

Выщелачивание редкоземельных металлов из зол уноса тепловых электростанций

11, ноябрь 2014

**Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С.,
Буторова И. А., Сеник Е. В., Воропаева А. А.**

УДК: 622:822.85; 622.834

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
Borisflot@mail.ru

На основании проведенных ранее исследований [1 - 3] было установлено, что выщелачивание скандия, иттрия и лантана из золошлаков является целесообразным и актуальным. Для отработки технологических режимов и разработки технологической схемы, предусматривающей повышение степени выщелачивания редкоземельных металлов из золошлаков, были проведены экспериментальные исследования с образцами золы уноса от сжигания углей на различных ТЭС (№1, №2, №3).

Зола уноса каждого предприятия рассматривалась отдельно.

На первоначальном этапе приготавливались навески: в стеклянную колбу засыпалось 10 г золы. Взвешивание осуществлялось с помощью аналитических весов. После этого в колбу добавлялось 90 мл дистиллированной воды, при этом общий объем пробы составлял 100 мл. Таким образом, соотношение твердой и жидкой фазы составило 1:10.

Затем в каждую пробу добавлялось определенное количество кислоты.

Используемые кислоты:

- серная кислота H_2SO_4 - 93,6-95,6 % масс., ХЧ, ГОСТ 4204-77;
- азотная кислота HNO_3 – 65 % масс., ХЧ, ГОСТ 4461-77;
- соляная кислота HCl – 35 % масс., ХЧ, ГОСТ 3118-77;

– смесь концентрированных азотной HNO_3 (65 % масс.) и соляной HCl (35 % масс.) кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму (массовое соотношение, в пересчёте на чистые вещества, около 1:2).

После добавления кислоты пробы помещались в шейкер на 0,5 часа, либо на 2,5 часа при температуре 80 °С и скорости вращения 250 об/мин.

При обработке полученных данных используются обозначения проб, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Обозначение проб

Например, «С-5-2,5-Cl» означает, что в пробу, приготовленную из золы ТЭС №3, добавили 5 г соляной кислоты (Cl) и выщелачивание проходило в шейкере 2,5 часа.

Обозначение золы:

- «К» - зола ТЭС №1;
- «КУ» - зола ТЭС №2;
- «С» - зола ТЭС №3.

Обозначение кислот:

- «S» - серная кислота;
- «N» - азотная кислота;
- «Cl» - соляная кислота;
- «ЦВ» - смесь концентрированных азотной и соляной кислот.

Степени извлечения лантана представлены на рис. 2 – 4, иттрия – на рис. 5 – 7, скандия – на рис. 8 - 10.

