

УДК 622.553

Г.В. Секисов, Е.В. Нигай

**ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КВАЗИРУДНЫХ
МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОПУТНЫХ
ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИСКОПАЕМЫХ**

Изложены новые понятийно-терминологические категории (включая базисную – квазируда), исходная типизация квазирудных минеральных образований, примеры квазирудных месторождений.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, квазирудные минеральные образования, извлечение квазирудных образований.

Проблема обеспечения рационального комплексного освоения различных минеральных ресурсов (рис.1) с течением времени приобретает все большую остроту, и особенно - на современном этапе. Это обусловлено целым рядом существенных факторов и к основным из них необходимо отнести, прежде всего, следующие:

- образование большого количества минеральных отходов, особенно при производстве, связанных с добычей и использованием твердого минерального сырья;

- низкий в целом уровень комплексного использования минеральных ресурсов и минеральных отходов;

- высокий уровень отрицательных экологических и социальных последствий;

- значительные экономические потери и некоторые другие негативные последствия.

К *собственно рудным* минеральным объектам освоения относим промышленные минеральные образования, представленные *собственно рудами*, то есть полезным минеральным веществом, содержащим полезные

компоненты, к которым относятся самородные металлы, металло-минералы и неметалло-минералы, рассеянные элементы (германий, галлий, рений, индий и др.). Причем, содержание полезных компонентов в рудах является весьма существенным и значительно превосходят кларковые.

К квазирудным минеральным образованиям и объектам нами относятся все те типы нерудных (в широком понимании категории «нерудные»), которые в качестве сопутствующих содержат полезные компоненты в существенных количествах, т.е. те полезные ископаемые, которые содержатся в рудах.

В целях краткого отражения различных комплексных полезных ископаемых и минеральных образований, не являющихся собственно рудными, но содержащими в повышенных и промышленных количествах сопутствующие полезные компоненты, нами предлагается ввести в употребление совокупность ряда смежных понятийно-терминологических категорий:

- квазируда;

- квазирудное минеральное образование;

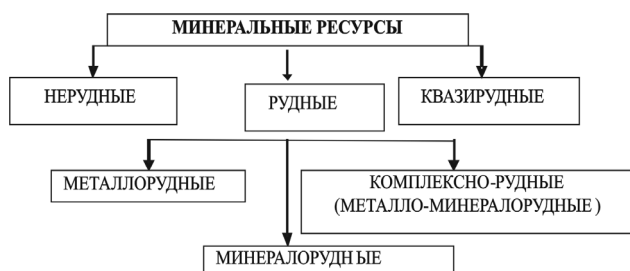


Рис. 1. Исходные группы и подгруппы минеральных ресурсов, выделяемые в аспекте общей вещественности

- квазирудное комплексное минеральное образование;
- квазирудный минеральный объект;
- квазирудный комплексный минеральный объект.

Квазируда – это нерудное (в широком понимании) полезное ископаемое, содержащее в повышенных количествах попутный полезный компонент или попутные полезные компоненты, которые могут стать предметом промышленного извлечения и последующего использования.

Квазирудное минеральное образование – это минеральное образование, представленное квазирудой.

К *квазирудному комплексному минеральному образованию* относится минеральное образование, состоящее из двух или нескольких нерудных полезных ископаемых либо содержащее несколько полезных компонентов.

Квазирудный минеральный объект – это квазирудное минеральное образование, становящееся объектом той или иной полезной деятельности человека и, прежде всего, объектом промышленного освоения.

К *квазирудным комплексным минеральным объектам* целесообразно относить квазирудные минеральные объекты, в составе которых два или несколько нерудных полезных ископаемых либо полезных компонентов.

Следует отметить, что под данными терминологическими категориями может быть представлен ряд соответствующих научно-производственных категорий: научных, образовательных, научно-образовательных, производственных, проблемных и т.д. [1].

Квазирудные минеральные ресурсы и минеральные образования, как показывает анализ и практика их освоения, получения и использования минеральной продукции, относительно многочисленны и разнообразны. Однако их предметная систематизация пока в должной мере не осуществлена.

В целях восполнения в определенной степени данного пробела нами разработана исходная классификация квазирудных минеральных ресурсов и образований (рис. 2), в основу которой положен один из основных классификационных признаков их общей системы – природно-вещественный.

В целом же развернутое, а, следовательно, и наиболее полное классифицирование квазирудных ресурсов и образований может быть осуществлено лишь на основе разработки системы классификаций. Это является предметом специального научного обоснования и целевых публикаций, поскольку, как можно судить по содержанию даже исходной классификации, составленной лишь по одному, хотя и важному, только исходному признаку. Таксоны данных минеральных образований весьма многочисленны, а их иерархия является сложной и далеко неоднозначной.

