



2. State Standard R ISO 9001-2015 «Quality management system. Requirements».

3. Bardonov V.A. The risk-oriented thinking in case of achievement of results of business processes of a quality management system at the woodworking entities. *Collection of scientific works of the international symposium «Wood materials: requirements and certification in Europe, Russia, USA»*. 2016. Balabanovo, pp. 68-74.

4. Bardonov V.A., Bardonov I.V. About relevance of interstate standards on wood materials. *Quality and life*. Scientific works of Academy of quality problems. 2016. Moscow, pp. 81-86.

5. Bardonov V.A. Level of migration of harmful flying chemicals from wood plates, plywood and furniture. *Ecological bulletin of Russia*. No. 10. 2016. Moscow, pp. 12-17.

6. Bardonov V.A. The concept of rationing of release of formaldehyde and other harmful flying chemicals from wood plates, plywood, furniture. *Quality and life*. No. 1. 2014. Moscow, pp. 72-82.

7. EN 13986:2015 «The wood plates applied in construction. Characteristics, assessment of compliance and marking».

8. Bardonov I.V. Quality management system according to requirements of State Standard ISO/MEK 17025-2009 and criteria of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, *Quality and life*. No. 2. 2014. Moscow, pp. 78-80.

9. Bardonov I.V., Bardonov V.A. Algorithm of carrying out and role of voluntary certification in increase of competitiveness of the entities of a woodworking. *Collection of scientific works of the international symposium «Wood materials: requirements and certification in Europe, Russia, USA»*. 2016. Balabanovo, pp. 50-54.

10. Bardonov I.V. Order of registration of declarations of conformity of woodworking products. *Collection of scientific works of the international symposium «Wood materials: requirements and certification in Europe, Russia, USA»*. 2016. Balabanovo, pp. 54-57.

Сертификация минерального сырья по технологическим свойствам в решении системных задач повышения качества жизни

Т.В. Башлыкова

ООО НВП «Центр-ЭСТАгео», НИТУ «МИСиС»;
Москва

e-mail: ql-mail@mail.ru

Аннотация. Среди источников обеспечения жизнедеятельности Человека полезные ископаемые имеют важнейшее значение. Достаточно упомянуть в подтверждении этого тезиса главное полезное ископаемое – воду.

Настоящая статья посвящена другой категории минеральных ресурсов – твердым полезным ископаемым.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, твердые полезные ископаемые, сертификация, обогащение, морфометрические характеристики

В обеспечении жизнедеятельности человека природные ресурсы имеют важнейшее значение, достаточно вспомнить основу жизни – воду. Настоящая статья посвящена другой категории минеральных ресурсов – твердым полезным ископаемым.

Обоснование целесообразности сертификации минерального сырья по его извлекаемой ценности (технологическим свойствам)

Качество жизни человека напрямую связано с качеством потребляемой продукции, а также

с экологией окружающей среды. Отсюда вытекает основная задача освоения месторождений: рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов в условиях охраны недр и соблюдения экологических требований. Рассмотрим влияние степени извлечения запасов полезных ископаемых на экономику страны в целом и качество жизни человека в частности.

Устойчивое развитие экономики любой страны зависит от ее обеспеченности минеральными ресурсами. В первую очередь на экономику оказывают влияние те минеральные ресурсы, которые извлекаются при добыче и переработке и поступают в различные отраслевые системы.

В России разведано около 20 тысяч месторождений, из которых более трети находятся в промышленном освоении. Валовая ценность всех разведанных и оцененных запасов полезных ископаемых составляет 28,5 триллионов долларов США, а извлекаемая ценность – около 19 трлн долл. [1, 2]. Анализ приведенных показателей говорит о более чем скромной средней степени извлечения полезных компонентов, достигнутой при добыче и переработке минерального сырья – 68,42%. Повышение указанного показателя всего лишь на 5% соответствует увеличению ВВП нашей страны в два раза. Понятно, что удвоение ВВП благоприятно отразится на качестве жизни жителей Российской Федерации.

По сложившейся практике добыча богатых легкообогатимых руд ведется более интенсивно, в то время как в структуре балансовых запасов и прогнозных ресурсов их доля по многим видам минерального сырья составляет незначительную часть. В связи с ухудшением качества минерально-сырьевой базы на горно-перерабатывающие предприятия зачастую поступает сырье с более низким содержанием ценных компонентов по сравнению с их концентрацией в накопленных отходах. Выходом из сложившейся ситуации может быть открытие месторождений с богатыми легкообогатимыми рудами (что не вполне реально) либо создание новых перспективных технологий оценки и переработки минерального сырья. В последние годы наметился ощутимый прогресс в технологической оценке природного и техногенного минерального сырья. Появились новые методы и аппараты, позволившие с максимальной точностью определять извлекаемую ценность минерально-сырьевого объекта (т.е. количество ценного компонента, которое можно извлечь на данном этапе развития науки, техники и технологии).

