

2. Липатов Ю.С. Справочник по химии полимеров / Ю.С. Липатов, А.Е. Нестеров, Т.М. Гриценко, Р.А. Веселовский. Киев: Наукова думка. 1971. 280 с.

УДК 678

А.А. Ковалев, О.Ф. Шишлов
(A.A. Kovalev, O.F. Shishlov)
ПАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил
(JSC «Uralchimplast», Nizny Tagil)
В.В. Глухих
(V.V. Gluckhih)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНЗОКСАЗИНА
НА ОСНОВЕ КАРДАНОЛА**
(STUDY OF CARDANOL-BASED BENZOXAZINE
THERMAL BEHAVIOR)

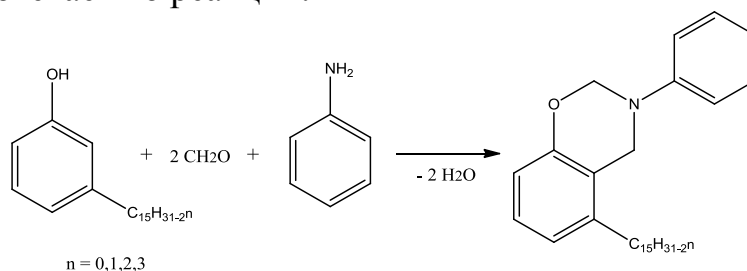
Методами ТГА и ДСК изучены термические свойства бензоксазина на основе карданола.

Thermal behavior of cardanol-based benzoxazine was studied by means of TGA and DSC.

Бензоксазины представляют интерес в качестве мономеров, а также отвердителей фенолформальдегидных и эпоксидных смол. Бензоксазины можно рассматривать как органические гетероциклические соединения, получаемые при совместной реакции монозамещенных аминов, альдегидов и фенолов [1]. Использование бензоксазинов в составе древесно-эпоксидных композитов позволяет снизить расход связующих вплоть до 30 % в составе материала [2].

В данном исследовании был проведен синтез бензоксазина на основе карданола с целью последующей модификации эпоксидных композиций для изготовления различных древесных композитов.

При использовании в качестве исходных реагентов карданола, анилина и формальдегида ожидается, что образование бензоксазина карданола (далее БК) протекает по реакции:



Синтез БК осуществляли следующим образом: в трехгорлый стеклянный реактор, снабженный мешалкой, термометром и обратным холодильником, помещали 0,49 моль карданола (150 г), 0,48 моль анилина (45 г) и 0,96 моль параформа (29,7 г, содержание формальдегида 96,7 %). Смесь нагревали до 90 °С и выдерживали при этой температуре 2 часа, после чего отгоняли воду под вакуумом 0,1 атм. при температуре не более 80 °С. Выход продукта составил 208 г. Готовый продукт БК охарактеризовали по ряду физико-химических показателей (таблица).

Показатели бензоксазина карданола

Наименование показателя	Результат анализа
Внешний вид	Однородная вязкая жидкость темно-коричневого цвета
Динамическая вязкость при 20 °С, мПа·с	300
Массовая доля свободного карданола, %	2,8

Структура полученного продукта была подтверждена при помощи ИК-спектроскопии и сравнения полученных данных с литературными. В спектре присутствуют полосы: 1256 см⁻¹ (асимметричные вибрационные колебания С-О-С); 1032 см⁻¹ (симметричные вибрационные колебания С-О-С); 1497 и 962 см⁻¹, характерные для трехзамещенного ароматического кольца.

При анализе методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) наблюдаются два пика в области 273 °С и 368 °С с тепловым эффектом 82,9 Дж/г и 96,0 Дж/г соответственно. Пик на кривой ДСК при 273 °С отвечает реакции полимеризации путем раскрытия циклов, пик при 368 °С вызван деструкцией полимера. Кривая ДСК представлена на рис. 1.

