

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦИКЛОПЕНТАДИЕНА И ДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С ЦЕЛЬЮ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА

А.И. Савоськин

Научные руководители – к.х.н., доцент Л.С. Сорока; к.х.н., доцент А.А. Ляпков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, zilotars@rambler.ru*

Восходящий тренд экологичности производств сделал добровольное соответствие действующим стандартам сертификации важным шагом для вывода продукции на европейский рынок. Поэтому многие российские предприятия, особенно в нефтехимическом и коксохимическом секторе выбирают между модернизацией своих процессов для соответствия экологическим стандартам, зачастую на основе ISO 14001, или ограничивают свой рынок.

Вырабатывание системы экологического менеджмента позволит выстроить направления, которые вызовут сокращение экологических выбросов. Стоит отметить, что побочные продукты нефтехимической и коксохимической областей обладают высокими перспективами использования, но на практике вовлекается лишь малая их часть. В особенности это относится жидким продуктам пиролиза (ЖПП), а именно к фракциям  $C_5$  и  $C_9$  [1]. Соответственно содержащиеся в них циклические соединения, такие как циклопентадиен (ЦПД) и дициклопентадиен (ДЦПД) находят, например, значительное использование в процессе получения циклопентана гидрированием ЦПД. Кроме того, все большее применение ДЦПД и ЦПД находят в реакциях метатезисной полимеризации с раскрытием цикла (ROMP). Реакции ROMP позволяют получать синтетические макромолекулы с узкой полидисперсностью, регулярной структурой и вариативностью свойств [2].

Получение полимеров на основе ЦПД сталкивается с большой проблемой – недостаточная чистота исходного сырья. Для полимеризации необходим ЦПД с чистотой 98–99%, что не могут предоставить российские производства (92–95% у ОАО Нижнекамскнефтехим [1]), поэтому полиЦПД производится исключительно на импортном сырье. По этой причине, успех в концентрировании ДЦПД из ЖПП позволит провести импортозамещение и перейти на отечественный ЦПД в качестве сырья.

Объектом исследования данной работы является сравнение различных процессов выделения ЦПД и ДЦПД между собой по уровню вовлечения сырья в процесс, требовательности к катализаторам и инициаторам. Основным способом выделения ДЦПД заключается в димеризации содержащегося в сырье ЦПД, с последующей отгонкой легких углеводородов и концентрировании ДЦПД. После этого производится мономеризация концентрированного ДЦПД [3].

Учитывая возрастание скорости побочных реакций и осмоление возможных непредельных соединений, необходим точный подбор параметров. Условия максимальной конверсии – трехступенчатая ректификация, составляют 100 °С, при этом повторная селективная димеризация проводится при температуре 80 °С в течение 3 часов. Завершающий этап включает отгонку легких углеводородов и оставшегося ЦПД на перегонной системе с дефлегматором в условиях повышенной температуры и пониженного давления с выделением целевого продукта при 70–75 °С, 18 мм рт. ст., что на выходе дает ДЦПД с концентрацией 98,7 % масс [1].

В то же время, мономеризацию ДЦПД можно производить при повышенных температурах (163–172) °С, подавляя параллельные реакции смолообразования с помощью вводимых ингибиторов термополимеризации. За счет того, что от относительного содержания ДЦПД зависит конечный итог мономеризации, возможно обогащение с 97,18 до 99,66% при помощи использования ингибитора димеризации [3].

Таким образом определенные условия позволяют сделать вывод, что чередование цикла отгонки и селективной димеризации хоть и не достигает настолько высокого уровня выделения ДЦПД (98,7 против 99,66%), но могут провести последовательный уровень обогащения сырья до полимеризационного уровня без необходимости в обогащенном сырье.

## Список литературы

1. Ликумович А.Г., Черезова Е.Н., Седова С.Н. и др. // Вестник Казанского технологического университета, 2010.– №9.– С.552–558.
2. Ахмедьянова Р.А., Милославский Д.Г., Якупова А.А. // Вестник Казанского технологического университета, 2016.– №23.– С.33–34.
3. Ликумович А.Г., Черезова Е.Н., Седова С.Н. и др. // Вестник Казанского технологического университета, 2012.– №20.– С.144–147.

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НЕФТЕСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ВСПЕНЕННЫХ СТЕКОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.В. Скирдин

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Ежегодно значительная часть природных биоценозов подвергается антропогенному воздействию через загрязнение нефтью. Для ликвидации загрязнений, наиболее рациональным способом является сорбция твердыми пористыми поглотителями [1].

Применяемые сегодня сорбенты имеют ряд недостатков, среди которых: дороговизна, непродолжительный срок хранения, горючесть, химическая активность, ввиду чего необходим поиск и апробация новых материалов для производства сорбентов. Так, например, перспективны стекольные материалы в виде пористого пено-стекла. Материал обладает пожаростойкостью, относительной дешевизной, продолжительным сроком хранения. Стоимость пеностекла в виде блоков, согласно данным [2] составляет не более 5 500 рублей за 1 м<sup>3</sup>, или 11 руб/кг, или с учетом необходимости дополнительной обработки не более 25 руб/кг, что значительно дешевле товарных сорбентов представленных на рынке.

Кроме того, в настоящее время разработана технология получения пеностекла при более низких температурах (не более 100 °С), что значительно снижает себестоимость по сравнению с пеностеклом, полученным по стандартной методике (синтезируемом при 850–950 °С).

Получаемые низкотемпературным методом пеностекла в отличие от пеностекла, получаемых по традиционной методике имеют открытые системы сообщающихся пор, что гипотетически позволит производить сорбцию нефти в объем образца пеностекла. Пеностекла могут быть использованы для сорбции нефти с водной поверхности, однако для недопущения негатив-

ного экологического воздействия необходимо использование сорбента с высокой плавучестью и влагостойкостью. Сорбенты с плавучестью более 72 часов относятся к сорбентам с высокой плавучестью [1]. Установлена высокая плавучесть пеностекольного сорбента – более 60 дней.

Определение максимально возможной нефтемкости производили на образцах кубической формы со сторонами 1,5 см с использованием вакуумпоста при разряжении давления до 1 МПа. В качестве адсорбата использовали отработанное моторное масло с плотностью 860 кг/м<sup>3</sup> при температуре 22 °С. В результате были определены значения нефтемкости пено-стекла, полученного по стандартной и низкотемпературной методике, равные 0,6 и 1,26 г/г соответственно. Показано, превышение нефтемкости пеностекольного сорбента полученного по низкотемпературной методике, по сравнению с пеностеклом, полученным по стандартной методике более чем в 2 раза.

Для получения наиболее эффективного нефтесорбента, целесообразно изучение зависимостей изменения нефтемкости от состава исходной смеси. Установлено, что с повышением содержания газообразователя, наблюдается рост нефтемкости. Так, при увеличении содержания газообразователя на 3,67% (до 2,5% по массе исходной смеси) нефтемкость в среднем увеличивалась на 23%. При повышении содержания щелочи более 2,5% по массе исходной смеси наблюдалось резкое ускорение процессов газообразования, в результате которых газ улетучивался, не успевая образовывать стойкую вспененную структуру. При содержании щелочи