



The are examined the problems of development and mastery of hydrometallurgical technologies for processing of withdrawals containing metal for the purpose of the curtailment of their further accumulation and averting of environmental pollution.

О. С. КОМАРОВ, БНТУ

УДК 621.746

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (в порядке обсуждения)

Миф 1. «Беларусь – цуд некранутай прыроды»

Реклама и официальные органы усиленно насаждают мысль о первозданной чистоте белорусской природы. Тем не менее, периодически просачиваются сообщения о том, что почвы на десятки метров загрязнены нитратами и тяжелыми металлами. По данным [1], только в одной Гомельской области скопилось свыше 23 млн. т переработанных отходов, большинство из которых металлосодержащие. Хранение этих отходов на полигонах и предприятиях неизбежно за счет выветривания и размыва дождями загрязняет окружающие территории. Кроме того, источниками загрязнения тяжелыми металлами служат выбросы в атмосферу печных газов (вагранки, электродуговые печи), сброс на территории бытовых отходов шламов гальванических ванн и хранение отработанных катализаторов. Загрязнение свинцом автомобильных выбросов не рассматривается в рамках данной статьи.

Анализ почв на расстоянии 1,5 км от «Гродно-Азот», проведенный Гродненским областным комитетом природных ресурсов и охраны природных ресурсов и охраны окружающей среды в 2002 г., показал, что в них содержится в 2 раза выше ПДК хрома, меди, никеля и в 5 раз цинка. Следует предположить, что за прошедшие семь лет ситуация в лучшую сторону не изменилась, а также, что такая же ситуация с почвами вокруг многих промышленно развитых регионов. Анализ продуктов, выращенных на этих почвах, не проводился, но можно предположить, что в них содержание тяжелых металлов повышено. Очевидно, придет такое время, когда начнут строго следить за содержанием тяжелых металлов и тогда продуктам Республики Беларусь будет закрыт доступ на мировые рынки.

Миф 2. В Беларуси нет источников сырья для развития гидрометаллургии

Действительно, у нас нет залежей цветных металлов, но у нас огромное количество металлосодержащих отходов. Нефтехимические производства используют катализаторы, в которых содержится в виде отходов от 15 до 40% Ni, от 10 до 20% Mo, до 40% Cu и до 70% Zn. Общий объем ежегодно образующихся отработанных катализаторов составляет порядка 150 т. В больших количествах оксиды ванадия скапливаются и на отапливаемых мазутом ТЭЦ.

На РУП «Речицкий метизный завод» в процессе горячего цинкования образуется ежегодно порядка 10 т изгори и гарт-цинка. Изгорь состоит из практически чистого ZnO, а гарт-цинк – это смесь Zn и соединений цинка с железом. В республике планируется построить два крупных завода по цинкованию длинномерных изделий, что в разы увеличит объемы цинковых отходов.

Не лучше ситуация на кожевенных предприятиях. Так, например, на Бобруйском кожевенном комбинате ежегодно образуется в процессе хромирования кож сотни тонн пастообразных отходов органики, содержащей порядка 12% Cr₂O₃. Общий объем отходов на переполненном полигоне хранения размером 200×200 м и глубиной 4 м составляет многие тысячи тонн.

Объем образующихся в процессе гальванической обработки шламов в 2002 г. составил 21 млн. т при ежегодном накоплении 830 тыс. т. В этих шлаках от 5 до 40% Cu, до 15% Zn. Жидкие отходы травильных производств в то же время составили 90 млн. т при содержании нескольких процентов цинка, меди, железа, никеля и других элементов.

Даже далеко не полный анализ металлосодержащих отходов только по цветным металлам по-

казывает, что Беларусь располагает внушительной базой вторичного сырья, переработка которого вернет в промышленный оборот сотни тонн никеля, молибдена, цинка и меди, а параллельно оставит дальнейшее загрязнение окружающей среды.

Миф 3. Гидрометаллургия загрязняет окружающую среду

Традиционно считается, что гидрометаллургические предприятия наносят ущерб окружающей среде, связанный с образованием большого количества промышленных вод и хвостов – отходов пустой породы с остатками металлов и реагентов-выщелачивателей (кислот, щелочей, аммиака).

