

Рис. Схема возврата в производство карбамидоформальдегидных смол промывных вод от линий древесных листовых материалов

Принцип работы данной установки заключается в том, что выбрасываемый в атмосферу воздух поступает на очистку в абсорбер, куда подается водный абсорбент. В результате массообменных процессов происходит очистка воздуха от загрязняющих вредных веществ. Загрязненный раствор из абсорбера поступает в биореактор. В биореакторе происходит биохимическая деструкция растворенных загрязняющих примесей до  $H_2O$  и  $CO_2$  при помощи специальных штаммов микроорганизмов, выведенных институтом микробиологии НАН РБ. В настоящее время данная установка находится в режиме пуско-наладочных работ.

Таким образом, для повышения экологической безопасности производства формальдегидных смол и древесных листовых материалов разработана система производственного экологического контроля и система возврата жидких отходов в виде промывных вод и дистиллята в производство, позволяющая снизить периодичность оценки факторов производственной среды и утилизировать до 5232 т/год жидких отходов. В пуско-наладочном режиме находится система очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха от реакторов синтеза смол и складского хозяйства абсорбционно-биохимическим методом при помощи новых штаммов микроорганизмов. Предлагаемые технические решения согласуются с данными информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2015.

УДК 674-419.32

**А. А. Федотов,**

к. т. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ, [aafedotoff@yandex.ru](mailto:aafedotoff@yandex.ru)

**Т. Н. Вахнина,**

к. т. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ, [t\\_yachnina@mail.ru](mailto:t_yachnina@mail.ru)

**С. А. Котиков,**

аспирант, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ, [galich1917@yandex.ru](mailto:galich1917@yandex.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ФАНЕРЫ ФСФ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Костромской области в рамках научного проекта № 19-43-440001.

В работе исследуется влияние модификации на разбухание фанеры ФСФ по толщине. Вводится девять модифицирующих добавок в фенолоформальдегидное связующее. Наиболее эффективные модификаторы, улучшающие значение показателя – пероксид водорода, железоаммонийные квасцы, диметилглиоксим.

**Ключевые слова:** фанера ФСФ, фенолоформальдегидное связующее, модификация, разбухание по толщине.

**A. A. Fedotov,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, [aaFedotoff@yandex.ru](mailto:aaFedotoff@yandex.ru)

**T. N. Vakhnina,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, [t\\_vakhnina@mail.ru](mailto:t_vakhnina@mail.ru)

**S. A. Kotikov,**

1st year graduate student, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, [galich1917@yandex.ru](mailto:galich1917@yandex.ru)

## INVESTIGATION WATER RESISTANCE OF FSF PLYWOOD BASED ON MODIFIED BINDER

The paper investigates the effect of the modification on the swelling of FSF plywood in thickness. Nine modifying additives are added to the phenol-formaldehyde binder. The most effective modifiers that improve the value of the indicator are hydrogen peroxide, iron-ammonium alum, dimethylglyoxime.

**Keywords:** FSF plywood, phenol-formaldehyde binder, modification, thickness swelling.

Россия является лидером по производству фанеры, ее доля на мировом рынке березовой фанеры составляет 64 %. 30 % производимой фанеры реализуется на внутреннем рынке, остальная продукция отправляется на экспорт (по данным агентства WhatWood) [1]. Однако при положительной динамике производства фанеры существует проблема: глобальный тренд на то, что сырье дорожает быстрее, чем готовая продукция. Этот общий для деревоперерабатывающей промышленности тренд особенно характерен для фанерного производства [2]. Данный фактор требует от фанерного производства появления более экономичных или более производительных технологий.

Рациональный способ уменьшения затрат на производство фанеры – снижение температуры прессования. Проблема заключается в том, что при снижении температуры прессования до 150 °С и ниже фенолоформальдегидное связующее не достигает стадии резита, это негативно влияет на прочность и водостойкость фанеры ФСФ. Решением проблемы может быть введение модифицирующих добавок, повышающих адгезионную и когезионную прочность фенолоформальдегидного связующего. Вследствие этого возможно улучшение комплекса эксплуатационных свойств фанеры ФСФ [3, 4].

Аспекту повышения прочностных характеристик фанеры ФСФ, изготовленной при низкотемпературном режиме производства на основе модифицированного фенолоформальдегидного связующего, уделяется внимание в трудах ученых [5, 6], однако вопрос повышения ее водостойкости остается недостаточно исследованным. Объясняется это, в числе прочего, и положением дел с нормативной документацией на фанеру общего назначения. Как в предыдущей редакции ГОСТ 3916.1, так и в редакции 3916.1–2018 стандарта на фанеру общего назначения показатели влаго- и водопоглощения, а также разбухания по толщине после пребывания в воде не являются нормируемыми. При этом к используемой в качестве опалубки фанере предъявляются по ГОСТ 52752–2007 требования к стойкости при переменных температурно-влажностных воздействиях (ГОСТ 33121–2014)

В настоящей работе исследуется влияние модификации фенолоформальдегидного связующего девятью добавками (табл.) на показатель разбухания фанеры ФСФ по толщине. Для изготовления пятислойной фанеры использовался лущеный березовый шпон (ГОСТ 99–2016) номинальной толщиной 1,5 мм, фенолоформальдегидная смола СФЖ-3014 (ГОСТ 20907–2016) и модифицирующие добавки, представленные в таблице. Доля добавки модификаторов варьировалась от 0,25 до 1,50 % (с градацией 0,25 %).

