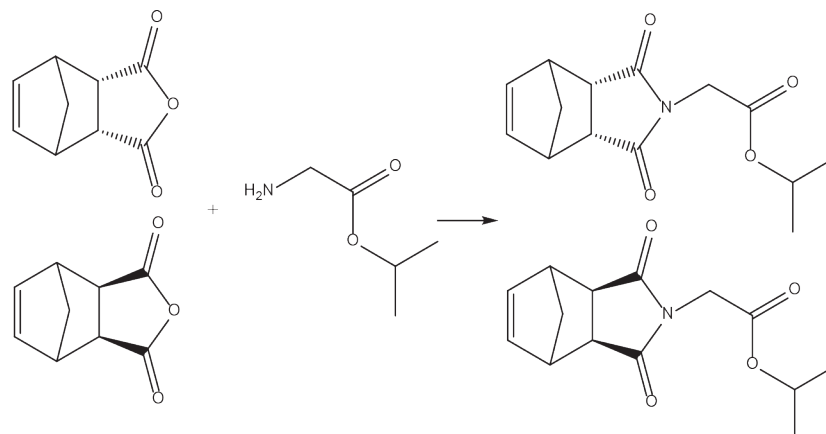




**Рис. 2.** Схема реакции получения 5-норборнен-2,3-дикарбоксимида-N-изопропил ацетата

методикой, приведенной в работе [3].

Контроль реакции осуществлялся методом ТСХ в системе ИПС:  $\text{H}_2\text{O}$  (9 : 1) с использованием проявительной системы 0,1 н  $\text{KMnO}_4$  : 2 н Уксусная кислота (1 : 1). Выход продукта составил 40 % от теоретического.

Третья стадия – синтез мономера – 5-норборнен-2,3-дикарбоксимида-N-изопропил ацетата (рис. 2).

Синтез мономера осуществлялся следующим образом: к раствору экзо, эндо-ангидрида норборнен-2,3-дикарбоновой кислоты (1,64 г, 0,01 моль) и триэтиламина (2,0 мл, 0,02 моль) в толуоле (40 мл) был добавлен изопропиловый эфир аминуксусной кислоты (1,17 г, 0,01 моль).

Полученную смесь нагревали с обратным холодильником в течение 15 ч., затем реакционную смесь охладили и промыли 2 М соляной кислотой (3 раза по 50 мл). Водную фазу отбрасывали. Растворитель отогнали на роторном испарителе под вакуумом [3]. В результате проделанной работы был выделен продукт в виде желтого масла. Выход полученного продукта составил 60 %. Продукт был проанализирован методом ГХ МС. Соотношение экзо-изомера к эндо-изомеру полученного мономера составляет 95 % и 5 %, что соответствует изомерному составу исходного экзо, эндо-ангидрида норборнен-2,3-дикарбоновой кислоты.

### Список литературы

1. Sutthasupa S., Terada K., Sanda F., Masuda T. // *Polymer Science*, 2006. – P.5337–5343.
2. Spring A., Maeda D., Ozawa M., Odoi K., Qiu F., Yamamoto K., Yokoyama S. // *Polymer*, 2015. – №56. – P.189–198.
3. Biagini S., Bush S., Gibson V., Mazzarioli L., North M. // *Tetrahedron*, 1995. – №26. – P.7247–7262.

## ОКИСЛЕНИЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Р.О. Карташов

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.И.Бондалетова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Greed-Roman@mail.ru

Нефтеполимерные смолы (НПС) – это низкомолекулярные термопластичные полимеры, получаемые полимеризацией жидких продуктов пиролиза нефтепродуктов. НПС являются составной частью более широкого класса материалов на основе углеводородных смол. Основное применение нефтеполимерные смолы нашли в

таких областях как лакокрасочная промышленность, клеевая, печатная, резиновая, также используется в других материалах, таких как герметики, мастики.

