

Извлечение строительных материалов и редких металлов из отходов. Интерес изыскателей

О высоком содержании редких металлов в золошлаковых отвалах ТЭС было известно еще в 80-е годы прошлого столетия. Тогда группа ленинградских геологов провела геологические исследования золошлаковых отвалов ТЭЦ Санкт-Петербурга и Ленинградской области и выявила в них высокое содержание редких металлов. Оказалось, что золошлаковые отвалы ТЭЦ фактически являются техногенными месторождениями редких металлов.

Согласно исследованиям, переработка золы отвалов может позволить получить ценное минеральное сырье – редкие металлы, а также строительные материалы. Одновременно будет решена важная экологическая проблема – ликвидация золоотвалов.

Утилизации каждого отвала должны предшествовать инженерные изыскания с составлением по результатам проекта разработки отходов.
АРХАНГЕЛЬСКИЙ ИГОРЬ ВСЕВОЛОДОВИЧ

Генеральный директор ООО «НПФ "НЕДРА"», кандидат геолого-минералогических наук, г. Санкт-Петербург ivaspbenergy@bk.ru

Редкие металлы

Редкие металлы – это своего рода витамины промышленности. И подобно тому, как живой организм не может полноценно развиваться без небольшого количества витаминов, так и передовая современная промышленность невозможна без редких металлов.

Однако все месторождения редких металлов России расположены в труднодоступных районах и отличаются сложными географо-экономическими условиями эксплуатации, что снижает рентабельность их освоения или делает их нерентабельными.

По добыче и потреблению редких металлов Советский Союз уже с 60 – 80-х годов прошлого столетия начал резко отставать от ведущих стран. И в этом главная причина заторможенности нашего научно-технического прогресса. Положение ухудшилось еще и оттого, что с распадом СССР многие предприятия, добывающие редкие металлы, оказались на территориях бывших союзных республик. А на оставшихся в России предприятиях добыча редких металлов была либо остановлена, либо резко снижена. В результате положение с добычей, производством и потреблением редких металлов сейчас в России весьма неблагоприятное.

В настоящее время электронику, телевизоры, автомашины, мобильные телефоны и другие предметы широкого пользования, для изготовления которых требуются редкие металлы, нам приходится покупать за рубежом. Мы покупаем в Бразилии редкий металл ниобий для изготовления сверхпрочных труб, которые не рвутся через 15-20 лет эксплуатации, а служат до 60 лет и больше.

Развитие инновационных отраслей невозможно без редких металлов. Без них не сможет существовать оборонная промышленность, атомная отрасль, аэрокосмическая техника и т.д.

Нанотехнологии не могут успешно развиваться, если страна не производит редких металлов. Например, за рубежом использование редких металлов позволило на два порядка увеличить и без того фантастическую плотность ячеек памяти для компьютерных микросхем. В нашей стране редкий металл бериллий успешно используется в качестве «хрусталика» для фокусировки «глаза», способного различать нанодетали. Российские микроскопы, позволяющие увидеть другой мир, пользуются большим спросом за рубежом. Однако чистый бериллий для нанотехнологий доставляется из США. Вместе с тем, самым крупным в мире производителем редких металлов, фактически монополистом, является Китай, чем во многом объясняется успешное экономическое развитие этой страны.

Надо полагать, Правительству России известно состояние дел с редкими металлами, и в ближайшее время, может быть, будут приняты меры по реанимации существующих горнодобывающих предприятий, производящих редкие металлы.

Однако восстановление предприятий – не единственный путь обеспечения страны редкими металлами. Как считают специалисты ИМГРЭ (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Москва), довольно быстро, легко и дешево можно добывать их из всевозможных техногенных источников. Например, из золы, получаемой от сжигания угля, из продуктов переработки нефти и газа и т.д. ИМГРЭ уже многие годы ведет исследования по изучению химических элементов, содержащихся в техногенных продуктах. Так, с помощью новейшей аппаратуры обнаружено 70 элементов (в их числе 35 редких металлов) в немалых количествах, содержащихся в золошлаковых отвалах тепловых электростанций (ТЭС).

