

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Колесников, В.Л. Бумага и картон из волокнисто-полимерных композиций / В.Л. Колесников. – Минск: БГТУ, 2004.
2. Колесников, В.Л. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем: учеб. пособие для студентов вузов / В.Л. Колесников, И. М. Жарский, П.П. Урбанович. – Минск: БГТУ, 2004.
3. Колесников, В.Л. Системный анализ производственных процессов в полиграфии: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Информационные системы и технологии (издательско-полиграфический комплекс)» / В.Л. Колесников. – Минск: БГТУ, 2011.

**СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНОЙ МУКИ  
И ЛЬНЯНОГО МАСЛА**

*А.С. Чуйков, О.Г. Рудак, В.В. Ширяев*

*Беларусь, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

**Введение.** Композиционные материалы находят все более широкое применение в авиации, судо- и автомобилестроении, строительстве, коммунальном хозяйстве, железнодорожном транспорте, производстве мебели, спортивного снаряжения, химическом производстве и других областях. В настоящее время оборот в секторе композиционных материалов составляет 60 млрд евро. С учетом ежегодного темпа роста он может достичь к 2015 году 80 млрд. Успеху в применении композиционных материалов способствуют возрастающие требования к охране окружающей среды и сокращению потребления энергии, а также поиск более устойчивых к воздействию различных сред и условий материалов.

Наряду с синтетическими связующими в настоящее время находят широкое применение экологически чистые, биоразлагаемые клеевые материалы, такие как полисахариды, пищевые масла, крахмал. Подобные материалы применяются уже не только в традиционной для них строительной отрасли, но и в машиностроении, производстве товаров для спорта, пищевой и медицинской отраслях.

Сегодня получили широкое распространение растительные масла в связи со своей устойчивостью к воздействию некоторых сред, а также вследствие того, что они являются биоразлагаемым материалом. Они сейчас входят в состав ряда полимеров и добавок.

**Основная часть.** В состав натурального линолеума входят льняное масло, древесная мука, смола сосновых деревьев, порошок из известняка и натуральные красители.

Процесс производства натурального линолеума начинается с изготовления линолеумной массы из древесной муки, смол хвойных деревьев, измельченной извести и льняного масла. Эта масса в течение недели вызревает в специальных термических бочках. Затем в массу добавляют натуральные красители и в результате оксидирования льняного масла получают определенную смесь, которую далее спрессовывают в каландровой машине. Полученный материал рубят на полосы, укладывают их внахлест на основу из джута и вновь пропускают через каландр. Шлейф из этого материала перемещают в сушильные камеры, где он вызревает в течение 10–14 дней, превращаясь к концу процесса в линолеум.

Как видно из представленной технологии, производственный процесс занимает около 3–4 недель, что составляет достаточно большой промежуток времени, который обусловлен сложным и длительным процессом полимеризации связующего и, соответственно, требует определенных затрат. Целью исследований является сокращение длительности производственного процесса за счет уменьшения времени отверждения льняного масла.

Льняное масло (лат. *oleum lini*) – жирное растительное масло, получаемое из семян льна. Относится к быстровысыхающим маслам, так как легко, по сравнению с остальными маслами, полимеризуется в присутствии кислорода воздуха («высыхает») с образованием прочной прозрачной

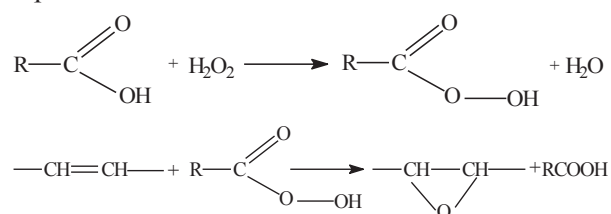
пленки. Эта способность обусловлена высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, %: 15–30 линолевой, 44–61 линоленовой и 13–29 олеиновой. Содержание насыщенных кислот 9–11%.

В соответствии с ГОСТ 5791–81 «Масло льняное техническое» определены следующие показатели: йодное число – 180 г I<sub>2</sub>/100 г, плотность при 20°С равна 0,926–0,936 г/см<sup>3</sup>, цветное число по шкале Гарднера составляет 4.

Вследствие длительного процесса высыхания льняное масло подвергают специальной предварительной обработке: окислирование, термополимеризация, эпоксилирование [1].