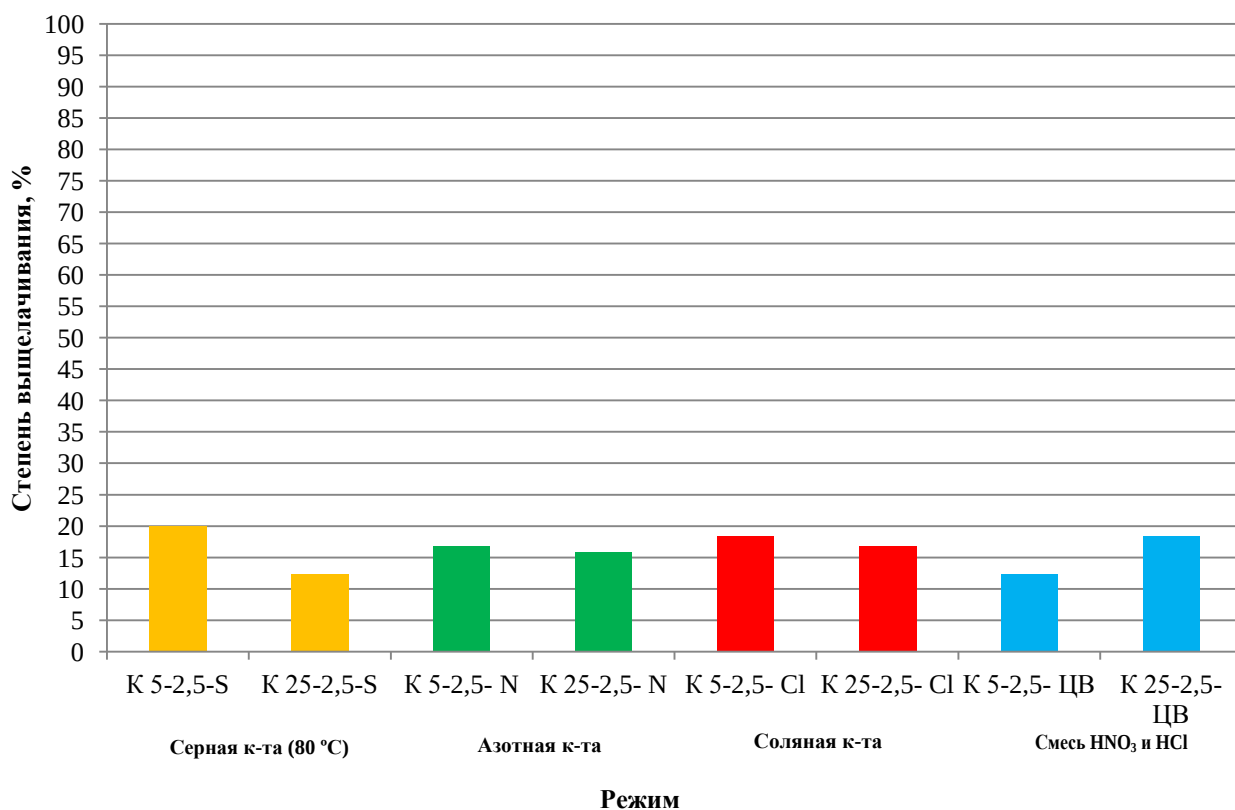


Рис. 2. Степени выщелачивания лантана из золы ТЭС №1

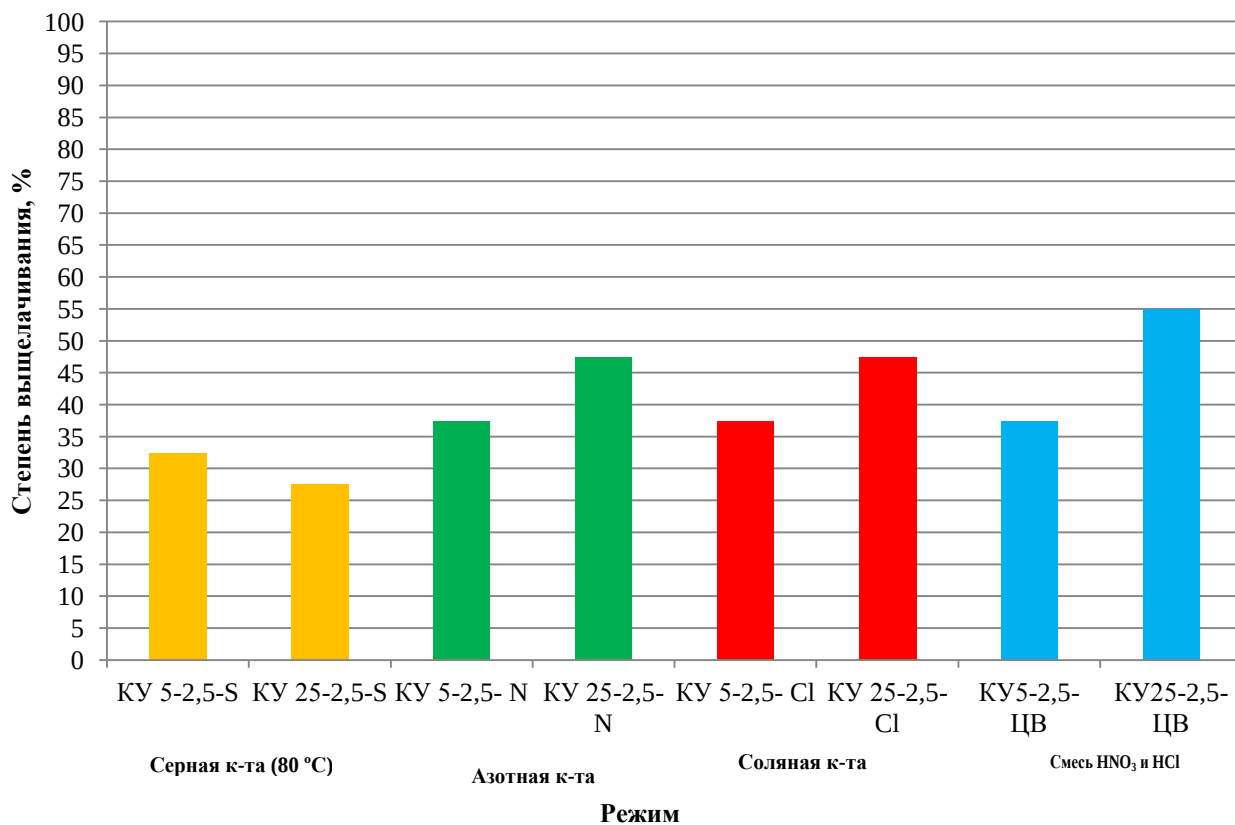


Рис. 3. Степени выщелачивания лантана из золы ТЭС №2

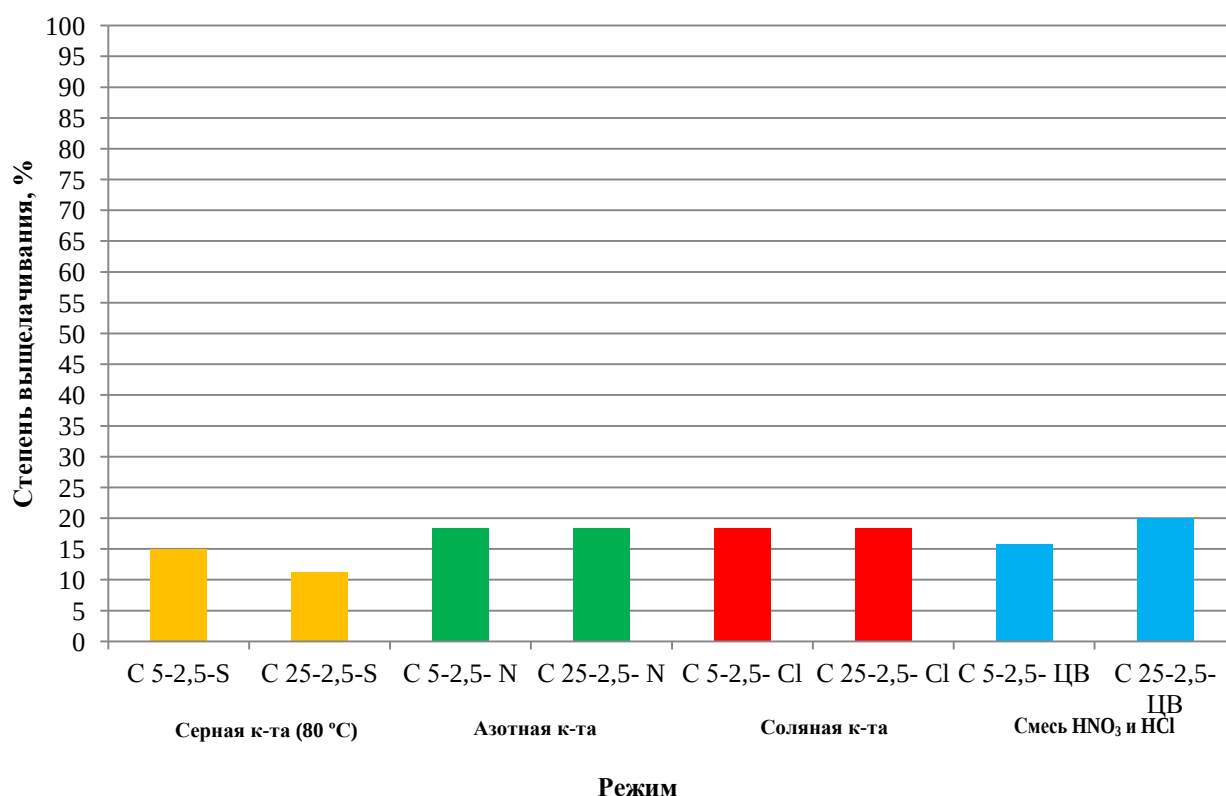


Рис. 4. Степени выщелачивания лантана из золы ТЭС №3

Как видно из рис. 2 - 4, наибольшая степень выщелачивания лантана достигается при обработке золы ТЭС №2 (от 18 до 55 %). В то время как степени выщелачивания лантана из золы ТЭС №1 и ТЭС №3 составили от 7 до 20 %.

При этом наилучший результат выщелачивания из золы ТЭС №2 составил 55 % при обработке золы 25 г смеси азотной и соляной кислот и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов.

Анализ данных, представленных на рис. 5 – 7, показал, что наибольшая степень выщелачивания иттрия достигается при обработке золы ТЭС №2 (от 23,33 до 43,33 %) В то время как степени выщелачивания иттрия из золы ТЭС №1 составили от 8,6 до 22 % а ТЭС №3 - от 15,25 до 27 %.

При этом наилучшие результаты выщелачивания иттрия из золы ТЭС №2 составили 43,33 % при обработке золы 25 г смеси азотной и соляной кислот и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов, а также при обработке золы 5 мл серной кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов.