Извлекаемая ценность минерального сырья определяется в процессе его технологической оценки, которая реализует функции прогнозной оценки на стадии изучения и технологической экспертизы – на стадии освоения минерально-сырьевого объекта.

Достоверная технологическая оценка, выполненная на стадии изучения месторождения, позволяет оптимизировать управление технологическим процессом на стадии освоения, способствуя повышению эффективности взаимодействия минерально-сырьевого и горно-перерабатывающего комплексов, что в свою очередь влияет на решение стратегических задач недропользования.

К стратегическим задачам недропользования относятся охрана недр и рациональное и комплексное их использование.

Охрана недр (по М.И. Агошкову) – это рациональное и комплексное освоение ресурсов с одновременным их воспроизводством.

Рациональное и комплексное использование недр (по М.И. Агошкову) – это полное извлечение всех ценных компонентов путем рационального сочетания аппаратов и методов.

Технологи-обогащители в процессе технологической оценки на стадии изучения минерально-сырьевого объекта устанавливают оптимальное сочетание аппаратов и методов, адекватное особенностям конкретного минерального вещества, определяя тем самым его максимальную извлекаемую ценность. Технологи-обогащители в процессе

переработки добытых запасов полезных ископаемых на стадии освоения данного месторождения эту адекватность обеспечивают.

Извлекаемая ценность любого минерального сырья обусловлена его технологическими свойствами, в том числе химическим, фазовым, минеральным, гранулометрическим составом, текстурно-структурными, структурно-фазовыми, физико-химическими и механо-физическими особенностями, определяемыми в процессе технологической оценки.

Извлекаемая ценность конкретного минерального сырья изменяется с появлением новых и развитием существующих методов изучения и переработки вещества. Характер динамичности изменений количественных параметров извлекаемой ценности связан с цикличностью развития науки, техники и технологий в данной области. Для процессов обогащения полезных ископаемых такой цикл составляет 10–15 лет. Следовательно, именно с этой периодичностью должна производиться переоценка ранее разведанных месторождений. Зачастую ее проводят с учетом новых цен и нормативов. Можно представить, насколько устаревшие технологии лежат в основе оценки запасов полезных ископаемых, разведанных 30–50 лет назад.

Извлекаемая ценность является универсальной характеристикой, связывающей обе стадии развития минерально-сырьевого комплекса (МСК): стадию изучения и стадию освоения месторождений полезных ископаемых. Причем это относится как к природному, так и к техногенному сырью.

Извлекаемая ценность конкретного минерального сырья определяет его качество, т.е. в условиях товарных отношений может стать его сертификатом. В свою очередь сертификация минерального сырья по извлекаемой ценности может стать инструментом аудита недропользования. Внедрение данной процедуры позволит не только выразить в цифрах степень рациональности и комплексности использования недр, но и обосновать пути повышения эффективности освоения конкретного месторождения в условиях системного анализа и сопоставления с другими горно-перерабатывающими производствами.

Сертификация минерального сырья по извлекаемой ценности также открывает путь оптимизации региональной политики в сфере недропользования, созданию информационно-аналитических систем поддержки принятия решений по стратегии освоения природных и техногенных ресурсов в регионе.



В связи с вышеизложенным, к современной технологической оценке минерального сырья повышаются требования по ее полноте, достоверности и экспрессности. В настоящий момент из процедуры технологической оценки исключен последний субъективный фактор: определение текстурно-структурных и структурно-фазовых характеристик минеральных комплексов, слагающих рудное вещество. Это достигнуто путем привлечения в комплекс методов технологической минералогии компьютерного анализа изображений. В Московском институте стали и сплавов, начиная с 1999 г., успешно используют как отечественные («Видео-Мастер», «Минерал-7»), так и зарубежные системы анализа изображений. Это позволило существенно повысить качество и производительность минералого-технологических исследований при определении извлекаемой ценности одного месторождения. За последние 10 лет выполнена оценка технологических свойств и обогатимости более 350 минерально-сырьевых объектов РФ, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Таким образом, современная технологическая оценка может стать основой создания механизмов развития и управления МСК России. С ее помощью могут быть созданы (обоснованы):

- организационно-технологические мероприятия, направленные на повышение эффективности управления государственным фондом недр (в том числе: анализ структуры минерально-сырьевой базы с учетом промышленных типов руд; геолого-экономическая переоценка разведанных запасов и ресурсного потенциала с учетом новейших технологий переработки; перенос технологической оценки на более ранние стадии геологического изучения недр, количественная оценка степени рациональности и комплексности использования недр, оценка уровня неизбежных технологических потерь в существующей процедуре учета потерь на действующем горно-перерабатывающем предприятии, оперативное управление технологическим процессом с использованием когнитивной графики, сертификация минерального сырья по извлекаемой ценности, технологический аудит в рамках аудита недропользования и др.);

- экспертные системы рационального недропользования (в том числе системы определения контрастности руд в недрах, системы сертификации минерального сырья по его извлекаемой ценности, системы аудита недропользования, системы поддержки принятия решений по освоению ресурсов в регионе и др.);

- рациональные комплексы (ряды) технологических решений, направленных на повышение эффективности изучения и освоения месторождений, на другие конкретные задачи в области недропользования.

