

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГЕРМАНИЯ ИЗ ЗОЛОТВАЛОВ

**Е.А. Калашникова**

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

**А.А. Борисова**

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

**Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко**

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Уголь — один из древнейших видов топлива, вплоть до середины XX века был основным источником энергии. И сейчас, несмотря на активное использование нефти, газа, урана, доля угля в мировом производстве электроэнергии составляет около 40% (в Китае — 78%, в США — 50%, в России — 19%). Однако уголь не сгорает бесследно. В процессе его сжигания образуется не только энергия, но и отходы. При сжигании уголь преобразуется в золу и шлак, которые складываются как отходы энергетического производства в золоотвалах. По оценкам на конец 1990-х годов в стране было складировано более 1,5 млрд т золы и шлака, что занимает площадь во многие десятки тысяч гектаров. Ежегодно образуется около 30 млн т золы и шлака. Несмотря на принимаемые меры, золоотвалы пылят, нанося ущерб здоровью населения и состоянию природной среды.

Из золы углей в промышленных масштабах извлекается большой спектр металлов. Иногда, это является основным способом получения необходимого количества материала. Например, содержание германия в земной коре составляет  $1,5 \cdot 10^{-4}\%$ , из-за такого низкого содержания он обнаруживает ограниченную способность к образованию собственных минералов, которые встречаются в природе исключительно редко. Почти все они составляют сульфосоли, и содержание в них германия не превышает 10 кг на тонну. В свою очередь германий является стратегически важным материалом.

**Целью работы** является рассмотрение существующих технологий получения рассеянных металлов и поиск наилучшей доступной технологии на примере извлечения германия из золоотвалов. Актуальность темы подтверждается, с одной стороны, тем, что в Российской Федерации прогнозируется рост внутреннего потребления редких и цветных металлов, а с другой – необходимостью утилизации отходов угольного производства.

На сегодняшний день германий получают путем переработки германитовых и реньеритовых концентратов, также используют извлечение из пылей медеплавильных заводов, отходов свинцово-цинкового производства и т.д. Например, на заводе в Бельгии успешно используют один из этих способов, получая как технический германий, так и германий высокой чистоты.

В ходе работы проведена оценка затрат на технологии извлечения металлов различными методами. Себестоимость лабораторного извлечения металлов из зол углей оценивается рядом исследователей в настоящее время в несколько тысяч рублей за килограмм и более (Ge – 4000 руб./кг, Y – 8000 руб./кг). Извлечение из руд обходится в десятки раз дороже, т.к. применяются дорогостоящие физико-химические методы, например, ультразвуковые методы, метод зонной плавки. Учитывая относительно невысокую себестоимость лабораторного извлечения металлов из золошлаковых отходов, можно ожидать, что и производственная себестоимость будет, по крайней мере, не выше, чем себестоимость традиционного получения этих металлов. Можно также предположить, что ресурсная эффективность получения германия или его экологическая «цена» с учетом экологических аспектов в жизненном цикле при извлечении из золоотвалов будет ниже, однако на сегодняшний день, таких данных нет, а именно этот важнейший показатель определяет выбор наилучшей доступной технологии.

Кроме того, при переработке техногенных месторождений улучшается экологическая ситуация и появляется возможность создания новых рабочих мест. Одним из вариантов развития наукоемких малых предприятий является создание компактных производств по переработке техногенных отходов и извлечению из них ценных металлов. Эти производства могут работать в составе крупных горно-металлургических компаний на основе кооперации технолого-экономических связей между ними и энергетическими предприятиями или в составе экотехнопарков.

Извлечение ценных цветных и редких металлов из золошлаковых отвалов, а также из зол уноса может дать значительный региональный народно-хозяйственный эффект, что особенно важно в условиях реализации новой экологической промышленной политики, направленной на минимизацию и утилизацию отходов.