

Гетманская Т.И., Чернов. Б.С., Морошкин В.В., Рассулов В.А. Люминесцентные свойства флюорита грейзеновых месторождений вольфрама как критерий оценки масштабов и качества руд / *Разведка и охрана недр*, 1999. № 4. С. 16-19.

Жухлистов А.П., Звягин Б.Б., Гетманская Т.И. Трехслойный моноклинный политип $3M_2$ мусковита и его проявление в электронограммах от текстур // *Кристаллография*, 2001. Т. 46. № 5. С. 784-788.

Зарайский Г.П. Условия формирования главных фациальных типов грейзенов по экспериментальным данным // *Петрология*, 1990. Т. 7. № 4. С. 460-480.

Кортаев М.Ю. Физическая геохимия процессов грейзенообразования. М.: Наука, 1994. С.150.

Раков Л.Т., Гетманская Т.И. Закономерности распределения примесей в кварце плутоногенных вольфрамовых месторождений // *Материалы международной конференции. Новые идеи в науках о земле*. М., 2003. С. 126-128.

Рейф Ф.Г. Рудообразующий потенциал гранитов и условия его реализации. М.: Наука, 1990. 181 с.

Шапенко В.В. Генетические особенности вольфрамовой минерализации Джидинского рудного поля (Юго-Западное Забайкалье) // *Геология рудных месторождений*, 1982. № 5. С. 18-29.

Drummond S.E., Ohmoto H. Chemical Evolution and mineral Deposition in Boiling Hydrothermal Systems // *Econ. Geol.* 1985. Vol. 80. P. 126-147.

RMS DPI 2008-3-30-0

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Глаголев Е.В. (krim1973@rambler.ru)

Уральское отделение. ОАО «Экология», г. Екатеринбург

GENETIC CLASSIFICATION OF TECHNOGENETIC MINERALS

Glagolew E.W.

Urals branch. "Ecology"-Limited, Ekaterinburg

В последние десятилетия всё больший интерес геологов, химиков, гидрогеологов и геотехнологов привлекает проблема современного образования различных минералов, руд и горных пород, в том числе и техногенных, с целью определения точных и всесторонних параметров этого процесса и разработки инновационных методов для извлечения из недр различных полезных ископаемых и природоохранных целей. В настоящее время инновационными методами производится добыча 11 химических элементов: урана, золота, серебра, меди, свинца, висмута, мышьяка, железа, марганца, никеля, кобальта и подготовлены проекты по промышленному выщелачивания ЭПГ, молибдена, TR и др.

По результатам собственных полевых и тестовых исследований исходных проб в лабораториях гидрометаллургии института «УралМЕХАНОБР», ООО «Геотехнологическая компания» и др., экспериментальным и литературным данным автором в настоящее время выделено 9 основных генетических типов техногенных минеральных образований: 1) пирогенный, 2) гипергенный, 3) гидротермальный, 4) холодноводный, 5) антропогенный, 6) атмогенный, 7) техногенный, 8) радиогенный и 9) биогенный. При одновременном участии двух или нескольких из перечисленных процессов образуются сложные генетические отложения техногенных минералов, руд и/или горных пород.

Некоторые детали генетических классификаций современных отложений (в том числе и техногенных) самородного кремния и минералов кремнезёма опубликованы в (Глаголев, 2004, 2006), серы и углерода в виде графита – в (Глаголев, 2006), сульфидов – в (Глаголев и др., 2006), золота – в (Глаголев, 2007; Шмачкова и др., 2007); окислов железа и марганца с примесью никеля и кобальта – в (Глаголев, 2008).

1) Техногенно-пирогенные (магматогенные) образования подразделяются на минералы и горные породы, образующиеся: А. За счёт горения а. каустобиолитов (уголь, горючие сланцы, газ, газоконденсат, нефть, торф), б. медноколчеданных руд и в. отходов промышленности; Б. При сгорании растительности, В. При ядерных взрывах.

1Аа) Образование минералов и горных пород за счёт горения угля содержащих отвалов наиболее полно изучено на месторождениях Челябинского (Чесноков, 1987), Кизеловского угольных

открытой системе происходит частичный вынос углерода, а в закрытой – преобразование аморфного С угля в различные кристаллические его модификации (от мелко- до крупночешуйчатого или длиноволокнистый графит) и образование карбидов железа и кальция.

