

УДК 681.5

Автоматизированная система управления технологическим процессом очистки изопрена от циклопентадиена

Шамарданова Гулия Фаридовна – магистрант Казанского национального исследовательского технологического университета.

Галямов Роман Равилевич – старший преподаватель кафедры Систем автоматизации и управления технологическими процессами Казанского национального исследовательского технологического университета.

Шарифуллина Альбина Юрьевна – старший преподаватель кафедры Систем автоматизации и управления технологическими процессами Казанского национального исследовательского технологического университета.

Аннотация: В статье рассмотрен технологический процесс химической очистки изопрена от циклопентадиена. Данный процесс был проанализирован с позиции задач управления, были определены технологические параметры контроля, регулирования, защиты и сигнализации. Осуществлен выбор комплекса технических средств для автоматизации данного технологического процесса.

Ключевые слова: Изопрен, автоматизация, циклопентадиен, целевой продукт, технические средства.

Введение

Изопрен (2-метил-1,3-бутадиен) - один из важнейших мономеров в индустрии

синтетического каучука. Молекула изопрена является частью как синтетического, так и натурального каучука. Остальная часть молекулы является частью природных соединений, таких как, изопреноиды и терпеноиды. Синтетический изопреновый каучук не уступает натуральному по физическим свойствам. Он имеет широкий диапазон рабочих температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, хорошая стойкость к истиранию и прочность на разрыв [1].

К качеству изопрена предъявляются [2] очень строгие требования. Это связано с полимеризацией в присутствии комплексных катализаторов. Основным недостатком химического синтеза для получения изопрена является образование побочных продуктов, количество которых достигает 0,5 т/т изопрена. Поэтому в каждом из этих перечисленных способов получения необходимо очистить изопрен для достижения требуемой чистоты, что увеличивает количество стадий, а следовательно и стоимость синтезируемого продукта. Нередко каждый отдельный этап осуществляется в отдельном агрегате, что в свою очередь приводит к увеличению расхода металла, и как следствие, к увеличению капитальных затрат на проектирование схемы производства.

Установка химической обработки изопрена происходит в трёх реакторах ($3_1, 3_2, 3_3$), работающих последовательно, и ректификационной колонны 4. Изопрен представляет собой сырьё, взятое из верха колонны и подаваемое в диафрагмовый смеситель 1, где он сливается с кубовой жидкостью колонны 4, включающей циклогексанон и бутиловый спирт, и следует через нагреватель 2 на дно реактора 3

1
, загруженного твёрдым едким калием. Из верхней части реактора 3

1
реакционная смесь подается в нижнюю часть реактора 3

2
и из верхней части реактора 3

2
в нижнюю часть реактора 3

3
.В этих реакторах в присутствии щелочи происходит взаимодействие циклопентадиена с циклогексаноном, в результате чего образуется фульвен, который отделяется от изопрена ректификацией. Реакционная смесь из верхней части реактора 3

3
поступает в ректификационную колонну 4.

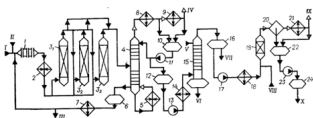


Рисунок 1. Схема химической очистки изопрена.

Из верхней части ректификационной колонны 4 смесь поступает в дефлегматор 8, где отделяется жидкая фаза углеводородного пара. И поступает в конденсатор 9, в виде отдувки для абсорбции углеводородов. Конденсированная смесь подается в бак 10, часть возвращается в верх колонны 4, оставшаяся часть сливается в бак 12.

Изопрен, очищенный от циклопентадиена, охлаждается в холодильнике 14 и поступает на промывку карбонильных и аминсоединений в колонну 15. Промывка изопрена проводится паровым конденсатом при 25С. Колонна 15 оснащена лежаком для отстоя конденсата от изопрена.

Отмытый изопрен в отстойнике 16 отделяется от воды. Верхний слой – изопрен насосом 17 через холодильник 18, где охлаждается до 10 – 30°С, подается на гидрирование ацетиленовых соединений в реактор 19. Ацетиленовые соединения, преимущественно бутилацетилен и изопропнацетилен, гидрируются в амилены. [3]

Гидрирование проводят при температуре 20 °С и давлении 0,15 МПа в жидкой фазе на стационарном «никеле на кизельгуре» с подачей электролитического водорода в нижнюю часть реактора 19. Из верхней части реактора 19, смесь изопрена и водорода поступает в сепаратор 20, где изопрен отделяется от инертных газов и непрореагировавшего водорода. Пары из верхней части сепаратора 20 поступают в рассольный конденсатор 21. Несконденсировавшиеся газы поступают в линию контактного газа для дегидрирования изоамиленов, и конденсат – изопрен-ректификат поступает в резервуар 22 и перекачивается на склад.

Цель работы: получение изопрена заданного качества с минимальными материальными и энергетическими затратами.

Результаты исследований. В качестве объекта управления при автоматизации процесса очистки изопрена от циклопентадиена принимаем установку, состоящую из реакторов, ректификационной колонны, теплообменников, конденсаторов

и насосов. На первом этапе процедуры автоматизации процесса необходимо осуществить выбор технологических параметров, подлежащих контролю, регулированию, сигнализации и защите. [4]. На втором этапе процедуры автоматизации осуществляется выбор комплекса технических средств. Исходя из особенностей технологического процесса, оптимальным для измерения температуры, является термометр сопротивления. Проведя анализ датчиков температуры был выбран термопреобразователь сопротивления ТСМУ -205Н фирмы ЭМИС. Рассмотрев технические характеристики датчиков давления разных производителей был выбран датчик Метран-150 фирмы Метран. Для измерения объемного расхода, в условиях рассматриваемого технологического процесса, оптимальным является вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200 фирмы ЭМИС. Для определения такого технологического параметра как уровень, будем использовать уровнемер Rosemount 3051L фирмы Метран.

Для управления данным технологическим процессом был осуществлен выбор контроллерного оборудования систем управления и противоаварийной защиты. В результате сравнения основных характеристик контроллеров разных производителей, в качестве контроллера системы управления, выбран контроллер Simatic S7-400H фирмы Siemens. В качестве контроллера противоаварийной защиты выбран контроллер Simatic S7-400FH. Он базируется на использовании компонентов S7-400H с модулями систем безопасного управления.

Заключение. Был проведен анализ процесса очистки изопрена от циклопентадиена с позиций задач управления. Были определены параметры, подлежащие контролю, регулированию, сигнализации и блокировке. Произведен обоснованный выбор технических средств автоматизации. Разработанная система автоматизации процесса очистки изопрена, обеспечивающая безопасность ведения технологического процесса и позволяющая получать конечный продукт заданного качества, при минимизации сырьевых и энергетических ресурсов.

Список литературы

1. Пугачева Н. В., Ануфриев А. В., Филимонцев Е. А., Лебедев Ф. С. Проблемы промышленного производства изопрена // Молодой ученый. — 2017. — №2.1. — С. 30-32.
2. Лapidус, А. Л., Голубева И. А., Жагфаров Ф. Г. Газохимия. Учебное пособие. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 450 с.
3. Кирпичников П.А., Береснев В.В., Попова Л.М. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука: Учеб. пособие для

вузов — Л.: Химия, 1986. — 224 с.

4. Г.Л.Смилянский, В.Л.Белявский, Н.С.Райбман, В.И.Сапрыки, П.А.Любомирская:
Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими
процессами. Под ред. Г.Л.Смилянского—375с.

{social}