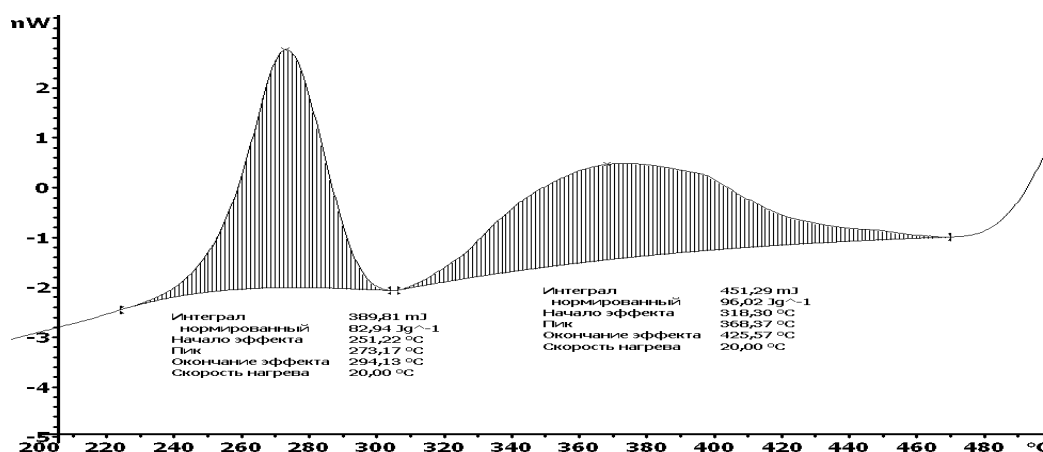


Рис. 1. Вид кривой ДСК бензоксазина на основе карданола

При анализе БК методом ТГА (термогравиметрический анализ) на кривой потери массы наблюдаются две ступени потери массы (два пика на графике производной). Наибольшая потеря массы наблюдается при температурах 280 °С (интервал 210–325 °С) и 455 °С (интервал 335–510 °С). На пер-

вой ступени потеря массы составила 19,0 %, на второй 77,4 %. При дальнейшем увеличении температуры до 750 °С потеря массы достигает 95 %. Кривая ТГА и ее производная по температуре представлены на рис. 2.

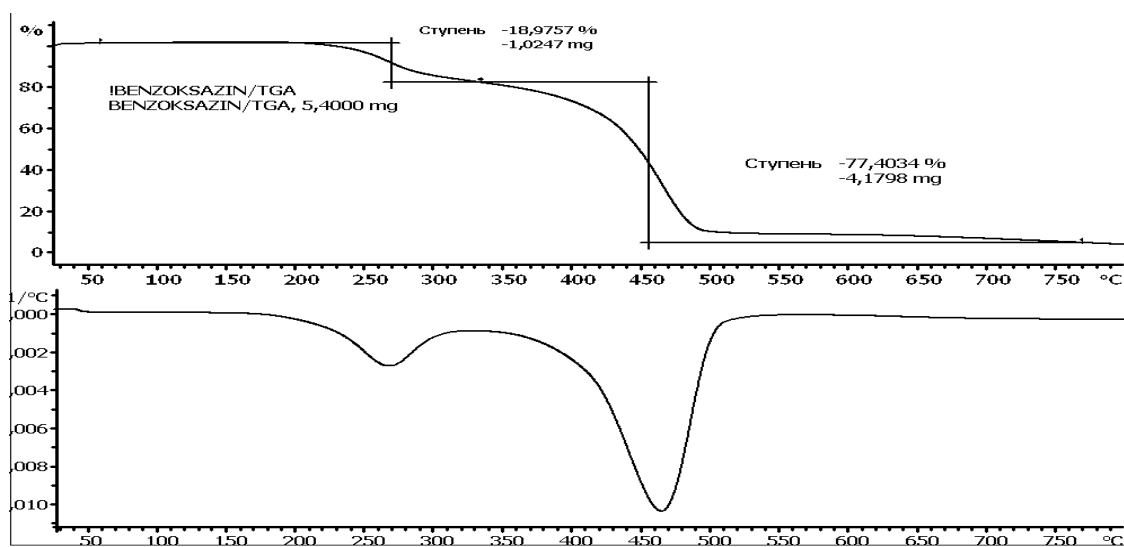
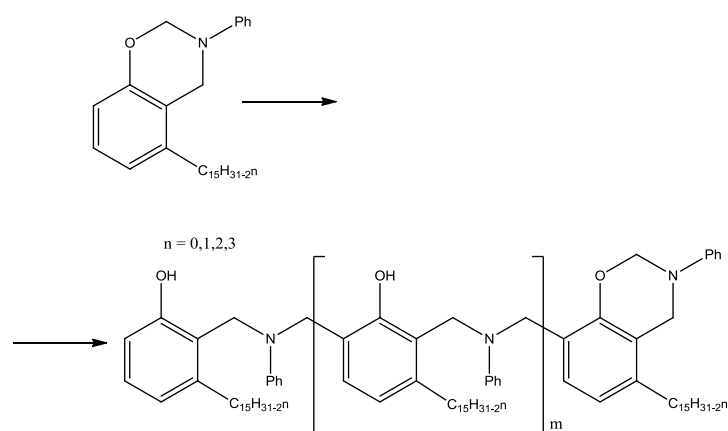