В процессе сгорания газа, газоконденсата или нефти за счёт вмещающих образуются стекло содержащие породы, которым исследователи дают местные названия (тенгизиты и др.) и используют как поделочные камни (Потапов и др., 2001).

1Аб) Подземные пожары колчеданных руд хорошо исследованы Вертушковым Г.Н. и Авдониным В.Н. Все эти пожары происходят в восстановительных условиях при T° до 1000-1100 $^\circ$ C, P от 1 до 10 атм. Причём, если горение происходит на поверхности, то парциальное давление кислорода P_{O_2} максимальное, если под землёй, то P_{O_2} уменьшается в разы и процесс переходит в стадию многолетнего высокотемпературного тления. При данных процессах образуются б- и в-сера, сульфаты и другие минералы.

1Ав) Пожары, возникающие в отвалах химических заводов (например, Беловского на Алтае), проходят за счёт окислительных реакций отходов производства по подобию подземного колчеданного горения (Леонова и др., 2002).

1Б) При сгорании растительность (деревья, кустарник, сено, солома и солома злаковых) переходит в стёкла или фитофульгуриты, которые относятся к фито-пирогенным образованиям (Глаголев, 2004).

1В) Ядерные взрывы образуют специфические стёкла и горные породы, аналогичные эффузивным, относящиеся к техногенно-эксплозио-пирогенному подтипу. Причём, если при атмосферных взрывах на большой высоте на земле образуются только стёкла (ядерные фульгуриты), на небольшой высоте - стёкла и реже - шлакоподобные породы при незначительном испарении некоторых химических элементов почвы, то при взрывах на поверхности земли -, в основном, шлаки и реже стёкла при значительном испарении многих химических элементов почвы, а при подземных взрывах – шлаки, похожие на эффузивные горные породы, химический и минеральный состав которых зависит от такового вмещающих пород.

2) К техногенно - гипергенным относятся минеральные образования, образующиеся на поверхности земли непосредственно на вскрытых рудных телах, вмещающих горных породах или на отвалах вмещающих пород и некондиционных руд. Эти образования (среди техногенных) по своему распространению находятся на первом месте. Примерами могут послужить Пирротиновое ущелье и разработки апатита в Хибинах (Войтеховский и др., 2007).

3) Гидротермальный тип техногенных минеральных образований по своим масштабам (объёмам) стоит на втором месте после пирогенного.

Типичным представителем является месторождение термальных вод области Тоскано - Лацио в Италии с известным геотермальным полем Пьянкастаньяйо, которое расположено на южном фланге неогенового вулкана Монте - Амиато. Поступающие по скважинам флюиды, используемые для гидроэлектростанции, имеют температуру около 200 $^\circ$ C. При этом на паровых трубах, питающих станцию, благодаря резкому перепаду давления, температуры, рН и других параметров, образуются отложения сплошного метастибнита в массе кальцита или кремнезёма (Шмачкова и др., 2007).

Примерно при таких же условиях отлагается сфалерит и барит на технологическом оборудовании Челекена (Годовиков, 1983) и многочисленные новообразования на стенках газо- и нефтедобывающих скважин.

3) Холодноводный аутигенный генетический тип (из а.растворов и б.коллоидов), является по своей сути хемогенным, когда минералы и их ассоциации образуются благодаря химическому отложению при низких или нормальных температурах.

3А) Амальгама золота, осаждённая в речной воде на серебряной монете XVII века как на катоде естественной гальванической системы, обнаружена при дражной разработке золотоносной россыпи р. Кокуй - левого притока р. Серебряной на Северном Урале (Шмачкова и др., 2007).

3Б) Типичным примером одновременного осаждения миллерита и халцедона из истинных растворов и коллоидов наблюдается в карьере Черемшанского месторождения силикатного никеля (Уфалейская группа) на Южном Урале (Глаголев, 2008). В летнее время, в начале испарения воды из карьерных водоёмов образуется игольчатый миллерит с металлическим блеском. По мере их испарения в воде появляются коллоиды кремнезёма, которые отлагаются сначала в виде тонких корочек на иголках миллерита, от чего они приобретают тусклый матовый блеск, а при дальнейшем

сгущении коллоидов – в виде сфероидов как на самом минерале, так и на серпентинитовой подложке.

