильные эндоскарны	Таежное	
	4. Диффузионные (биметасоматические) скарны	Флогопитовые месторождения Алдана, Прибайкалья, лазуритовые месторождения	
	5. Известковые апомagneзиальные обменно-диффузионные экзоскарны	Майхура, Кансай, Акташ, Яхтон, Солонго	
Известковых скарнов	III. Постмагматический	6. Диффузионные (биметасоматические скарны)	Тырныауз, Дашкесан, железорудные месторождения Урала
		7. Инфильтрационные жильные эндоскарны	Чорух-Дайрон
		8. Инфильтрационные низкотемпературные экзоскарны	Дальнегорск, Курусай
Магнезиальных и известковых скарнов	IV. Послескарновых образований	9. Скарново-грейзеновые образования	Все перечисленные выше типы месторождений, кроме 4 и 8
		10. Низкотемпературные, в том числе околорудные апоскарновые породы	Большинство скарновых месторождений
		11. Рудная минерализация	

в продуктах их изменений вошли в экспозицию как две закономерно связанные ее части.

Выделяют два главных генетических типа оруденения скарнов:

1) оруденение, которое непосредственно следует за процессом скарнообразования и происходит в границах ранней щелочной стадии послемагматического этапа;

2) оруденение стадии кислотного выщелачивания, включая скарново-грейзеновое и поздней щелочной стадии. Это оруденение сопровождается практически полным замещением минералов исходных скарнов, уступающих здесь место более железистым и марганцовистым разновидностям пироксенов, амфиболов, гранатов и других скарновых силикатов. Отложение рудных минералов происходит с замещением всех этих силикатов и, кроме того, сопровождается отложением значительных количеств кварца.

Руды первого типа, представленные главным образом магнетитом, боратами, флогопитом и в незначительной степени сульфидами Fe и Cu, показаны на выставке в витринах со скарновыми минералами. Руды второго типа, среди которых преобладают сульфиды различных металлов, представлены в разделе "Послескарновые образования".

В основу обсуждаемой музейной экспозиции положена генетическая классификация скарнов и продуктов их гистерогенного изменения, основные положения которой общепризнаны [13]. С некоторыми сокращениями эта классификация может быть

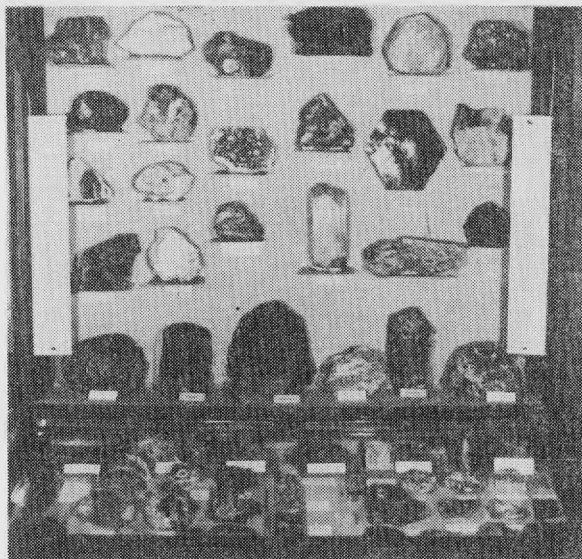


Рис. 1. Общий вид витрины, в горизонтальной плоскости которой размещена генетическая часть выставки, в вертикальной — иллюстративная

представлена в виде приведенной выше таблицы, которая, по существу, является планом выставки. Именно поэтому в нее включены также и различные послескарновые образования, в том числе и несущие оруденение, и сами руды, отсутствующие в авторском варианте классификации и нашедшие отражение в музейной экспозиции.

Прежде чем перейти к непосредственному рассмотрению выставки, необходимо отметить один из важных принципов в демонстрации минералов, принятых в музее для экспозиций "Процессы минералообразования". Поскольку эти выставки отражают обобщенный тип того или иного процесса, то делаются они не на примере конкретных месторождений, что обычно сужает возможности развернутой минералогической характеристики геологического процесса, а с использованием наиболее характерных минералов из различных месторождений данного генетического типа.

Экспозиция "Минералы скарнов" по своему содержанию и по характеру выставленных в ней образцов отчетливо подразделяется на две части, одну из которых условно можно назвать генетической, другую — иллюстративной. Первая в большей степени рассчитана на специалистов, вторая — на широкий круг посетителей. Генетическая часть выставки размещена в горизонтальной плоскости витрин, иллюстративная — в вертикальной (рис. 1). Если последняя не нуждается в пояснениях, так как представлена яркими, в основном мономинеральными образцами, произвольно расположенными в выставочном пространстве витрины, то генетическая часть выставки, несущая основную информацию об особенностях того или иного типа скарнов и отличающаяся сложным характером выставленных образцов скарновых пород, требует детального рассмотрения.