Реализация предлагаемых разработок потребует усиления технологического сектора в сфере природопользования, его технического и аналитического обеспечения. Все предлагаемые разработки могут внести весомый вклад в устойчивое развитие экономики и национальную безопасность нашей страны.

Особенности минерального сырья как объекта сертификации

Повышение эффективности развития и управления минерально-сырьевым комплексом страны связано с усилением роли и значения средств стандартизации и сертификации. В системе недропользования полезные ископаемые относятся к веществам (материалам) полиминерального состава.

Минеральное сырье, сырье минерального состава имеет природное или техногенное происхождение. Природное минеральное сырье состоит из минералов, диагностическими признаками которых являются: форма выделений, цвет, плотность, твердость, механические, оптические, магнитные, электрические и другие свойства. Точное определение этих свойств, а также степени их контрастности дает обоснование возможности разделения на полезную (товарную) и не полезную (отходы) фракции. Числовое (весовое, процентное) выражение количества полезной фракции представляет собой извлекаемую ценность конкретного вещества минерального состава.

Полезное ископаемое является природным продуктом с заданным природой комплексом свойств. Единичные показатели качества полезных ископаемых характеризуют содержание в них ценного или вредного компонента, гранулометрический состав и т.д.; комплексный показатель качества отражает взаимосвязь нескольких свойств, сказывающихся на технологических показателях переработки, прежде всего на количестве извлеченного ценного компонента.

Техногенное минеральное сырье состоит из реликтов минералов и сложных новообразований: расплавов, кеков, спеков, осадков, растворов, металлоорганических и других комплексных соединений. Эти новообразования имеют более сложный состав и структуру по сравнению с природными минералами. Напри-

мер, диагностические свойства комплексных соединений определяются наличием в молекулярной структуре группировки атомов, способной к существованию в растворах, расплавах, в кристаллическом и газообразном состояниях вещества. Такая группировка характеризуется присутствием центрального атома (комплексообразователя) и связанных с ним ковалентной связью лигандов, так называемых связывающих молекул или ионов. Переработка (обогащение, то есть разделение на полезную и бесполезную фракции) техногенного сырья представляет собой процесс, более сложный в техническом и технологическом плане, поскольку разделяемые комплексы значительно менее контрастны по своим свойствам, чем природные минералы. Следовательно, и сертификация минерального сырья техногенного происхождения является сложной многоступенчатой процедурой, предусматривающей применение полного комплекса прецизионных методов диагностики свойств.

Закон о техническом регулировании и минерально-сырьевой комплекс РФ

Федеральный закон «О техническом регулировании», вступивший в силу с 1 июля 2003 г., получил негласный титул «технологическая конституция» [3].

Система технического регулирования в России до указанной даты базировалась на более чем полумиллионе норм, 24250 государственных стандартах (без учета отраслевых стандартов, тысячи СНИПов (строительных норм и правил), почти тысячи СанПиНов (санитарных правил и норм) и более 50 тыс. административных нормативных актов технического регулирования (отраслевые стандарты, технические условия, нормы и правила надзорных органов). Все это многообразие будет заменено пирамидой из 450 федеральных законов об отраслевых (специальных) и 7 общих технических регламентах, на вершине которой находится рамочный закон «О техническом регулировании».

Закон меняет привычное понимание стандарта (нормативно-технического документа, устанавливающего комплекс определенных норм (правил), требований к объекту стандартизации, утвержденного Госстандартом РФ). Государственные стандарты, с одной стороны, определяли высшие нормы требований к качеству продукции, соответствующие современным научно-техническим достижениям, с другой – устанавливали обязательный уровень качества, соответствующий потребностям и возможностям общественного производства,

научно обоснованный и экономически оптимальный.

Теперь стандарт – это документ, в котором в целях добровольного использования устанавливаются *характеристики продукции*, правила осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения иных работ или оказания услуг. Термин «государственный стандарт» выходит из употребления, его заменяет «национальный стандарт» – также добровольный.

Закон «О техническом регулировании» вводит принципиально новое понятие «технический регламент». Технический регламент – это документ, принятый международным договором РФ, федеральным законом, указом Президента РФ или постановлением Правительства РФ и устанавливающий *обязательные минимальные требования* к объектам технического регулирования – *продукции*, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, – обеспечивающие (с учетом степени риска причинения вреда) безопасность производства и потребления, а также *единство измерений*.

