

Рис. 3 – Удельная емкость NMC при скорости циклирования C/2

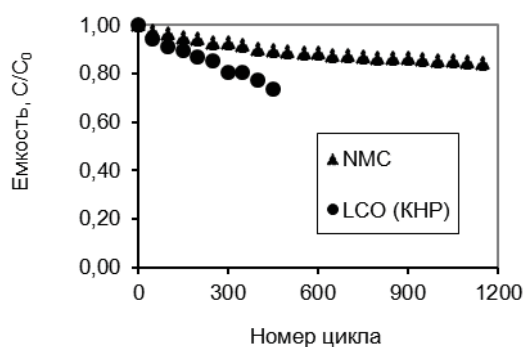


Рис. 4 – Изменение емкости в процессе циклирования NMC (ИХТТ) и LCO (KHP)

Синтез в реакциях горения или solution combustion synthesis (SCS) является перспективным способом производства и позволяет получать всю линейку материалов $\text{Li}[\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z]\text{O}_2$ с широко меняющимися характеристиками. Преимуществами данного метода синтеза являются: возможность получения как нано, так и микронных порошков, смешение катионов на молекулярном уровне, минимальные затраты энергии на единицу продукции, отсутствие жидких стоков, технологическая простота.

Работа выполнена в соответствии госзаданием ИХТТ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев В. Д., Щеколдин С. И., Нефедова К. В. Патент РФ 2010152641/07.
2. Журавлев В. Д., Нефедова К. В., Щеколдин С. И., Пачуев А. В. Патент РФ 2017100562.
3. Журавлев В.Д., Ермакова Л.В. Патент РФ № 2016116415.

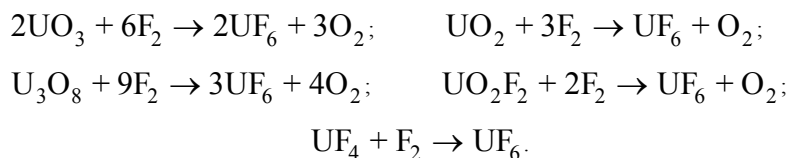
УДК 661.879.1.04-52

А.В. Николаев, Н.С. Криницын, канд. техн. наук
В.Ф. Дядик, канд. техн. наук
(Томский политехнический университет, г. Томск)

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ДЕСУБЛИМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

Основной промышленный способ получения гексафторида урана (ГФУ) – непосредственное воздействие элементного фтора на различные соединения урана. Наибольшее применение нашли методы,

требующие минимальное количество фтора, так как по стоимости он занимает второе место после урана. Современное промышленное производство ГФУ в России основано на взаимодействии газообразного фтора с оксидами и фторидами урана согласно уравнениям:



Технологическая схема переработки исходного сырья включает три основных стадии (рисунок 2): высокотемпературное фторирование урансодержащих соединений, десублимацию ГФУ и улавливание ценных фторсодержащих газовых компонентов (F_2 , HF и UF_6) на исходном сырье.

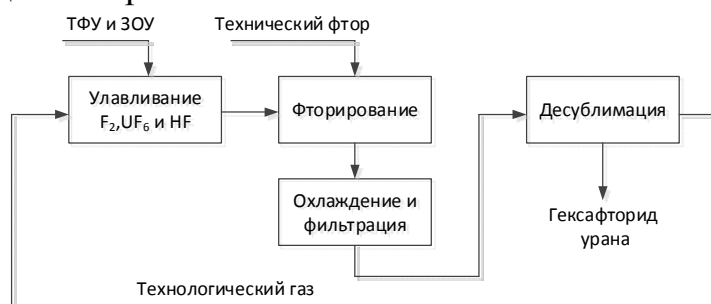


Рисунок 2 - Структурная схема производства ГФУ

Узел десублимации

Высокотемпературное фторирование загружаемого сырья выполняется в пламенном реакторе, на выходе которого получается многокомпонентный технологический газ (F_2 , HF , UF_6 , O_2 , N_2). Выделение ГФУ в виде твёрдого продукта из состава газа осуществляется посредством процесса десублимации. Для выделения максимального количества ГФУ применяется каскад из 3 последовательно соединённых аппаратов десублимации (рисунок 2).

