

Что делать с металлическими отходами, загрязненными радиоактивными веществами?



П.И.Черемисин,
заместитель
ген. директора
по науке
ЗАО «ЭКОМЕТ-С»

Состояние и проблемы

Одной из сложных экологических проблем является проблема обращения с радиоактивными отходами, в том числе с металлическими отходами, загрязненными радиоактивными веществами (МОЗРВ). Наличие их большого объема обусловлено не только накоплением в результате производства и массового сокращения ядерных вооружений, но и при использовании атомной энергии в мирных целях за счет эксплуатации и демонтажа отработавших ресурс объектов атомной энергетики и промышленности. Большое количество МОЗРВ также накоплено на объектах неядерного сектора, в первую очередь, на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. Эти отходы представляют собой трубопроводы (насосно-компрессорные трубы), арматуру и технологические аппараты газо- и нефтеперерабатывающих заводов, загрязненные природными радионуклидами (радий, торий, калий).

В настоящее время, по оценкам специалистов, на различных предприятиях и объектах РФ накоплено до 1 млн тонн (по оценкам на середину 90-х годов, на объектах атомной энергетики и промышленности было накоплено около 600 тыс. тонн) и ежегодно образуется только в результате эксплуатации 10–20 тыс. тонн МОЗРВ. Общий объем МОЗРВ существенно увеличивается в результате вывода из эксплуатации и демонтажа ряда объектов (АЭС, объекты ВМФ). По уровням радиоактивной загрязненности большая часть отходов (90–95%) относится к категории низкоактивных отходов в соответствии с классификацией, принятой в ОСПОРБ-99 и СПОРО-2002.

Обращение с МОЗРВ на объектах атомной энергетики и промышленности в настоящее время сводится, главным образом, к размещению (захоронению) в хранилищах различного типа, как правило, вместе с другими твердыми радиоактивными отходами (ТРО) или хранению на открытых площадках, прежде всего, крупногабаритного оборудования.

Обращение с МОЗРВ на объектах нефтегазового комплекса заключается, в основном, в их хранении на открытых площадках капитального ремонта скважин. На некоторых объектах проводится дезактивация труб путем удаления солевых отложений с последующим повторным использованием по прямому назначению. Широко распространена также практика сдачи таких труб в качестве вторсырья на предприятия по заготовке и переработке металлолома, что противоречит действующим санитарным правилам и нормативам.

К основным недостаткам в области обращения с МОЗРВ можно отнести следующие:

- большая часть накопленных и вновь образующихся отходов не перерабатывается;
 - многие инженерные сооружения не обеспечивают безопасное хранение непереработанных отходов;
 - отсутствует эффективная система учета и контроля за образованием и хранением отходов;
 - нет систематизированного и полного пакета нормативно-технических документов, регламентирующих единый порядок безопасного обращения с МОЗРВ на всех стадиях переработки и утилизации.
- В целом, наличие больших объемов МОЗРВ и отсутствие их переработки вызывает необходимость строительства новых хранилищ, что связано с существенными затратами на их сооружение, ухудшением радиозоологической обстановки в регионах, и приводит к безвозвратным потерям дефицитных и дорогостоящих материалов.

Кроме того, наличие большого объема МОЗРВ увеличивает вероятность поступления этих отходов на металлургические предприятия в составе металлолома, что может привести к радиоактивному загрязнению оборудования и образованию радиоактивных отходов (шлак, футеровка, пыль).

Технология переработки и утилизации

Наиболее очевидным и целесообразным подходом при решении проблемы обращения с МОЗРВ является их переработка с целью уменьшения объема ТРО, подлежащих захоронению, и утилизации металла. Мировая практика показывает, что оптимальным решением проблемы утилизации, обеспечивающим возврат металла в промышленность для повторного использования, является использование на заключительной стадии переработки МОЗРВ метода переплавки с получением в качестве конечной продукции слитков металла. В зависимости от остаточной загрязненности металл после переработки может направляться на использование в промышленности без ограничения, использование в ограниченных целях (напр., в атомной промышленности) или на выдержку до естественного распада находящихся в нем радионуклидов.

Слитки металла, направляемые на неограниченное использование в промышленности, являются экологически безопасными при их любой последующей переработке. Использование при производстве стали в качестве металлолома полученных в результате переработки МОЗРВ шихтовых слитков металла позволяет исключить из производственного цикла одно из самых энерго- и капиталоемких звеньев – доменное производство чугуна. Это, по расчетам экологов, обеспечивает снижение вредных выбросов в атмосферу более чем в шесть раз, загрязнение воды – в четыре раза, количество твердых отходов – в 16 раз, а затраты на нейтрализацию ущерба, наносимого окружающей среде при использовании чугуна, в тридцать раз больше, чем при использовании металлолома.

Учитывая очевидные по сравнению с другими методами переработки преимущества, за последние десять лет переплавка загрязненного металла сформировалась в мировой практике как новая индустрия. В настоящее время в промышленном масштабе переплавкой МОЗРВ занимаются несколько специализированных предприятий, среди которых можно отметить:

- Siempelcamp Nukleartechnik GmbH, Германия, (начало 1989 г.);
- Studsvik RadWaste AB, Швеция (начало 1987 г.);
- BNFL, Великобритания (начало 1994 г.);
- Duratek Inc, США (начало 1991 г.);
- ЗАО «ЭКОМЕТ-С», г. Сосновый Бор, Ленинградская обл., Россия (начало 1994 г.).

Анализ мирового опыта обращения с МОЗРВ показывает, что большинство специализированных западных предприятий используют переплавку МОЗРВ в качестве основной технологической стадии без предварительной глубокой дезактивации, обеспечивающей получение металла, пригодного для свободного неограниченного использования. По этой причине после переплавки МОЗРВ получается металл, главным образом, пригодный лишь для ограниченного использования, из которого изготавливают оборудование для применения в атомной промышленности.