О высоком содержании редких металлов в золошлаковых отвалах ТЭС было известно еще в 80-е годы прошлого столетия. Тогда группа ленинградских геологов под руководством проф. Горного института А.Н.Павлова провела геологические исследования золошлаковых отвалов ТЭЦ Санкт-Петербурга и Ленинградской области и выявила в них высокое содержание редких металлов. Оказалось, что золошлаковые отвалы ТЭЦ фактически являются техногенными месторождениями редких металлов. Однако в связи с распадом Советского Союза их изучению было прекращено.

Ниже в качестве примера приводится состав золошлакового отвала, расположенного на севере Ленинградской области вблизи берега Ладожского озера. В отвале находится 900000 т угольной золы и шлака, которые образовались в результате сжигания примерно 3500000 т воркутинского угля.

Около 10% золошлаковых материалов (ЗШМ) составляют микрокомпоненты (табл. 1).

Таблица 1. Содержание химических элементов в золошлаковом отвале на севере Ленинградской области

№	Символ элемента	Название элемента	Содержание г/т	Запасы т
1	Ba	Барий	1200	1044
2	Be	Бериллий	8,5	7,4
3	As	Мышьяк	100	87
4	P	Фосфор	4500	3915
5	Ti	Титан	8800	7656
6	Mn	Марганец	1200	1044
7	Pb	Свинец	32,5	28,3
8	Cr	Хром	110	95,7
9	Ga	Галлий	32,5	28,3
10	Nb	Ниобий	35	30,5
11	Sn	Олово	5,5	4,8
12	Ge	Германий	2,3	2
13	Ni	Никель	145	126,2
14	Mo	Молибден	2,5	2,2
15	V	Ванадий	250	217,5
16	Li	Литий	130	113,1
17	Cu	Медь	90	78,3
18	Ag	Серебро	0,15	0,13
19	Y	Иттрий	57	49,6
20	Zn	Цинк	133	115,7
21	Zr	Цирконий	900	783
22	Co	Кобальт	42,5	37
23	Sr	Стронций	3500	3045
24	Sc	Скандий	31,3	27,2

Содержание ряда элементов в отвале значительно превышает минимальные промышленные содержания этих элементов для россыпей. Особый интерес представляет скандий. Редкий металл скандий – металл XXI века (его цена одно время была на порядок выше цены золота). Благодаря уникальному сочетанию целого ряда своих свойств он пользуется повышенным спросом в авиационной, ракетной и лазерной технике. В отвале содержится 27,2 т скандия. Нельзя не отметить очень высокое содержание редкого металла титана – 7656 т. Титан широко применяется в оборонной промышленности (броня, бронезилеты и пр.), авиа- и кораблестроении и т.д. В рассматриваемом отвале содержится 30,5 т ниобия и 217,5 т ванадия. Добавки в сталь всего 0,03 – 0,07% ниобия и 0,01 – 0,1% ванадия позволяют на 30 – 40% снизить вес конструкций при строительстве мостов, многоэтажных зданий, газо- и нефтепроводов. При этом срок службы конструкций увеличивается в 2 – 3 раза. Без ванадия невозможно современное автомобилестроение. Скандий, иттрий, литий, бериллий, ниобий, цирконий, германий включены в список стратегических видов минерального сырья, утвержденный постановлением Правительства РФ. Среди стратегических металлов, кроме указанных выше скандия и ниобия, обнаружены литий (113,1 т), бериллий (7,4 т), цирконий (783 т), германий (2 т). В отвале содержится в большом количестве фосфор (3915 т), нерадиоактивный стронций (3045 т), имеющий применение в промышленности, пиротехнике и медицине, а также необходимые в промышленности барий (1044 т) и марганец (1044 т). Впрочем, нельзя забывать о том, что из-за воздействия в течение длительного времени атмосферных осадков и прочих факторов, могло произойти изменение состава ЗШМ. Необходимо провести новые исследования для уточнения приведенных цифр. Развития минерально-сырьевой базы стратегических редких металлов требуют интересы национальной безопасности.

