

- анализ количества потребленных ресурсов боксами и установками с последующим анализом потребления за аналогичный промежуток времени;
- формирование журнала отклонения от карты переменных для представления пользователю сводной информации о переменных, вышедших за заданный диапазон;
- анализ причин выпуска некачественной продукции с использованием статистического анализа влияния значений технологических переменных, при которых изготавливалась единица готовой продукции, на значения параметров, характеризующих ее качество;
- расчет оценки степени риска производства некачественной продукции для информирования пользователя о отклонении текущих значений переменных от регламентных и влиянии этого отклонения на качество производимого продукта;
- контроль состояния промежуточных емкостей на основе данных от АСУ ТП МФР и прогнозируемом времени заполнения на основе рассчитанной производительности оборудования;
- анализ поведения переменных процесса на основе текущих значений, полученных от АСУ ТП МФР, и среднего значения, полученного в результате обработки данных;
- контроль оставшегося ресурса работы элементов на основе сигналов, позволяющих определять состояние работы оборудования.

На втором этапе разработаны алгоритмы, которые реализуют выполнение функций, представленных выше.

На третьем этапе разработаны макеты видеogramм представления обработанной информации пользователям ЦД МФР различных уровней.

## **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ УРАНОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРНОЙ МОДЕЛИ**

*Большаков А.Д., Кривобородько В.А., Кушков О.О.*

*Научные руководители: Ливенцов С.Н., д.т.н., профессор,*

*Ливенцова Н.В., к.т.н., доцент*

*Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: adb15@tpu.ru*

Уран и многие его соединения растворяются в растворах азотной кислоты. Наиболее ответственными операциями при растворении топлива в производственных условиях являются контроль реакции и обращение с газами, выделяющимися при растворении. Растворение продук-

та пирохимического передела или водоксидированного ОЯТ, пылевых фракции от регенерации МТФ установок газоочистки, брака от получения смешанных оксидов актинидов, ТУЭ и нерезицилируемого скрапа МФР проводится в азотной кислоте на установках растворения ОЯТ. Уравнение реакции растворения можно записать в следующем виде:



Данная реакция описывает процесс растворения двуокси урана в растворе концентрированной азотной кислоты. Оксид урана(VI)-диурана(V) взаимодействует с азотной кислотой по реакции:



Как видно из уравнений продуктами данных реакций являются оксид азота и диоксид азота, которые оказывают неблагоприятное влияние на человека и окружающую среду. При перемешивании реакционной системы выделение оксидов азота из реакционной смеси происходит особенно бурно.

Изучение механизма растворения оксидов урана в азотной кислоте при изменении температуры от 30 до 95 С и концентрации кислоты от 0,3 до 10 моль/л показало, что скорость растворения  $\text{U}_3\text{O}_8$  растет с увеличением температуры процесса и с повышением кислотности азотно-кислого раствора.

Изучение растворения  $\text{UO}_2$  с продувкой раствора кислородом или воздухом, для создания условий «бездымного» растворения доказало, что при этом уменьшается количество  $\text{NO}_x$  в растворе, но и снижается скорость растворения. Изменение степени превращения (прореагировавшая доля) зависит от концентрации азотной кислоты в объеме реактора и температуры раствора.

С учетом вышеизложенного, изменение скорости растворения в большей степени зависит от температуры раствора. За первые 12–15 секунд при одинаковой температуре растворяется 80 % оксидов при изменении концентрации кислоты от 5 до 9 моль/л.

Анализ технологического процесса как объекта моделирования позволил составить адекватное, основанное на уравнениях материального и теплового баланса математическое описание, для реализации тренажерной модели процесса растворения. При этом изменение растворяемого продукта реализуется изменением коэффициентов моделирования, а не самой модели.