

Основные положения предложенных авторами концепции и методологии использования и воспроизводства минеральных ресурсов в условиях их исчерпания:

- выполнение геологических работ на площадях минеральных ресурсов литосферы;
- расширение комплексности использования исходного минерального вещества с выделением в готовую продукцию кислорода, кремния, алюминия, входящих в пустопородные минералы;
- извлечение ресурсоопределяющих элементов в виде разнообразных материалов и создание производств получения на основе ресурсоопределяющих элементов и их соединений инновационной продукции высоких переделов (включая наноматериалы);
- комплексная безотходная переработка технологического остатка от выделения новых ресурсных элементов;
- постепенный переход на технологии извлечения элементов взамен обогащения минералов.

Данные предложения являются основой концепции и методологии комплексного использования и самовосстановления минерального сырья на необозримую перспективу.

Сразу же, по решению проблем извлечения и использования названных новых ресурсоопределяющих элементов, устанавливается высшее, близкое к полному (или полное), использование исходного минерального сырья. Освоение новых ресурсоутверждающих элементов периодической системы и земной коры, входящих на современном этапе в пустопородные минералы, конверсия технологий переработки минерального сырья как научное направление и производство, станут революционными факторами созидания МСБ твёрдых полезных ископаемых. Новое семейство технологий будут иметь инновационный характер на длительную перспективу.

Литература

1. Андреев С.И., Голева Р.В., Юбко В.М. Экономические и геополитические аспекты проблем освоения минеральных ресурсов Мирового океана // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – Москва, 2006. – № 3. – С. 77 – 81.
2. Голева Р.В. К проблеме изучения и освоения минерально-сырьевых ресурсов Мирового океана // Рациональное освоение недр. – Москва, 2010. – С. 53 – 60.
3. Загайнов В.Г., Тусупбаев Н.К. Безграничные минеральные ресурсы. Концепция и методология (обзорное информационно-аналитическое исследование). – Алматы, 2013-2014. – 426 с.
4. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения. Т. 2. Теория и технология обогащения природного и техногенного минерального сырья / А.А. Жарменов, В.А. Чантурия, Ю.П. Ерёмин, В.Г. Загайнов, А.А. Ниязов и др. – Алматы: РГП «НЦ КПМС РК», 2008. – 462 с.
5. Минеральные ресурсы Мирового океана. Концепция изучения и освоение (на период до 2020 г.) / Под ред. С.И. Андреев. – Санкт-Петербург: ВНИИОкеангеология, 2007. – 97 с.
6. Мухамедилова А.М., Загайнов В.Г., Тусупбаев Н.К. Обеспечение условий неисчерпаемости и самовозобновления минеральных ресурсов – важнейшее и необходимое концептуальное требование к конверсии технологий переработки // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2014. – № 2. – С. 6.
7. Сутырин Ю.Е. Перспективы освоения железомарганцевых образований глубоководных месторождений Мирового океана // Национальная металлургия. – Москва, 2003. – № 4. – С. 89 – 94.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

Р.А. Загороднев, А.А. Иванова

Научные руководители доцент В.В. Тихонов, доцент И.В. Фролова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Металлургия – одна из важнейших структур экономики России. Фактически эта отрасль промышленности является экономическим фундаментом, т.к. является основным поставщиком для предприятий ВПК, машиностроения, строительства, и т. д. Важно развивать отрасль для поддержания стабильной экономики государства. Однако, несмотря на свою важную роль, металлургия России переживает не лучшие времена и имеет комплекс проблем, связанных как с финансами, так и сырьевой базой. Одной из таких проблем является дефицит марганца и его продуктов.

Марганец имеет широкое применение в металлургической промышленности. Его применяют для удаления кислорода при плавке стали. Одним из наиболее важных свойств марганца это его способность повышать твердость и износостойкость стали, что особо важно при производстве бронетехники, землеройных, дробильных машин и т. д.

В России марганец является дефицитным сырьем. Согласно данным Британской геологической службы Россия занимает 16 место по его добыче (44400 т/год по данным на 2006 г.). Существует несколько крупных отечественных месторождений марганца: Усинское, Полуночное, Пороженское, однако, все они находятся на стадии выработки либо выработаны.