Строительные материалы

Основная вмещающая масса золоотвала – алюмосиликаты – около 55% SiO_2 и 20% Al_2O_3 . Силикаты представляют собой так называемые микрошеллы – мельчайшие пустотелые сферы, являющиеся хорошим наполнителем для легких бетонов. Остальная масса может быть использована в качестве строительного материала для возведения земляных сооружений – дорог, плотин, дамб и т.п. Современные технологии позволяют без особых затрат отделить редкие металлы от вмещающей массы.

По расчетам научно-исследовательских организаций, производство бетонов и растворов может в перспективе потреблять в год около 30 млн т золы и шлаков. Разработано более ста технологий изготовления

различных бетонов с использованием золы и шлаков. Пока же в производстве бетонов используется менее 0,5 млн т золы в год [1]. При использовании ЗШМ для приготовления бетонов, растворов, кирпича и пр., по специальному заданию должны выполняться инженерные изыскания. Такое задание должно учитывать разработанные технологии изготовления строительных материалов, которые ориентированы на определенное качество ЗШМ. В настоящее время, согласно СП 11-109-98, приготовление бетона, растворов и пр. предусматривается только из природного сырья.

Одним из самых золоемких направлений в производстве строительных материалов является изготовление керамического кирпича, камней и блоков. Изготовление строительного кирпича из золы не требует разработки глиняных карьеров, перевозки, многомесячного выдерживания сырья в запасниках.

ЗШМ могут найти широкое применение в дорожном строительстве. Для экономии дефицитного цемента при устройстве оснований дорожных одежд могут применяться смеси с использованием ЗШМ. Проведены исследования по использованию золы для формирования теплоизолирующих слоев дорожных одежд в условиях сурового климата[1].

Подготовкой ЗШМ для использования в строительстве, как показывает имеющийся опыт, могут успешно заниматься предприятия малого и среднего бизнеса. Эта несложная работа приносит прибыль, поскольку ЗШМ первоначально ничего не стоят, т.к. расходы на производство ЗШМ, их транспортировка и хранение входят в себестоимость электроэнергии, вырабатываемой ТЭС. Поэтому цена на ЗШМ может колебаться от нуля до предела, субъективно установленного владельцем ЗШМ.

Известно, что места складирования ЗШМ неблагоприятно влияют на окружающую среду. Они являются источником загрязнения окружающей среды, представляют опасность для здоровья населения и угрозу растительному и животному миру близлежащих районов.

Но следует подчеркнуть, что ЗШМ не являются токсичными, и непосредственный контакт с золой в процессе ее утилизации не наносит ущерба здоровью человека [1].

Опыт использования ЗШМ в Российской Федерации

Редкие металлы. В последние годы начато извлечение редких металлов из ЗШМ предприятиями государственной корпорации «Росатом». К сожалению, в нынешних рыночных условиях те или иные редкие металлы и новую технику, сделанную на их основе, проще завести из-за границы. Но не исключено, что в условиях напряженных отношений с западными странами, по любому поводу вводящими санкции, скоро нам не станут продавать даже то, что мы получаем сейчас. Такое уже было с трубами из легированной ниобием стали: ФРГ отказалась их продавать

нашей стране после ввода советских войск в Афганистан. Тогда при городском строительстве и в нефте-газопроводах начали ставить свои стальные трубы. Через 15 – 20 лет они стали рваться, и их пришлось заменять...

Строительные материалы. Ангарская ТЭЦ-1 уже 40 лет реализует золошлаковые отходы, из которых изготавливают бетон. На этот вид деятельности имеется региональный нормативный документ.

Используется зола для приготовления бетона и в других местах, но ограниченно. В легких бетонах зола используется в виде заполнителя, взамен кварцевого песка, и как добавка к вяжущей компоненте. В тех районах, где зола используется в качестве песчаного заполнителя при изготовлении бетона, сохраняются красивейшие камовые ландшафты. Там, где ЗШМ не используются для производства бетона, камы уничтожают, добывая песок.

На многих кирпичных заводах зола и шлаки используются как сырьевой компонент и в качестве добавки в количестве 5 – 20%. На кирпичных заводах за счет использования золы экономится до 20% топлива, повышается качество продукции [1].