Внутренним стержнем генетической части выставки является метасоматическая колонка. Она приводится практически для каждого вида скарнов и по своему характеру типизированная. Положение отдельных минералов в этой части выставки не произвольно, а строго фиксировано принадлежностью к той или иной скарновой зоне. При этом положение образца в витрине соответствует его месту в том или ином сечении скарнового тела. Подобный принцип размещения образцов дает возможность наглядно видеть не только строение данного скарнового тела, но также сходство и различие между ним и другими скарновыми телами.

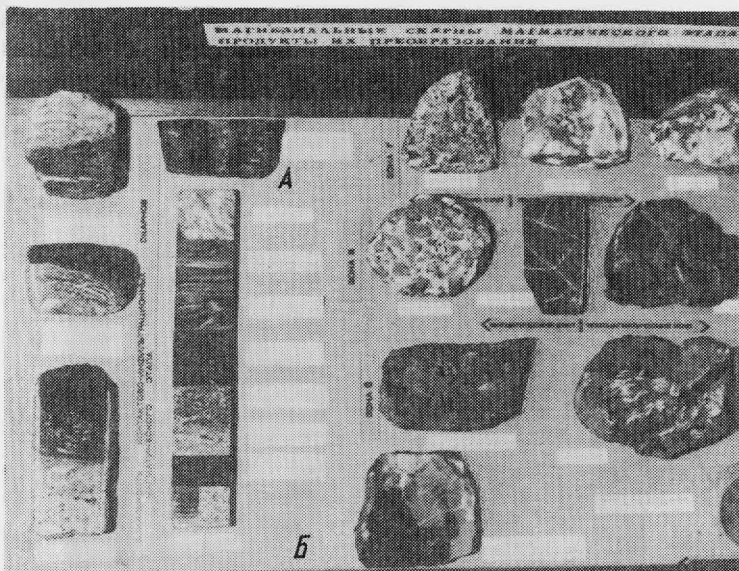


Рис. 2. Фрагмент экспозиции "Магнезиальные скарны магматического этапа"

Видна монтированная метасоматическая колонка, слева от которой располагаются образцы зональных скарнов с природными контактами зон; справа — образцы скарнов и минералов, иллюстрирующие состав отдельных зон колонки. Обр. А — зональные скарны в контакте с габбро-диоритами (месторождение Гавасай, КиргССР); обр. Б — зональные скарны в контакте с эгирин-нефелиновой породой (месторождение Тажеран, Иркутская обл.)

1. МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ МАГМАТИЧЕСКОГО ЭТАПА

В магнезиальных скарнах магматического этапа (1.1)¹, отличающихся большим однообразием минеральных парагенезисов, распространенных в абиссальной фации глубинности, метасоматическая колонка² схематически имеет следующий вид:

Индекс зоны	a ²	a ¹	a	б	в	г	д
Состав	Би-Гип- Пш	Пи-Пл	Фас-Пл	Шп-Фас	Шп-Фор	Шп-Фор- Ка (+Дол)	Дол
	Околоскарновые породы			Скарны		Кальцифир	Доломит

Би — биотит; Гип — гиперстен; Пш — полевой шпат; Пи — пироксен; Пл — плагиоклаз; Фас — фассайт; Шп — шпинель; Фор — форстерит; Ка — кальцит; Дол — доломит.

Для демонстрации этой зональности в экспозиции мы, вслед за В.И. Синяковым, применили искусственное монтирование колонки. С этой целью из образцов скарнов, иллюстрирующих минеральный состав отдельных зон, выпиливались (без учета мощности этих зон) одинаковые по размеру квадратные (реже прямоугольные) пластинки, которые затем склеивались в единую линейку, копирующую приведенное выше графическое изображение колонки (рис. 2). Подобный прием дает возможность представить строение и состав скарнового тела, однако при этом остается вне поля зрения характер природных контактов между отдельными зонами скарнов. Для иллюстрации всех тонкостей этих контактов в экспозиции представлен ряд образцов, в которых развиты две или несколько скарновых зон. В выставочном пространстве

¹ Здесь и далее в тексте цифровые обозначения отдельных типов скарнов отвечают таковым в приведенной выше классификационной таблице.

² Существуют некоторые различия в метасоматических колонках различных фаций глубинности, однако этот момент не нашел отражения в музейной экспозиции.

