

**Таблица 2 – Структурно-групповой состав (мас.%) жидких продуктов индукционного крекинга остатка ГК, мас.%**

| Фракция<br>Т <sub>нк</sub> -Т <sub>кк</sub> , С | Парафины | Нафтены | Ароматика | Изопарафины | Олефины | Алкадиены | Сумма |
|-------------------------------------------------|----------|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-------|
| <200                                            | 1,5      | 2,7     | 1,1       | 0,0         | 41,6    | 6,1       | 53,0  |
| 200-340                                         | 1,9      | 2,6     | 0,7       | 0,1         | 31,5    | 3,9       | 40,7  |
| 350-500                                         | 1,0      | 0,1     | 0,0       | 3,0         | 2,1     | 0,0       | 6,2   |
| >500                                            | 0,0      | 0,0     | 0,0       | 0,0         | 0,0     | 0,0       | 0,0   |
| Сумма                                           | 4,4      | 5,3     | 1,9       | 3,2         | 75,2    | 10        | 100   |

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания Института катализа СО РАН (проект FWUR-2024-0036).

УДК 661.74

**Прищепенко Д.В., Крутько Э.Т.**

(Белорусский государственный технологический университет)

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА ЦИКЛОАЛИФАТИЧЕСКОГО ДИАНГИДРИДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ ПОЛИИМИДОВ**

Растворимые полиимиды являются важными полимерными материалами, которые находят перспективные применения в различных отраслях благодаря их уникальным свойствам. Эти полимеры используются в создании композитных материалов, пленочных покрытий, мембран, лекарственных препаратов и текстильных изделий, в микроэлектронике.

В настоящее время одними из наиболее широко применяемых в мире термостойких материалов являются полимерные композиционные материалы на основе полиимидных связующих. Полиимиды – класс высокотермостойких полимеров гетероциклического строения, отличающихся высокими физико-химическими показателями, радиационной и химической стойкостью, хорошей термостабильностью в интервале температур от -150 до +350°C, а также относительно невысокой стоимостью исходных компонентов [1].

Полиимиды имеют различия как в химической структуре, так и в свойствах, что определяет их применение в различных областях.

Циклоалифатические полиимиды обычно обладают хорошей термической стабильностью, но их температурная стойкость может быть

ниже, чем у ароматических полиимидов. Ароматические полиимиды, за счет наличия ароматических и имидных колец, обычно имеют высокую термическую стабильность и могут выдерживать более высокие температуры, чем циклоалифатические.

Однако, циклоалифатические полиимиды обычно более гибкие и имеют лучшую устойчивость к ударным нагрузкам. Ароматические полиимиды чаще обладают более высокой механической прочностью и жесткостью.

Химическая стойкость циклоалифатических полиимидов обычно ниже, чем у ароматических полиимидов. Они химически стойки к некоторым растворителям и кислотам, но ароматические полиимиды обычно обладают высокой химической стойкостью к различным агрессивным средам.

Наибольшим достоинством циклоалифатических полиимидов по сравнению с ароматическими является их лучшая растворимость, что обуславливает их технологичность при использовании в ряде отраслей техники, например в электронике.

Таким образом разработка новых методов синтеза циклоалифатических диангидридов для получения растворимых полиимидов является актуальной проблемой.

При синтезе циклоалифатических диангидридов могут возникнуть различные проблемы, включая:

1. Образование побочных продуктов: В процессе синтеза могут образовываться нежелательные побочные продукты, что может уменьшить выход целевого продукта и усложнить очистку.

2. Проблемы с реакционной селективностью: Некоторые циклоалифатические диангидриды могут образовывать множество изомеров или продуктов побочных реакций, что усложняет их синтез и очистку.

3. Токсичность и опасность: Некоторые исходные соединения и промежуточные продукты синтеза могут быть токсичными или опасными, что требует соблюдения особых мер безопасности.

4. Сложности в очистке: Циклоалифатические диангидриды могут обладать сходными физико-химическими свойствами, что затрудняет их разделение и очистку.

5. Проблемы с масштабированием: Некоторые процессы синтеза могут быть эффективными в лабораторных условиях, но могут столкнуться с проблемами при масштабировании на промышленном уровне.

Мы предлагаем синтез бицикло[2,2,2]-окт-7-ен-2,3,5,6-тетракарбоновой кислоты путем взаимодействия  $\alpha$ -пирона с малеиновым

ангидридом в дибутилфталате при 190–195 °С, при котором  $\alpha$ -пирон по каплям вводится в раствор малеинового ангидрида в дибутилфталате.

Использование данного растворителя позволяет проводить реакцию при температуре до 340 °С и не разлагается при температуре синтеза.

Выход при использовании данного способа составляет до 92%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жаринов М. А., Шимкин А. А., Ахмадиева К. Р., Зеленина И. В. Особенности и свойства расплавного полиимидного связующего полимеризационного типа // Труды ВИАМ. 2018. №12 (72).