

Николаева Д.М.

*Научный руководитель: к. х. н., доцент Ермолаева В.А.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: dasha309808171998@mail.ru*

Производство циклогексанона и математическое моделирование разделения смеси

Циклогексанон (алициклический кетон); формула $C_6H_{10}O$. Легковоспламеняющаяся бесцветная маслянистая жидкость, имеющая резкий запах ацетона и мяты. Дана характеристика процесса производства циклогексанона путем дегидрирования циклогексанола, который в конечном итоге получил широкое применение в производстве капролактама. Охарактеризовано исходное сырье: циклогексанол, вода, водород.

Рассмотрен и описан технологический процесс получения циклогексанона дегидрированием циклогексанола. Циклогексанол – ректификат под давлением азота нагнетается через фильтр в подогреватель типа "труба в трубе", где нагревается до 100 °С. Далее в испарительно-подогревательной системе, состоящей из трубчатых аппаратов, происходит испарение циклогексанола и перегрев его паров до 430 °С. Перегретые пары поступают в трубы контактного аппарата, заполненные цинк-железным катализатором. Содержание в катализаторе 10% железа позволяет достичь максимальную степень конверсии циклогексанола, равную 93%. Процесс протекает при 410 °С и объемной скорости подачи спирта. По выходе из контактного аппарата продукты реакции поступают в конденсатор и далее в сепаратор, где конденсат (циклогексанон-сырец) отделяется от водорода.

Для обогрева контактной системы в нижней части топки сжигают топливный газ (метан). Для поддержания температуры топочного газа, равной 500 °С, его смешивают с возвратным топочным газом из борова. Газ, имеющий такую температуру, проходит в межтрубном пространстве контактного аппарата прямоотком к парам циклогексанола, движущимся по трубкам с катализатором. Топочные газы, выходящие из контактного аппарата при 480 °С, используются для обогрева испарительно-перегревательной системы. Далее часть топочных газов, имеющих температуру 300 °С, выпускают в атмосферу, а остальной газ с помощью ротационной газодувки подают на смешение с продуктами сгорания топливного газа в верхнюю часть топки.

Основным аппаратом для получения циклогексанона является сепаратор. Сепаратор – аппарат, производящий разделение продукта на фракции с разными характеристиками. В процессе работы любого сепаратора не происходит изменения химического состава разделяемых веществ. Также был произведен механический расчет сепаратора для получения точных основных размеров аппарата, конструкции корпуса и внутренних устройств. В результате полученных был сделан вывод о том, что прочность сепаратора обеспечена. Данный аппарат очень легкий в использовании, с помощью него проще удалять из аппарата механические примеси. В нем легче осуществляется регулирование уровня жидкости. Такие сепараторы занимают меньшую площадь, обеспечивают более высокую точность замеров расхода жидкости в широком диапазоне нагрузок.

В ходе работы произвели практический расчет материального баланса. При расчете материального баланса использовалось много различных формул, благодаря которым был рассчитан приход и расход компонентов. После составления сводной таблицы посчитали невязку баланса, равную 0,003%.

Сделан расчет теплового баланса производства. При расчете теплового баланса были использованы различные формулы, благодаря которым так же был рассчитан приход и расход тепла компонентов. Был рассмотрен материал по технологической схеме получения циклогексанона. Произведен механический расчет основного оборудования технологического процесса. В ходе выполнения работы был освоен материал по ведению материальных и тепловых расчетов, составлению балансов.

Ректификация – один из способов, который применяют в промышленности, чтобы разделить смешанные между собой жидкости. Математическое моделирование дает возможность для исследования наиболее важные свойства объекта, абстрагируясь от несущественных его характеристик. Построение модели и формализация связей между ее элементами позволяет устранить проблемы в знаниях об объекте и выявить новые качественные проблемы, которые изначально не могли быть предусмотрены.

Циклогексанон получают совместно с циклогексанолом каталитическим гидрированием фенола:



Образующуюся смесь циклогексанона, циклогексанола и непрореагировавшего фенола разделяют ректификацией.

Рассмотрена классификация ректификационных колонн. Разработаны и описаны объекты моделирования – ректификация многокомпонентной смеси с помощью двухколонной установки. Согласно математической модели разработана программа расчета процесса управления ректификационной колонной для разделения многокомпонентной смеси, исследование процесса ректификации при синусоидальном изменении питания, а также построения графиков по рассчитанным результатам в среде математического моделирования MathCad. Затем было произведено построение графиков по рассчитанным результатам в среде математического моделирования MathCad и сделаны выводы по графикам.

В данной работе было проделано математическое моделирование многокомпонентной смеси. В теоретической части были рассмотрены основные методы ректификации многокомпонентной смеси и рассмотрена классификация колонн.

В практической части, данной работы, представлены массообменные, динамические модели ректификации и произведен расчет ректификационной колонны.

Получены статические характеристики температуры при изменении расхода питания. Анализ результатов моделирования подтверждает соответствие качественного поведения модели основным характеристикам изучаемого технологического процесса.

Литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. – М.: Академкнига, 2007. – 416 с.
2. Ушева Н.В. и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. - Томск.: Издательство Томского политехнического института, 2014. – 135 с.
3. Ермолаева В.А., Ткачева Д.Р. Материальный и тепловой баланс производства фтористого водорода, Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2017. - № 1(31). - с. 5-11.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований**, № 5, 2018, стр. 28-33.