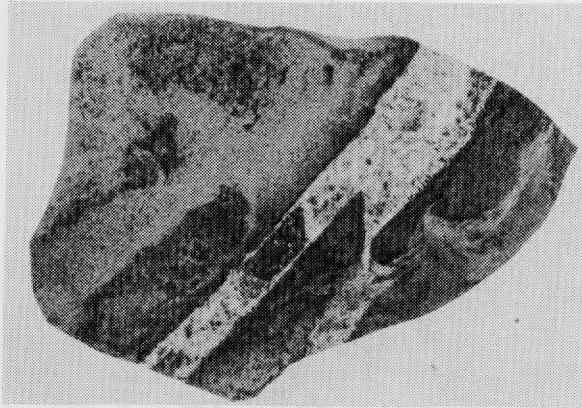


Рис. 3. Инъекция гранодиорита в шпинель-фассаитовый скарн, Тип I.1, зона б (Кедабек, АзССР), натур. вел.

витрины эти образцы располагаются слева от монтированной колонки на уровне тех зон, контакты между которыми они иллюстрируют (см. рис. 2). Всем зонам метасоматической колонки даны буквенные обозначения, которые вместе с цифровыми обозначениями отдельных типов скарнов классификационной таблицы используются в этикетках образцов для внесения в них в закодированной форме соответствующей информации. Важность подобной информации в этикетках будет показана ниже.

Магнезиальные скарны магматического этапа часто появляются в контактах доломитов с различными магматическими породами. В экспозиции можно видеть скарны, развивающиеся в контактах с аляскитовыми мигматитами, гранодиоритами, габбродиоритами, сиенитами (см. рис. 2). Заслуживает внимания образец, в котором жилки материнских гранодиоритов рассекают шпинель-фассаитовые скарны (рис.3), что свидетельствует о принадлежности скарнов к магматическому этапу. Об этом же однозначно говорит и отсутствие в природе магнезиальных эндоскарнов магматического этапа.

Минеральный состав магнезиальных скарнов магматического этапа представлен следующими главными минералами: ромбические и моноклинные пироксены, магнезиальная шпинель, форстерит, монтчеллит и мервинит, периклаз, основные плагиоклазы, кальцит. Моноклинные пироксены обычно принадлежат к фассаитам. Все эти минералы, как уже говорилось, расположены в витрине в соответствии с их входжением в ту или иную зону метасоматической колонки (см. рис. 2).

II. МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ ПОСТМАГМАТИЧЕСКОГО ЭТАПА

Гистерогенно-преобразованные скарны (II. 2). В постмагматических условиях снижение температуры и эволюция состава и свойств флюидов влекут изменения в составе минералов и их ассоциаций в скарнах магматического этапа. Поскольку эти процессы протекают без привноса и выноса инертных компонентов, в основном с перегруппировкой последних, они могут рассматриваться как гистерогенные. В результате этих процессов в скарнах развиваются такие минералы, как диопсид, гумит, хондродит, паргасит, флогопит, брусит и др. Минералы преобразованных магнезиальных скарнов демонстрируются в той же витрине, что и минералы скарнов магматического этапа (см. рис. 2), так как в природных условиях оба эти минеральных комплекса почти всегда совмещены. Расположение гистерогенных минералов по зонам метасоматической колонки магматического этапа дает возможность проследить их связь с исходными скарнами.

Здесь же показана и рудная минерализация скарновой стадии, представленная магне-

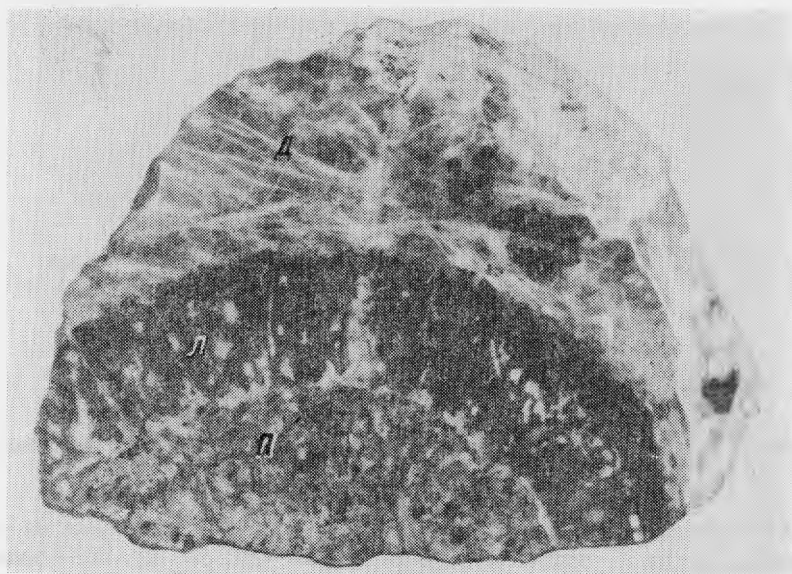


Рис. 4. Лазурит (Л), развивающийся на контакте пегматита (П) с доломитом (Д). Тип П.4 (Мало-Быстринское, Иркутская обл.), натур., вел.