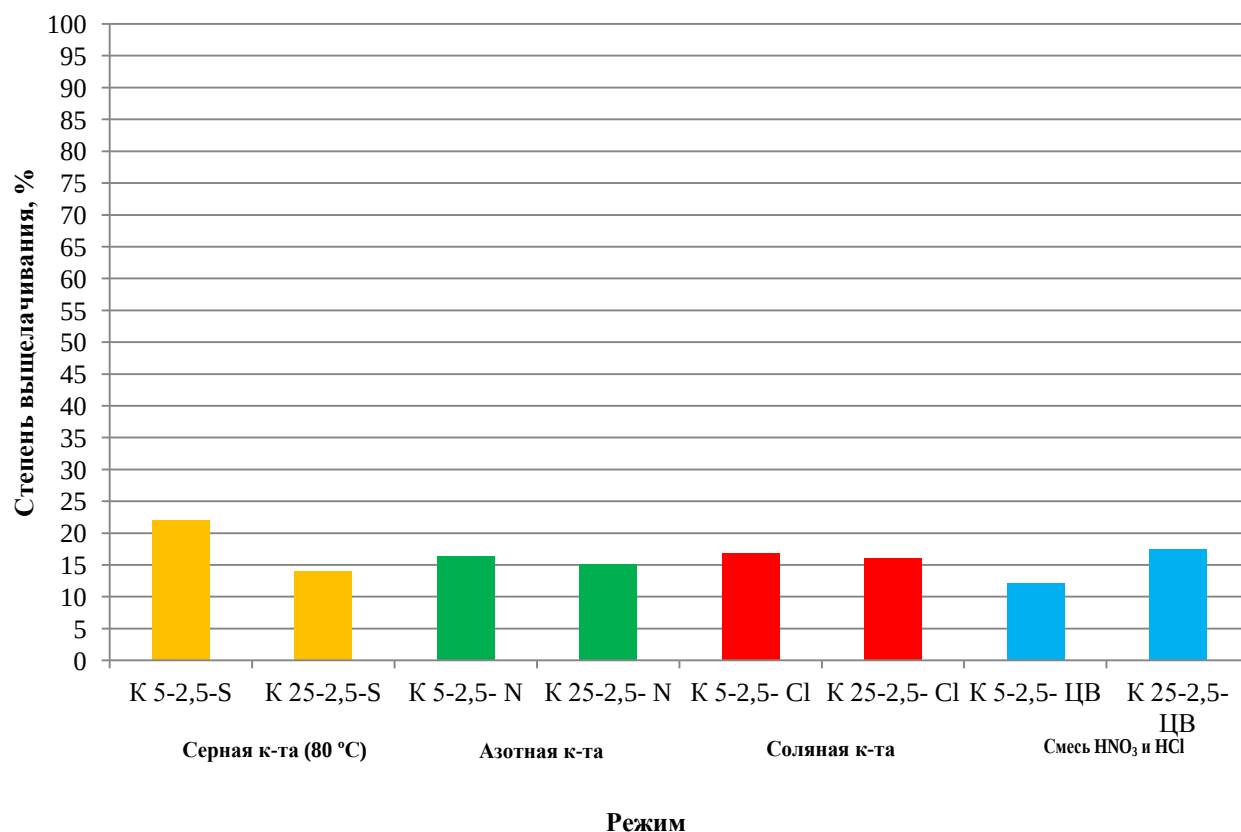


Рис. 5. Степени выщелачивания иттрия из золы ТЭС №1

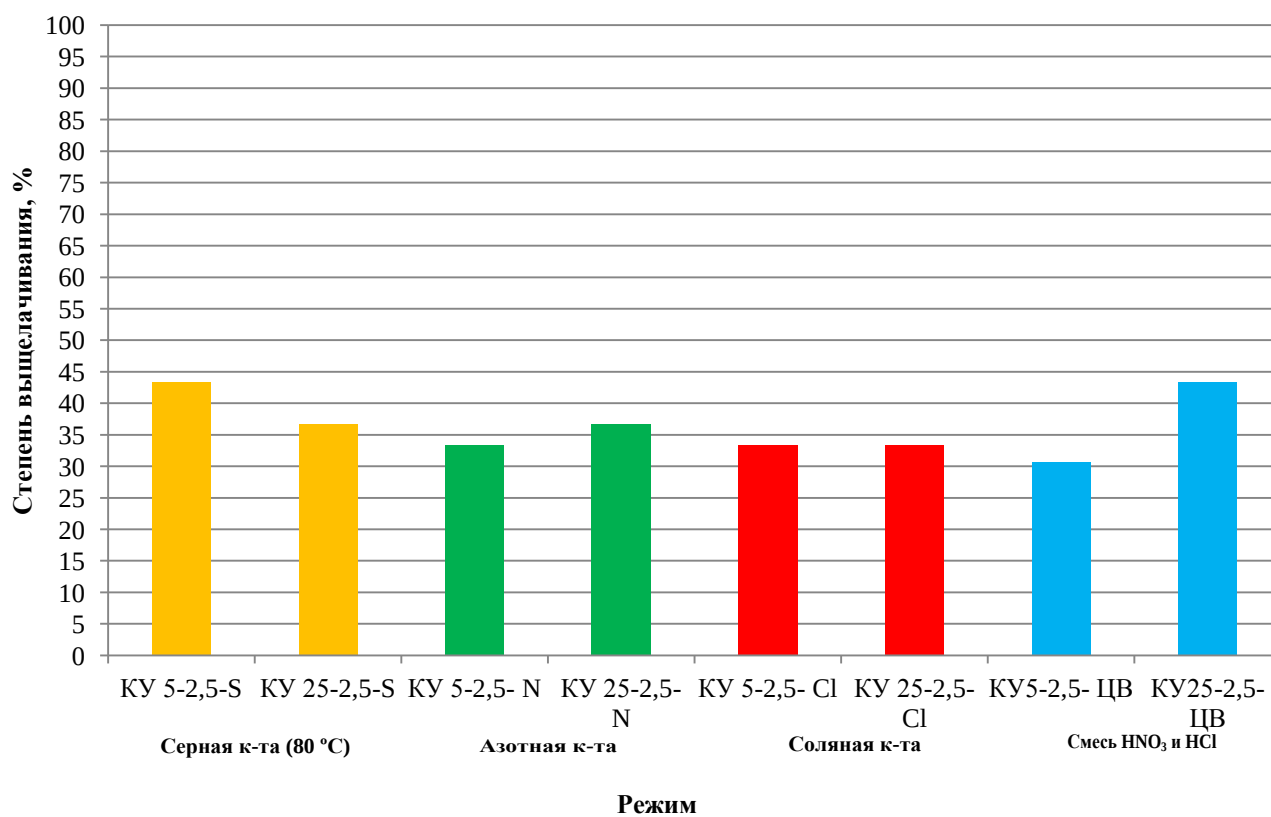


Рис. 6. Степени выщелачивания иттрия из золы ТЭС №2

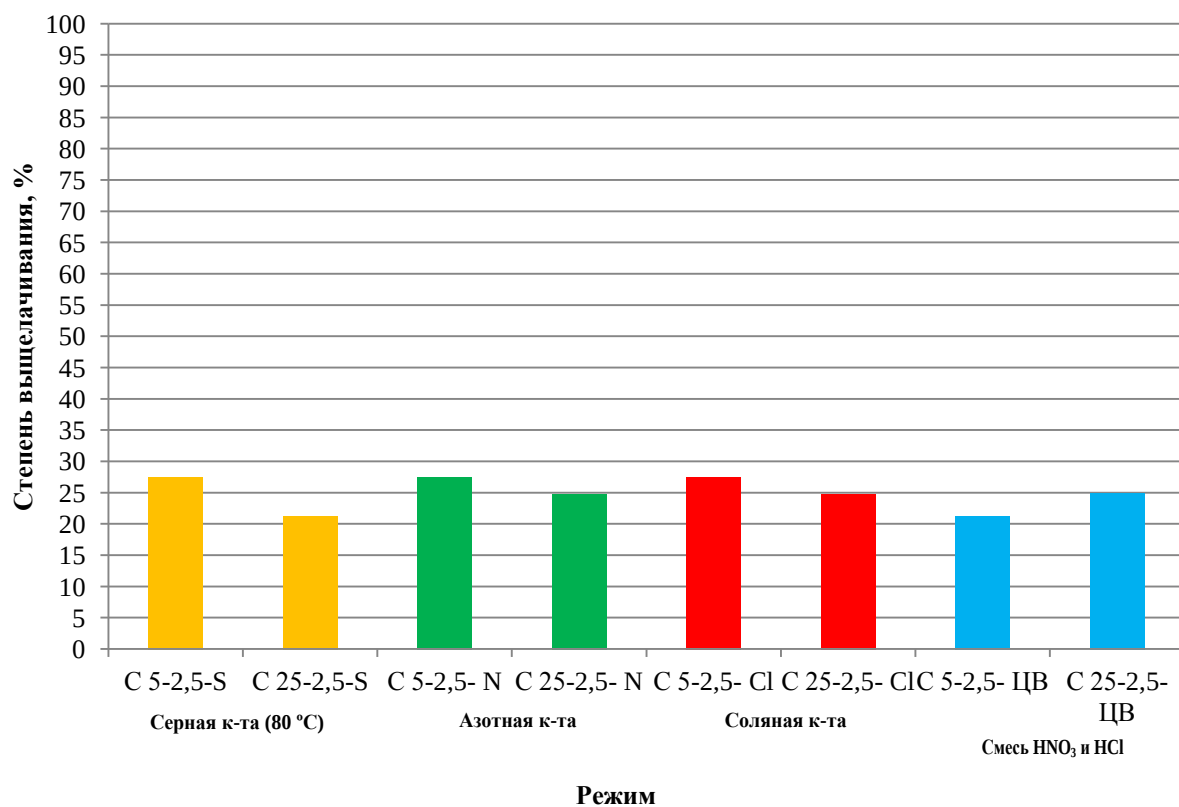


Рис. 7. Степени выщелачивания иттрия из золы ТЭС №3

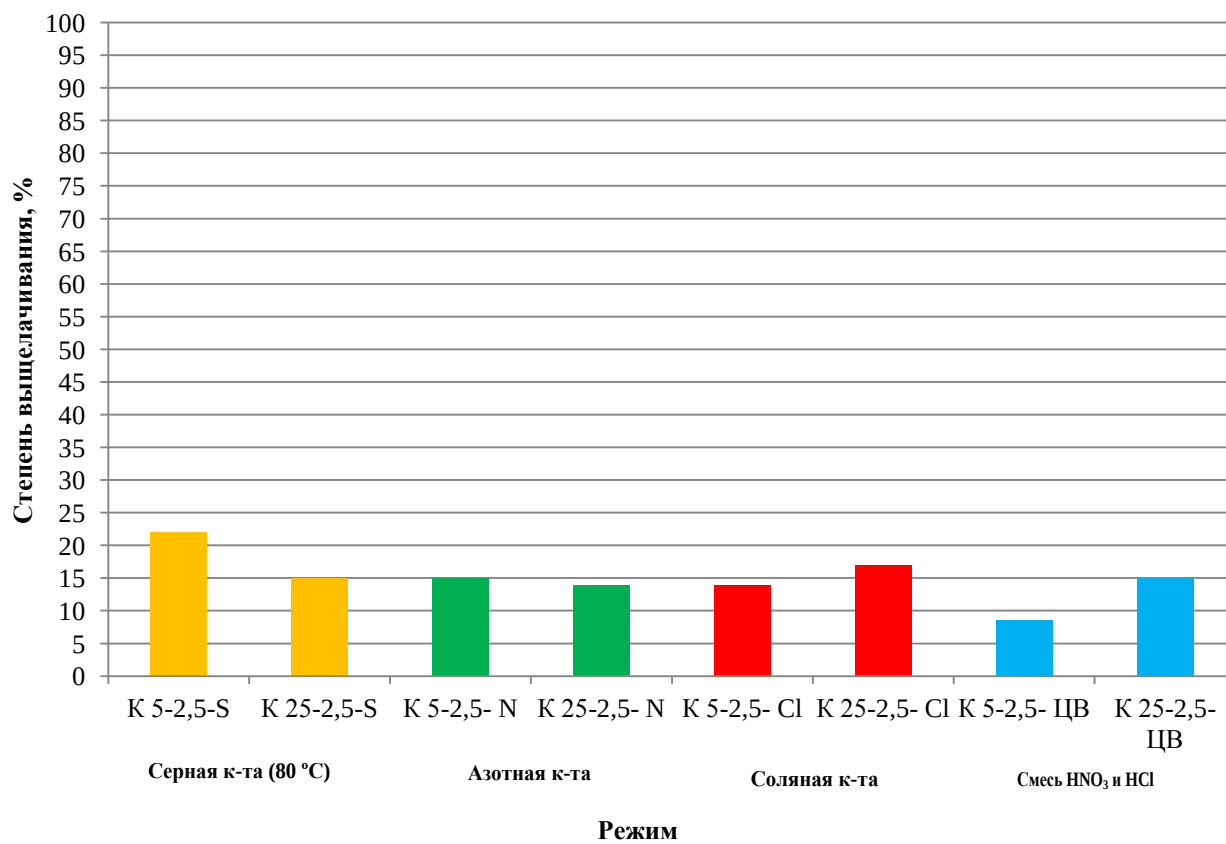