Т а б л и ц а

**Добавки, используемые для модификации ФСФ**

Вид модификатора	Химическая формула
Пероксид водорода (3 %-ный водный раствор)	$H_2O_2$
Сульфат цинка восьмиводный (водный раствор)	$ZnSO_4 \cdot 8H_2O$
Железоаммонийные квасцы (водный раствор)	$NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Хлорид магния безводный (водный раствор)	$MgCl_2$
Хлорид железа шестиводный (водный раствор)	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$
Хлорид алюминия шестиводный (водный раствор)	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$
Диметилглиоксим (в сухом виде и в виде суспензии)	$C_4H_8N_2O_2$
Сульфат алюминия восемнадцативодный (водный раствор)	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
Сульфосалициловая кислота двухводная (водный раствор)	$C_7H_6O_6S \cdot 2H_2O$

Результаты определения разбухания фанеры по толщине с применением предложенных модификаторов представлены на рис. 1–3. Разбухание фанеры без модификации составило 10,93 %.

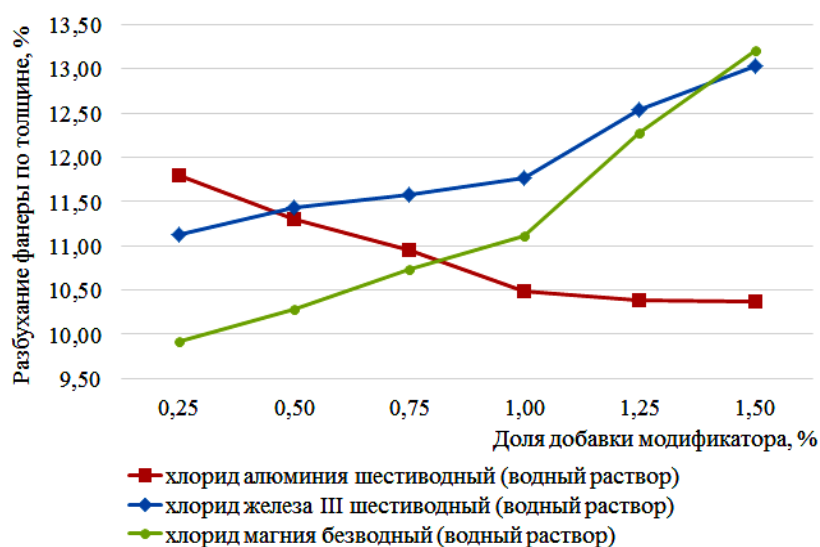


Рис. 1. Зависимость разбухания фанеры от доли добавки хлоридов металлов

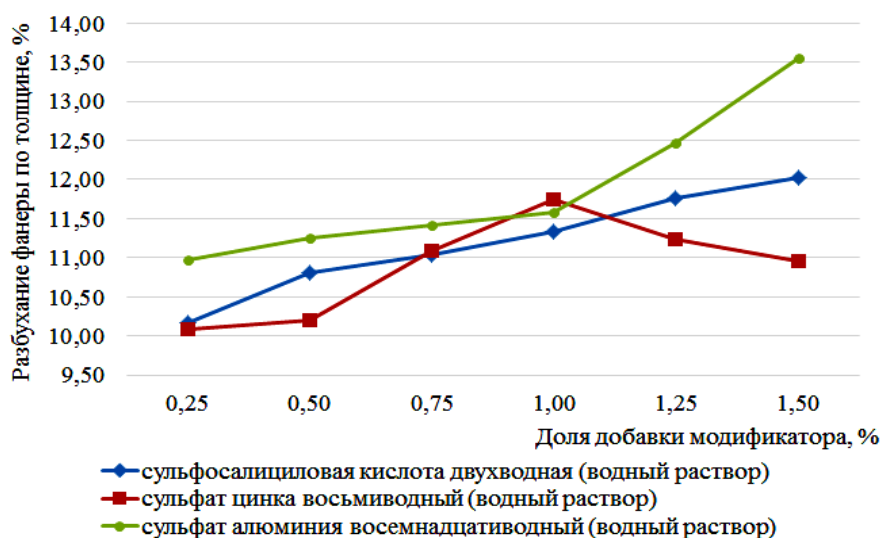


Рис. 2. Зависимость разбухания фанеры от доли добавки сульфатов металлов и сульфосалициловой кислоты