титом и различными боратами (людвигитом, суанитом, котоитом), встречающимися, как правило, в тех участках магнезиальных скарнов, которые подверглись тем или иным постагматическим изменениям [7]. Оба типа оруденения расположены в основном в форстеритовой зоне. Бораты могут также встречаться в кальцифирах, а магнетит — в пироксеновой зоне в случае, если слабо развита форстеритовая зона. Приуроченность оруденения к определенным зонам метасоматической колонки, как известно, имеет важное поисковое значение.

Инфильтрационные жильные эндоскарны (П.3) имеют своих представителей в различных фациях глубинности [9]. Наиболее ярко они представлены и лучше изучены в абиссальной фации. Скарновые жилы подобного типа известны в гнейсах и кристаллических сланцах и месторождениях флогопита и железных руд Алдана. Образование их в значительной мере связано с условиями просачивания трансмагматических флюидов, выносящих магний и кальций, которые освобождаются при скарнировании доломитов.

Диффузионные (биметасоматические) магнезиальные скарны (П.4) возникают в постагматическом этапе в условиях абиссальной фации глубинности в контактах доломитов с пегматитами, гнейсами и амфиболитами докембрия. Со скарнами этой группы связаны известные месторождения флогопита (район Алдана, Слюдянка) и лазурита (Мало-Быстринское и Бадахшанское). Богатый, минералогически яркий материал из этих месторождений широко представлен в экспозиции. Среди образцов прекрасно образованные, значительных размеров кристаллы форстерита, шпинели, флогопита, диопсида, скаполита, апатита (см. рис. 1). Ряд образцов наглядно иллюстрирует реакционный характер лазурита, возникающего на контакте пегматитов с доломитами (рис. 4).

Апомagneзиальные известковые скарны (П.5). В фациях малых и средних глубин для магнезиальных скарнов магматического этапа в постагматических условиях характерно замещение известковыми скарнами. Часть возникающих при этом пород бывает трудно отличима по минеральному составу от собственно известковых скарнов. Этим объясняется, в частности, тот факт, что в большом числе месторождений с различным составом оруденения скарны, долгие годы считав-

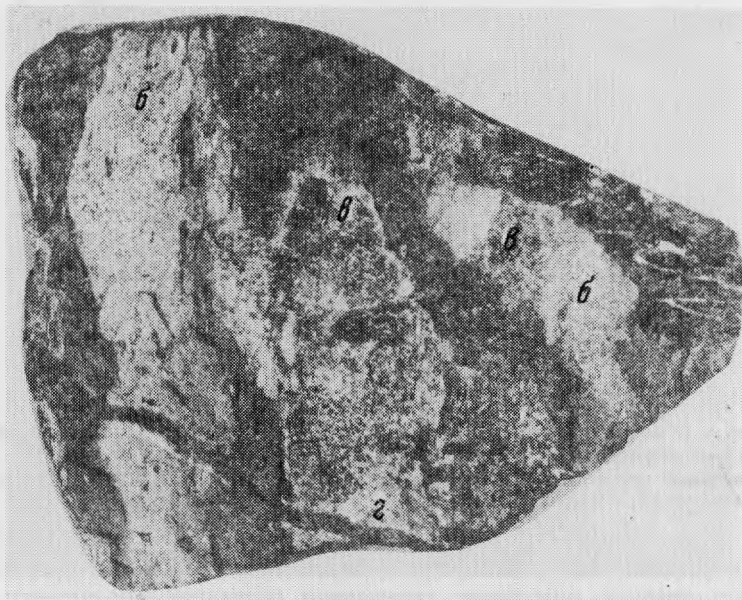


Рис. 5. Замещение зонального магнезиального скарна I.1 (светлое) (зоны: б – пироксеновый скарн, в – форстеритовый скарн, г – кальцифир) известковым гранат-геденбергитовым скарном (тип П.5 – темное) (Майхура, ТаджССР), уменьш. 1,5

щиеся обычными известковыми, в действительности оказались апомагнезиальными (например, в полиметаллических месторождениях Кансайского и Алмалыкского рудных полей, шеелитовых месторождениях рудного поля Ингичке, Яхтона, Майхуры, Рарза, в медном месторождении Курутегерек, во многих железорудных месторождениях Горной Шории) [12, 13].

