

Окончание таблицы 1

№	Этапы проработки упражнения	Знания и умения	Профильная дисциплина
5	Предпринять меры по восстановлению нормального технологического режима	Знать методы регулирования основных параметров в ректификационной колонне (температуры, давления, уровня). Понимать основные закономерности регулирования на технологической установке. Знать алгоритмы действия оператора пульта и оператора поля.	Автоматизация процессов подготовки и переработки нефти и газа

Применение КТК в образовательном процессе позволяет не только систематизировать знания технологии нефтегазопереработки, но и существенно сократить адаптационный период при трудоустройстве выпускника на профильные предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линник, Ю. Н. Цифровые технологии в нефтегазовом комплексе / Ю. Н. Линник, М. А. Кирюхин. – Текст: непосредственный // Вестник университета. – 2019. – № 7. – С. 37-40.
2. Еремин, Н. А. Цифровизация нефтегазового производства в России и странах ЕАЭС / Н. А. Еремин, В. Г. Мартынов, Л. А. Абукова. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России : сборник тезисов, Москва, 12–14 февраля 2018 года. – Москва: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина, 2018. – С. 69.

УДК 665.6/.7

Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А., Хохотов С.С.

(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НАФТАЛИНА ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА АЗЕОТРОПНОЙ РЕКТИФИКАЦИЕЙ

Тяжелая смола пиролиза углеводородного сырья является смесью различных групп углеводородов, преимущественно ароматических с температурой кипения выше 180°C. В настоящее время используется не рационального, как компонент котельного топлива. Только в России

производство тяжелой смолы пиролиза доходит до 325 тысяч тонн в год. В Беларуси на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» объемы выработки тяжелой смолы пиролиза составляют около 12 тысяч тонн в год и вопрос её рационального использования особенно актуален в связи с грядущими планами по увеличению мощности предприятия, строительством новой установки ЭП-200, что приведет к увеличению количества побочных продуктов и обострению проблем, связанных с их сбытом [1-3].

Высокое содержание в тяжелой смоле пиролиза произведенной на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» нафталина и его алкилпроизводных позволяют рассматривать данный побочный продукт как один из основных их сырьевых источников. Выполненный нами анализ результатов хроматографии тяжелой смолы пиролиза произведенной на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан» позволил идентифицировать в жидком концентрате более 225 индивидуальных веществ, при этом содержание ароматических углеводородов доходит до 68% мас., в частности, нафталина до 18 % мас. Т.е. потенциальный выход нафталина может составить около 1000 т. в год.

В настоящее время, в странах СНГ нафталин получают в основном из каменноугольной смолы, насыщенной гетероатомными соединениями, что требует дорогостоящих технологических операций, связанных с очисткой смолы от серо-, азот- и кислородсодержащих соединений. В связи с сокращением добычи угля и производства каменноугольного кокса объемы производства нафталина не удовлетворяют потребностям химической промышленности. В связи с этим, особый интерес представляет получения нафталина из тяжелой смолы пиролизам.

Выполнен патентный поиск по способам извлечения нафталина из тяжелой смолы пиролиза:

1. Авторами [2] предложен способ получения нафталина из жидких продуктов пиролиза в двух вакуумных колоннах. Первая колонна предназначена для удаления более легкокипящей фракции, чем нафталин, с верхним погоном колонны. Во второй колонне кубовым продуктом удаляется тяжелая фракция жидких продуктов пиролиза, а верхом колонны выделяется нафталиновая фракция, которая направляется на кристаллизацию. Недостатком данного процесса является не высокая степень чистоты продукта.

2. В патенте RU 2266944 С1, МПК С10С 1/10, 1/12, С07С 15/04, 15/24, 2005 предложен способ выделения нафталина из фракции C₉-C₁₁ жидких продуктов пиролиза путем каталитической гидростабилизации и ректификацией выделяют ароматическую фракцию C₁₀-C₁₁. Полученный продукт подвергают термическому гидродеалкилированию совместно с гидростабилизированной и гидроочищенной ароматической фракцией C₆-C₈.

Гидродеалкилат подвергают ректификации с выделением в качестве одного из продуктов нафталина. Недостатком процесса являются усложненная технологическая схема процесса переработки жидких продуктов пиролиза и использование дорогостоящих катализаторов.

3. В патенте RU 2231530, МПКС08F240/00, 2002 предложен способ получения нафталина из нафталинсодержащих фракций жидких продуктов пиролиза очисткой от непредельных углеводородов способом их полимеризации в присутствии алюмокобальтмолибденового катализатора. Процесс полимеризации непредельных углеводородов осуществляется при температуре 150-210°C, давлении до 0,1 МПа, в течение 0,5-2 часов. Основным недостатком данного способа является необходимость использования водорода и дорогостоящего катализатора, низкая степень чистоты нафталина.

4. В патенте RU 2282609, МПК C07C 1/10, 15/24, B0U 23/882, C08F 240/00, 2006 предложен способ выделения нафталина из фракции 190-250°C жидких продуктов пиролиза, которую предварительно подвергают каталитической полимеризации. Недостатком способа является необходимость использования катализатора, который в процессе теряет активность, что приводит к необходимости проведения регенерации и, как следствие, использованию сложной технологической схемы, включающей узел регенерации катализатора.

