

Научная статья  
УДК 674.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ С ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ

Артём Вячеславович Артёмов<sup>1</sup>, Виктор Гаврилович Бурьиндин<sup>2</sup>,  
Анна Сергеевна Ершова<sup>3</sup>, Андрей Викторович Савиновских<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> artemovav@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> buryndinvg@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> anuta-1997-29@mail.ru

<sup>4</sup> savinovskihav@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Литературные и экспериментальные данные показывают положительное влияние на физико-механические свойства пластика контролируемой температурной обработки изделий на основе древесины, в частности, на материалы, подверженные гидрофобизирующей обработке кремнийорганической жидкостью. Целью данной работы было изучение влияния продолжительности и температуры термообработки на физико-механические свойства пластика без добавления связующих веществ с гидрофобизирующим покрытием.

**Ключевые слова:** пластики, сосновые опилки, гидрофобизатор, термообработка

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках научного проекта «FEUG-2020-0013».

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF PLASTICS WITHOUT RESINS WITH A HYDROPHOBIC COATING

Artyom V. Artyomov<sup>1</sup>, Viktor G. Buryndin<sup>2</sup>, Anna S. Ershova<sup>3</sup>,  
Andrey V. Savinovskih<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> artemovav@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> buryndinvg@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> anuta-1997-29@mail.ru

<sup>4</sup> savinovskihav@m.usfeu.ru

**Abstract.** Literature and experimental data show a positive effect on the physical and mechanical properties of controlled temperature treatment of wood-based products, in particular on materials subject to hydrophobic treatment with organosilicon liquid. The purpose of this work was to study the effect of the duration and temperature of heat treatment on the physical and mechanical properties of plastic without resins with a hydrophobic coating.

**Keywords:** plastics, pine sawdust, hydrophobizer, heat treatment

**Acknowledgements.** The study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education within the framework of the scientific project «FEUG-2020-0013».

В настоящее время с целью более широкого применения пластиков на основе растительного сырья инициирован поиск возможности их гидрофобизации в процессе получения. Рассматриваются различные методы, например, применение кремнийорганических соединений, которые отверждаются и закрепляются на материале в виде гидрофобного покрытия [1–3].

В работе В. Н. Петри рассмотрена зависимость водопоглощения и разбухания по толщине от параметров термообработки древесных пластиков без добавления связующего (ПБС), предварительно пропитанных кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94 [4]. Сопоставляя показатели водостойкости у пластиков, обработанных и не обработанных гидрофобизатором, можно отметить, что они достаточно близки. Также было установлено, что продолжительность термообработки существенно влияет на показатели водостойкости пластика, гидрофобизированного кремнийорганической жидкостью [4].

Были проведены специальные эксперименты, направленные на разработку методов гидрофобизации материала. Так, в работе «О получении древесного пластика без связующего» высказано предположение, что применение только операции термозакалки готовых пластиков позволит улучшить их гидрофобные свойства: ПБС подвергался термообработке при 210 °С при продолжительности от 2 до 8 ч [5]. В результате было установлено, что термообработка обеспечивает увеличение водостойкости и механической прочности древесного пластика.

Следовательно, для гидрофобизации ПБС достаточна лишь термообработка. Если наряду с улучшением гидрофобности желательно получить более прочный материал, термообработка должна

предшествовать обработке пластика гидрофобизатором, например, кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94.

Цель данной работы – исследование влияния термообработки ПБС на основе сосновых опилок с гидрофобизирующим покрытием на физико-механические свойства в зависимости от продолжительности и температуры обработки. Для выполнения исследований были изготовлены образцы ПБС в закрытой пресс-форме методом компрессионного горячего прессования (толщина и диаметр образцов составляли 2 и 90 мм соответственно). В качестве исходного пресс-сырья применялись сосновые опилки с фракцией 0,7 мм и абсолютной влажностью 7 %. Режимы изготовления образцов были приняты следующие: давление прессования 40 МПа, температура прессования 180 °С, продолжительность прессования 10 мин, продолжительность охлаждения под давлением 10 мин, продолжительность кондиционирования 24 часа.

После кондиционирования проводилось определение физико-механических свойств по утвержденным методикам (контроль). Для обрабатываемых образцов испытания на контроль осуществлялись после нанесения гидрофобизирующего покрытия и его осушки в течение 24 часов.