Дифференцированный подход при выборе способа переработки всегда позволяет найти варианты безотходной технологии. Приведем несколько примеров. Катализаторы с высоким содержанием Cu и Ni можно успешно использовать для легирования высокохромистого чугуна, смешав их после размола с отсевом кокса, стружкой и ваграночным шлаком. Технология разработана в НИИЛ Новых конструкционных материалов БНТУ и успешно освоена на ОАО «Бобруйский машиностроительный завод» и УПП «Универсал-Лит» [2, 3].

Катализаторы с низким (до 15%) содержанием Ni и Mo перерабатываются с целью получения концентратов, содержащих порядка 50% этих элементов, и затем по приведенной выше технологии используются для легирования стали и чугуна. Технология обогащения безотходная. В качестве выщелачивающего реагента используется щелочь, которая переводит в раствор Al_2O_3 (основа катализатора). После осаждения из раствора $Al(OH)_3$ раствор щелочи возвращается на исходную позицию (операция выщелачивания) и таким образом замыкается производственный цикл. В качестве побочного продукта образуется глинозем – ценное сырье многих производств. Эта технология в настоящее время при финансовой поддержке Минского облисполкома осваивается на Смолевичском опытном заводе.

Для цинковых и медных отходов наиболее подходящим является растворение оксидов в кислотах с последующим осаждением на катоде. Образующаяся при электролизе кислота возвращается на позицию выщелачивания. В каждом конкретном случае можно проработать вариант безотходной технологии, не наносящей ущерба окружающей среде [4].

Миф 4. При небольших объемах производства гидрометаллургия убыточна

Рассмотрим на примере попытки освоения на Бобруйском кожевенном комбинате технологии переработки пастообразных отходов, содержащих

около 12% Cr_2O_3 . В соответствии с разработанной в НИИЛ НКМ БНТУ технологией отходы подвергали сушке, затем пиролизу и получали концентрат, содержащий 85% Cr_2O_3 . Аллюминотермией восстанавливали хром и получали высококачественный низкоуглеродистый 65%-ный феррохром [5]. Расчет затрат при выпуске опытно-промышленной партии показал, что себестоимость этого феррохрома несколько выше рыночной стоимости, в результате чего комбинат отказался от освоения технологии переработки отходов. Не нашла понимания у районных экологов идея снижения комбинату экологического налога, несмотря на то что освоение технологии переработки позволило бы не только прекратить вывоз на полигон ядовитых отходов, но и приступить к возврату накопленных сотен тысяч тонн на предприятие с целью их переработки.

Действительно, для отдельно взятого предприятия производство металлов из отходов может быть убыточно, особенно если содержание металла в отходах низкое, но если принять во внимание, что насыщение воды и почв тяжелыми металлами, в конечном итоге, приведет к необходимости рекультивации огромных площадей, затруднит экспорт продукции сельского хозяйства и потребует расходов на оздоровление населения республики, можно найти способ компенсировать потери предприятий на освоение технологий переработки отходов.

Во всем мире практикуется снижение налогового бремени при освоении предприятием технологий, предотвращающих загрязнение окружающей среды.

Миф 5. Беларусь обеспечена металлургическими кадрами

В БНТУ две кафедры выпускают инженеров-металлургов, что, на первый взгляд, более чем достаточно для обеспечения кадрами металлургов нашей промышленности. Тем не менее, вопросам гидрометаллургии в учебных программах отведено символическое количество времени, в результате чего выпускаемые специалисты не готовы решать проблемы металлосодержащих отходов с помощью гидрометаллургии. Кроме того, в Беларуси отсутствуют научные кадры этого профиля, что объясняет отсутствие исследовательских работ и готовых к освоению технологий рециклинга металлов из металлосодержащих отходов в промышленный оборот. Очевидно, нужно пересмотреть программы подготовки инженеров-металлургов и организовать специализацию с целью подготовки гидрометаллургов с углубленными знаниями по проблемам экологического характера.

Необходимо обратить внимание на недопустимость упрощенного подхода к проблеме. Так, например, нельзя решать проблему введением высушенных отходов в расплав чугуна, особенно если содержание металла в них меньше 40%, так как при этом резко возрастает расход энергии на плавку, сама она растягивается во времени, количество шлака возрастает, а стабильность химического состава чугуна падает.