Аппараты 1-ой и 2-ой ступени узла десублимации характеризуются непрерывным режимом работы. Достигается это путем последовательной подачи в каждую секцию хладагента и теплоносителя, исключая одновременного сброса десублимата со всех секций. Во время подачи хладагента осуществляется накопление десублимата на поверхности трубочки. Во время подачи теплоносителя – его сброс. Работа аппаратов первых двух ступеней различается только длительностью интервалов захолаживания. Это обусловлено тем, что на 2-ой ступени объёмная доля ГФУ в составе поступающего технологического газа значительно ниже. В качестве

хладагента на первых двух ступенях используется вода, теплоносителя – насыщенный пар.

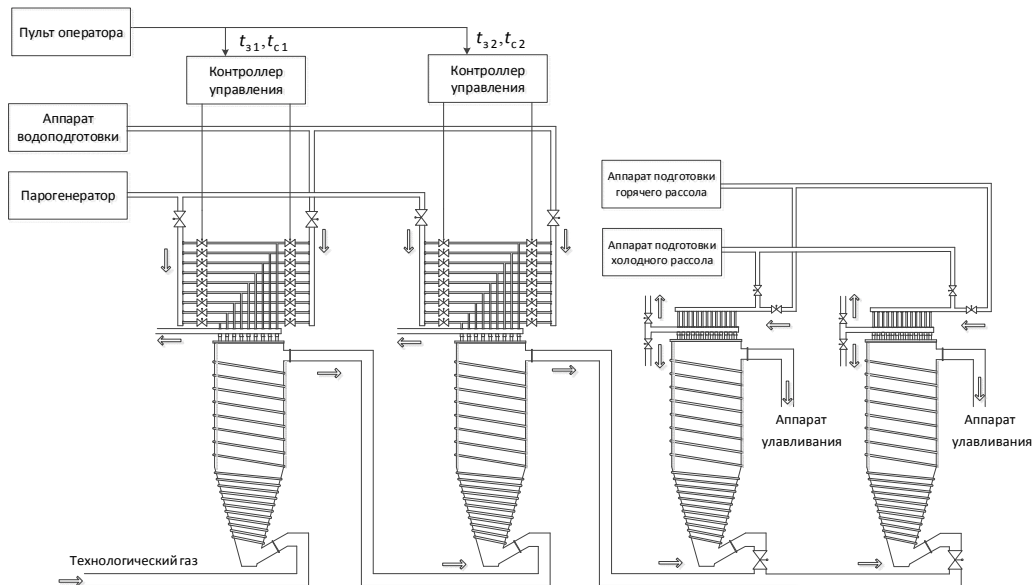


Рисунок 2 – Каскад аппаратов узла десублимации

На аппаратах 3-ей ступени узла десублимации обвязка трубчатки аппарата реализована таким образом, что хладагент или теплоноситель подаётся одновременно во все секции. Захлаживание осуществляется при использовании в качестве хладагента рассол отрицательных температур. Благодаря этому достигаются более низкие температуры. Для сброса используется горячий рассол.

Стабилизация насыпной плотности

Одним из требований, предъявляемых к качеству ГФУ, является накопление одинакового его количества в транспортных ёмкостях по массе и по объёму. На текущий момент накопление происходит по объёму. Масса ёмкостей является нестабильной. Переменный состав исходного сырья, фторируемого в пламенном реакторе и фиксированный цикл работы аппаратов десублимации, приводит к накоплению десублимата на поверхности трубчатки различной толщины. Это является причиной формирования десублимата различной плотности[1].

Модернизированная автоматизированная система управления (АСУ) узлом десублимации обеспечивает накопление десублимата требуемой толщины слоя ГФУ на поверхности трубчатки в условиях переменного состава перерабатываемого сырья. Достижение накопления требуемой толщины слоя выполняется путём расчёта длительности захлаживания трубчатки аппарата t_3 и длительности

сброса t_c [2]. При расчёте учитываются влияющие на процесс десублимации технологические переменные: расход $Q_{v\text{тг}}$, концентрация $C_{v\text{тг}}$ и температура $T_{\text{тг}}$ технологического газа на входе в аппарат, температура хладагента $T_{\text{хл}}$, температура корпуса $T_{\text{к}}$.

