

сбросами в окружающую среду необходима многоступенчатая очистка газового потока с фракционированием отдельных компонентов [1, 2].

Целью работы являлся поиск технологических подходов для фракционирования отдельных компонентов отработанного газового потока с получением бестритиевой азотной кислоты пригодной для использования в радиохимическом производстве.

Технологическая блок-схема основных операций процесса очистки газового потока с получением азотной кислоты представлена на рисунке 1.

Отработанный парогазовый поток с операции окисления оболочечного топлива, содержащий оксиды азота, диоксид углерода, йод, пары азотной кислоты и воды улавливали в абсорбционной колонне, орошаемой раствором азотной кислоты с концентрацией 50 г/л, после насыщения абсорбата проводили отгонку йода с последующей его сорбцией на твердом серебросодержащем сорбенте. После отгонки йода проводили корректировку полученного раствора. Для этого в раствор при температуре 75–80 °С и постоянном перемешивании вводили щавелевую кис-

лоту в соотношении 1 : 1. Полученный раствор кислот пропускали через слой твердофазного платиносодержащего катализатора при температуре 80–85 °С в результате чего происходило восстановление азотной кислоты с образованием газового потока, содержащего оксиды азота и диоксида углерода. Полнота восстановления азотной кислоты при этом составила 70,5%. Отработанный водный поток, содержащий остаточные количества щавелевой (менее 0,1 мас. %) и азотной кислот, после доукрепления использовали повторно в качестве поглотителя. Полученный газовый поток поступал в колонну доокисления, орошаемую 20 г/л раствором пероксида водорода, в результате получили 420 г/л раствор азотной кислоты.

По результатам экспериментов достигнуты коэффициенты очистки газового потока: от оксидов азота 103; от йода 102.

В перспективе при обращении с отработанным газовым потоком с операций термохимического окисления и растворения ОЯТ, содержащим молекулярный йод и тритиевые производные, этот подход позволит концентрировать и локализовать тритий и йод, а также получить азотную кислоту в бестритиевой форме.

### Список литературы

1. Патент US 4 206 073 А от 03.06.1980.
2. Патент RU 2 143 756 от 27.12.1999.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИЛЬМЕНИТА СО ФТОРИДАМИ АММОНИЯ

Г.С. Багдасарян

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кантаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bagdasaryan@tambo.ru

Фтораммонийная технология переработки минерального сырья становится более актуальной и перспективной, т. к. позволяет использовать сырьё с низким содержанием целевого компонента. Также эта технология позволяет комплексно извлекать не только титан, но и другие сопутствующие компоненты, например, железо, ванадий и кремний. Она обеспечивает экономию всех компонентов и практически полную замкнутость процесса [1].

В рамках данной статьи рассматривается первый этап переработки сырья: взаимодействие ильменита со смесью фторидов аммония (ФА) – гидрофторид аммония (ГФА) 1:1 по

массе. Используется именно такая смесь ФА и ГФА, т.к. после регенерации отходящих газов получается близкий к выбранному состав, что и обеспечивает замкнутость процесса по выщелачивающим агентам.

Для проведения эксперимента выделены образцы ильменита Иршанского (I) и Вольногорского (II) ГОКов (горно-обогатительный комбинат), их состав представлен в таблице 1.

На рисунке 1 представлена схема лабораторной установки. В тигель (1) помещается навеска ильменита массой 1 г. со смесью ФА – ГФА 1 : 1 с двукратным избытком над стехиометрией, а тигель, в свою очередь – в печь с нагревательным

Таблица 1. Содержание компонентов в образцах (в процентах)

Образец	Al	Ca	Cr	Fe	Mg	Si	Ti	Zr	Mn
I	0,480	0,222	0,099	36,530	0,469	0,116	33,930	0,025	0,411
II	0,527	0,137	0,027	15,680	0,187	0,504	40,740	0,038	0,000