В этой связи специально подобранная для выставки серия образцов, демонстрирующая развитие известковых скарнов по магнезиальным, представляет особый интерес (рис. 5). В качестве реликтов в известковых скарнах могут наблюдаться как неизменные магнезиальные скарны, так и претерпевшие (гистерогенные) изменения. Поскольку различие собственно известковых (образовавшихся на месте известняков) и апомагнезиальных известковых скарнов не только сложно, но и важно из-за типоморфизма некоторых видов оруденения, отметим ряд моментов, облегчающих подобное различие (речь идет лишь о некоторых характеристиках, нашедших отражение в музейной экспозиции).

А. Различия в строении скарновых тел:

1. В апомагнезиальных известковых скарнах волластонит развивается в эндоконтакте и в крайней тыловой зоне экзоскарнов (рис. 6), в то время как в скарнах по известнякам – исключительно во внешних зонах экзоконтакта.

2. Значительное развитие магнезиального (более 2,5 мас.% MgO) везувиана в экзоскарнах на месте чистых карбонатных пород дает основание относить такие скарны к апомагнезиальным [10]. Источником глинозема в таких случаях служат шпинель и фассаит. Особенно часто и интенсивно везувиан развивается по геленит-монтчеллитовым скарнам, и в ряде месторождений мощность тел везувиановых скарнов такого происхождения достигает нескольких метров [13].

Б. Типоморфизм минералов пород магнезиально-скарновой формации:

1. Для апомагнезиальных известковых скарнов характерно совместное присутствие пироксенов различной железистости, благодаря чему порода обычно выглядит пятнистой (что определяется обменно-диффузионным характером преобразования исходного скарна).

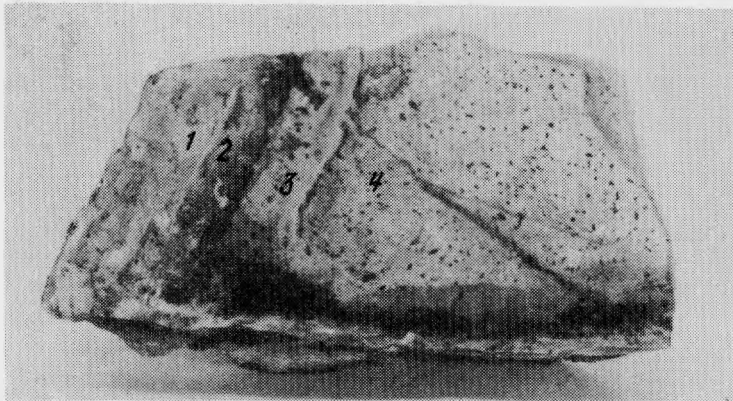


Рис. 6. Известковые волластонит-гранит-пироксеновые скарны (тип II.5), развивающиеся на контакте гранитов с магнезиальными скарнами (тип I.1)

1 — магнезиальный шпинель-пироксеновый скарн; 2 — пироксен-гранатовый экзоскарн; 3 — волластонитовый эндоскарн; 4 — гранит (Наледное, Якутская АССР), натур. вел.

2. Такие минералы, как ксантофиллит, вонсенит, монтичеллит, будучи встречены в известковых скарнах, однозначно определяют последние как апомагнезиальные¹.

3. Важную роль при решении вопроса о формационной принадлежности скарнов играет состав борных минералов, развивающихся иногда в скарнах. Для магнезиальных скарнов и их производных характерен комплекс магнезиальных, магнезиально-железистых и кальциевых боратов, среди которых котоит, суанит, людвицит, гулсит, пайгеит, курчатовит, федоровскит, фроловит, а также группа борато-карбонатов, представленная харкеритом, боркаритом и сахаитом. Турмалин, широко развитый в некоторых магнезиально-скарновых месторождениях, отвечает по составу увит-дравиту с содержанием увитовой составляющей около 70%. Для скарнов известковой формации развитие турмалина не характерно. В породах этой группы типоморфны и местами образуют крупные скопления лишь боросиликаты: аксинит, данбурит и датолит.

4. Послескарновая минерализация также может иметь диагностическое значение. Такие минералы, как тремолит, серпентин, гидроталькит и амезит, при их значительном развитии свидетельствуют о магнезиально-скарновой природе известкового скарна, в котором они обычно неравномерно распределены.