Снижение себестоимости ГФУ

С целью снижения себестоимости ГФУ разрабатываемая АСУ обеспечивает регулирование расхода хладагента и теплоносителя. На сегодняшний день данная величина никак не контролируется. Увеличение расхода хладагента и теплоносителя более определённых величин не приводит к улучшению качества процесса десублимации. Задачей АСУ является удержание расхода на заданном уровне, исключая возникающий перерасход ресурсов и повышение энергозатрат при сохранении текущей производительности.[3]

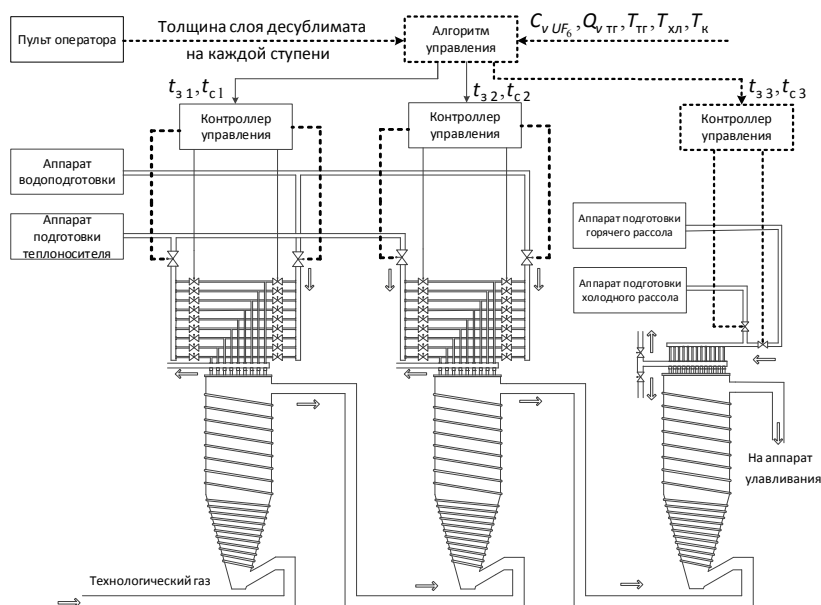


Рисунок 3 – Модернизированная АСУ узлом десублимации

Повышение живучести узла десублимации

Зачастую задачу бесперебойной работы производства решают либо проведением плановых проверок и настройкой оборудования, либо наличием резервирования, с возможностью замены вышедшего из строя оборудования. Анализ аппаратной части и наличия производственных площадей позволил сформировать технические предложения по проведению автоматизации аппаратов десублимации 3-ей ступени путем установки регулирующих клапанов. Реализация циклического принципа работы позволит перевести аппараты в непрерывный режим и вывести один из них в резерв.[4]

Заключение

Модернизированная АСУ узлом десублимации чувствительна к составу и расходу технологического газа, обеспечивает регулирование расхода хладагента и теплоносителя, а также решает вопрос резервирования 3-ей ступени (Рисунок 3).

ЛИТЕРАТУРА

1 Lee, J., Lee, K.-S. The behavior of frost layer growth under conditions favorable for desublimation. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2018, vol. 120.

2 Николаев А.В., Криницын Н.С., Дядик В.Ф. Алгоритм автоматизированного управления узлом десублимации производства гексафторида урана // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине : сборник тезисов докладов VII Международной конференции, г. Томск, 3-6 июня 2015 г. – 2015.

3 Николаев А.В., Криницын Н.С., Дядик В.Ф. Расчёт распределения потока жидкости в трубчатке кожухотрубного теплообменного аппарата // Известия вузов. Физика. – 2017. – Т. 60. – № 11/2.

4 Николаев А.В., Криницын Н.С., Дядик В.Ф. Алгоритм автоматизированного управления контрольной ступенью десублимации производства гексафторида урана // Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий. Проект "Прорыв" : материалы конференции в рамках Научной сессии НИЯУ МИФИ, 24-28 февраля 2015 г., г. Северск – 2015.

УДК 543.552+612.111.1

^{1,2}К.В. Николенко, лаб.-исслед.;

¹И.В. Горончаровская, н.с., канд. хим. наук;

¹А.К. Евсеев, в.н.с., д-р хим. наук;

^{1,2}А.И. Колесникова, лаб.-исслед.

(¹НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

²РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ В СУСПЕНЗИИ ЭРИТРОЦИТОВ

В настоящее время электрохимические методы анализа находят широкое применение в медицине и биологии. Электрохимическая природа многих жизненно важных процессов позволяет применять