

**NATIONS UNIES**

**ОБЪЕДИНЕННЫЕ НАЦИИ**

**UNITED NATIONS**

COMMISSION ECONOMIQUE  
POUR L'EUROPE

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
КОМИССИЯ

ECONOMIC COMMISSION  
FOR EUROPE

SEMINAIRE

СЕМИНАР

SEMINAR



COMMITTEE FOR TRADE, INDUSTRY  
AND ENTERPRISE DEVELOPMENT

Distr.  
GENERAL

AD HOC GROUP OF EXPERTS ON STEEL

TRADE/STEEL/SEM.2/AC/6

Workshop on Radioactive Contaminated  
Metallurgical Scrap

7 April 1999  
RUSSIAN ONLY

Prague (Czech Republic), 26-28 May 1999

## **КОНТРОЛЬ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОГО МЕТАЛЛОЛОМА**

*(М.Г. Исаков, Н.П. Валуев, Ю.В. Мойш, Н.В. Никоненковб, Государственный научный  
центр „ЦНИИчермет им. И.П. Бадрина, Россия)*

This paper has been issued without formal editing by the secretariat.

**NEXT PAGE(S)  
left BLANK**

В настоящее время достаточно остро стоит проблема организации радиационного контроля и рекультивации радиоактивно загрязненного металлолома. Согласно данным, опубликованным The U.S. Nuclear Regulatory Commission, к середине 1997 г. в мире произошли 2357 событий, связанных с несанкционированным поступлением радиоактивного лома на металлургические предприятия. Ликвидация последствий радиационных аварий в металлургии требует огромных затрат (до 20 млн. долларов США на одну аварию). Актуальность этой проблемы возрастает из-за постоянного накопления металлоотходов ядерной энергетики и в связи с предстоящим демонтажом большого количества ядерно-энергетических установок, вырабатывающих свой ресурс.

Ситуация усугубляется тем обстоятельством, что металлы являются одним из наиболее рециклируемых материалов, используемых в хозяйственной деятельности. Это приводит при отсутствии тотального радиационного контроля к постепенному накоплению радиоактивных компонентов в процессе их утилизации и переплава и повышению уровня радиационного загрязнения всей массы металла, находящегося в эксплуатации. Очевидно, что назрела настоятельная необходимость проведения организационных и технических мероприятий, направленных на предотвращение распространения радиоактивных веществ при обороте металла.

Основными потребителями лома, производителями и экспортерами металлопродукции являются предприятия металлургического комплекса. Кроме того, достаточно большое количество лома Россия экспортирует (несколько миллионов тонн в год). Проблема предотвращения распространения радиоактивно загрязненного лома здесь в основном связана с тем, что существует весьма много источников (организаций и предприятий) поступления лома, причем во многих из них вообще не проводится соответствующий контроль металла. Решение этой проблемы состоит в осуществлении обязательного радиационного контроля лома у поставщиков, в особенности тех, у которых имеется потенциальная возможность радиоактивного загрязнения, и сертификации металла на радиационную безопасность.

По нашему мнению, функции контроля и сертификации лома у поставщика следует возложить на специализированные предприятия и организации металлургической промышленности РФ как стороне несущей максимальные экономические и социальные потери в случае попадания в переработку радиоактивного лома. Кроме того, такой подход отражает и интересы международного металлургического сообщества, поскольку:

во-первых, изначально неизвестно направит ли поставщик лом на

металлургические предприятия России или на экспорт ,

во-вторых, попадание радиоактивного лома на металлургические заводы может привести к загрязнению не только металлургических агрегатов, но и готовых , в том числе и экспортируемых , изделий.

Вероятно возможны и другие подходы к решению данной проблемы. Во всяком случае, нельзя допускать, чтобы радиационный контроль и сертификацию лома проводили сами его поставщики.

