

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ
ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА

Д.Ю. Герман

Научный руководитель – д.т.н., проф. В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рост потребления таких мономеров, как пропилен и этилен, привело к неизбежному увеличению образования одного из множества побочных продуктов их производства – дициклопентадиена. Из дициклопентадиена по реакции метатезисной полимеризации с раскрытием цикла получают сшитый терморезистивный полимер – полидициклопентадиен (ПДЦПД). Данный полимер обладает рядом хороших свойств, таких, как высокая прочность, низкая плотность, устойчивость к воздействию агрессивных сред и широкий интервал рабочих температур [1].

Введение в ПДЦПД различных эластомеров позволяет получать материал с набором оптимальных физико-механических характеристик. Такие материалы, в силу своих уникальных свойств, могут использоваться в различных областях промышленности, например в машиностроении и приборостроении. В качестве наполнителя был выбран этилен-пропиленовый синтетический каучук марки СКЭПТ-30, так как в его структуре содержатся дициклопентадиеновые звенья, которые, вероятно, могут вступать в реакцию сополимеризации с дициклопентадиеном.

Комплекс высоких прочностных характеристик предполагает возможность использования композитов на основе полидициклопентадиена в механизмах как материал для производства изделий в парах трения «металл-полимер», «полимер-полимер» [2].

Методика эксперимента. Дициклопентадиен предварительно подвергали очистке путём кипячения с металлическим натрием и последующей вакуумной перегонкой. Мономерную композицию готовили поэтапно. Сначала каучук растворяли в бензоле, затем в раствор добавляли чистый дициклопентадиен с композицией антиоксидантов марки Irganox B225. Затем беззол отгоняли. Полимерные композиты получали по реакции метатезисной полимеризации с раскрытием цикла с использованием рутениевого катализатора [3].

Полимеризацию проводили в металлической форме. Для этого добавляли катализатор в мономер в соотношении 1:10000, затем раствор заливали в форму, предварительно нагретую до 80 °С на 30 минут. По истечении времени повышали температуру печи до 180 °С и выдерживали в течение 60 минут. Полимерная пластина извлекалась при температуре не ниже 25 °С.

Для измерений были получены композиции ПДЦПД с содержанием СКЭПТ-30 от 1 до 5 % мас.

Из полученных материалов изготавливали диски диаметром 40 мм, после чего проводили обработку поверхности на шлифовально-полировальном станке ATM SAPHIR 520 (Германия). Шероховатость диска после обработки составила $R_a = 0,1$ мкм.

Испытания полученных образцов проводили на высокотемпературном трибометре CSM THT-S-AX0000 (Швейцария), в роли индентора выступал металлический шарик диаметром 3 мм из подшипниковой стали ШХ15.

Таблица 1

Результаты трибологических испытаний

| Средний коэффициент трения композита | Скорость вращения диска, см/с | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 58 |
| $\mu_{\text{ср}}$ ПДЦПД+1% СКЭПТ-30 | 0,352 | 0,344 | 0,275 | 0,308 | 0,311 | - |
| $\mu_{\text{ср}}$ ПДЦПД+2% СКЭПТ-30 | 0,345 | 0,277 | 0,184 | 0,186 | 0,207 | - |
| $\mu_{\text{ср}}$ ПДЦПД+3% СКЭПТ-30 | 0,357 | 0,295 | 0,230 | 0,236 | 0,238 | - |
| $\mu_{\text{ср}}$ ПДЦПД+4% СКЭПТ-30 | 0,316 | 0,297 | 0,240 | 0,237 | 0,214 | 0,246 |
| $\mu_{\text{ср}}$ ПДЦПД+5% СКЭПТ-30 | 0,418 | 0,354 | 0,335 | 0,267 | 0,249 | 0,217 |

Исследования проводили методом «индентор-диск» при радиусе трека 11 миллиметров, длине пробега 690 метров (10000 кругов), температуре 25 °С, давлении 14,5 кг/см² и линейных скоростях вращения диска от 10 до 58 см/с.

Для композитов с содержанием СКЭПТ-30 1 %, 2 % и 3 % на графиках зависимостей среднего коэффициента трения от скорости вращения (рис. 1) следует отметить наличие минимумов, что свидетельствует о начале критических разрушений. Об этом также свидетельствует увеличение коэффициента трения при скоростях, превышающих скорость минимального коэффициента трения. Для композитов с содержанием каучука 4 % и 5 % интервал скоростей был расширен до 58 см/с. Для образца ПДЦПД + 4 % СКЭПТ-30 минимум был получен при линейной скорости движения индентора 50 см/с, для образца ПДЦПД + 5% СКЭПТ-30 в выбранном интервале линейных скоростей точка минимума, соответствующая началу разрушений, не наблюдалась.