Об этом можно судить даже по такому, казалось бы, не столь глубоко комплексным квазирудным природным ресурсам, как угольные или торфяные (рис. 3 и рис. 4).

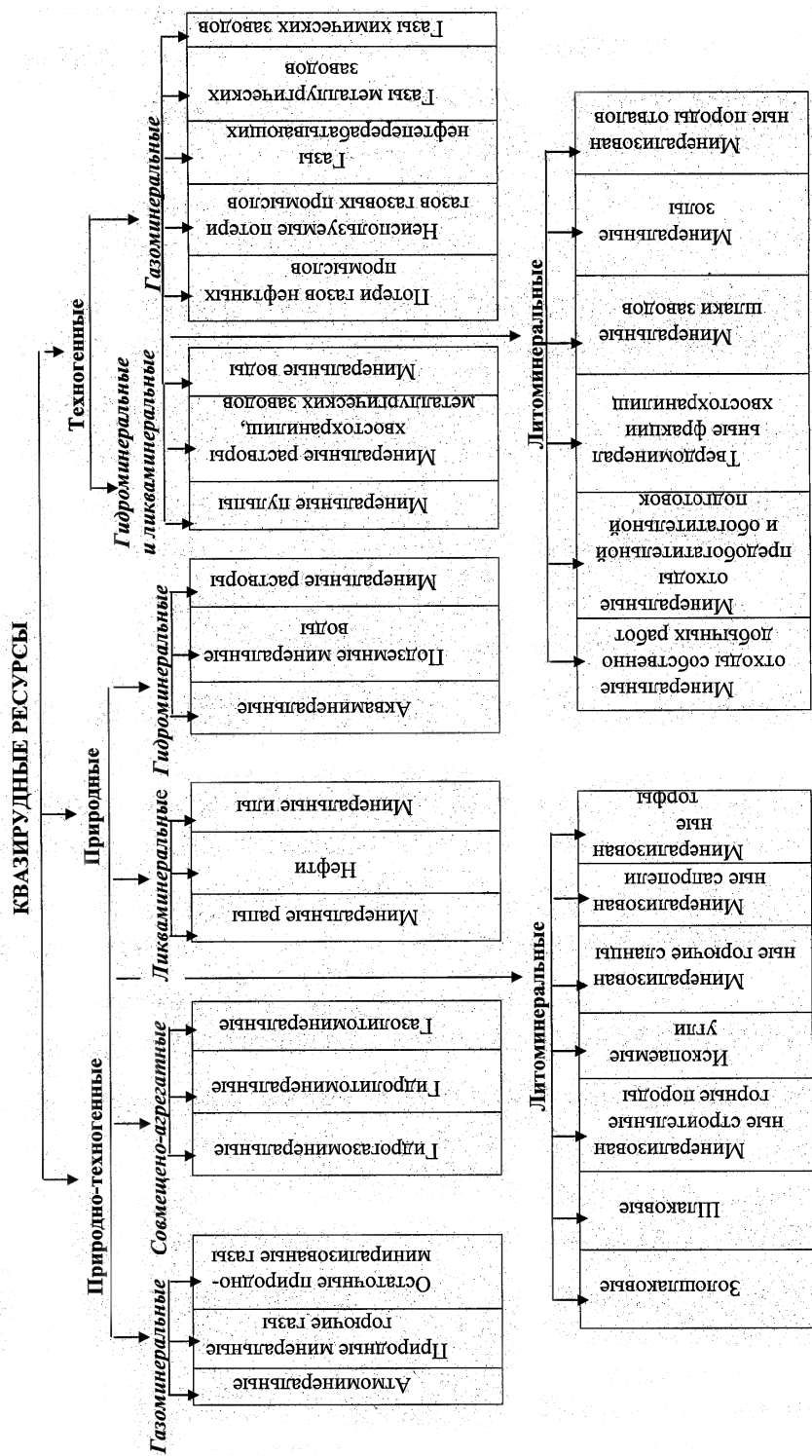


Рис. 2. Исходный природно-вещественный состав квазирудных ресурсов

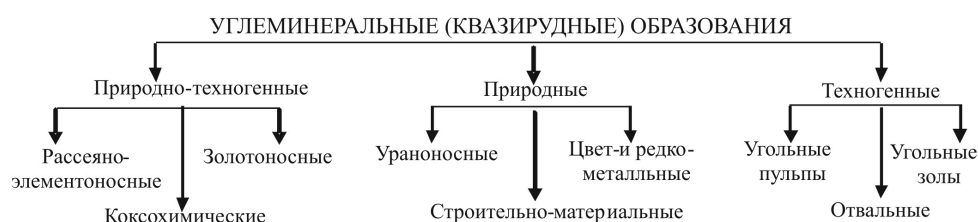


Рис. 3. Группы и классы углеминеральных образований, выделяемые в природно-вещественном аспекте