4) К антропогенным образованиям относятся минералы, образующиеся из отходов жизнедеятельности человека.

В Хабаровском и Приморском краях на городских свалках непосредственно на подстилающем грунте встречены мельчайшие кубические кристаллики пирита, который отлагается в анаэробных условиях (Глаголев и др., 2006).

5) Атмогенный генетический тип подразделяется на 3 подтипа минеральных образований, образующихся при А.сгорании а.топлива, б.автомобильного горючего, Б.переносе ветром некоторых элементов и пыли с отвалов (атмогенно-эоловый) и концентрации их далеко от источника и В.разрушительном воздействии CO, CO₂, NO₂, кислотных дождей и т.п. на памятники культуры.

5Аа) При сжигании различных видов топлива как энергетического сырья многие химические элементы, в том числе золото и платиноиды, переносятся вместе с дымом на большие расстояния. Так, например, в южных районах Амурской области изучены особенности атмосферной миграции благородных металлов в зимний период путем анализа выпадающего на зиму снежного покрова, в котором определены концентрации золота и родия, связанных с процессами сжигания различных видов энергетического промышленного и бытового топлива. Выявлено, что его сжигание приводит к выпадению из атмосферы всех групп благородных элементов в соответствии с их распределением в топливе. Эти образования благородных металлов отнесут к сложному техногенно (30-45%) - атмогенному типу.

5Аб) В последние годы обнаружены ЭПГ, поступающие в атмосферу в результате эксплуатации каталитических элементов систем очистки выхлопных газов транспорта. Так, количество палладия в воздухе отдельных областей Европы в прошлом веке составляло 0,2-14,6 пг/м³. С каждым годом эта цифра увеличивается и в настоящее время палладий обнаруживается уже во всех придорожных фациях: почве, растениях, микробиоте, поверхностных и грунтовых водах. Вблизи автомагистралей осаждаются менее 5% Pt, Pd и Rh, остальная их часть переносится потоками атмосферного воздуха на значительные расстояния (Шмачкова и др., 2007).

В аэрозольных частицах образцов воздуха различных районов г. Бостон (США) методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (при предварительном концентрировании) измерены концентрации Pt, Pd, Rh и Os, средние величины концентраций которых составили 6,9±1,0, 8,1±1,8, 1,5±0,5 и 0,068±0,06 пг/м³ соответственно. Повышенные концентрации в аэрозолях Os, который присутствует в катализаторах как примесь, и вариации измеренных изотопных отношений ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os (0,30-2,90) указывает на существование других (помимо выхлопных газов) источников загрязнения атмосферы ЭПГ также техногенно- антропогенного происхождения.

5Б) Основным источником пагубного влияния на экологию являются отходы горно-рудной промышленности (отвалы, терриконы, эфеля, хвосты, отстойники и т.п.). Ярким примером многовекового воздействия на природу является разработка месторождения киновари Альмаден, которая началась в каменном веке, когда она использовалась первобытным человеком в качестве краски. С тех пор прошло более 4000 лет. В окрестностях месторождения в почве благодаря переносу Hg образуется шутеит Hg₃SO₄O и отлагается вторичная самородная ртуть, а в связи с южными и юго-восточными ветрами последняя обнаружена в Англии и Гренландии.

Специфические углеродсодержащие формации (чёрные корки), в состав которых входят органические минералы и различные полиморфные модификации углерода широко распространены в тех регионах, где традиционно высока концентрация промышленных производств, оказывающих чрезмерную нагрузку на окружающую среду. Одним из них являются окрестности г. Карабаша (Южный Урал), где на коренные выходы магматических и метаморфических пород длительно воздействуют сернокислотно - сажистые дымы КМК. Методами колебательной спектроскопии (инфракрасной – ИК и комбинационного рассеяния света - КР) определено, что основной составляющей чёрных корок является графит с различной степенью упорядоченности (Мороз и др., 2007).