Сельское хозяйство. Высококальциевая зола применяется для раскисления почв в сельском хозяйстве. Практически установлено, что зола ТЭС, имеющая в своем составе значительно меньше кальция и марганца, чем известь, влияет на кислотные почвы в не меньшей степени [1].

Зарубежный опыт использования ЗШМ

В 1990 году европейскими производителями электроэнергии была основана Европейская Ассоциация продуктов сжигания угля, чтобы гарантировать выгодное и высококачественное использование продуктов сжигания угля (ПСУ).

Члены Ассоциации рассматривают угольную золу, как ценное сырье и строительный материал, которые могут использоваться совместимым с окружающей средой способом. Ассоциация включает 18 полноправных членов от 11 европейских стран и тесно сотрудничает со смежными ассоциациями на других континентах (США, Канада, Япония, Израиль). Большая часть ПСУ используется в строительной индустрии (55%), для восстановления открытых выработок и карьеров (33%), в дорожном строительстве (12%) [1]. В последние годы из золы извлекаются редкие металлы.

В Нидерландах уровень утилизации золошлаковых отходов достигает 100%!

Заключение

Таким образом, переработка золы отвалов позволит получить ценное минеральное сырье – редкие металлы, а также строительные материалы. Одновременно будет решена важная экологическая проблема – ликвидация золоотвалов.

Будут сохранены многие красивые природные (камовые) ландшафты, уничтожаемые при добыче песков для приготовления бетонов.

Что же сдерживает широкое использование ЗШМ в промышленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве? Прежде всего, это отсутствие в стране экономической заинтересованности отраслей народного хозяйства.

Надо полагать, что большинство ТЭС никогда не будет заниматься вопросами утилизации ЗШМ. Как правило, ТЭС не заинтересованы в этом, поскольку их основная задача – выработка тепла и электроэнергии. Затраты на транспортирование, складирование и хранение ЗШМ входят в себестоимость производства и оплачиваются потребителями энергоносителей, а реальные экономические стимулы для снижения этих затрат отсутствуют.

Согласно закону об «Отходах производства и потребления», основными принципами экономического регулирования в области обращения с отходами (глава V, статья 21) являются: уменьшение их количества, вовлечение в хозяйственный оборот, экономическое стимулирование в этой области. Однако, опыт показывает, что существующая законодательная и нормативно-правовая база только декларирует применение экономического стимулирования в области обращения с отходами, механизм его осуществления отсутствует.

Поэтому в части использования ЗШМ и других отходов Россия существенно отстает от развитых стран. Эта отрасль у нас в стране фактически заброшена. Вместе с тем, как показывает зарубежный опыт, утилизация ЗШМ и других отходов может стать прибыльным делом и будет способствовать экономическому развитию России. Причем отходов в России так много, что прибыльной работой можно обеспечить большое число предприятий малого и среднего бизнеса. Утилизации каждого отвала должны предшествовать инженерные изыскания с составлением по результатам проекта разработки отходов. Реализация таких проектов позволит получать редкие металлы, строительные материалы, другое сырье, одновременно очищая загрязненные территории.

Вовлечение отходов в качестве сырья в промышленность будет способствовать увеличению объема инженерных изысканий.

Проведения изыскательских работ требуют разработанные технологии извлечения редких металлов и строительных материалов из ЗШМ.

Поэтому изыскательские организации должны принять активное участие в воздействии на органы государственной власти в части решения

данной проблемы. Безусловно, необходимо учесть опыт передовых стран.

Если же положение с отходами останется в прежнем состоянии, то количество их в стране будет постоянно возрастать. Кроме промышленных отходов в стране накапливается огромное количество бытовых отходов. Количество радиоактивных отходов различных категорий в России составляет более 510 млн м³. Многие территории и водоемы в России загрязнены радионуклидами и токсичными химическими веществами. Экологическое будущее России на этом фоне представляется безрадостным. Кроме загрязнения атмосферы и продуктов питания, роста заболеваний среди населения, возможны другие непредсказуемые последствия.

Призываем руководство страны принять действенные меры по утилизации отходов. Пора перейти от деклараций к действенным экономическим мерам.