Миф 6. Запад нам поможет

Проблема переработки металлосодержащих отходов не снята в развитых странах Европы и США. Наибольший прогресс в её разрешении достигнут в США, где фирмой «Molten Metals» разработаны универсальные установки для переработки отходов. Технология переработки металлосодержащих отходов предусматривает их дробление, сушку и вдувание инертным газом в расплав чугуна [5, 6]. Металлы из отходов восстанавливаются углеродом и кремнием, а «пустая порода» (Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MgO) переходит в шлак. При кажущейся простоте процесса он обладает рядом недостатков: высокая энергоёмкость, неопределенность состава получаемого продукта, огромное количество шлака, в котором частично остаются металлы, очень сложная система очистки отходящих газов, особенно при переработке гальванических шламов, в которых металлы находятся в виде хлоридов или сульфидов, и, наконец, очень высокая стоимость. Самая простая установка этого типа стоит порядка 50 млн. долл. США.

Маловероятно, что в ближайшей перспективе в Республике Беларусь найдутся деньги, чтобы создать сеть таких установок вблизи крупных промышленных центров. Так как переработку металлосодержащих отходов нельзя откладывать, необходимо активизировать разработку собственных, пусть и не универсальных, технологий, призванных остановить дальнейшее накопление отходов.

Эту проблему можно решить путем создания сети региональных центров сбора и комплексной переработки отходов. Эти центры должны иметь набор оборудования, обеспечивающего реализацию различных технологий переработки, базовой из которых является гидрометаллургия. В перспективе эти центры поэтапно могут быть переведены на универсальные технологии рециклинга металлов в промышленный оборот.

К сказанному необходимо добавить, что пора начинать исследования в области поиска методов очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами. Такие работы ведутся в России [7]. В основе метода очистки лежит применение растений, способных поглощать в больших количествах металлы из почвы. Совместная работа металлургов и биологов даст возможность найти способ утилизации растений, содержащих тяжелые металлы.

Выводы

Загрязнение почв и вывоз на полигоны металлосодержащих отходов можно остановить только организовав переработку отходов в регионах их накопления, для чего необходимо организовать подготовку кадров гидрометаллургов; провести анализ вида и количества металлосодержащих отходов по областям и на этой базе определить места дислокации предприятий по их переработке; провести мониторинг уровня загрязнения почв металлами и выявить места наибольшего загрязнения; активизировать научно-исследовательскую деятельность в области изыскания недорогих безотходных технологий рециклинга металлов из отходов в промышленный оборот и в области исследования способов очистки почв от металлов; в законодательном порядке повысить ответственность руководителей предприятий за загрязнение окружающей среды и, наконец, проработать экономические меры повышения заинтересованности предприятий в переработке собственных металлосодержащих отходов.

Литература

1. Аргументы и факты в Белоруссии. 2006. № 4. С. 14.
2. Комаров О. С., Проворова И. Б., Волосатиков В. И. и др. Кинетика легирования чугуна через шлаковую фазу // *Литье и металлургия*. 2008. № 1. С. 112–115.
3. Комаров О. С., Проворова И. Б., Волосатиков В. И. и др. Ресурсосберегающая технология производства отливок из никельсодержащих чугунов // *Литье и металлургия*. 2008. № 2. С. 25–28.
4. Волосатиков В. И. и др. Способ переработки отработанных медь- и цинксодержащих катализаторов: Пат. № 12273.
5. Свидинович Н. А., Комаров О. С., Волосатиков В. И. и др. Получение Fe–Cr-сплава с использованием отходов кожевенного и машиностроительного производства // *Литье и металлургия*. 2004. № 1. С. 18–21.
6. Nagel. Apparatus for treating a gas formed a waste in molten metal bath. US Patent. #5, 776, 420, Jul. 7 1988/
7. Аристархов А. Н., Харитонов А. Ф. Баланс тяжелых металлов – основа экологического прогнозирования загрязнения дерново-подзольных почв. <http://ciano.narod.ru/30let/14.htm>.