III. СКАРНЫ ИЗВЕСТКОВОЙ ФОРМАЦИИ

Эти скарны представлены в экспозиции как преобладающими в природе биметасоматическими (III. 6), так и инфильтрационными образованиями (III. 7, 8). Фрагменты биметасоматической колонки и состав ее отдельных зон иллюстрируются рядом образцов зональных скарнов из месторождений Койташ (Узбекистан), Тырныауз (Кабардино Балкарская АССР), Каньон (Магаданская обл.), Джангалык (Таджикистан).

Последний образец, подаренный Музею академиком Д.С. Коржинским, можно считать классическим не только для демонстрации зональности скарнов, но и для объяснения механизма их образования диффузионным способом. В этом образце отчетливо видно, как скарны в виде двух резко обособленных зон — серовато-белой волластонитовой и красновато бурой гранатовой — развиваются на контакте мраморизованных известняков и гранитов (рис. 7).

Полная биметасоматическая зональность, возникающая в контакте мраморов с

¹ Монтичеллит может возникать в магнезиальных скарнах и в магматический этап.

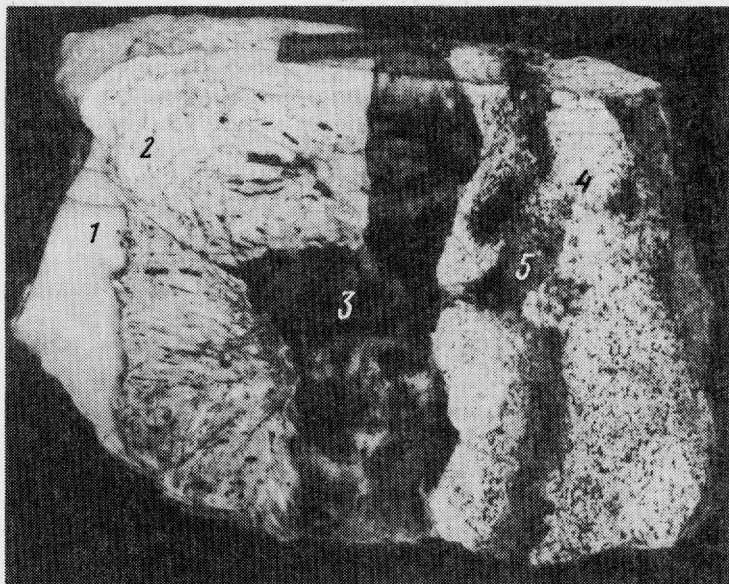


Рис. 7. Зональные известковые скарны на контакте мраморизованных известняков и гранитов (тип III.6)

1 – мрамор; 2 – волластонитовый экзоскарн; 3 – гранатовый эндоскарн; 4 – гранит; 5 – эпидот (Джангалык, ТаджССР), уменьш. 2

роговиками, показана с помощью монтированной колонки на примере месторождения Тырныауз. Схематически эта зональность имеет следующий вид:

Мрамор	Гранат-пироксено- вый экзоскарн	Пироксен-гранато- вый эндоскарн	Пироксен-плаггио- клавовый роговик	Биотитовый ро- говик
---------------	--	--	---	---------------------------------

В действительности, что видно даже на образцах монтированной колонки, эта зональность более сложная и не столь четкая из-за развития практически во всех зонах более поздних пироксен-плаггиоклазовых метасоматитов.

Главные минералы известковых скарнов: пироксены ряда диопсид–геденбергит, гранаты ряда гроссуляр–андрадит, везувиан и волластонит – расположены в витрине в соответствии с принадлежностью их к той или иной зоне. Но в то время, как волластонит образуется исключительно по карбонатным породам, а везувиан – на месте силикатных пород, остальные минералы могут встречаться как в экзо-, так и в эндо-контакте. И здесь определяющим фактором является их состав: в эндоскарнах пироксен обычно менее железистый, а гранат более высокой гроссуляровости, чем в экзо-скарнах.

Оруденение скарновой стадии, представленное в этом типе скарнов главным образом магнетитом, может встречаться в различных зонах метасоматической колонки. В околоскарновых породах магнетит нередко ассоциирует со скаполитом, образуя особый тип скаполит-магнетитовых руд, к которым, в частности, относятся всем хорошо известные "белые оспенные" руды горы Благодать (Урал).

Характер инфильтрационной зональности жильных эндоскарнов (III. 7) показан на примере скарнов Cu–Mo–W месторождения Чорух-Дайрон (Таджикская ССР). Эти скарны развиваются в различных по составу изверженных породах: гранодиоритах и монцонитах. Различаются по составу и их метасоматические колонки.