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества. Эта норма позволяет применить требования «Закона о техническом регулировании» не только к вопросам техники безопасности, но и рациональной разработки недр, отнесенных Гражданским кодексом РФ к разновидности имущества;
- охраны окружающей среды. Эта норма также имеет непосредственное отношение к обеим стадиям развития минерально-сырьевого комплекса России: геологическому изучению и освоению месторождений полезных ископаемых. При геологическом изучении минерально-сырьевого объекта должна быть дана достоверная технологическая оценка изучаемого минерального сырья, в процессе которой определяется его извлекаемая ценность. При освоении месторождения должно быть обеспечено полное извлечение ценных компонентов. Получение максимально «чистых» отходов, которые можно направить на утилизацию;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. Эта норма также имеет отношение к достоверной технологической оценке минерального сырья, устанавливающей рациональный комплекс аппаратов и методов, с помощью которых достигается рациональное и комплексное использование недр.



Очевидно, что технические регламенты для минерально-сырьевого комплекса могут быть разработаны при активном участии ученых, специалистов-практиков производственно-промышленной сферы и государства.

Сертификация природного и техногенного минерального сырья по технологическим свойствам

Согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (п. 1.6) [4, 5], качество полезных ископаемых изучается с учетом необходимости их комплексного использования, технологии переработки, требований государственных и отраслевых стандартов и технических условий.

Пока еще действующие стандарты качества (ГОСТы и ОСТы) и технические условия разработаны для конечной товарной продукции перерабатывающих производств – кондиционных концентратов. Но сейчас довольно часто некондиционная продукция (черновые концентраты, промпродукты), продукция промежуточных циклов (дробленая руда) и отходы (хвосты, шламы, пыли) одних производств могут стать исходным сырьем для других, в связи с чем должны иметь подтверждающий их качество документ. Документ, удостоверяющий качество товара, называется сертификатом [6]. Качество товара минерального состава зависит, прежде всего, от его технологических свойств. Гостиловать продукт переменного минерального состава и широкого диапазона применения невозможно, в то же время его сертификация позволит решить сразу несколько задач:

- обосновать цену;
- определить направления использования;
- определить способы извлечения (доизвлечения) ценных компонентов, доводки до гостированной продукции, пути утилизации отходов вторичной переработки;
- обосновать технологическую схему и выбор оборудования для переработки;
- создать электронную библиотеку сертификатов продукции предприятия;
- создать механизм для количественной оценки степени рациональности и комплексности использования недр, технологического аудита недропользования.

Решение перечисленных задач с помощью сертификации продукции минерального состава возможно в случае, если сертифицировать сырье не по составу, а по его технологическим свойствам.

Технологические свойства минерального сырья определяют его обогатимость, то есть извлекаемую ценность на данном уровне развития науки, техники и технологии.

Сведенные воедино все параметры вещества, определяющие его технологические свойства, позволяют дать прогноз его обогатимости – сертификат его качества, выраженный следующими показателями:

- выход концентрата;
- максимальное содержание ценного компонента в концентрате;
- максимальное извлечение ценного компонента в концентрат;
- неизбежные технологические потери (содержание ценного компонента в хвостах обогащения, обусловленное вещественным составом и структурными особенностями);
- оптимальная глубина обогащения (рациональное сочетание методов механического обогащения и химико-металлургического передела).

Для обогатителей вся эта процедура является повседневной работой – исследованием руд (россыпей) на обогатимость. Следовательно, сертификация минерального сырья по его свойствам обеспечена кадрами.

Стратегия сертификации минерального сырья по его свойствам не противоречит разработанной в Министерстве природных ресурсов системе сертификации ресурсопользования. Предлагаемый подход расширит рамки сертификации, даст возможность сертифицировать рудное тело в массиве, добытую руду, месторождения и техногенные образования. Блок сертификации минерального сырья по его свойствам дополнит общую систему сертификации, позволив органично перейти от блока сертификации по составу (система сертификации по химическому составу утверждена Госстандартом РФ № РОСС. RU.0001.040005) к блокам сертификации процессов, оборудования, устройств и технических систем, предназначенных для рационального недропользования, помогая обосновать последние и используя данные первого (рис. 1).

При научно обоснованном методическом обеспечении такая система сертификации может стать не только добровольной, но и обязательной для недропользователей. Система сертификации природного и техногенного минерального сырья имеет государственное значение, ее внедрение позволит разработать системы технологического аудита недропользования и внести свой вклад в стратегию развития минерально-сырьевой базы страны.



Рис. 1. Система сертификации минерального сырья
а – существующая; б – предлагаемая

Объекты минерального состава, подлежащие сертификации

В последнее время значительно расширился перечень товарной продукции минерального состава. Под товарной продукцией горного предприятия понимается та часть продукции, которая предназначена для реализации потребителям и на промышленные нужды собственного производства. В сферу товарных отношений вовлекаются хвосты, промпродукты, некондиционные концентраты, отходы металлургического передела, техногенные минеральные образования. В условиях товарных отношений основной перечень объектов полиминерального состава, подлежащих сертификации, может быть следующим.

