

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-

ные пеллеты имеют пониженные значения показателей качества, в первую очередь тепловорную способность и прочность.

Сорбционная влажность пеллет характеризует их способность поглощать влагу (пары воды) из окружающего воздуха. Численно сорбционная равновесная влажность равна влажности пеллет после окончания процесса поглощения ими влаги (паров воды) и в значительной мере определяет сохранение значений показателей качества, полученными непосредственно после изготовления, в процессе их эксплуатации. Для решения задачи снижения равновесной сорбционной влажности нами была исследована возможность обработки поверхности пеллет непосредственно после их производства парафиновой эмульсией (ПЭ). Цель обработки – предотвращение увеличения влажности пеллет при транспортировке в неблагоприятных условиях и, как минимум, не снижение механической прочности пеллет, характеризующее содержанием мелкой фракции в пеллетах непосредственно у потребителя.

В качестве исходного сырья использовали пеллеты из хвойных смешанных пород древесины (лиственных и хвойных) из окоренной древесины. Для гидрофобизации поверхности древесных гранул использовали ПЭ ОАО «Завод горного воска» (Республика Беларусь, г.п. Свислочь), соответствующую ТУ ВУ 600125053.072-2014 (таблица 1). Эта эмульсия традиционно применяется в производстве древесностружечных плит и плит МДФ. Для нанесения ПЭ на поверхность пеллет применялось пневматическое распыление. Анализ вибрационной устойчивости пеллет выполняли на просеивающей машине HAVER EML 200 digital plus.

**Таблица 1 – Свойства парафиновой эмульсии**

Наименование показателя	Значение
Внешний вид	жидкость от белого до бежевого цвета
Плотность, при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	910,0–950,0
Содержание сухой массы, %	58–62
Водородный показатель (рН)	8,8–9,8

Параметры механического воздействия на пеллеты составляли: время вибрации 15 мин; амплитуда колебаний сит 3 мм. Оценка сорбционного увлажнения заключалась в определении массы влаги, адсорбированной пеллетами после обработки их поверхности ПЭ с максимально допустимым по расходом добавкой, наносимой на поверхность, 0,2% (в соответствии с ISO 17225-2:2021(E)). Сорбционное увлажнение рассчитывалось как прирост массы навески пеллет после выдержки в течении 2-ух суток на открытом воздухе при относитель-

ной влажности воздуха 95%.

Проведенные исследования показали, что обработка пеллет ПЭ позволяет снизить сорбционное увлажнение. В результате выдержки при повышенной влажности прирост массы контрольного образца пеллет составил 18,3%, а с для образцов с парафинированной поверхностью – 9,2%. Результаты определения механической прочности пеллет путем оценки их виброустойчивости для образцов без обработки поверхности и с обработкой ПЭ с расходом 0,2% приведены в таблице 2.

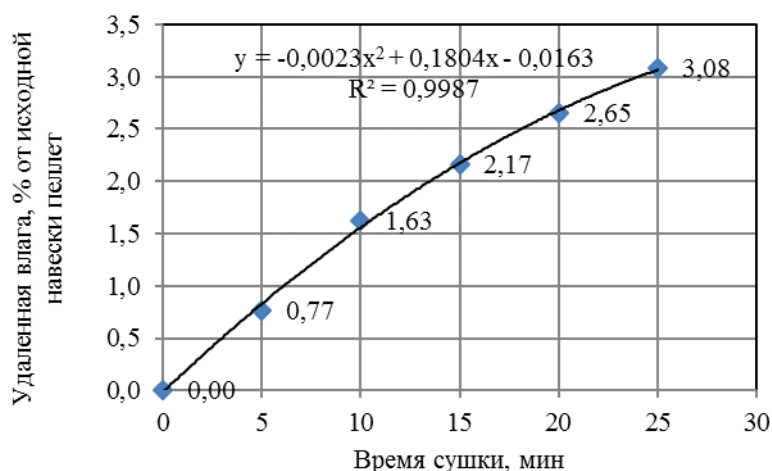
Из полученных результатов следует, что при обработке пеллет ПЭ устойчивость к вибрации существенно увеличивается. Содержание фракции 3,15/–, характеризующей долю некондиционной фракции пеллет в соответствии с ISO 17225-2:2021(E), составило 1,54% для не парафинированных пеллет, тогда как для парафинированных – 0,44%. Это существенно ниже и обеспечивает меньшую пылимость и разрушение пеллет при их различного рода перемещениях от цеха-производителя до потребителя и в процессе сжигания

**Таблица 2 – Виброустойчивость пеллет**

Фракция пеллет	Доля фракции, %, для пеллет	
	Без обработки ПЭ	Обработка ПЭ, 0,2%
-/5	98,46	99,56
5/3,15	0,21	0,15
3,15/2	0,07	0,00
2/1	0,14	0,07
1/0,5	0,42	0,07
0,5/0,25	0,35	0,07
0,25/-	0,35	0,07
<b>3,15/-</b>	<b>1,54</b>	<b>0,44</b>