Наряду с достоинствами нефтеполимерные смолы, не содержащие в своем составе функциональных групп, кроме ненасыщенных свя-

Таблица 1. Функциональные числа нефтеполимерных смол

| Функциональные числа           | Значения функциональных чисел исследуемых смол при раз-<br>личном содержании $H_2O_2$ в процессе модификации (%) |                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                | 0                                                                                                                | 1                  | 3                  | 5                  | 7                  | 9                  |
|                                | НПС <sub>C5</sub>                                                                                                | ОНПС <sub>C5</sub> | ОНПС <sub>C5</sub> | ОНПС <sub>C5</sub> | ОНПС <sub>C5</sub> | ОНПС <sub>C5</sub> |
| Бромное число, г/100 г         | 81,4                                                                                                             | 71,4               | 67,3               | 65,9               | 60,5               | 45,3               |
| Кислотное число, мг/г          | 29,5                                                                                                             | 33,0               | 42,0               | 42,5               | 51,7               | 66,3               |
| Эпоксидное число, %            | 3,3                                                                                                              | 6,8                | 10,9               | 14,4               | 19,0               | 18,7               |
| Органические гидропероксиды, % | 0,9                                                                                                              | 1,8                | 1,8                | 1,4                | 1,7                | 1,2                |

зей, имеют и недостатки, главные из которых – низкая адгезия и высокая окисляемость, и, следовательно, отсутствие требуемого комплекса свойств, что существенно сужает область их практического использования [1].

Для обеспечения высоких прочностных характеристик нефтеполимерные смолы модифицируют путем введения функциональных групп, способных улучшать свойства НПС. Модификация нефтеполимерных смол может осуществляться взаимодействием с карбоновыми кислотами и их ангидридами, а также путем окисления смолы кислородом воздуха, перекисью водорода и озонированием [2].

В качестве объекта исследования была выбрана нефтеполимерная смола на основе фракции  $C_5$ , (НПС<sub>C5</sub>), полученная путем выделения из реакционного раствора этой смолы в непрореагировавших углеводородах фракции.

Целью работы является исследование модификации НПС на основе фракции  $C_5$  пероксидом водорода  $H_2O_2$  в условиях межфазного катализа. В качестве катализатора использовали молибдат аммония  $(NH_4)_2(MoO_4)$ .

Модификацию (окисление) проводили пероксидом водорода, взятым в количестве от 1 % до 9 % от массы смолы (1, 3, 5, 7, 9 %) в условиях межфазного катализа: 0,2 %  $(NH_4)_2MoO_4$  от мас-

сы реакционной смеси и 1 %  $(C_4H_9)_4NJ$  от массы органической части. Пероксид водорода вносили при температуре 40 °С с помощью капельной воронки равными порциями в течение одного часа. Далее синтез вели при температуре 80 °С в течение 90 минут. Выделение модифицированной смолы (ОНПС<sub>C5</sub>) после отмывки неорганической части водой проводили удалением непрореагировавших углеводородов при пониженном давлении.

Функциональные числа исходной и модифицированных смол представлены в таблице.

По данным таблицы видно, что значения кислотного и эпоксидного чисел увеличиваются, а бромного уменьшаются. Снижение бромного числа говорит о том, что окисление идет по двойным связям. Значение кислотного числа НПС<sub>C5</sub> (исходная смола), равное 29,5 мг/г, свидетельствует о том, что данная смола при хранении окислялась. В связи с этим ИК-спектры образцов, снятые для доказательства проведенной модификации, оказались недостаточно информативными.

Таким образом, проведенная модификация алифатической нефтеполимерной смолы, на основе фракции  $C_5$ , пероксидом водорода приводит к росту количества карбоксильных и эпоксидных групп.

### Список литературы

1. Думский Ю.В., Но Б.И., Бутов Г.М. *Химия и технология нефтеполимерных смол*. – М.: Химия, 1999. – 303с.
2. Лесняк В.П. *Синтез, модификация и применение нефтеполимерных смол на основе*

*мономерсодержащих пиролизных фракций / Сб. трудов «Химические проблемы создания новых материалов и технологий».* – Минск: Издательство БГУ, 2008. – С.204–245.