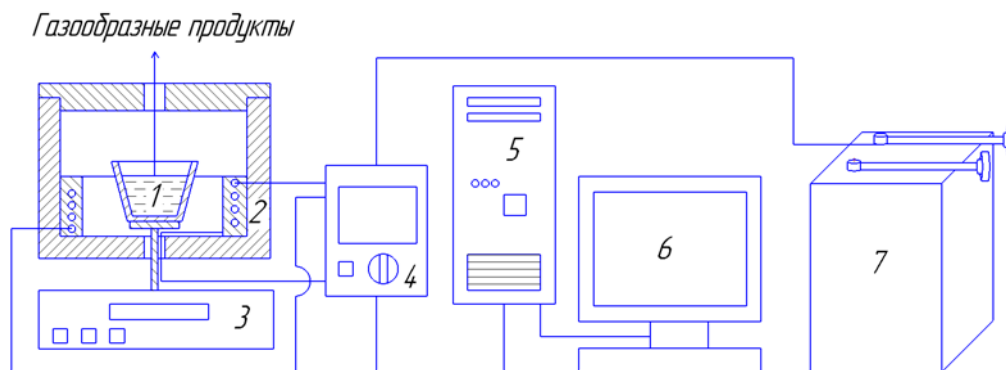


Рис. 1. Схема лабораторной установки

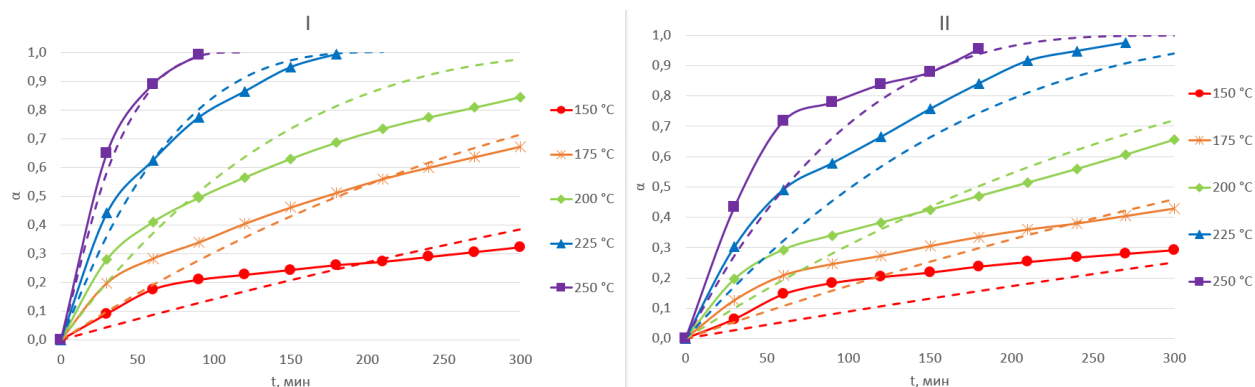


Рис. 1. Зависимости степени реагирования от времени процесса

элементом и термопарой. Печь (2) подключена к блоку контроля (4), который позволяет поддерживать постоянную температуру. Параллельно с нагреванием смеси происходит взвешивание тигля аналитическими весами (3). Весы подключены к компьютеру (5, 6). Также установлен лабораторный автотрансформатор (7) для снижения напряжения, поступающего от сети. Время протекания процесса составляет 5 часов. Температура эксперимента 150 °С – 250 °С.

По массе отходящих газов можно определить степень реагирования и предложить оптимальную модель для описания протекания гетерогенного процесса.

### Список литературы

1. Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И. Диоксид титана. – Томск: Изд. ТПУ, 2017. – 121с.
2. Дьяченко А.Н. Практикум по гетерогенной

химической кинетике. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – 23с.

$$\alpha_I = 1 - (1 - 22,1 \cdot \exp^{-52000/RT} \cdot t)^3;$$

$$\alpha_{II} = 1 - (1 - 1,4 \cdot \exp^{-44000/RT} \cdot t)^3.$$

Подставляя в полученные уравнения определённые значения температуры и времени, можно вычислить степень превращения исходного вещества во фтораммонийные комплексы при заданных условиях. Процесс лимитируется химической реакцией, для повышения эффективности необходимо увеличить температуру. Обработка результатов осуществлялась согласно источнику [2].