Рис. 8. Степени выщелачивания скандия из золы ТЭС №1

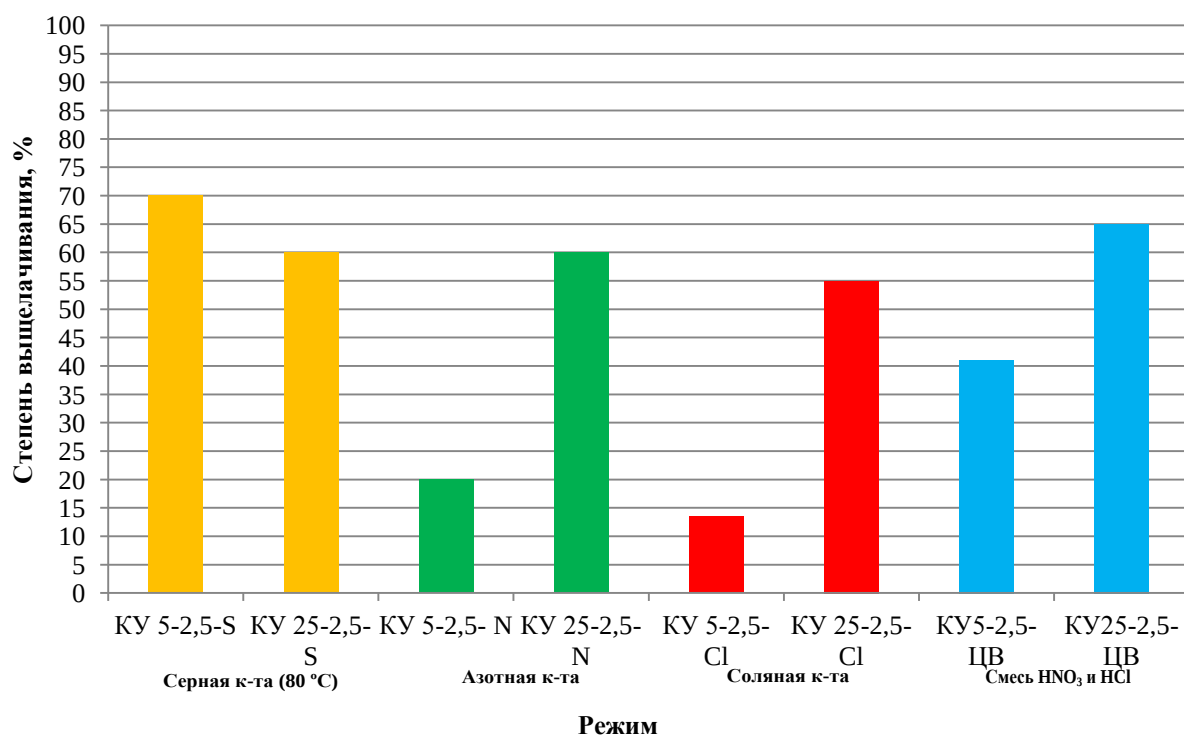


Рис. 9. Степени выщелачивания скандия из золы ТЭС №2

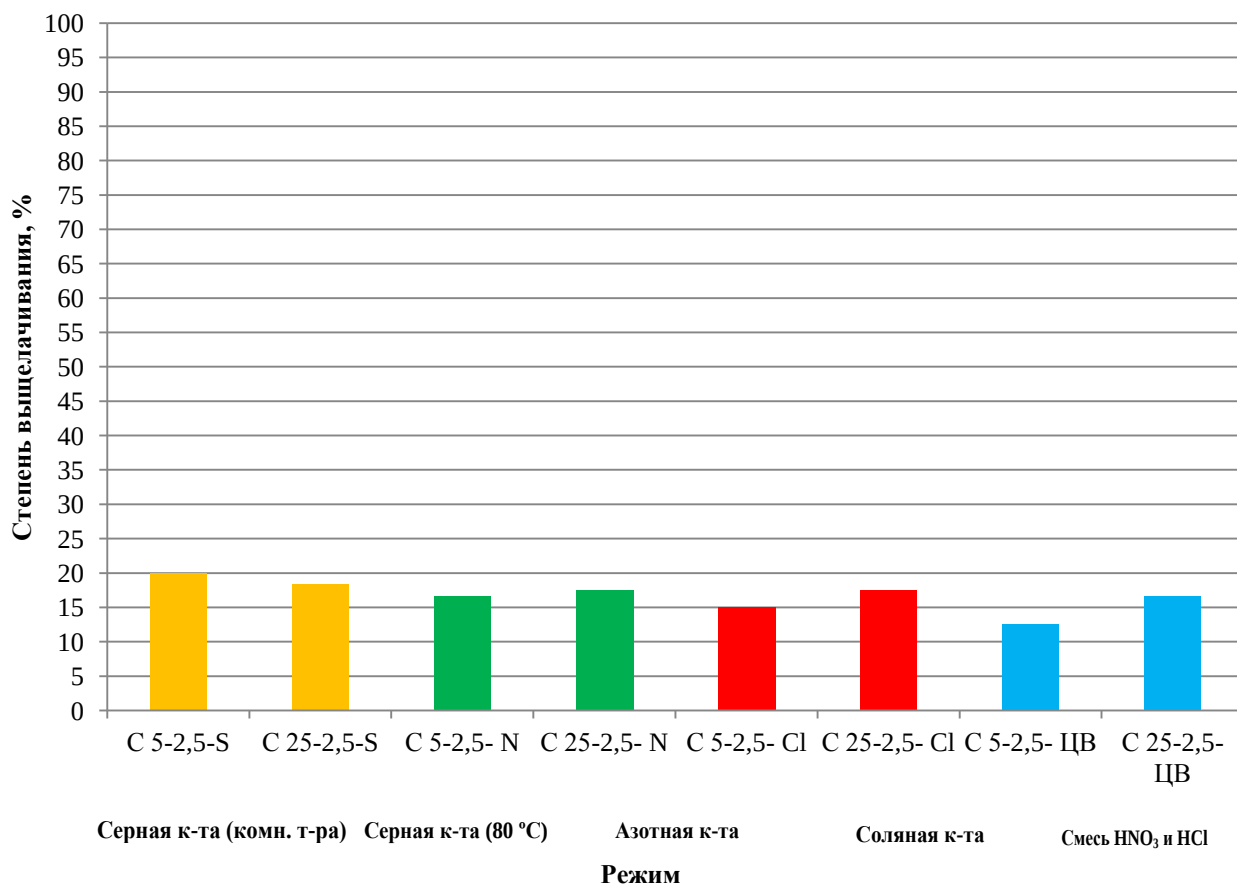


Рис. 10. Степени выщелачивания скандия из золы ТЭС №3

Как видно из полученных результатов (рис. 8 – 10), наибольшая степень выщелачивания скандия достигается при обработке золы ТЭС №2 (от 10, 5 до 70 %) В то время как степени выщелачивания скандия из золы ТЭС №1 составили от 7,9 до 22 % а ТЭС №3 - от 9 до 20 %.

При этом наилучший результат выщелачивания скандия из золы ТЭС №2 составил 70 % при обработке золы 5 г серной кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов.

Таким образом, обобщив все полученные результаты, можно сделать вывод, что наилучшей вскрываемостью обладает зола ТЭС №2, а соответственно, и более высокая степень выщелачивания лантана, иттрия и скандия, наблюдаются у золы ТЭС №2.