5В) Жизнедеятельность человека с каждым годом увеличивает количество CO, CO₂, NO₂, SO₃ и др. веществ в среде своего обитания и особенно – в атмосфере, которые отрицательно влияют на памятники культуры, не зависимо от того, изготовлены они из сплавов или камня: при окислении медных сплавов образуется патина из различных сульфатов, карбонатов и окислов, а карбонатные породы иногда разрушаются полностью.

6) Эталонным примером образования техногенных минералов являются процессы,

происходящие, например, при измельчении свежих проб карбонатных осадочных пород рудника Талайуту (Тамилнаду, Индия). Первоначально порода состояла из кальцита (62), кварца (21), полевого шпата (14), гиббсита (2,5) и накриты (0,5 мас.%). При 168-часовом истирании образуется новый минерал метакаолинит. Структурные переходы ромбоэдрического кальцита в орторомбический арагонит завершаются в течение 192 часов. После 240 часов истирания происходит образование анортита, обусловленное реакциями между кварцем, кальцитом, гиббситом и альбитом. Эти процессы во времени сопровождались изучением продуктов дробления методом ИКС с преобразованием Фурье (Ramasamy, 2005). Аналогичные превращения одних минералов в другие происходят и при других процессах, например, обогащения руд.

7) К радиогенным относят минералы, образующиеся как в результате атомного распада самих отходов, так и при их воздействии на вмещающие породы.

Например, результаты экспериментов с высокорadioактивными отходами в районе Ханфорда (Вашингтон, США), содержащими различные концентрации катионов Cs^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , позволили установить, что в хранилищах радиоактивных отходов происходит образование канкринита и содалита (Deng Youjun et al., 2006).

8) В последнее время всё большее внимание уделяется биогенной природе образования техногенных минералов. Многочисленными исследованиями установлено, что тяжёлые металлы адсорбируются на поверхности и стенках клеток, на полимерах или входят в цитоплазму клеток. Биоплёнки играют большую роль при обработке сточных и дренажных вод, служат биоиндикаторами окружающей водной среды и сорбентами при биовыщелачивании тех или иных химических элементов. Основной биотой при этом служат роды *Thiobacillus* (*sulfuroxydans*, *ferrioxydans*, *thiooxydans*) и *Microcodium*, виды *Desulfovibrio vulgaris*, *Geobacter sulfurreducens*, *Synechocystis salina* Wisl, *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) и др.

Глубокое, всестороннее и, по возможности, прецизионное изучение техногенных минеральных образований необходимо с целью:

- добычи различных полезных ископаемых (кучное, подземное, биовыщелачивание и др.);
- предупреждения от закупорки вторичными отложениями газо-, нефтедобывающих и термальных скважин;
- безопасного захоронения отходов атомной промышленности и предупреждения аварий, аналогичных происшедшей в 1958г на предприятии «Маяк»;
- очистки питьевой, сточных бытовых и рудничных вод, поверхности земли и акваторий, а также био-, металлургических и энергетических газов от вредных твёрдых, жидких и газообразных примесей;
- сохранения памятников искусства и археологии,
- улучшения в конечном счёте экологии Земли.

Примерами применения в настоящее время инновационных методов на Урале является добыча различных полезных ископаемых кучным (КВ) и подземным выщелачиванием (ПВ) на 8 природных: Воронцовское (Северный Урал), Долгий Мыс, Зверевское, Верхотурское (Глаголев, 2007), Шульгинское, Гагарское, Маминское (Средний Урал), Васино Кумакской группы (Южный Урал) и 2 техногенных (пиритные огарки Кировградского МПК и эфеля Айдырлинской ЗИФ) месторождений золота; 1 месторождении никеля и кобальта (Рогожинское) (Глаголев, 2008) и 1 - меди (Гумёшкинское). Кроме того, подготовлены проекты на добычу этими способами меди и цинка (затопленные шахтные поля Дегтярска и Лёвихи, отвалы бедных руд в г. Дегтярске), золота (Крылатовское, Богомолдовское - шахтные поля), золота и серебра (Дегтярское - «железная шляпа»), золота из пиритных огарков цементных заводов, марганца (Ивдельская группа), молибдена (Первомайское, Южно-Шумейковское), платиноидов (Баронское, Соловьёв Лог и др.); железа, никеля и кобальта (Кунгурское, Осиновское и Липовское месторождения), а также некоторые объекты для биовыщелачивания, в том числе редких и рассеянных элементов.