Тип товара

1. Руда в массиве.
2. Руды (сырье) добытые.
3. Отвалы.
4. Технологический продукт (твердые, жидкие, газообразные)
 - 4.1. Продукты обогащительного передела.
 - 4.2. Продукты металлургического передела.

Виды товара

1. Руда в массиве
 - 1.1. Рудное тело.
 - 1.2. Залежь.
 - 1.3. Россыпь.
 - 1.4. Месторождение.
2. Руды (сырье) добытые
 - 2.1. Руда исходной (добычной) крупности.
 - 2.2. Руда, нормированная по крупности (предварительное дробление в карьере).

2.3. Руда, фракционированная на классы крупности (предварительная классификация в карьере).

2.4. Сырье, готовое к употреблению (соль, мел, глина, галька, известняк и т.д.).

2.5. Гидроминеральное сырье.

2.6. Уголь.

3. Отвалы (как продукты)

3.1. Вскрышные породы.

3.2. Вмещающие породы.

3.3. Торф разработок россыпного сырья.

3.4. Забалансовые руды, перемещенные в процессе освоения месторождения.

3.5. Терриконы угольных шахт.

3.6. Золо-шлаковые образования теплоэнергетических станций.

3.7. Минеральные образования карт намыва в процессе скважинной гидродобычи.

4. Технологический продукт

4.1. Кондиционные концентраты.

4.2. Некондиционные концентраты.

4.3. Черновые концентраты.

4.4. Коллективные концентраты.

4.5. Черные шлихи.

4.6. Серые шлихи.

4.7. Промпродукты.

4.8. Галя.

4.9. Эфеля.

4.10. Валуны.

4.11. Глины промывки.

4.12. Хвосты обогащения.

4.13. Шламы.

4.14. Жидкие отходы.

4.15. Газы.

4.16. Шлаки.

4.17. Штейны.

4.18. Кеки.

4.19. Огарки.

4.20. Клинкер.

4.21. Золы.

4.22. Агломераты.

4.23. Окатыши.

4.24. Пыли.

4.25. Футеровки отработанные.

4.26. Брак прессовки и др. операций.

С развитием науки, техники и технологии в данном перечне могут появиться новые виды продукции минерального состава.

Структура системы сертификации минерального сырья по его свойствам

Сертификация минерального сырья от его технологической оценки отличается соотношением применяемого комплекса методов техноло-



гической минералогии и технологического тестирования обогатительных процессов и аппаратов. Для сертификации это соотношение выглядит как 4:1, а при современной технологической оценке 1:1. Еще в недавнее время, когда технологическая оценка осуществлялась методом последовательных приближений при испытаниях различных видов технологических проб с использованием всех возможных сепарационных методов, это соотношение можно было представить как 1:4. Такой подход требовал проведения сотен опытов по матричной системе с одним переменным условием и тысяч анализов полученных продуктов. Этот подход можно назвать затратным (трагичность, время, средства на неинформативное тестирование) и малоэффективным.

Развитие технологической минералогии как науки в своде (системе) горных наук [7], а также бурный прогресс методов технологической минералогии на пути получения новых знаний о веществе и его свойствах позволили перейти от затратного к оптимальному варианту оценки минерального сырья и далее – к его сертификации по свойствам.

Блок-схема системы сертификации полиминерального сырья, представленная на рис. 2, отражает последовательность получения данных для результирующего вывода.

Результирующий вывод – величина извлекаемой ценности данного сырья, выраженная в весовых, процентных или стоимостных единицах.

Технологический паспорт-сертификат на конкретное сырье является документом, отражающим его качество на данном этапе развития науки, техники и технологии. С новым циклом развития величина извлекаемой ценности может увеличиться, следовательно, сертификация по свойствам, в отличие от сертификации по составу, является более динамичным процессом, цикличность которого напрямую связана с цикличностью развития новых методов и аппаратуры для изучения и переработки.

Экспертные знания используются в процессе обоснования неизбежных технологических потерь, т.е. участвуют в процедуре формирования результирующего вывода.

Логический ряд знаний о составе, свойствах вещества с учетом степени необходимости и достаточности для формирования результирующего вывода имеет многокомпонентную структуру.

1. В блоке «СОСТАВ» недостаточно получить данные только о содержании компонентов вещества. Химический состав не дает знаний о минеральной форме ценного компонента, а она может быть не извлекаемой или трудно извлекаемой. Зачастую высокое содержание благородных металлов в исходном сырье не сказывается на величине их извлечения в концентрат, если они представлены пластинчатыми, пористыми частицами, субмикронными включениями в другие минералы, или за счет высокой пробы обладают пониженной твердостью, обуславливающей до 15...20% потерь при рудоподготовке.

Минеральный состав расширяет наши знания о веществе, но форма выделений ценного минерала может быть такой (например, тонкодисперсной, субмикронной), что извлечение его механическими способами будет нереально или малоэффективно. Для обоснования эффективности гидрометаллургических способов переработки требуются дополнительные сведения о трещиноватости и пористости основных минеральных фаз-концентраторов.