Фрагмент простейшей колонки в монцонитах:

Монцо- нит	Пироксен-скаполитовая околоскарновая порода	Гранатовый скарн	Гранат-скаполитовая около- скарновая порода
-----------------------	--	-------------------------	--

Фрагмент скарновой колонки в гранодиоритах:

Гранодиорит	Ортоклазированный гранодиорит	Пироксен-ортоклазовая порода (позднее альбитизированная)	Пироксен-скаполитовая околоскарновая порода
-------------	-------------------------------	--	---

Отличительная особенность этих двух смонтированных колонок состоит в том, что отдельные фрагменты ее выпилены из пород с сохранением природных контактов между отдельными зонами. Материал для составления этих колонок был любезно предоставлен Д.К. Власовой.

Мощные зоны скарнирования, которые наблюдаются в изверженных породах Чорух-Дайрона, возникают обычно при слиянии нескольких таких метасоматических колонок.

Породы обеих демонстрируемых метасоматических колонок Чорух-Дайрона содержат вкрапленность рудных минералов: халькопирита и шеелита, образование которых происходило уже в послескарновую стадию. Отчетливо видна приуроченность этих минералов к определенным зонам: шеелита и халькопирита к гранатовым скарнам, а халькопирита также к гранат-скаполитовой породе (в скарнах по монцонитам).

Инфильтрационные низкотемпературные экзоскарны (III. 8) представлены в экспозиции серией образцов хорошо известных скарнов Дальнегорска, отличающихся богатством минерального состава и необычным разнообразием текстур.

IV. ПОСЛЕСКАРНОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ С РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ

К послескарновым образованиям мы относим все многочисленное семейство руд, а также разнообразные продукты изменения скарнов, которые возникают в стадию кислотного выщелачивания в условиях снижающейся температуры и нарастающей (с последующим уменьшением) кислотности растворов. С кислотной стадией выщелачивания в скарнах связано образование руд большого количества металлов: меди, кобальта, золота, серебра, свинца, цинка, сурьмы, висмута, мышьяка, вольфрама, молибдена, олова, редких земель. Рудные минералы — носители большинства из перечисленных выше металлов показаны в экспозиции и размещены в вертикальной плоскости витрины. Среди них: халькопирит, кобальтин, галенит, сфалерит, арсенопирит, молибденит, шеелит, касситерит и ряд других минералов.

Формирование руд данного типа всегда сопровождается соответствующим метасоматическим преобразованием вмещающих пород. В зависимости от характера этого метасоматического процесса образуются те или иные типы руд. Так, например, интенсивное проявление в скарнах высокотемпературных процессов кислотного выщелачивания в виде кварц-полевошпатового метасоматоза и грейзенизации (тип IV. 9, см. таблицу) приводит к образованию шеелит-молибденитовых, шеелит-халькопиритовых, оловянных и различных редкометалльных руд. Для апомагнезиальных грейзенов с редкометалльной, оловянной, вольфрамовой и иными видами минерализации весьма характерны, в частности, различных размеров концентрически-ритмически-полосчатые образования трубчатой формы [10]. Образцы подобных образований из различных скарновых месторождений можно видеть в витрине выставки. Для этой части парагенезисов, кроме скарновых силикатов, типичны протолитионитовые слюды, флюорит, иногда селлаит. Для другой части парагенезисов стадии кислотного выщелачивания в скарнах обеих формаций характерны водные силикаты повышенной железистости и марганцовистости, а также значительные количества кварца.

Отмечается, что распространение пропилитизации (тип IV.10, см. таблицу) характерно в связи с полиметаллическим оруденением, с кварц-серицитовым же метасоматозом и березитизацией в скарновых контактах связаны обычно шеелит-сульфидное, халькопиритовое (нередко с золотом) и другие типы оруденения. Мы не ставили целью отразить в экспозиции все наблюдающееся в природе многообразие послескарновых изменений. Основная задача состояла в том, чтобы показать наметившуюся связь этих изменений с характером оруденения и приуроченностью последнего к зонам скарнов определенного состава в различных частях метасоматических колонок.

В магнезиальных скарнах околорудным изменениям стадии кислотного выщелачивания подвержены все три комплекса минералов: скарнов магматического этапа, преобразованных и аномagneзиальных известковых. В скарнах известковой формации высокотемпературные изменения менее разнообразны. Среди многочисленных образцов в этой витрине особого внимания заслуживают кварц-геденбергитовые породы с шеелитом из месторождения Майхура. Длительное время подобные породы описывались как окварцованные известковые скарны. В настоящее время установлено их развитие с замещением магнезиальных скарнов и продуктов их гистерогенного преобразования уже на стадии кислотного выщелачивания [11].