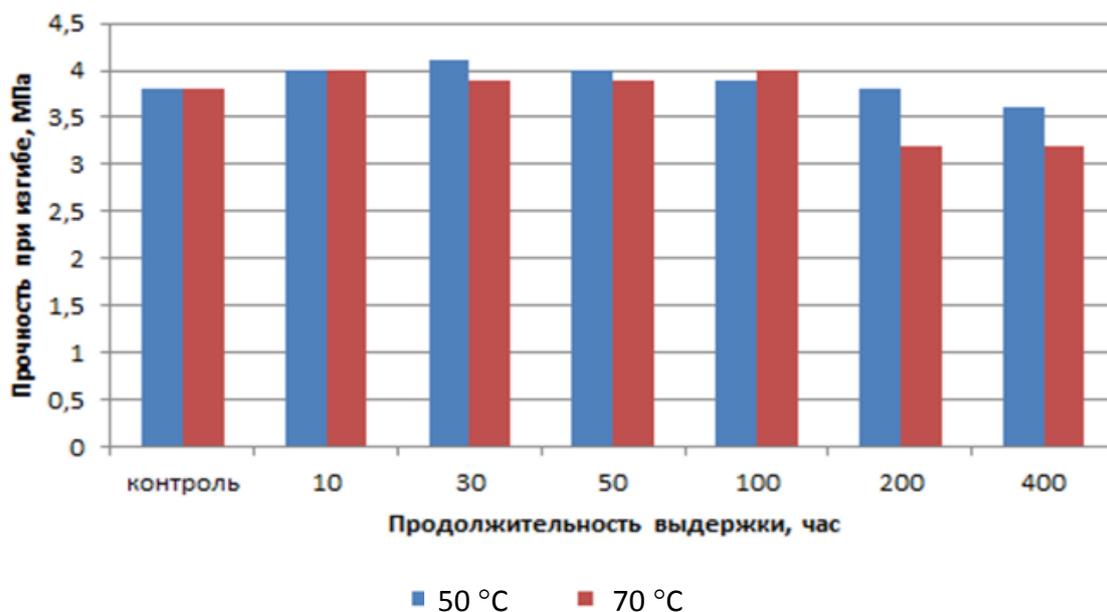
Для оценки влияния термообработки образцы ПБС выдерживали в термощкафу при температуре 50 и 70 °С в течение 400 ч. По истечении времени в 10, 30, 50, 100, 200 и 400 ч образцы изымались и кондиционировались в комнатных условиях в течение суток. После чего проводилось определение физико-механических свойств.

Испытания образцов на физико-механические свойства проводились по аккредитованным методикам (ГОСТ 10634-88, ГОСТ 4670-2015, ГОСТ 4650-2014) и на поверенном оборудовании (разрывная машина модели 2166 Р-5, твердомер марки «БТШПС П У42»).

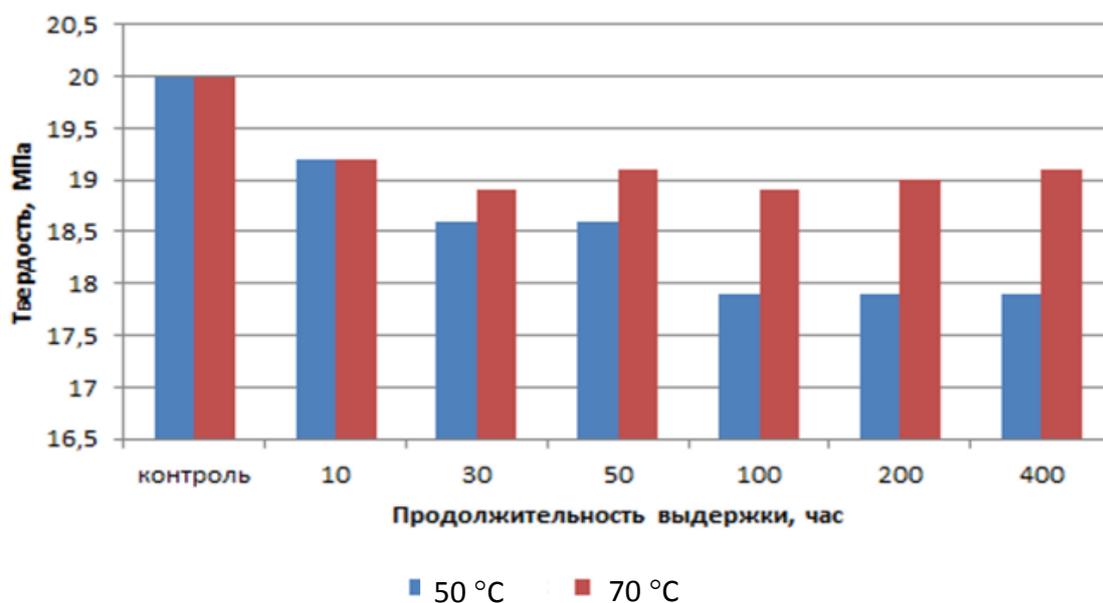
Физико-механические свойства ПБС с гидрофобизирующим покрытием в зависимости от температуры и продолжительности термообработки представлены на рис. 1, 2. Можно сделать следующие выводы:

- 1) на начальном этапе термообработки имеются изменения показателей прочностных свойств. При этом показатели по водостойкости практически не изменяются. При температуре 70 °С наблюдается достижение максимальных прочностных показателей на более ранних сроках термообработки. Это обуславливается продолжением процессов поликонденсации и полимеризации лигноуглеводного комплекса древесины при данной температуре. Дальнейшая термообработка (более 100 ч) приводит к снижению прочности при изгибе, что вызвано деструкцией лигноуглеводного комплекса ПБС: при 70 °С данные процессы протекают более интенсивно и начинаются на более ранних сроках термообработки;

2) для показателей водостойкости ПБС при термообработке отмечается противоположная зависимость. Так, при температуре 50 °С на начальном этапе термообработки отсутствуют изменения по водопоглощению, а при дальнейшей выдержке (более 100 ч) наблюдается относительно резкое увеличение показателя. В свою очередь, при температуре 70 °С изменение водопоглощения наблюдается с самого начала термообработки, и снижение данного показателя происходит до завершения процесса термообработки.

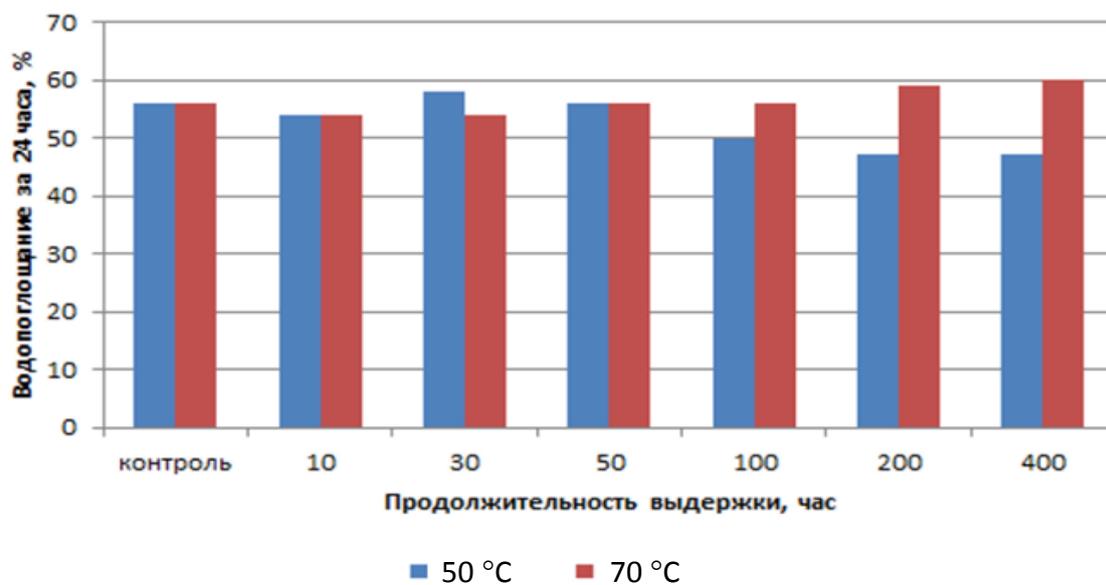


а

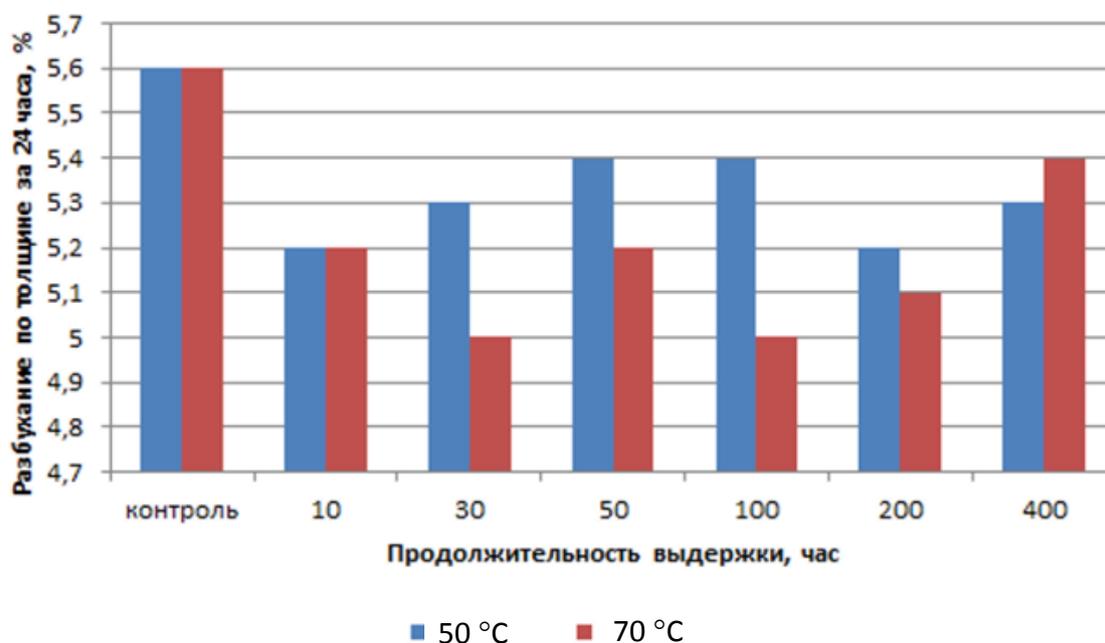


б

Рис. 1. Прочностные свойства ПБС:  
а – прочность при изгибе; б – твердость



а



б

Рис. 2. Показатели водостойкости ПБС :  
а – водопоглощение; б – разбухание по толщине

Сравнение физико-механических свойств ПБС, не подверженных и подверженных термической обработке пресс-сырья, представлено в таблице (СО – сосновые опилки, ИС – иловая смесь, ГЛ – гидролизный лигнин, ГФ – гидрофобизатор).

**Физико-механические свойства ПБС**  
(термообработка 400 ч при температуре 50 °С)

Физико-механические свойства	ПБС							
	нетермообработанные				термообработанные			
	СО [6]	СО+ИС [7]	СО+ИС+ГЛ [7]	СО+ГФ	СО [6]	СО+ИС [7]	СО+ИС+ГЛ [7]	СО+ГФ
Прочность при изгибе, МПа	9,5	10,7	7,1	9,0	9,9	14,3	9,0	9,9
Водопоглощение за 24 часа, %	20	43	43	50	25	43	37	20

На основании приведенных в таблице данных можно говорить о том, что термообработка позволяет повысить прочность ПБС. Наибольшее увеличение прочности при изгибе (практически в 2 раза) при температуре 50 °С в течение 400 ч наблюдается у образцов ПБС на основе биологически модифицированного пресс-сырья в виде сосновых опилок [8]. Также можно говорить, что термообработка положительно влияет на исходное модифицированное пресс-сырье – происходит снижение показателя водопоглощения, на основании которого можно судить о степени структурообразования материала.