Для решения проблемы обращения с МОЗРВ, накопленными и образующимися на объектах РФ, еще в 80-х годах прошлого века была разработана концепция обращения, технология переработки и принципы нормирования остаточной загрязненности металлов, обеспечивающие возврат очищенного металла в промышленность. Данные разработки были реализованы ЗАО «ЭКОМЕТ-С», которое в настоящее время является единственным в РФ специализированным предприятием по обращению с МОЗРВ. Используемая на этом предприятии технология переработки и утилизации позволяет вернуть большую часть загрязненного металла после его очистки в промышленность для неограниченного повторного использования, а образующиеся вторичные радиоактивные отходы, количество которых не превышает 5–10% от исходного количества МОЗРВ, перевести в экологически безопасную форму, удобную и безопасную для транспортировки и захоронения.

Технология основана на применении на заключительном этапе переработки обязательной стадии переплавки прошедших дезактивацию МОЗРВ с по-

лучением конечного продукта в виде шихтовых слитков металла, которые в качестве вторичного сырья направляются на металлургические предприятия для производства изделий, используемых в промышленности. Необходимость проведения на радиационных объектах обязательной предварительной переплавки прошедшего дезактивацию металлического сырья перед его отправкой на перерабатывающие предприятия подтверждена включением этого положения в ОСПОРБ-99 и СПОРО-2002.

Технология переработки и утилизации МОЗРВ включает в себя в качестве основных стадий радиационный контроль, сортировку, фрагментацию, дезактивацию и переплавку.

Входной радиационный контроль осуществляется при поступлении контейнеров или упаковок с МОЗРВ на предприятие для определения степени и характера загрязненности радионуклидами конкретной партии МОЗРВ.

Сортировка отходов производится по степени загрязненности радиоактивными веществами, весогабаритным и качественным характеристикам материала с целью формирования партий металла, направляемых на дальнейшую переработку.

Фрагментация отходов производится до размеров, позволяющих произвести загрузку фрагментов в плавильную печь. Применяются механическая, газовая и плазменная способы резки с использованием стационарно установленного и переносного оборудования.



Рис. 1. Установка дробеструйной дезактивации



Рис. 2. Разливка металла после переплавки

Дезактивация МОЗРВ, в зависимости от состава и уровня радиоактивного загрязнения, проводится с использованием установки механической (дробеструйной) (рис. 1) или термической дезактивации.

Переплавка проводится в индукционной плавильной печи под слоем рафинирующих флюсов. После полного расплавления и небольшого перегрева металла производится удаление образовавшегося шлака. Расплавленный металл разливается в изложницы (рис. 2), после остывания слитки извлекаются из изложниц и направляются на радиационный контроль. Загрязненные радиоактивными веществами шлак и использованные футеровочные материалы направляются на кондиционирование и захоронение.

Радиационный технологический контроль проводится на всех стадиях переработки. На этапах фрагментации, дезактивации и переплавки МОЗРВ осуществляется контроль мощности дозы гамма-излучения от отходов, контроль поверхностной загрязненности фрагментов отходов и оборудования, гамма-спектрометрический анализ проб отходов и расплава, контроль загрязненности воздуха, выбрасываемого в атмосферу. Выходной контроль слитков металла предусматривает измерение мощности экспозиционной дозы и уровней поверхностного загрязнения слитков. Кроме того, предусмотрен контроль загрязненности партии слитков металла путем измерения на гамма-спектрометре проб расплава, отбираемых перед разливом металла в изложницы. Остаточная загрязненность слитков металла регламентируется ГОСТом Р 51713-2001 «Слитки черных и цветных металлов. Допустимые уровни гамма-излучающих радионуклидов. Метод радиационного контроля».

Имеющаяся отечественная практика и результаты переработки более 10 тыс. тонн МОЗРВ показали высокую эффективность применяемой технологии переработки и утилизации и подтвердили, что оптимальным и единственно возможным в настоящее время способом решения проблемы утилизации МОЗРВ является использование на заключительной стадии обращения с отходами метода переплавки с получением в качестве конечной продукции шихтовых слитков металла.

Целесообразность переработки и утилизации с использованием переплавки

Целесообразность и перспективность развития этого направления подтверждается тем, что переплавка МОЗРВ в качестве основной технологической стадии при обращении с МОЗРВ используется практически всеми специализированными предприятиями стран с развитой ядерной энергетикой.

Анализ экономических аспектов переработки и утилизации МОЗРВ в РФ показывает, что стоимость услуг переработки с переплавкой на заключительной стадии в настоящее время существенно ниже стоимости услуг по кондиционированию и захоронению (долговременному хранению) на специализированных комбинатах «Радон», а также затрат на переработку МОЗРВ по существующим на некоторых объектах технологиям.

При этом необходимо учитывать, что помимо прямой экономической выгоды переработка МОЗРВ по существующей технологии с переплавкой на заключительной стадии обеспечивает:

- уменьшение объема ТРО, направляемых на захоронение, в 20–80 раз;
- снижение потребности в объемах хранилищ для ТРО;
- возврат металла в повторное использование;
- исключение попадания МОЗРВ в металлургическое производство в виде металлолома.

В целом, применение существующей технологии с переплавкой обеспечивает повышение уровня радиозоологической безопасности на всех стадиях обращения с МОЗРВ, вторичными ТРО и металлоломом, направляемым на повторное использование, и позволяет практически исключить необходимость захоронения (долговременного хранения) МОЗРВ, накопленных и образующихся в результате использования атомной энергии и производственной деятельности ряда предприятий неядерного сектора.