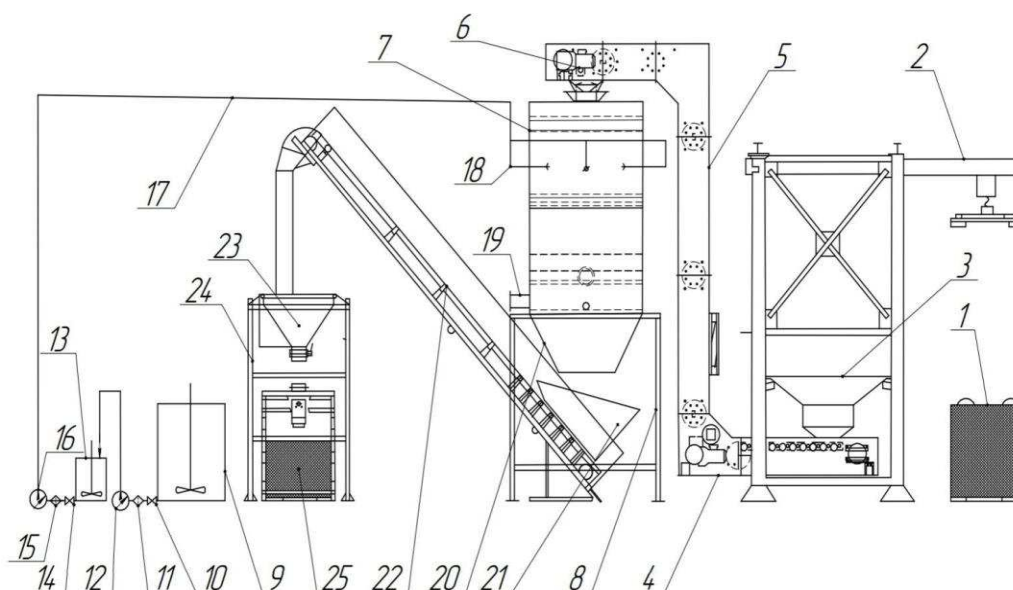
Учитывая, что ПЭ содержит в себе влагу, и она привносится в пеллеты при их обработке, возникает необходимость удаления избыточной влаги, например, путем подсушивания пеллет после нанесения ПЭ. Для исследования процесса сушки пеллет после обработки ПЭ их помещали на сетчатый поддон с размерами отверстий сита 1x1 мм монослоем. Создавали восходящий поток горячего воздуха скоростью 0,5 м/с температурой 90оС, проходящий через поддон с пеллетами. Результаты определения потери массы навески парафинированных пеллет за счет испарения влаги приведены на рисунке 1.

Расчеты показывают, что при расходе парафина 0,2% к массе пеллет и концентрации ПЭ 59% дополнительное увлажнение составляет  $y = 0,14\%$ . Такое количество влаги удаляется достаточно быстро – за 12-14 сек.



**Рисунок 1 – Динамика сушки пеллет**

Технологический процесс производства пеллет с парафинированной поверхностью реализуется следующим образом (рисунок 2). Упаковки пеллет 1 погрузчиком 2 загружаются в загрузочную воронку 3. В загрузочную воронку пеллеты могут поступать непосредственно и основной линии производства – из охладителя пеллет.



**Рисунок 2 – Технологическая схема парафинирования поверхности пеллет**

Конвейеры 4, 6 непрерывно дозируют пеллеты в устройство для модификации поверхности пеллет – парафинатор 7, смонтированный на опорной раме 8. По трубопроводу 17 из емкости хранения 9 и расходной емкости 13 через вентили 10 и 14, фильтры 11 и 15 насосами 12 и 16 в парафинатор 7 подается ПЭ. Распыление ПЭ производится специальными форсунками 18 в парафинаторе 8. Создается аэрозоль

парафиновой эмульсии, через которую проходит ниспадающий распределенный поток пеллет. Через патрубок 19 в модификатор подается подогретый воздух для удаления с поверхности пеллет влаги, принесенной с эмульсией гидрофобизатора. Температура воздуха нагревается до 90°C. Из парафинатора пеллеты выгружаются через разгрузочную коническую часть 20 в воронку 21 наклонного скребкового конвейера 22, откуда попадают в воронку 23 на узел упаковки 24, 25.

Разработанная технологическая схема универсальна и может дополнить любое существующее производство пеллет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Топливные гранулы на основе лиственной древесины: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины» / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Н.А. Герман. – Минск: БГТУ, 2018. – 86 с.

УДК 331.45:63

В.Н. Босак, д-р с.-х. наук, проф.;  
А.Е. Кондраль, канд. техн. наук, доц. (БГСХА, г. Горки);  
А.В. Домненкова, канд. с.-х. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

#### **ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА: НОВОЕ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ**

Для предотвращения травматизма и профессиональных заболеваний на производстве предусмотрен целый комплекс организационно-технических мероприятий, среди которых значимое место занимает разработка соответствующих нормативных правовых актов по охране труда и пожарной безопасности [1–9].

В Республике Беларусь вступили в силу новые межотраслевые «Правила по охране труда»: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 1 июля 2021 г. № 53.

Принятые и вступившие в силу «Правила по охране труда» содержат следующие главы:

- глава 1 «Общие положения»;
- глава 2 «Организация работы по охране труда»;
- глава 3 «Требования к территории организации»;
- глава 4 «Требования к зданиям, сооружениям и помещениям»;
- глава 5 «Санитарно-бытовое обслуживание работающих»;
- глава 6 «Требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования»;