При этом термообработка обеспечивает увеличение водостойкости и механической прочности пластика с гидрофобизирующим покрытием за счет более глубокого проникновения и закрепления гидрофобизатора на поверхности материала.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что приобретение свойств ПБС в процессе термообработки обусловлено видом исходного пресс-сырья с учетом его предварительной обработки. При этом процесс термообработки готового материала позволяет улучшить физико-механические свойства уже сформированного материала.

*Список источников*

1. Калимуллин А. А., Богданов Р. Р., Назипова Ф. В. Повышение эксплуатационной надежности цементно-стружечных плит при помощи гидрофобизаторов // *Деревообрабатывающая промышленность*, 2018. № 4. С. 24–30.

2. Зорин Д. А., Иващенко Н. В., Добрин К. Е. Эффективные комплексные гидрофобизаторы для самоочищающихся фасадных материалов // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2019. № 4. С. 16–23. – DOI 10.34031/article\_5cb1e6595c5ba2.05324270.

3. Исследование влияния гидрофобизирующей добавки на физико-механические свойства древесного пластика без добавления связующего / А. В. Савиновских, А. В. Артёмов, В. Г. Бурындин, А. Е. Шкуро // *Деревообрабатывающая промышленность*, 2020. № 2. С. 50–55.
4. Плитные материалы и изделия из древесины и других одресневевших остатков без добавления связующих / Под ред. В. Н. Петри. М.: Лесная промышленность, 1976. 360 с.
5. О получении древесного пластика без связующего / Н. Я. Солечник, Л. Н. Наткина, Т. С. Коромылова, Л. И. Лихачева // *Деревообрабатывающая промышленность*, 1963. № 3. С. 15–17.
6. Тепловое старение изделий на основе древесных композиционных материалов / Т. С. Выдрина, А. В. Артёмов, В. Г. Дедюхин, В. Г. Бурындин // *Химия растительного сырья*, 2007. № 2. С. 101–106.
7. Влияние температуры и времени на эксплуатационные свойства древесных пластиков без добавления связующих / В. Г. Бурындин, А. В. Артёмов, А. В. Савиновских, А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов // *Системы. Методы. Технологии*. 2018, № 1(37). С. 121–125.
8. Биоактивация древесного пресс-сырья активным илом для получения древесного пластика без добавления связующего / Д. О. Грэдинару, А. В. Савиновских, А. В. Артёмов, В. Г. Бурындин, В. Е. Артёмов // *Леса России и хозяйство в них*, 2013. № 1(44). С. 126–129.