Гранулометрическая характеристика минералов, исходного и измельченного материала внесет весомый вклад в наши знания о веществе, но характер сростаний с породными минералами, текстурно-структурные особенности и структурно-фазовые характеристики могут свести на нет весь наш благоприятный прогноз обогатимости, сделанный на основе данных химического, минерального и гранулометрического состава.

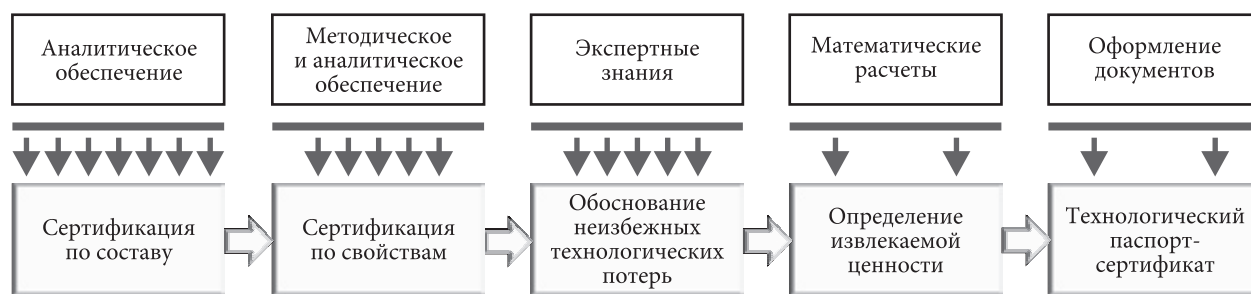


Рис. 2. Блок-схема последовательности этапов сертификации минерального сырья по технологическим свойствам

Структурные параметры, характеризующие размеры, морфологию и взаимосвязь минеральных фаз, являются наиболее важной, а зачастую и определяющей характеристикой обогатимости минерального вещества. Структурные параметры – это самый динамичный показатель, изменяющийся в широких пределах в процессе переработки руды от масштаба рудного массива до дисперсных размеров тонкоизмельченных частиц в продуктах обогащения.

При сертификации эта группа параметров должна оцениваться количественно на большом статистическом материале (тысячи частиц) с помощью аттестованных средств измерений. Таким средством измерения морфометрических характеристик минеральных зерен и фаз являются системы анализа изображений, позволяющие исключить последний субъективный фактор из процесса минералого-технологической оценки минерального сырья.

Необходимо подчеркнуть, что анализатор изображений позволяет получить гранулометрическую характеристику минералов в исходной и измельченной руде, а также общий гранулометрический состав руды, что недоступно никакими другими методами.

2. В блоке «СВОЙСТВА» изучаются все физические свойства вещества и устанавливается признак разделения, то есть то свойство, по которому можно эффективно разделить рудное вещество на обедненную и богатую части по конкретному элементу (элементам). Все существующие методы обогащения полезных ископаемых основаны на том или ином свойстве минералов: плотности, магнитной восприимчивости, электропроводности, смачиваемости и т.д. Зачастую для труднообогатимого сырья требуется его разделить не по одному физическому свойству, а по их совокупности, включая свойства извлекаемого минерала, например его морфологию, крупность и т.д.

Система сертификации должна разрабатываться отдельно для каждого вида сырья (медного, железного, редкоземельного и т.д.) и вида товара. Сертификат на руду будет отличаться от сертификата на хвосты обогащения наличием характеристик по кусковатости, дробимости, углу естественного откоса и др.

Для железосодержащего сырья (руд, агломератов, окатышей) важны механическая прочность и пористость, для руд и концентратов – влажность, для флотационных концентратов – удельная поверхность, для бериллиевых руд – флотационные характеристики.

Важным параметром являются не только физические, химические и механические свойства разделяемых минеральных комплексов, но и степень контрастности этих свойств, влияющая на показатели извлечения и потерь. Например, в окисленных марганцевых рудах железные и марганцевые минералы имеют близкие характеристики по плотности и магнитной восприимчивости, разделить их гравитационными и магнитными методами сложно, а при ориентировании на радиометрические методы обогащения требуются знания о контрастности руд в крупнокусковой фракции (более 20 мм), являющейся продуктивным классом для данных методов.

3. Фракционирование вещества по определенному свойству позволяет получить также важную для обогатителей информацию, а именно: максимально достижимое качество концентрата; минимально возможные потери ценного компонента в хвостах (в пределах одного метода); выход технологических продуктов; наличие и качество сростковых фракций, образующих промпродукты и циркуляционные нагрузки в будущем производстве и др.

