

Д.В. Кузёмкин, канд. техн. наук, доц.;  
А.И. Юсевич, канд. хим. наук, зав. кафедрой НГПиНХ;  
Е.В. Дубоделова, канд. техн. наук, доц.;  
С.И. Шпак., канд. техн. наук, доц.;  
А.А. Кожемяко, соискатель; А.В. Акимов, студ. (БГТУ, г. Минск);  
А.Н. Гончар, зам. директора (СООО «СинерджиКом»)

### **МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ ЛИГНИНОМ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ПЛИТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Фенолоформальдегидные смолы (ФФС) в настоящее время получили наибольшее применение в деревообрабатывающей промышленности как один из компонентов связующего для производства таких плитных материалов, как плиты МДФ и фанера [1].

ФФС относятся к термореактивным полимерам и являются продуктами реакции поликонденсации фенола и формальдегида. Они бывают резольного и новолачного типов, причем в плитном производстве используются жидкие ФФС резольного типа. В настоящее время для успешного освоения новых рынков сбыта плитной продукции на основе ФФС необходимо строгое соблюдение требований нормативных актов в отношении их токсичности.

Решением этой проблемы может послужить создание новых видов смол и связующих на их основе с предварительным обоснованием протекающих при взаимодействии химических модификаторов с олигомерами химических процессов.

В результате проведенных ранее исследований была показана возможность синтеза малотоксичных ФФС с применением таких химических модификаторов, как дифенилолпропан, технические лигносульфонаты и ряда других химически активных веществ [2]. При этом наибольшего внимания заслуживают лигнинсодержащие модификаторы, являющиеся отходами химико-механической переработки древесины. В связи с этим для модификации в процессе синтеза ФФС была использована порошковая форма поликарбоксилатного лигнина (ПКЛ), свойства которого приведены в таблице 1.

Ранее в работе [3] по рецептурам, схожим с промышленными, были синтезированы ФФС, причем в процессе синтеза они подвергались модификации 20 %-ным водным раствором ПКЛ группы «S-Drill» с расходом 4% к массе абсолютно сухой смолы.

**Таблица 1 – Химический состав и функциональные группы S-Drill™ BND**

Наименование показателя	Значение
Молекулярная масса Mw, г/моль	3500–4000
Молекулярная масса Mn, г/моль	1400–1600
Полидисперсность	2,5
Метоксильные группы, %	Менее 10
Карбоксильные группы, %	2,5
Фенольные гидроксильные группы, ммоль/г	1,1
Алифатические гидроксильные группы, ммоль/г	0,3
Общее содержание гидроксильных групп, ммоль/г	3,9
Формальдегид	Отсутствует

С целью повышения технологичности синтеза ФФС в промышленных условиях целесообразным было провести в аналогичных условиях модификацию ФФС порошковым ПКЛ группы «S-Drill». В результате, с учетом приведенных в работе [3] условий, была получена ФФС, модифицированная ПКЛ в порошковом виде с влажностью 8,2 %. В качестве контроля в аналогичных условиях синтезировалась ФФС без использования модификатора. Показатели качества ФФС, определенные в соответствии с ГОСТ 20907-2016, приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, модифицирование ФФС в процессе синтеза ПКЛ в виде порошка, в сравнении с модифицированной 20 %-ным водным раствором ПКЛ ФФС, позволило на 5,8 % увеличить показатель предела прочности при скалывании по клеевому слою фанеры. При этом содержание свободного формальдегида в смоле возросло незначительно.

**Таблица 2 – Показатели качества ФФС**

Показатель	ФФС (контроль)	ФФС с добавкой ПКЛ в виде 20% р-ра	ФФС с добавкой ПКЛ в порошковом виде	По ГОСТ 20907-2016 для СФЖ-3013
Вязкость по ВЗ-4, с	20,6	123,3	72,0	40–130
Массовая доля сухого остатка, %	45,1	45,3	43,2	39–43
Массовая доля щёлочи, %	6,4	5,4	6,5	6,0–7,5
Массовая доля свободного формальдегида, %	0,26	0,22	0,23	≤ 0,18
Массовая доля свободного формальдегида, %	0,26	0,22	0,23	≤ 0,18
Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1ч, МПа	2,53	3,45	3,65	≥ 1,47

Таким образом, необходимо отметить, что за исключением показателя массовой доли свободного формальдегида, по всем остальным показателям модифицированная порошковым ПКЛ ФФС соответствует требованиям ГОСТ 20907-2016 для смолы СФЖ-3013, используемой в производстве фанеры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиева, А.П. Перспективы получения фенолформальдегидных смол / А.П. Алиева. – Баку: Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Г. Мамедалиева, 2021. – 24 с.

2. Шишаков Е.П., Куземкин Д.В., Юсевич А.И. Перспективные виды связующих для производства древесных композиционных материалов // Технология органических веществ: материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 18–22.

2. Кузёмкин Д.В., Юсевич А.И., Дубоделова Е.В., Шишаков Е.П., Акимов А.В., Гончар А.Н. Модифицирование поликарбоксилатным лигнином используемых в деревообработке синтетических смол // Технология органических веществ: материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 222–224.

УДК 674.815.031

И.А. Хмызов, канд. техн. наук, доц.;  
Т.В. Халимонюк, магистрант  
(БГТУ, г. Минск)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ НА ИХ РАВНОВЕСНУЮ СОРБЦИОННУЮ ВЛАЖНОСТЬ**

В настоящее время в качестве топливного материала все чаще стали использоваться древесные пеллеты [1]. Партии пеллет большого объема достаточно часто доставляют морским и железнодорожным транспортом, в открытых негерметичных емкостях и упаковке, где в течении относительно продолжительного времени пеллеты могут сорбировать влагу из воздуха, что приводит к снижению их потребительских свойств. При хранении пеллет и в процессе технологической выдержки в течении определенного времени в бункерах котлов при сжигании, пеллеты также могут сорбировать влагу из воздуха. Увлажнен-