

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

Д.С. Фёдоров, А.О. Плетнёв, А.А. Денисевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [linenettt@gmail.com](mailto:linenettt@gmail.com)

В перспективных реакторах, разрабатываемых в рамках проекта «ПРОРЫВ», предполагается использовать смешанное нитридное уран-плутониевое топливо, которое на первом этапе будет производиться из рециклированных материалов (плутония), полученных из отработавшего ядерного топлива тепловых реакторов, а затем из собственных рециклированных делящихся материалов. Таким образом, для изготовления топлива на разных этапах будет использоваться различное исходное сырье. Поэтому возникает необходимость отработки физико-химических и физико-механических процессов, лежащих в основе этих технологий. Основными этапами изготовления топливных таблеток является подготовка, полученного на стадии синтеза, смешанного нитридного уран-плутониевого топлива порошка (дробление, измельчение, добавка связующего), прессование и спекание топливной таблетки [1].

За основу моделирования процесса прессования топливных таблеток в стационарном режиме взята стационарная модель, которая применяется для моделирования прессования в порошковой металлургии [2]. При прессовании таблеток в жестких пресс-формах все соотношения записываются для случая осесимметричной задачи в цилиндрических координатах. Напряженно-деформированное состояние рассматривается в квазистатическом приближении в текущий момент деформирования, вследствие чего используется представление Эйлера. Моделирование проводилось для порошков нитрида урана в связи с отсутствием экспериментальной информации о свойствах смешанных нитридов. Определен набор экспериментальных данных, необходимых для дальнейшего развития математической модели.

Разрабатываемые математические модели будут внедрены в программное обеспечение, разрабатываемое в рамках проекта «ПРОРЫВ» сотрудниками кафедры Электроники и автоматизации физических установок ТПУ, для определения оптимальных режимов работы технологических аппаратов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания. – Киев: Наукова думка, 1972. – 152 с.
2. Штерн М.Б., Сердюк Г.Г., Максименко Л.А. и др. Феноменологические теории прессования порошков. – Киев: Наукова думка, 1982. – 140 с.

## ИСПЫТАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ pH, УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ И ИОНОВ АММОНИЯ ФИРМЫ WTW

А.Л. Хуснулина, Д.Ю. Колоколов, Л.Р. Меринова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [alenaxyc@gmail.com](mailto:alenaxyc@gmail.com)

Очистка сточных вод перед их сбросом в водоемы является важной экологической задачей предприятий. Не менее важным является и сопровождающий процесс – контроль качества очистки сточных вод. Качество воды – это комплексный показатель, содержащий в себе целый ряд показателей. В настоящей

работе будут представлены результаты испытаний промышленных датчиков рН, УЭП и ионов аммония фирмы WTW: SensoLyt 700 IQ, TetraCon 700 IQ и Ammolyt Plus 700 IQ, соответственно.

Датчик рН SensoLyt 700 IQ предназначен для непрерывного измерения рН в жестких условиях. Калибровка промышленного датчика рН была выполнена по двум точкам на основе стандарт-титров: 6,86 и 9,18 с помощью процедуры калибровки CAL CON 2P [1]. Выполненные измерения подтвердили корректность измерений рН промышленным датчиком SensoLyt 700 IQ с точностью, не уступающей точности лабораторного анализатора жидкости ЭКСПЕРТ-001 и соответствующей паспортным данным.

Датчик TetraCon 700 IQ является промышленным датчиком УЭП. Калибровка промышленного датчика УЭП заключалась в установлении значения постоянной ячейки по известному значению проводимости раствора – 294,9 мкСм/см. Результаты измерений промышленного датчика TetraCon 700 IQ и лабораторного анализатора ЭКСПЕРТ-002 показали, что приведенные погрешности результатов не превышают допустимых значений [2], что свидетельствует о корректной работе датчика.

Датчик Ammolyt Plus 700 IQ это промышленный датчик ионов аммония, основанный на ионоселективных электродах. Калибровка данного промышленного датчика выполняется в два этапа [2]: *Electrode Zeroing* – обнуление электрода (здесь на растворе 20 мг/л), затем процедура *Matrix adjustment* – настройка в рабочей среде (здесь на растворах ГСО 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0; 100,0; 200,0; 300,0; 400,0 мг/л). Измерения выполнялись на растворе аммония хлористого с концентрацией ионов аммония 400 мг/л, поэтапно разбавленного до концентрации 0,5 мг/л. Из каждого раствора были отобраны образцы для химического анализа (ГОСТ 4192-82, п.3). Результаты измерений показали, что датчик показывает более точные результаты. Многократное измерение проб позволили оценить случайную составляющую погрешности измерений. Наибольший вклад внесен систематической составляющей погрешности измерений. По этой причине в дальнейшем необходимо провести измерения на растворах с использованием ГСО для установления реальной погрешности измерения ионов аммония химическим методом и датчиком, а также получения возможности объективного сравнения этих значений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SensoLyt 700 IQ. Manual. – Germany, Weilheim: Dr.-Karl-Slevogt-Strabe 1, 2007. – 44 с.
2. TetraCon 700 IQ. Manual. – Germany, Weilheim: Dr.-Karl-Slevogt-Strabe 1, 2002. – 32 с.
3. Ammolyt Plus 700 IQ. Manual. – Germany, Weilheim: Dr.-Karl-Slevogt-Strabe 1, 2014. – 64 с.

#### РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СИСТЕМЫ «ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»

Т.С. Черняева, А.Н. Пушинская, Ю.А. Чурсин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [tanushka\\_life@mail.ru](mailto:tanushka_life@mail.ru)

Разработанная структурная схема учебно-лабораторного стенда по исследованию системы «частотный преобразователь – асинхронный двигатель» приведена на рисунке 1. Согласно схеме, управление асинхронным двигателем осуществляется с помощью частотного преобразователя. Таким образом, исполнительным механизмом является частотный преобразователь на вход, которого подается управляющий сигнал. Данный сигнал задается оператором с компьютера в режиме реального времени, после чего сигнал преобразовывается через RS232/RS485 по протоколу Modbus RTU и попадает на вход частотного преобразователя. Возмущающим