Вся полученная информация по блокам «СОСТАВ» и «СВОЙСТВА» используется экспертами при обосновании неизбежных потерь, связанных с особенностями сертифицируемого вещества и с учетом предполагаемого метода обогащения. На рис. 3 показана упрощенная структура неизбежных потерь, но она наглядно демонстрирует, на что направлены экспертные знания для достижения поставленной задачи. Прежде всего определяются потери ценного компонента с крупными и тонкими классами, с бедными сростками, затем последовательно оценивается вклад растворимых минералов, минералов с субмикрозернистой структурой, степени окисления и т.д. Все полученные величины потерь суммируются и анализируются с учетом опыта экспертов.

Привлечение экспертных знаний на данном этапе сертификации необходимо ввиду многофакторной зависимости величины неизбежных потерь от свойств полиэлементной системы рудного вещества при наличии явлений взаимовключения или дополнения в процессе взаимоотношения отдельных элементов этой сложнейшей по структуре системы.

4. При определении извлекаемой ценности требуется простейший математический аппарат. Алгоритм расчета извлекаемой ценности заложен в определении самой извлекаемой ценности и неизбежных технологических потерь (раздел

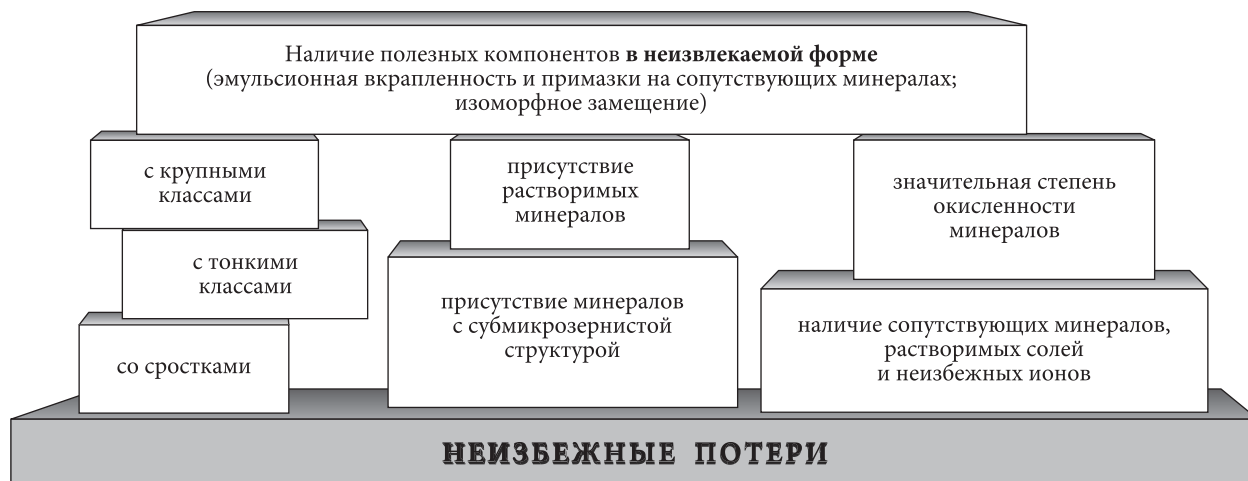


Рис. 3. Структура неизбежных потерь

«основные понятия»), которые в сумме составляют количество ценного компонента, находящегося в сертифицируемом веществе (100%). Исходя из этого, извлекаемая ценность в процентном отношении определяется как разница 100% и величины распределения ценного компонента в суммарных неизбежных потерях. Например, если доля неизбежных потерь при гравитации убогосульфидных золото-кварцевых руд – 17%, то извлекаемая ценность этих руд составит 83%. При расчете извлекаемой ценности в массовых (весовых) единицах требуется учесть удельную производительность по исходному продукту, а при расчете в стоимостных единицах (рубли, доллары и т.п.) – стоимость полученного продукта в текущих ценах.

Сертификация по извлекаемой ценности может повысить экономическую значимость месторождения. Например, извлекаемую ценность медистых глин Гумешского месторождения составляет не только медь, но и золото, попутно извлекаемое при гидрометаллургической переработке. Извлекаемую ценность титано-циркониевых песков многих месторождений также увеличивает золото, которое при рациональном выборе гравитационного оборудования извлекается в тяжелую фракцию попутно с основными компонентами, а также кварцевый песок, выделяемый в хвосты обогащения, но после определенной обработки способный стать продуктом стекольного, формовочного или строительного назначений.

Извлекаемая ценность некоторых рудных месторождений может быть существенно увеличена за счет пород вскрыши и вмещающих пород.

5. Поскольку сертификация по извлекаемой ценности, разработанная авторами, является добровольной процедурой, то форма сертифи-

ката носит произвольный характер, но название документа должно отражать технологическую сущность процедуры сертификации, например, «Технологический паспорт-сертификат». Такой документ способен интегрировать все качественно-количественные данные, определяющие извлекаемую ценность изученного вещества минерального состава, а также установленные в процессе экспертной оценки возможные методы и аппараты для эффективной его переработки [8–11].