5. В патенте RU 2557000, МПК C07C7/177, C07C7/14, C07C15/24, 2015 предложен способ получения нафталина из фракции жидких продуктов пиролиза характеризуется тем, что фракцию подвергают выдерживанию при температуре 200-300°C, давлении 0,1-1,0 МПа в течение 2-10 часов, затем обработанную фракцию направляют на атмосферно-вакуумную простую разгонку и отгон направляют на выделение нафталина кристаллизацией. Недостатком способа является необходимость предварительного термического воздействия в реакторе на жидкие продукты пиролиза при высокой температуре до 300°C и давлении до 1,0 МПа, а в случае полимеризации реакционноспособных ненасыщенных соединений и высококипящих смол при низких температурах 200-280°C необходимость вовлечения дорогостоящих инициаторов либо ненасыщенных индивидуальных ароматических углеводородов.

Нами предложен способ получения нафталина из фракции жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья, включающий простую атмосферную и затем вакуумную разгонку смолы пиролизной тяжелой с выделением концентрата нафталина, который подвергать азеотропной ректификации, а затем направляют на стадии кристаллизации и прессования. Отличием предлагаемого способа является использование дополнительной стадии азеотропной ректификации концентрата нафталина,

отсутствие стадии полимеризации реакционноспособных ненасыщенных соединений и высококипящих смол жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья. В результате осуществления данного способа возможно получение нафталина со степенью чистоты 74,1... 98,5% масс.

Предлагаемый способ выделения нафталина из жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья в промышленных условиях может быть реализован следующим образом: концентрат нафталина выделить способом атмосферной и вакуумной разгонкой, далее концентрат нафталина смешать с этиленгликолем (либо 1,2-пропиленгликолем) в массовом соотношении 1:1 и направить в колонну азеотропной ректификации. В колонне азеотропной ректификации дистиллятом отделить азеотроп этиленгликоль (либо 1,2-пропиленгликолем) – нафталин, балансовое количество верхнего продукта – азеотропа смешать в тройнике смешения с промывной водой для растворения этиленгликоля (либо 1,2-пропиленгликоля). В дальнейшем нафталин подвергать кристаллизации и прессованию на вакуумном фильтре-прессе. Предлагаемый способ выделения нафталина выполнен в лабораторных условиях с использованием смолы пиролизной тяжелой, произведенной на заводе «Полимир» ОАО «Нафтан». Показатели качества, полученного нафталина по ГОСТ 16106-82 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества нафталина

Показатели	Нафталин, полученный азеотропной ректификацией	
	с этиленгликолем	с 1,2-пропиленгликолем
Цвет	белый	слабо-желая окраска
Температура кристаллизации по прибору Жукова, °С	79,1	65,3
Окраска по йодной шкале, единицы шкалы	менее 1	6

Нафталин, полученный азеотропной ректификацией с этиленгликолем, характеризуется степенью чистоты 98,5% масс. (степень чистоты определена по температуре кристаллизации). Полученный продукт соответствует требованиям ГОСТ 16106-82 на «Нафталин-очищенный» сорт ОВ и может быть использован в качестве сырья для нефтехимического синтеза (в производстве фталевого ангидрида, хлор-нафталина, некаля, суперпластификаторов и др.). Таким образом, предлагаемый способ позволяет получить нафталин из фракции жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья с высокой степенью чистоты без использования энерго- и ресурсозатратных процессов и дорогостоящих инициаторов и ненасыщенных индивидуальных ароматических углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительная оценка растворяющей способности углеводородов и спиртов по отношению к нафталину/Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А., Казак Е.В.//Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2016. – № 3. – С. 160-163.
2. Joseph C. Gentry and Meijuan Zeng. Pygas upgrading for European steam crackers. PTQ. Q1 2009, p 103-108
3. PGO Processing with azeotropic rectification to extract naphthalene / Y.A. Bulauka, S.F. Yakubouski// Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019- Litvinenko (Ed), 2020 Taylor & Francis Group, London, doi.org/10.1201/9781003014638. – Vol.2 – P.495-501.

УДК 665.64+661.666.2

Юсевич А.И., Кузёмкин Д.В., Осипёнок Е.М.

(Белорусский государственный технологический университет)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА СВОЙСТВА ПЕКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И АСФАЛЬТА ПРОПАНОВОЙ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА

Нефтяные и каменноугольные пеки являются важными прекурсорами для производства высококачественных углеродных материалов: игольчатого кокса [1], высокомодульных углеродных волокон [2], теплопроводного пенографита [3], мезоуглеродных микрошариков для анодов литий-ионных батарей [4] и др. Превращение пеков в эти материалы представляет собой непростую задачу, обусловленную сложным химическим и фазовым составом сырья, разнообразием одновременно протекающих химических превращений, решение которой требует тонкой настройки технологических параметров обработки для достижения нужного сочетания физико-химических и механических свойств продукта. Поэтому новая информация о взаимосвязи состава и свойств пеков с условиями их получения из разных видов сырья является весьма востребованной.

В представляемой работе сырьем для получения пеков служили асфальт пропановой деасфальтизации гудрона и вакуумный остаток тяжелой пиролизной смолы (ТПС) этилен-пропиленового производства ОАО «Нафтан». Характеристика сырья и методика получения пеков опубликованы в работе [5].