Важное значение имеет унификация требований к безопасности металлопродукции. В промышленно развитых странах, включая Россию, в настоящее время существует система норм, регламентирующих содержание радионуклидов в металлах. Однако эти нормы существенно различаются характеристиками и величинами радиоактивности. Используются следующие характеристики: удельная активность металла Бк/г, поверхностная активность  $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -нуклидов, Бк/см<sup>2</sup>, мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч. Экспертами ЕС рекомендуются следующие допустимые значения: удельная  $\beta$ - и  $\gamma$ -активность не более 1 Бк/г при общей массе лома не более 1 т и не более 10 Бк/г в любом отдельном фрагменте лома; поверхностная  $\beta$ - и  $\gamma$ -активность не более 0,4 Бк/см<sup>2</sup> для нефиксированного загрязнения и не более 0,04 Бк/см<sup>2</sup> для фиксированного  $\alpha$ -активного загрязнения. В ФРГ для неограниченного применения лома используется уровень удельной активности 0,1 Бк/г; ограничение в применении имеет лом удельной активностью от 0,1 до 1 Бк/г. В Англии безопасным уровнем признается 0,4 Бк/г, в Японии 0,5 Бк/г. В России действует норматив, согласно которому неограниченное использование металла допускается при удельной  $\gamma$ -активности 0,37 Бк/г. В ряде случаев радиоактивность лома оценивается по мощности дозы излучения, при этом допустимыми пределами радиоактивности металла считаются превышения мощности дозы лома над естественным фоном в пределах от 0,2 мкЗв/ч до 0,5 мкЗв/ч.

Очевидно, что для снижения вероятности распространения в мире лома и готового металла с повышенной радиоактивностью необходима разработка единой международной нормативной базы, на основе которой должна быть создана общая система сертификации.

Другой стороной этой проблемы является отсутствие унифицированных методик оценки радиоактивности лома. Очень сложно оперативно определять в больших объемах лома такие параметры, как удельная активность металла, уровень поверхностных загрязнений, тип радионуклидов и др. Рекомендуемые для оценки характеристики радиоактивности лома не позволяют выявить в ломе наличие очень опасных для

металлургов экранированных радиоизотопных источников, попадание в плавку которых приводит к наиболее тяжелым последствиям. Поэтому необходимо стандартизировать методики контроля радиоактивности лома для обеспечения выявления всех представляющих опасность радионуклидных загрязнений. Одним из путей решения этой проблемы является многостадийность измерений, когда последующая стадия контроля осуществляется лишь при условии обнаружения отклонений от норм на предыдущей стадии. При таком подходе каждая партия лома подвергается относительно несложному в осуществлении дозиметрическому контролю и в случае, если величина надфоновой мощности эквивалентной дозы не превысит, например, 0,2 мкЗв/ч, контроль завершается и лом направляется потребителю. При превышении указанной величины, что на практике происходит не чаще, чем в 2-3 случаях из 1000, необходимо проводить детальный контроль с измерением характеристик  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - поверхностной загрязненности и, возможно, удельной активности металла.

Для реализации контроля радиоактивности металлолома в настоящее время имеется значительный выбор приборных средств, в том числе и специализированных устройств контроля лома, находящегося в транспортных средствах. Такие устройства нашли широкое применение в США, однако в странах ЕС и СНГ их применение ограничено, что связано во многом с высокой стоимостью приборов (50-170 тыс. долларов США). В этой связи представляется актуальной задача оснащения предприятий перерабатывающих и экспортирующих лом, относительно дешевыми высокочувствительными системами контроля радиоактивности металлолома, в особенности, в странах СНГ. Требуется также проведение совершенствования приборной базы радиационного контроля, направленное на повышение надежности обнаружения опасных радиоактивных загрязнений. В связи с возможностью попадания радионуклидов в плавку необходимо использовать на металлургических предприятиях приборы для экспресс-анализа содержания радионуклидов в металле. Данные анализов фиксируются в сертификате радиационного качества продукции.

Государственный научный центр "ЦНИИчермет им.И.П.Бардина", являющийся головной научной организацией отрасли, уже значительное время занимается проблемами обеспечения радиационной безопасности, созданием и разработкой средств контроля радиационной чистоты металла, современных технологий дезактивации радиационно загрязненного металла. Следует подчеркнуть, что разработка ряда методик и аппаратуры радиационного контроля осуществляется совместно с Объединенным институтом ядерных

исследований г. Дубна, имеющим международный статус.