Проанализировав данные способы переработки масла, мы остановились на введении эпоксидных групп как на более эффективном и менее энергозатратном.

*Эпоксилирование льняного масла.* Одним из путей переработки является эпоксилирование по двойным связям жирнокислотных остатков. В качестве эпоксилирующего агента обычно используют муравьиную или надуксусную кислоты. Схему эпоксилирования можно представить следующим образом:



Здесь R=H или CH<sub>3</sub>.

Таким образом, имеется возможность ввести в масло значительное количество эпоксидных групп, что позволяет при взаимодействии с отвердителем значительно ускорить процесс отверждения.

Было рассмотрено несколько способов создания эпоксидных групп в льняном масле:

1-й способ: в колбу поместили масло, толуол и пероксид водорода, включили мешалку и нагрели до 70°С. При этой температуре из капельной воронки постепенно вводили муравьиную кислоту. Затем при температуре 70–80°С реакционную массу выдерживали при работающей мешалке в течение 2,5 ч. Далее масло охлаждали, промывали и сушили под вакуумом [2].

2-й способ: в колбу поместили масло и муравьиную кислоту. Реакция происходит во время смешивания при 50°С. Для начала эпоксилирования 50%-ю перекись водорода вводили постепенно в течение 5 ч в необходимом соотношении (по количеству связей C=C). Далее реакция проходила при включенной мешалке в течение 5 ч при температуре 50°С. После этого смесь охлаждали, промывали и сушили под вакуумом.

После непосредственного эпоксилирования определили количество полученных эпоксидных групп. Согласно теоретическим расчетам, данных групп можно получить не более 26,7%.

После проведения ряда экспериментов получили результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Содержание эпоксигрупп

№ п/п	X <sub>1</sub> , %	X <sub>2</sub> , %
1	7,23	10,56
2	6,95	12,35
3	7,02	12,98
4	6,41	14,04
5	6,76	13,68
6	7,51	12,59
7	6,34	13,47
8	6,58	13,85
9	7,13	13,56
10	7,39	13,09
Среднее значение		
	6,93	13,02

Анализ полученных результатов показал, что второй способ более эффективен, так как количество эпоксидных групп в полученном продукте больше.

Полученное масло имеет следующие показатели: йодное число – 5 г I<sub>2</sub>/100 г, плотность при 20 °С 0,998–1,020 г/см<sup>3</sup>, цветовое число по шкале Гарднера равно 1.

Эпоксидированное масло стало существенно светлее и тяжелее.

Следующим этапом эксперимента является отверждение полученного эпоксидированного масла.

При проведении эксперимента в качестве отвердителя приняли малеиновый ангидрид, так как его молекулы достаточно гибкие и обеспечивают относительную пластичность материала.

Для отверждения смешиваем эпоксидированное масло и отвердитель в определенном соотношении и подвергаем сушке:

- 1) под действием кислорода воздуха при нормальных условиях за время  $T_1$ ;
- 2) при нагревании до 180 °С за время  $T_2$ .

Полученные результаты сведены в таблице 2.

Таблица 2

<b>Время отверждения</b>		
№ п/п	$T_1$ , ч	$T_2$ , ч
1	99	3,6
2	95	4,9
3	101	4,2
4	105	3,8
5	117	5,1
6	107	4,1
7	97	3,9
8	103	4,6
9	109	3,8
10	115	4,5
Среднее значение		
	104,8	4,25

Анализ результатов отверждения эпоксидированного льняного масла показал, что при производстве натурального линолеума с применением в качестве связующего льняного масла с эпоксидными группами длительность производственного цикла сокращается в 100 раз при горячем отверждении и в 5 раз при отверждении в нормальных условиях.

Полученный материал является достаточно прочным и не имеет ярко выраженного запаха.

**Заключение.** На основании вышеизложенного сделаем вывод, что путем введения эпоксидных групп в льняное масло можно существенно сократить время его высыхания. Соответственно сокращается процесс производства композиционного материала, в состав которого входит древесная мука, и, как следствие, снижаются энерго- и трудозатраты на выпуск данного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузина, Н.Г. Химия и технология пленкообразующих веществ / Н.Г. Кузина [и др.]. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 76 с.
2. Кузнецов, Е.В. Практикум по химии и физике полимеров / Е.В. Кузнецов [и др.]. – Москва: Химия, 1977. – 256 с.