Металлоносность нефтей и газов. Металлы в нефтях давно являются альтернативным нетрадиционным их источником. Из горючих газов в последнее время за рубежом извлекают ртуть и некоторые другие металлы [5]. Первыми обнаруженными в нефтях металлами были ванадий и никель - в связи с их повышенными содержаниями. Примером богатейшего месторождения ванадия со средним его содержанием, равным 6,0 %, является месторождение Минас-Рагра (Перу). Ванадий в виде сульфида VS_2 находится в данном месторождении в виде зеленовато-черного аморфного минерала патронита, содержащего также Ni, Fe, Mo, P, C [6].

Изучение химического состава нефтей и их зол с помощью разнообразных методов - спектрального анализа, рентгено-флюоресцентного и нейтронно-активационного анализов, масс-спектрометрического с ионизацией пробы в индуктивно связанной плазме, существенно расширило возможности исследования их микроэлементного состава. В зольных остатках нефтей мира ранее было обнаружено свыше 45 элементов, многие из которых имеют промышленные содержания (сводные данные Д.И. Зульфугарлы, 1960). Во ВНИГРИ, по обобщенным данным 70-90-х годов, создана «Карта попутных компонентов нефтей и битумов РФ» масштаба

1:5000000, на которой отражены металлоносные нефтяные объекты, содержащие свыше 60 различных элементов [7].

В высоких концентрациях отдельные металлы обнаруживаются в зольных остатках нефти. Содержания ванадия в некоторых из них составляют до 10-20 %, никеля - 1,5-20 %, свинца и цинка в сумме - 2-4 %. Из зол сжигаемых нефтей в России можно получить количество ванадия, полностью обеспечивающее потребности страны [5]. Потери еще в бывшем СССР из-за неизвлекаемых промышленных сопутствующих полезных компонентов, подсчитанные только за один год, составили 9,2 млрд. руб., что сопоставимо со стоимостью добытых нефти и газа за тот же год - 15 млрд. руб. [7].

Ванадий, никель, золото, молибден, уран и некоторые другие металлы извлекаются из нефтей и битумов в промышленных масштабах в США, Канаде, Перу, Венесуэле, Мексике и некоторых других странах. В то же время в РФ не производится извлечение из нефтей даже одного ванадия, несмотря на его высокие промышленные содержания в Ярегском, Усинском и др. месторождениях нефтей и битумов [7].

Исходный состав углеминеральных и торфоминеральных квазирудных образований, отраженный нами лишь



Рис. 4. Типы торфяных ресурсов, выделяемые в потребительско-вещественном аспекте

по двум, хотя и весьма важным признакам – по их природе образования и потребительско-вещественному, представлен схематически на рис. 3 и 4. При этом существенное место в приведенных составах занимает минеральная составляющая, представленная комплексом полезных компонентов.

В частности, в некоторых углях и, прежде всего, в бурых и каменных, содержатся в существенных количествах благородные (главным образом, золото и серебро), редкие металлы, уран и рассеянные элементы (германий, галлий, индий), а также медь, цинк, железо, калий, алюминий, кремний. По А.П. Сорокину [2] результаты анализов, выполненных в Амурском научном центре ДВО РАН (Благовещенск) по специально разработанной методике, показывают на довольно равномерное распределение золота на изученных месторождениях углей Приамурья (3-7 г/т).

В некоторых минеральных торфах содержатся не только полезные химические элементы, к числу которых следует отнести металлы – марганец, медь, цинк, железо, но и коксометаллургическое высокогорючее вещество – торфяной кокс. Содержания, к примеру, железа в золе от сжигания

торфа в зонах тундры и лесотундры Западной Сибири достигают 28 % зольного остатка и более. Среднее содержание железа в золе составляет 2,9 % [3]. Торф обладает исключительно высокой сорбционной способностью по отношению к металлам, вследствие чего является хорошим индикатором загрязнения окружающей среды.