В связи с нехваткой данного сырья, металлургические компании пытаются покрыть недостаток за счет импорта, тем самым вовлекая отрасль в зависимость от внешних сырьевых источников. Данная ситуация отрицательно сказывается как на внутренней экономике, так и внешней политике России.

Одним из решений сырьевой проблемы может стать выщелачивание марганца из шламовых отходов добывающих предприятий, зольных отходов ТЭЦ и т. д.

Таблица 1

Характеристика крупных отечественных месторождений марганца

Месторождение	Содержание Mn, %	Запас руды, млн. т.	Год основания	Состояние
Усинское	19,3	128	1939	действующее
Полуночное	20,7	20	1942	выработано
Пороженское	10-48,22	132	1974	действующее

Таблица 2

Содержание чистого марганца в отложениях

Вид отложения	Содержание Mn, %	Примечание	В каком виде
Доменные шлаки	0,3-1	по отношению к использованному Mn	MnO
Сталеплавильные шлаки	до 10		
Шлаки цветной металлургии	0,3-1		
Хвосты марганцедобывающих производств	до 12	по отношению к добытому Mn	

Метод выщелачивания заключается в переводе в раствор нужного компонента (в нашем случае марганец) из руды с помощью вещества-растворителя. Метод уже давно известен как за рубежом, так и в России, является самым дешевым, особенно для руд с низким содержанием нужного компонента. Выщелачивание позволяет обработать большие объемы сырья при низких затратах на оборудование. Существенные минусы метода - низкая экологичность и высокая вредность применяемых растворителей, таких как серная, азотная и циановая кислоты, а также большие траты на растворитель (большие объемы и высокая цена). Для сведения этих проблем к минимуму было решено разработать новый метод выщелачивания марганца из отвалов и руд с низким его содержанием, путем применения нестандартного для металлургии, дешевого, легкодоступного, менее вредного растворителя: уксусной кислоты.

В качестве сырья была использована карбонатно-марганцевая руда Устинского месторождения с известным составом, приведенным в табл. 3. Руда имеет низкое содержание марганца, и множество побочных элементов.

Таблица 3

Химический состав руды

Химический состав руды, % мас.								
Mn	Fe	P	S	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	п. п. п.
19,3	5,96	0,18	1,09	10,33	14,9	3,17	1,67	43,4

Процесс извлечения марганца происходит по следующим реакциям:

1. В случае с карбонатом марганца: $MnCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow Mn(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$.
2. В случае с оксидом марганца (II): $MnO + 2CH_3COOH \rightarrow Mn(CH_3COO)_2 + H_2O$.

Для изучения влияния размеров частиц руды на извлекаемость компонента руда была разделена на фракции, каждая из которых находилась в отдельных емкостях. Масса каждой фракции равна 100 г.

Для полного исследования использовались 4 разных метода выщелачивания, отличающихся условиями проведения эксперимента.

1. Отстаивание в течение суток, процесс растворения происходит без вынужденного перемешивания при атмосферном давлении и комнатной температуре (20 °С).
2. Вынужденное перемешивание, давление атмосферное, температура комнатная (20 °С).
3. Отстаивание в течение суток, без вынужденного перемешивания при атмосферном давлении и температуре 60 °С.
4. Вынужденное перемешивание, давление атмосферное, температура 60 °С.

После процесса выщелачивания образцы подвергаются фильтрации от остатков не прореагировавшей руды. Полученные растворы подвергаются выпариванию с целью получения чистого ацетата марганца и отправляются на рентгенофазовый анализ. Результаты экспериментов приведены в табл. 4.

Согласно результатам эксперимента, полная извлекаемость марганца происходит во фракциях +0,25-1, +2-3 мм при втором и четвертом способах выщелачивания. Это объясняется высокой удельной поверхностью частиц во время перемешивания, однако, если такие мелкие частицы отстаивать, то они плотно прилегают друг к другу, удельная поверхность становится в разы меньше и как следствие растворителю трудно просочиться в слой руды. Для выщелачивания методом отстаивания наиболее хорошо подходят фракции +3-5, +5-7 мм, так как они не прилегают плотно друг к другу. Фракция >7 мм оказалась трудноизвлекаемой по всем 4 методам, причиной этого служит размер частиц, несмотря на то, что площадь контакта большая, растворитель с трудом проникает в частицу руды из-за ее высокой плотности.