Список литературы

Войтеховский Ю.Л. и др. К минералогии гипергенеза Пирротинового ущелья // Минералогия техногенеза – 2007. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. С. 64-69.

Глаголев Е.В. Современное образование кремния и минералов кремнезёма // Кварц и кремнезём. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2004. С. 3-5.

Глаголев Е.В. Месторождение кварца Гора Хрустальная // Минеральное сырьё Урала, 2006. № 2 (5). С. 40.

Глаголев Е.В. Особенности образования Верхотурского месторождения золота // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь: изд-во ПГУ, 2007. Вып. 10. С. 95-98.

Глаголев Е.В. Подземное выщелачивание железа, никеля и кобальта на Урале // V Всероссийское литологическое совещание «Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли», 2008 (в печати).

Глаголев Н.Е., Глаголев Е.В. Современное образование сульфидов // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь: изд-во ПГУ, 2006. Вып. 9. С. 76-85.

Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. изд. 2. 647 с.

Леонова И.В. и др. Минеральные формы мышьяка и селена в фумаролах горящих отходов Беловского цинкового завода // Минералогия техногенеза - 2002, Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. С. 52-58.

Мороз Т.Н. и др. Колебательные спектры ряда углеродистых веществ Золотой горы (г. Карабаш Челябинской области) // Минералогия техногенеза - 2007. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. С. 45-51.

Потапов С.С. и др. Геологическая позиция, химический состав и спектроскопические особенности тенгизитов – индикаторов специфических высокотемпературных техногенных процессов // Минералогия техногенеза - 2001. Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. С. 77-87.

Чесноков Б.В., Щербаква Е.П. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 112 с.

Шмачкова В.М., Глаголев Е.В. Современное образование золота // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь: изд-во ПГУ, 2007. Вып. 10. С. 123-130.

Deng Yoyjun et al. Cancrinite and sodalite formation in the presence of Cs, K, Mg, Ca, Sr in Hanford tank waste simulants // Appl. Geochem., 2006. 21. № 12. P. 2049-2063.

Ramasamy V. et al. Mineralogical changes and structural transformation rhombohedral calcite orthorhombic aragonite upon grinding of recently excavated natural sedimentary calcitic crystal // Indian J. Phys. 2005. 79. № 2. P. 177-181.

RMS DPI 2008-3-32-0

ЗОЛОТО ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Ковалев С.Г. (kovalev@anrb.ru)

Башкирское отделение, Институт геологии УНЦ РАН

GOLD AT THE WESTERN PART OF THE SOUTHERN URALS

Kovalev S.G.

Bashkir branch. Institute of geology of the Ufimian scientific centre RAS

В пределах западного склона Южного Урала известны довольно многочисленные, коренные месторождения и рудопоявления золота различной формационной принадлежности (Горный прииск, Улюк-Бар, Рамеева и Калашникова жилы, Багряшка и др.). Кроме того, с конца XIX века в пределах региона интенсивно обрабатывались золотоносные россыпи (Авзянская, Осинный лог, Каменный ключ и др.). В то же время, несмотря на то, что промышленная разработка этих объектов ведется уже длительный период времени, материалы по составу как россыпного, так и коренного золота региона в литературе довольно скудны (Ковалев и др., 1999, Ковалев, Высоцкий, 2001). В предлагаемой работе сделана попытка восполнить этот пробел на основе анализа авторских материалов.

Составы самородного золота из россыпей и коренных источников, приводимые в работе, определялись на растровом сканирующем микроскопе JSM-840 с приставкой «Link» при ускоряющем напряжении 20 кВ и времени накопления 50 сек в Институте проблем сверхпластичности металлов РАН (г. Уфа). Анализ всей группы благородных металлов, а также Sn, Pb, As, Te и Sb проводился по