Рис. 2. Вид кривой ТГА и ее производной для БК

В литературных источниках предлагается следующая реакция для описания процесса поликонденсации бензоксазина:



Предлагаемая реакция не сопровождается выделением низкомолекулярных продуктов, что затрудняет интерпретацию потери массы материала при температуре 210–325 °С (ТГА). Потеря массы также превышает суммарную концентрацию остаточных мономеров. Вероятно, частичное разложение продукта происходит уже в ходе поликонденсации, что не позволяет использовать данное соединение в качестве самостоятельного мономера, но возможно его использование в смеси с другими материалами – фенольными и эпоксидными смолами.

Библиографический список

1. Process for preparation of benzoxazine compounds in solventless systems: пат. 5543516 США Apl. no. 245478; заявл. 18.05.1994; опубл. 06.08.1996.

2. Jubsilp C. High performance wood composites based on benzoxazine-epoxy alloys / C. Jubsilp, T. Takeichi, S. Hiziroglu, S. Rimdusit // Bioresource Technology. 2008. № 99. P. 8880–8886.

УДК 504.064.4

И.Н. Липунов, Л.А. Старыгин, И.Г. Первова, Д.И. Дубровенко
(I.N. Lipunov, L.A. Starygin, I.G. Pervova, D.I. Dubrovenko)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**РЕЦИКЛИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
НА ОСНОВЕ ПРИОРИТЕТА
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ КООПЕРАЦИИ**
(INDUSTRIAL WASTES RECYCLING ON THE BASE
OF INTERBRANCHES COOPERATION PRIORITY)

Разработаны структура системы и технологическая схема рециклинга промышленных отходов на основе циклоцентрического принципа обращения с отходами.

The paper deals with the system structure and recycling technologic scheme elaboration on the base cyclecentric principle of industrial wastes treatment.

Процесс промышленной переработки отходов производства и потребления с целью получения полупродуктов, продуктов или вторичного сырья называется *рециклингом отходов*. Рециклинг промышленных отходов рассматривается сегодня как один из наиболее эффективных способов ресурсосбережения. В настоящее время существует два концептуальных подхода к решению проблемы отходов – отходоцентрический (ОЦП) и циклоцентрический (ЦЦП), различающиеся уровнями иерархии обращения с отходами.

Отходоцентрический принцип, в основном применяемый в нашей стране, использует следующие иерархические уровни обращения с отходами: предотвращение – снижение – разделение – вторичное использование – рециклинг – обезвреживание – захоронение. Конечным результатом реализации такого подхода являются все продолжающееся увеличение отходов и формирование техногенных месторождений.