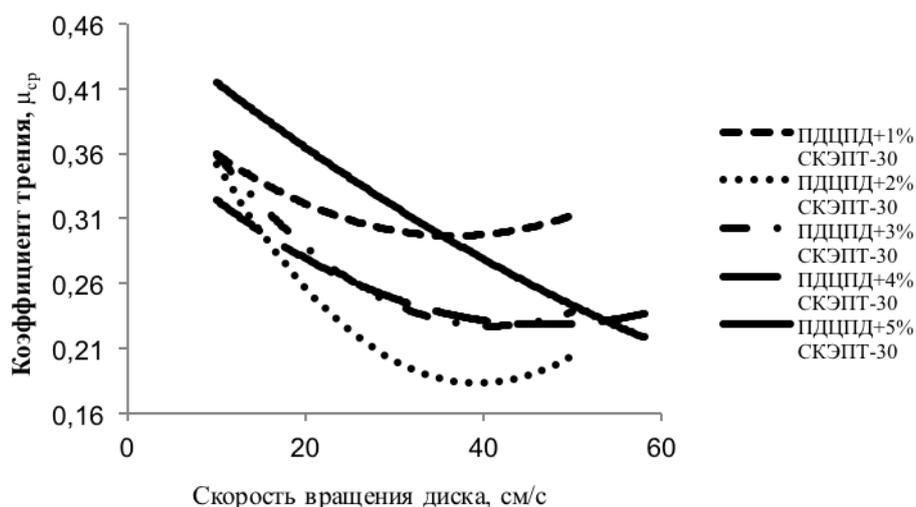


Рис. 1 Зависимость коэффициента трения от скорости вращения диска для композитов ПДЦПД-СКЭПТ-30

Заметно, что при повышении концентрации СКЭПТ-30 в композите минимум смещается в область более высоких скоростей. Отсюда следует, что с увеличением концентрации каучука в полимере увеличивается диапазон рабочих скоростей.

Литература

1. Брагинский О.Б. Мировая нефтехимическая промышленность. – М.: Наука, 2003. – 556 с.
2. Волостнова О.И., Мингазетдинов И.Ф. Применение новых полимерных материалов в машиностроении. – М.: КГТУ, 2000. – 123 с.
3. Патент RU 2409420 С1. Рутениевый катализатор метатезисной полимеризации дициклопентадиена и способ его получения / Колесник В.Д., Аширов Р.В., Щеглова Н.М., Новикова Е.С. и др. Заявл. 21.08.2009. Опубл. 29.01.2011.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ГУДРОНА В ПРОЦЕССЕ АКВАТЕРМОЛИЗА

А.В. Гончаров¹, Е.Б. Кривцов², А.К. Головкин²

Научный руководитель – старший научный сотрудник, канд. хим. наук Е.Б. Кривцов

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия.*

² *Институт химии нефти Сибирское отделение Российской академии наук, г. Томск, Россия.*

Основной проблемой современной нефтеперерабатывающей промышленности является переработка тяжелых нефтяных остатков, из-за высокого содержания в них смолисто-асфальтеновых веществ и гетероатомных соединений [1]. Разработка простых методов деструкции смолисто-асфальтеновых компонентов позволит существенно повысить эффективность термических процессов переработки тяжелого углеводородного сырья и, как следствие, получать нефтепродукты с низким содержанием высокомолекулярных и гетероатомных соединений и высоким содержанием дистиллятных фракций [2].

Цель работы заключалась в исследовании состава и выявлении основных закономерностей термической деструкции компонентов гудрона при акватермолизе в присутствии карбоната кальция и оксида железа III.

Объектом исследования является гудрон Новокуйбышевского НПЗ, в состав которого входит высокое содержание смолисто-асфальтеновых веществ: смол – 33,6 % мас., асфальтенов – 5,7 % мас. Содержание масел составляет 60,7 % мас., гудрон является высокосернистым – 3,04 % мас., что характеризует его как неподходящее сырье для получения бензинов и дизельных топлив.

Акватермолиз гудрона проводился в реакторах-автоклавах объемом 12 см³ при температуре 500 °С в течение 45 минут. Масса навески гудрона составляла 7 г, навеска воды – 1,8 г. Количество воды рассчитывалось таким образом, чтобы в процессе крекинга создать сверхкритические условия. В качестве инициаторов процесса крекинга добавляли карбонат кальция (СаСО₃ ГОСТ 4530-76, размер частиц 60-100 мкм) и порошкообразный оксид Fe(III). При проведении эксперимента фиксировалась масса пустого реактора и масса реактора с загруженным в него образцом, подготовленным к акватермолизу. После проведения термической обработки сырья, выход газообразных продуктов определяли по потере массы реактора с образцом после удаления из