Кроме того, стоит отметить, что:

- лучшая степень выщелачивания лантана достигается при добавлении 25 г азотной кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов и среднее значение составляет 49,5 %;

- лучшая степень выщелачивания иттрия достигается при добавлении 5 г серной кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов и среднее значение составляет 45,333 %;

- лучшая степень выщелачивания скандия достигается при добавлении 5 г серной кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов и среднее значение составляет 75 %;

Таким образом, получается, что наиболее эффективным режимом является обработка серной кислотой и выщелачивание при 80°С в течение 2,5 часов.

Так как в предыдущих опытах были опробованы два режима (небольшое количество кислоты (5 г на 100 мл пробы) и большое количество кислоты (25 г на 100 мл пробы)), то дальнейшие исследования будут проводиться с целью подбора оптимальной дозы кислоты и выщелачивании при 80 °С в течение 2,5 часов.

Полученные результаты способствовали разработке схемы процесса выщелачивания редкоземельных металлов из техногенных отходов (рис. 11)

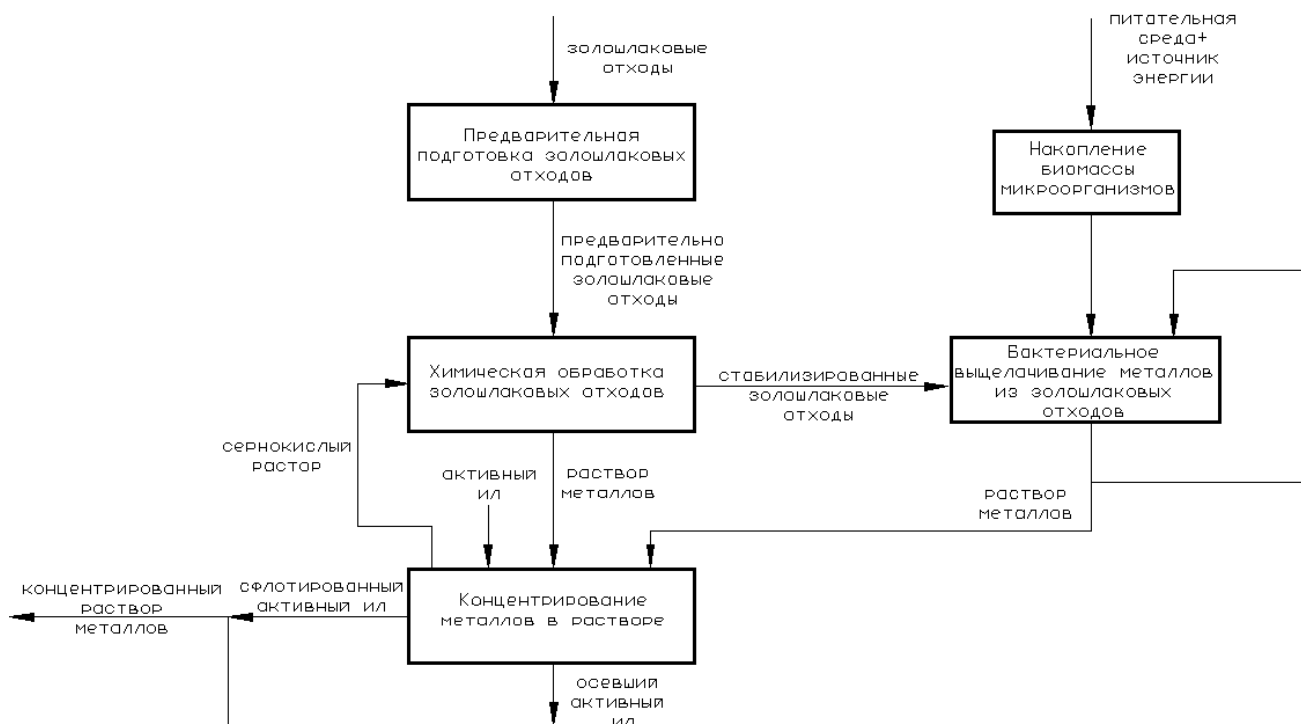


Рис. 11. Принципиальная схема процесса выщелачивания редкоземельных металлов из техногенных отходов

Проверка по отдельным узлам этой схемы указывает на ее эффективность и возможность практического использования.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта №13411.0924800.05.024 от 19.11.2013 г. между Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Список литературы

1. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Виноградов М.С., Балина А.А., Петрова Е.В. Флотационная обработка угольной золы ТЭЦ в процессах бактериального выщелачивания из нее редкоземельных металлов // Экология и промышленность России. 2013. №8. С. 4 – 8.
2. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Виноградов М.С., Балина А.А., Петрова Е.В. Разработка основ технологии извлечения ценных компонентов из золошлаковых отвалов объектов тепло- и электрогенерации // Экология и промышленность России. 2013. №8. С. 9 – 12.

3. Ксенофонов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Виноградов М.С., Балина А.А., Петрова Е.В. Влияние подготовки золошлаков на степень извлечения из них благородных и редкоземельных металлов // Экология и промышленность России. 2013. №8. С. 13 – 15.