Предлагаемый инновационный подход к технологической оценке минерального сырья, его сертификации по извлекаемой ценности (отличающийся от западного тестирования методов и аппаратов) на основе особенностей его вещественного состава, открывает дорогу государственному контролю над степенью рациональности и комплексности использования недр; стратегическому развитию единой экспертизы на стадии изучения и освоения недр; созданию механизма стимулирования недропользователей по применению инноваций; содействию их деятельности путем внедрения процедуры технологического аудита действующих предприятий, позволяющей обосновать конкретные пути повышения извлечения ценных компонентов, снижения затрат и оптимизации управления технологическими процессами.

Литература

1. Козловский Е.А. Состояние и направления развития минерально-сырьевой базы России. Горный журнал. – 2003. – № 10. – С. 4–6.
2. Литвиненко В.С. Возможности минерально-сырьевого потенциала России. Записки Горного института. Приложение. – 2002. – № 11.

3. Курский А.Н. Реформа технического регулирования в горно-добывающей промышленности. // Минеральные ресурсы России. – 2004. – № 2. – С. 49-54.
4. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – Том 1. – 1985. – 576 с. (Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР).
5. Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых (ГКЗ). – М.: 1998. – 319 с.
6. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1984. – 1196 с.
7. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / РАН, АГН, РАЕН, МИА; Под ред. академика К.Н.Трубецкого // М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. – 478 с.
8. Башлыкова Т.В. и др. Сертификация техногенного сырья по извлекаемой ценности (на примере хвостов Балейской ЗИФ). // Цветные металлы, 2003. – № 1. – С. 10-13.
9. Башлыкова Т.В. Сертификация минерального сырья по его свойствам. // Труды Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья с извлечением благородных металлов». – Екатеринбург: УГГА, 2002. – Часть 2. – С. 3-6.
10. Башлыкова Т.В. Оперативная оценка извлекаемой ценности природного и техногенного минерального сырья. Новые технологии переработки, сертификация, аудит. // Материалы научно-практического семинара «Научно-технологическое обеспечение деятельности предприятий, институтов и фирм». – М.: Издательство МГИУ, 2003. – С. 114-129.
11. Башлыкова Т.В. Резервы повышения полноты извлечения запасов твердых полезных ископаемых. // Недропользование. – 2012. – № 3 – С. 54-59.

Certification of mineral raw materials on technological properties in the solution of system problems of improving the quality of life

T.V. Bashlikova, LLC «NVP «NVP Center-ESTAgeo», NUST Moscow institute of steel and alloys (MISiS); Moscow
e-mail: ql-mail@mail.ru

Summary. Among sources of ensuring activity of the Person minerals are essential. It is enough to mention in confirmation of this thesis the main mineral – water.

The present article is devoted to other category of mineral resources – solid mineral.

Keywords: mineral resources, solid minerals, certification, enrichment, morphometric characteristics.

References

1. Kozlovskiy E.A. State and directions of development of mineral resources of Russia. *Mountain magazine*. 2003. No. 10, pp. 4-6.
2. Litvinenko V.S. Possibilities of mineral and raw capacity of Russia. Annex to «Notes of Mining institute». 2002. No. 11.
3. Kurskiy A.N. Reform of technical regulation in the mining industry. *Mineral resources of Russia*. 2004. No. 2, pp. 49-54.
4. The collection of the leading materials on a geological economic evaluation of mineral deposits. Volume 1. *The State Commission on Mineral Reserves in case of Council of ministers of the USSR*. 1985. Moscow, 576 p.
5. The collection of standard and methodical documents on a geological economic evaluation of mineral deposits (SKS). 1998. Moscow, 319 p.
6. Soviet encyclopedic dictionary. *Soviet encyclopedia*. 1984. Moscow, 1196 p.
7. Mountain sciences. Development and preservation of a subsoil of Earth. RAS, AGN, RANS, MIA. Under edition of the academician K.N. Trubetskoy. *Publishing house of Academy of mountain sciences*. 1997. Moscow, 478 p.
8. Bashlykova T.V., Pakhomova G.A., Amosov R.A., Doroshenko M.V. Certification of technogenic raw materials on the taken value (on the example of tails of Baleyskiy ZIF). *Non-ferrous metals*. 2003. No 1. pp. 10-13.
9. Bashlikova T.V. Certification of mineral raw materials on its properties. *Works of the International scientific and technical conference «scientific bases and practice of investigation and processing of ores and technogenic raw materials with extraction of precious metals»*. UGGA. 2002. Ekaterinburg, pp. 3-6.
10. Bashlikova T.V. Operational assessment of the taken value of natural and technogenic mineral raw materials. New technologies of conversion, certification, audit: Materials of a scientific and practical seminar «Scientific technological support of activities of the entities, institutes and firms». *Publishing house of Moscow state industrial university*. 2003. Moscow, pp. 114-129.
11. Bashlikova T.V. Allowances of increase in completeness of extraction of inventories of solid minerals. *Subsurface use*. 2012. No. 3. pp. 54-59.