На верховых и низинных болотах в пределах обширных депрессий и впадин Дальневосточного региона на протяжении нескольких десятков и сотен тысячелетий формировались крупные месторождения торфа с огромным ресурсным потенциалом. Только в одном Хабаровском крае учтено (на 1.01.1990 г.) 345 месторождений с общими ресурсами 1,5 млрд. т и запасами 580 млн т. Детально разведано 18 месторождений с промышленными запасами 103,5 млн. т (7 % от общих ресурсов) [4]. Фактически ни одно из этих разведанных месторождений пока не разрабатывается в промышленных масштабах.

В качестве примера приведем месторождение торфа Сельгонская Марь, которое расположено в Хабаровском крае на озерно-аллювиаль-

ной террасе и изучено на стадии поисково-оценочных работ.

Основными водоприемниками являются реки Сельгон, Харпи, Укур и Симми. Торфяная залежь, подстилаемая глинами и суглинками в границах промышленной глубины, имеет мощность 1,1-2,0 м (средняя 1,29 м), максимальная - 3,1 м, средняя мощность очеса 0,2 м. Общая площадь месторождения в нулевых границах 107417 га, а в границах промышленной глубины (1,1 м с очесом) - 20211 га.

В зависимости от качества торфа залежь подразделена на 6 участков: П-2-(1-2) с зольностью до 10 %; П-(2-3)-3; Н-3; П-(2-3)-4 и Н-(2-3)-4 с зольностью до 23 %; П-(2-3)-5 и Н-(2-3)-5 с зольностью 24-35 %.

Торф средней и высокой степени разложения. Торфяная залежь переходного и низинного типов. Средние показатели качества торфа по типам залежей (в %) следующие: степень разложения (R) 23-43, зольность (A^d) 9-32, влажность (W) 76,0-88,5.

Использование торфа может быть комплексным: производство гексоторфа, грунта АМБ, приготовление компостов, концентрированного ТМАУ и как топливо.

Запасы торфа кат. С₂ в количестве 51917 тыс. т утверждены ТКЗ.

Конечно, далеко не все ископаемые угли, а тем более торфы содержат в существенных количествах полезные компоненты. Однако с течением времени – по мере снижения уровня минеральных кондиций – ископаемые угли и даже минерализованные торфа во все возрастающих количествах смогут причисляться к квазирудным полезным ископаемым.

В настоящее время в нашей стране ископаемые угли в качестве квазирудных полезных ископаемых, к сожалению, используются в весьма ограниченных масштабах и, главным

образом, для извлечения из угольной золы только германия; минеральные же торфы практически, как квазирудные полезные ископаемые, пока не используются.

Ныне комплексное использование квазирудного минерального сырья и комплексное освоение квазирудных объектов с позиций рассматриваемого аспекта находятся пока в целом на низком уровне. Хотя некоторые из них и, прежде всего, - нефти, в определенной мере ископаемые угли и даже горючие торфа используются как комплексное природное сырье, но не для извлечения металлов и минералов, их содержащих.

Однако тенденция в комплексном использовании данных полезных ископаемых в качестве квазирудных постепенно проявляется. Выражается она пока, главным образом, в изучении их вещественного состава и технологических особенностей. Характерным примером в этом отношении является ныне повышение интереса к ископаемым углям, содержащим в существенном количестве золото. В частности, в Дальневосточном регионе к решению данной проблемы активно подключились некоторые ученые Амурского научного центра (на базе ископаемых углей Ерквещского месторождения), а также Института горного дела ДВО РАН.

Металлоносность песчано-гравийных смесей. Попутное извлечение ценных металлов возможно из разрабатываемых месторождений песчано-гравийных материалов. Попутная добыча из них золота и некоторых других металлов производится строительными предприятиями Канады, США и других стран. В то же время в РФ, где сосредоточено свыше 300 крупных и средних по мощности предприятий по добыче песчано-гравийных смесей, данный вопрос на-

Золотоносность песчано-гравийных смесей из разрабатываемых месторождений европейской части России и доля извлечения из них золота [9]

Объект	Содержания золота в пробах, мг/т	Извлечение золота в гравитационный концентрат, %
Вяземский ГОК	60-200 (50)	55-80
Хромцовский карьер	60-100 (5)	60-75
Липецкавтодор	40-180 (3)	40-60
Сычевский ГОК	20-60 (4)	30-65
Икшинский КСМ	16 (1)	35
Тучковский КСМ	25 (1)	31
Пески земснаряда в Московской области	20 (1)	25
Кирсинское м-ние	60(2)	65
М-ние Уточий Бор	40 (1)	50
Опытный полигон в Костромской области	60-100 (6)	65-85
Песчаный карьер в Калужской области	23-26 (2)	30-40

ходится еще в стадии изучения и оценки возможности попутного извлечения металлов, в частности – золота.