В ЦНИИчермете разработана система входного контроля, содержащая два блока детектирования, датчик присутствия транспортного средства, измерительный пульт с выносным блоком звуковой сигнализации, компьютер, интерфейсную плату с устройством сопряжения блоков детектирования с компьютером. Такое построение системы позволяет размещать блоки детектирования на проходной предприятия, а компьютер - в служебном помещении. В этом случае информация о радиационной чистоте металлолома может передаваться на расстояние несколько сот метров от зоны контроля.

В блоках детектирования используются пластмассовые сцинтилляторы размером  $500 \times 330 \times 50$  мм<sup>3</sup>. С каждым сцинтиллятором оптически сочленяются по два фотоэлектронных умножителя, работающих в режиме совпадений. Такая конструкция обеспечивает возможность регистрации  $\gamma$ -квантов в энергетическом диапазоне 50 кэВ- 3,0 МэВ и быстрых нейтронов. Сцинтилляторы помещены в свинцовые экраны, снижающие влияние фонового излучения.

В системе предусмотрена компьютерная обработка флуктуаций мгновенных значений скоростей счета импульсов детекторов, что позволяет снизить порог обнаружения до 5 нЗв/ч. Программа функционирования системы контроля включает непрерывное отслеживание радиационного фона, варьирование временем усреднения информации для адаптации к изменению скорости перемещения транспорта с ломом, автоматическое изменение порога срабатывания при прохождении транспорта с ломом через зону контроля.

Система аттестована Госстандартом РФ. Стоимость системы составляет 12 тыс.долларов США, что существенно ниже стоимости аналогичных зарубежных систем.

При обнаружении радиоактивности в ломе возникает проблема обращения с загрязненным металлом. В настоящее время не существует единой нормативной базы, регламентирующей действия получателя и поставщика лома .В случае обнаружения загрязненного лома у потребителя обычно как показывает практический опыт происходит его отправка к поставщику. При кажущейся простоте и разумности реализация такого подхода связана с экологически опасной процедурой транспортировки радиоактивного лома иногда на весьма значительные расстояния. На наш взгляд, переработку высокоактивного металлолома следует осуществлять в специализированных региональных центрах. Целесообразно эти центры размещать на базе расположенных в этом регионе АЭС или специализированных пунктах захоронения радиоактивных отходов .Оплата

расходов на проведение данных работ может производиться за счет поставщика лома или продажи части дезактивированного металла. Проблема транспортировки и захоронения вторичных радиоактивных отходов (радиоактивные продукты переработки лома) является специальным вопросом и требует отдельной детальной проработки, однако, очевидно, что при дезактивации лома должны использоваться новые способы, обеспечивающие минимальное количество вторичных отходов в твердом состоянии.

В ЦНИИчермете разработан ряд новых металлургических технологий как обработки поверхности, так и рафинирования всего объема металла, которые являются весьма перспективными для эффективной очистки лома от радиоактивных загрязнений.

Для очистки поверхности лома от радиоактивных загрязнений может использоваться термодиффузионный способ дезактивации конструкционных и нержавеющей сталей, цветных сплавов, заключающийся в нанесении на поверхность металла специальных смесей, отжиге и последующем отделении радиоактивных продуктов реакции. Нанесение водных растворов смесей на обрабатываемую поверхность фрагментов лома производится как путем напыления, так и их окунанием. Для отжига может использоваться стандартное термическое оборудование: шахтные или проходные печи.

Образующиеся в результате такой обработки твердые химически стойкие вторичные радиоактивные отходы по массе не превышают 1-2% массы лома.

Преимуществами термодиффузионного способа обработки являются: низкая температура отжига (500-700°C); хорошо отделяемый слой продуктов окисления; незначительный уход в газовую фазу легколетучих радионуклидов; низкий расход смеси (0,1 кг/м<sup>2</sup>).

Для дезактивации загрязненного объема металла в ЦНИИчермете разрабатываются перспективные технологии, основанные на регулировании процессов раскисления, рафинирования и шлакообразования при переплавке металлических материалов. Изменяя составы добавок, а также шлаков и шлакообразующих смесей можно практически полностью извлечь из металла любую из существующих примесей в виде небольших количеств компактной твердой шлаковой фазы. Технология обеспечивает необходимый уровень удаления радионуклидов при минимальном количестве образующегося продукта и в большинстве случаев сохранение марочного состава перерабатываемого металла.

**NEXT PAGE(S)  
left BLANK**