В разделе "Послескарновые образования" выделяется витрина, в которой выставлены друзы прекрасно образованных кристаллов кальцита и различных рудных минералов: галенита, сфалерита, халькопирита, пирротина, пирита, образующихся в продуктивных скарнов Дальнегорского месторождения. По мнению одного из первых исследователей этого месторождения Н.Н. Мозговой [5], образование этих минерализованных продукций связано с явлениями растворения и выщелачивания, имевшими место в уже оруденелых скарнах, с последующим переотложением в них рудного вещества.

Выше отмечалось, что описываемая экспозиция подразделяется на две части: генетическую и иллюстративную. Положение образцов в первой части выставки строго фиксировано принадлежностью их к той или иной зоне метасоматической колонки, приводимой для каждого типа скарна. Во второй части выставки расположение образцов произвольно и поэтому нуждается в пояснении. Этикетки к этим образцам несут расширенную информацию. В них в закодированной форме в соответствии с принятыми для отдельных типов и зон скарнов цифровыми и буквенными обозначениями даются сведения о зоне, типе и формации скарнов, к которым принадлежит демонстрируемый образец. Важность подобной информации особенно важна в тех случаях, когда по минеральному составу образца невозможно судить об условиях его образования. Так, например, в ряде скарновых месторождений известны рудоносные геденбергит-андрадитовые массы, существенной частью которых является кварц. Они возникают в результате изменения скарнов различного типа, и соответственно индекс в этикетках к образцам этих пород с общим названием "Кварц-андрадит-геденбергитовый скарн" будет различен:

III. 6 — для биметасоматических скарнов известковой формации;

III. 7 — для инфильтрационных скарнов, развивающихся по породам эндоконтакта (монцититам и гранодиоритам в месторождении Чорух-Дайрон);

II. 5 — для известковых скарнов, образующихся по магнезиальным скарнам магматического этапа.

В случае, если известны зоны замещаемых магнезиальных скарнов (например, а, б, в), то запись в этикетке принимает вид II, 5, зоны а-в. Внесение подобной информации в этикетку помогает, на наш взгляд, глубже понять историю формирования образца и его место в процессе скарнообразования.

Опыт экспозиции "Минералы скарнов", созданной на принципиально новой основе, по-видимому, может служить предметом обсуждения. Нам представляется, что в течение ближайших 10 лет главные принципы ее построения вряд ли подвергнутся коренному пересмотру. Соответственно главной задачей в улучшении экспозиции мы склонны считать постоянное текущее улучшение качества демонстрируемых образцов и расширение круга представленных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жариков В.А. Опыт классификации метасоматических образований на примере скарновых полей Западного Карамазара//Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1956. Ч. 85, вып. 3. С. 344-357.
2. Жариков В.А. Геология и метасоматические явления скарново-полиметаллических месторождений Западного Карамазара//Тр. ИГЕМ АН СССР. 1959. Вып. 14. С. 371.
3. Жариков В.А. Скарновые месторождения//

- Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968. С. 220–302.
4. *Коржинский Д.С.* Очерк метасоматических процессов//Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. 2-е изд. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 335–456.
 5. *Мозгова Н.Н.* Минерализованные полости в скарнах Тетюхе//Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1963. Ч. 92, вып. 6. С. 645–663.
 6. *Павловский А.Б., Маршукова Н.К.* Скарны и оловянные руды, их пространственные и возрастные отношения//Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1983. Вып. 546. С. 95–102.
 7. *Перцев Н.Н.* Парагенезисы борных минералов в магнезиальных скарнах. М.: Наука, 1971. 112 с.
 8. *Перцев Н.Н.* Высокотемпературный метаморфизм и метасоматизм карбонатных пород. М.: Наука, 1977. 256 с.
 9. *Шабынин Л.И.* Формация магнезиальных скарнов. М.: Наука, 1973. 213 с.
 10. *Шабынин Л.И.* Рудные месторождения в формации магнезиальных скарнов. М.: Недра, 1974. 208 с.
 11. *Шабынин Л.И.* Еще раз о скарнах и роговиках Майхура (Южный Гиссар)//Метасоматиты и оруденение. М.: Наука, 1975. С. 81–94.
 12. *Шабынин Л.И., Хаджиев Т.Ш., Мусин Р.А., Еникеева Л.Н.* Месторождения полиметаллов в скарнах доломитовых контактов. Ташкент: Фан, 1983. С. 186.
 13. *Шабынин Л.И., Перцев Н.Н., Зотов И.А.* Вопросы образования рудностных скарнов доломитовых контактов. М.: Наука, 1984. 105 с.