

УДК 66.097.3

И.М. Жарский, канд. хим. наук, проф.;
И.И. Курило, канд. хим. наук, доц.;
Е.В. Крышилович, ассист.;
Д.С. Харитонов, студ.
(БГТУ, г. Минск)

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ ТЭС

В ряде промышленно развитых стран количество ванадия, получаемого из вторичного ванадийсодержащего сырья, составляет значительную долю от общего объема, производимого из традиционного сырья. В Республике Беларусь в настоящее время отсутствуют промышленно опробованные технологии извлечения ванадия из промышленных ванадийсодержащих отходов. Поэтому разработка способов переработки ванадийсодержащих отходов обеспечивает решение двух основных задач: расширение сырьевой базы на остродефицитный металл и снижение экологической нагрузки на природную среду.

Потенциальным источником вторичного ванадийсодержащего сырья в Республике Беларусь являются твердые продукты сгорания углеводородного сырья на тепловых электростанциях (ТЭС), отработанные ванадиевые катализаторы сернокислотного производства и продукты глубокой переработки нефти: кокс термоконтактного крекинга, гудрон. Концентрация ванадия в них в 10–100 раз превышает его содержание в традиционном рудном сырье – титаномагниевого рудах (примерно 0,14–0,17% в пересчете на V_2O_5). В высокотемпературной зоне котлоагрегата при сжигании мазута образуются зольные остатки с высоким содержанием V_2O_5 – до 20%. Шламы, полученные после нейтрализации образовавшихся на поверхности воздухоподогревателя твердых продуктов сгорания, содержат до 10% оксида ванадия (V).

На основании проведенных исследований предложены два способа переработки ванадийсодержащих шламов ТЭС:

1) комбинированный способ выделения ванадийсодержащих компонентов из ВШ ТЭС, включающий: стадию окислительного обжига шламов; выщелачивание ванадийсодержащих компонентов в водных растворах электролитов; выделение ванадийсодержащих компонентов термогидролитическим методом либо осаждением гидроксидом аммония. Установлено, что максимальная степень выделения ванадия (до 95% в пересчете на V_2O_5) из ВШ ТЭС достигается при двухстадийном выщелачивании серной кислотой спеков, полученных при спекании зольных остатков шламов ТЭС с Na_2CO_3 и $NaCl$ (массо-

вое соотношение компонентов 2:1:1). Продукт, выделенный комбинированным методом, представляет собой ванадат натрия-магния ($\text{NaMg}_4(\text{VO}_4)_3$);

2) гидрометаллургический способ переработки ВШ ТЭС, включающий: двухстадийное выщелачивание ванадийсодержащих компонентов из зольных остатков растворами соляной кислоты с добавлением пероксида водорода ($\text{pH} = 1-2$); выделение соединений ванадия из растворов выщелачивания термогидролитическим методом. На каждой стадии после отделения осадка фильтрат повторно использовали для растворения новой порции золы. После десяти циклов выщелачивания проводили термогидролитическое отделение осадка в присутствии пероксида водорода при температуре 90°C , а очищенный фильтрат использовали для повторного выщелачивания. На основании расчета основных эколого-экономических показателей эффективности природоохранного мероприятия сделан вывод, что внедрение разработанного гидрометаллургического способа переработки зольношламовых отходов, образующихся в результате сжигания мазута, является экономически и экологически эффективным. Разработаны практические рекомендации для промышленных предприятий по использованию способов переработки ванадийсодержащих шламов ТЭС и охране окружающей среды.

Методом EDX и РФА установлены составы ванадийсодержащих компонентов, выделенных из шламов ТЭС. Содержание ванадия (в пересчете на V_2O_5) в выделенном продукте зависит от способа его выделения и изменяется в интервале от 1,3–60% для ванадийсодержащих компонентов, выделенных комбинированным методом, до 70–85% для ванадийсодержащих компонентов, выделенных гидрометаллургическим и электрохимическим методами.

Разработанные экологически безопасные ресурсосберегающие способы выделения ванадийсодержащих компонентов из зольных остатков шламов ТЭС могут быть использованы для комплексной переработки ванадийсодержащих промышленных отходов (зольные остатки от сжигания нефтяного кокса, отработанные ванадиевые катализаторы различного типа). Установлено, что выделенный гидрометаллургическим способом V_2O_5 отвечает требованиям ТУ на данный реагент. Экономическая и экологическая эффективность внедрения данных способов подтверждена расчетом эколого-экономических показателей.