Степень золотоносности песчано-гравийных смесей разрабатываемых месторождений и опытных полигонов, а также возможность извлечения из них золота определена в лабораториях ЦНИГРИ. Из 11 объектов было отобрано 76 проб (таблица), которые затем были подвергнуты обогащению на центробежных концентраторах «Кнелсон», «Фалькон», «Бегущая волна» и на концентрационном столе. Практически все объекты в той или иной степени являются слабозолотоносными, с преобладающими содержаниями золота 16-60 мг/т. Некоторые из них имеют повышенные содержания золота в песках: 60-200 мг/т, в связи с чем количество проб из этих объектов было отобрано значительно больше (до 50 - показано в скобках таблицы).

Извлечение золота варьирует в пределах 25-80 % и находится обычно в прямо пропорциональной зависимости от его количества и крупности. Преобладает мелкое и тонкое пылевидное золото, составляющее более 90 %. В связи с этим наиболее

эффективными приборами для его улавливания и обогащения являются центробежные сепараторы. Технологическую линию попутного извлечения золота из хвостов промывки песчано-гравийных смесей можно проектировать как составную часть действующего предприятия, используя уже имеющуюся инфраструктуру действующего предприятия с размещением оборудования для обогащения золота на существующих площадях. Прибыль без налогообложения при мощности предприятия 1 млн т в год и средних содержаниях золота 60 мг/т может составить 145 тыс. долл. США в год [8].

Необходимо взять на учет повышенную золотоносность глин, песков и песчано-гравийных отложений современных и, особенно, древних речных долин в пределах известных старых золотоносных районов и провинций Дальнего Востока с содержаниями золота 50-100 мг/т. Вполне целесообразно, а в некоторых случаях даже необходимо наладить на разрабатываемых песчаных и песчано-гравийных карьерах с повышенной золотоносностью (более 50 мг/т) извлечение золота из смесей с примене-

нием центробежных концентраторов и малогабаритной передвижной техники.

Металлоносность подземных вод. Подземные воды являются источником ряда ценных редких элементов - лития, рубидия, цезия, бора, йода, брома, германия, скандия, теллура, рения; некоторых редкоземельных и радиоактивных элементов. В АзССР в 80-е годы извлекали йодо-

бромистые соединения из пластовых нефтяных вод сураханской и сабучинской свит [7].

Вполне реально извлечение целого ряда химических элементов из пластовых вод нефтяных месторождений - йода, брома, калия, стронция, рубидия, цезия, бора и некоторых др. элементов. Наиболее рационально на первых порах извлечение йода, брома, бора, калия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Секисов Г.В.* Основы минералопользования. - Владивосток: Дальнаука, 1998. - 289 с.
2. *Сорокин А.П.* благородные металлы в углях Приамурья // Современные проблемы обогащения и глубокой комплексной переработки минерального сырья (Плаксинские чтения): Мат-лы междунар. совещания, г. Владивосток, 16-21 сент. 2008 г. - Владивосток, 2008. - С. 45-46.
3. *Московченко Д.В.* Биохимические особенности верховых болот Западной Сибири // География и природные ресурсы. - 2006. - № 1. - С. 63-70.
4. *Онихимовский В.В., Беломестных Ю.С.* Полезные ископаемые Хабаровского края. - Хабаровск, 1996. - 484 с.
5. *Горжевский Д.И.* Металлоносность нефтей и горючих газов и ее практическое значение // Руды и металлы. 1997. №4. - С. 43-50.
6. *www.mindat.ru*
7. *Калинин Е.П.* Геохимическая специфика нефти и ее природа // Вестник. 2009. №1.
8. *Романчук А.И., Никулин А.И.* Оценка возможности попутного извлечения золота из месторождений песчано-гравийных материалов // Горный журнал. - 1999. - №5. - С.50-52. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Секисов Г.В. - доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией, adm@igd.khv.ru,
Нигай Е.В. - кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, nigaev@igd.khv.ru,
Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск.



ГИАБ-ДАЙДЖЕСТ

По оценкам специалистов, чистая прибыль компании «Сургутнефтегаз» за 9 месяцев 2011 года выросла почти в 2,5 раза и составила 197,5 млрд руб. По итогам года можно ожидать, что этот показатель достигнет 260 млрд руб.

По материалам журнала «Эксперт» (№ 46, 2011)