Таблица 4

Извлекаемость марганца в зависимости от фракции и метода выщелачивания

Метод выщелачивания	Размер фракции, мм				
	+0,25-1,0	+2,0-3,0	+3,0-5,0	+5,0-7,0	>7,0
	Извлекаемость марганца, %				
1	15	48	73	51	36
2	100	82	82	64	57
3	42	66	71	63	50
4	100	100	68	60	52

Проведенное исследование доказывает, что возможно извлечение марганца из малоконцентрированных карбонатных руд путем выщелачивания, с помощью уксусной кислоты. Процесс можно провести в любом из изученных режимов с минимальным экологическим ущербом и экономическими затратами. Исследование доказывает возможность применения уксусной кислоты не только в пищевой промышленности, но и в металлургии. Задача на исследование и разработку новых методов выщелачивания может стать приоритетной, так как позволяет повысить ресурсоэффективность производства, снизить убытки, и оказать значительную помощь металлургии России.

**ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
 УГЛЯ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
 ПРИ ВЕДЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

И.С.Капустина

Научный руководитель доцент В.П. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди твердых горючих ископаемых широко представлены угли, а их многообразие по происхождению, степени метаморфизма, структурным особенностям, физическим и химико-технологическим свойствам требует разработки и постоянного совершенствования методов исследований с целью раскрытия потенциала и эффективного использования углей в технологиях и энергетике [4]. Владение оперативной информацией о технологических и генетических параметрах углей при ведении разведочных работ чрезвычайно важно. Наличие оперативной информации позволяет корректировать ход и ведение разведочных работ, а это снижение издержек на лабораторные работы и повышение качества результатов, дающих экономическую эффективность от проведения геологоразведочных работ.

В современных условиях отечественной и мировой практики ведения разведочных работ сложился комплекс параметров, определяющих генетические и технологические свойства углей: R_o , петрографический состав (определение $\sum OK$, $\sum CK$), V^{daf} , FSI , y , IR . Данные параметры используются для оценки, как угольного сырья, так и ископаемого угля и не отражают полностью генезис вещества. Следует различать эти два понятия: угольное сырье и ископаемый уголь, так как в рамках ведения разведочных работ изучению подвергается ископаемый уголь – сложный природный угольный материал, залегающий в недрах. Угольное сырье – это искусственный угольный материал, образующийся из ископаемого угля (углей) при разработке угольных пластов [1]. Исходя из этого, подход к изучению ископаемого угля должен учитывать и отражать эти особенности.

Последние 30 лет активно развивается метод оценки вышеуказанных классификационных показателей (ГОСТ 25543-88), а также A^d (зольности), с применением инфракрасной спектроскопии. Для расширения сведений об угле предлагается использование их молекулярного строения. Это позволяет получать наибольший, по сравнению с другими аналитическими методами исследований, объем информации о структуре и свойствах угольного вещества, дает возможность прогноза технологических показателей углей.

Существует спектрометрический метод стандартизован (ГОСТ Р 52205-2004). Этот метод позволяет оперативно установить выход летучих веществ, толщину пластического слоя, показатель отражения витринита, сумму фюзинизированных компонентов и зольность в каменных углях. Отбор и подготовка проб производится по ГОСТ 10742. Используют аналитическую пробу, доведенную до воздушно-сухого состояния [2]. Преимущество такого подхода очевидно. Спектр регистрируется непосредственно от пробы угля, идущей на технический анализ. Это позволяет, при необходимости, провести параллельные испытания разными методами, регламентированными в ГОСТ 25543-88, показателей для оценки качества лабораторных работ в оперативном режиме, при отсутствии внешнего контроля исследований углей на не изученных участках.

В настоящее время недостатками существующего подхода являются трудоемкость, длительность проведения испытаний и необходимость большого количества проб для раскрытия генезиса углей. Это создает определенную сложность при ведении разведочных работ или переоценки угольных запасов. Особо следует выделить показатель R_o , по которому устанавливают метаморфизм углей, а также определение спекающих (или отощенных) компонентов. Длительность и трудоёмкость петрографического метода можно отнести к его