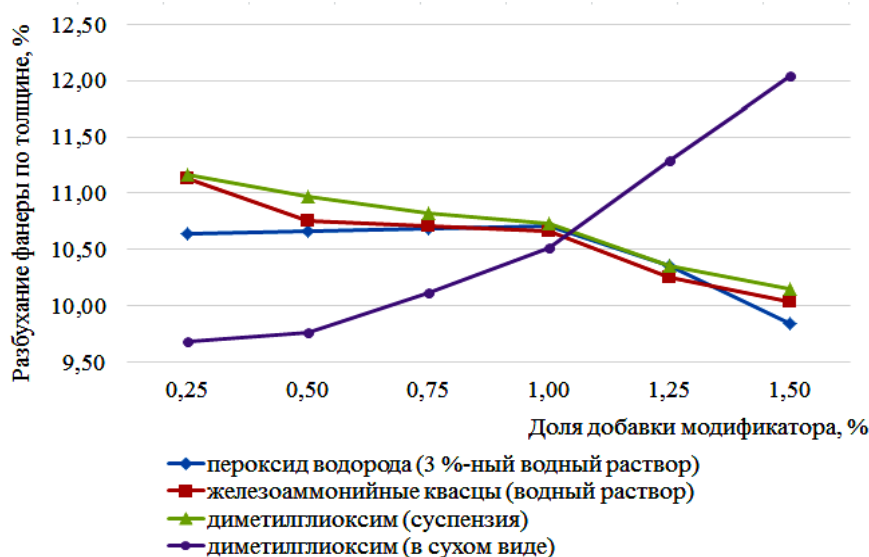


Рис. 3. Зависимость разбухания фанеры от доли добавки модификаторов

Пероксид водорода наиболее эффективно снижает разбухание фанеры по толщине. На уровнях варьирования доли добавки 0,25...1,50 % значение показателя разбухания меньше, чем без данной добавки, а также меньше, чем при добавке железоаммонийных квасцов (0,50...1,50 %), диметилглиоксима (0,25...1,00 % в сухом виде и 0,75...1,50 % в виде суспензии).

Положительное влияние хлорида алюминия (1,00...1,50 %), хлорида магния (0,25...0,75 %) сульфосалициловой кислоты и сульфата цинка (0,25...0,50 %) несколько ниже и наблюдается также в указанных диапазонах варьирования.

При использовании хлорида железа III и сульфата алюминия разбухание фанеры выше, чем без модификации, это позволяет сделать вывод, что данные модификаторы положительно влияют на механические свойства фанеры, но при этом снижают гидролитическую устойчивость связующего.

В целом, можно отметить, что добавка пероксида водорода в качестве модификатора фенолоформальдегидного связующего позволяет при снижении температуры прессования сформировать более гидролитически устойчивую матрицу связующего и улучшить водостойкость фанеры ФСФ.

### Список литературы

1. Древесные плиты и фанера сегодня: цифры, факты, проблемы и перспективы развития // ПРОДЕРЕВО. URL: <https://proderevo.net/industries/wooden-plates/drevesnye-plity-i-fanera-segodnya-tsifry-fakty-problemy-i-perspektivy-razvitiya.html> (дата обращения: 02.03.2021).
2. Бесчастнов А. Тенденции замещения и потенциал роста: фанера, OSB, ДСП, MDF // ПРОДЕРЕВО. URL: <https://proderevo.net/industries/wooden-plates/tendentsii-zameshcheniya-i-potentsial-rosta-fanera-osb-dsp-mdf.html> (дата обращения: 02.03.2021).
3. Вахнина Т. Н., Федотов А. А., Сусоева И. В. Влияние модификаторов на время отверждения фенолоформальдегидного связующего для прессования фанеры при низкотемпературном режиме // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 4(36). С. 99–108.
4. Федотов А. А., Вахнина Т. Н., Котиков С. А. Повышение прочностных показателей фанеры ФСФ путем использования модифицирующих добавок к связующему // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 1(37). С. 124–135.
5. Mirski R., Dziurka D., Lecka J. Potential of shortening pressing time or reducing pressing temperature for plywood resinated with PF resin modified using alcohols and esters // European Journal of Wood and Wood Products. 2011. Vol. 69. No. 2. Pp. 317–323.
6. Sedliacik J., Bekhta P., Potapova O. Technology of low-temperature production of plywood bonded with modified phenol-formaldehyde resin // Wood research. 2010. Vol. 55(4). Pp. 124–130.
7. ГОСТ 33121–2014. Конструкции деревянные клееные. Методы определения стойкости клеевых соединений к температурно-влажностным воздействиям. М. : Стандартиформ, 2019. 14 с.

УДК 666.973.3:674.8; 674.046

**В. Ю. Чернов,**

к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и товароведение», Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, Россия,  
[chernovvy@volgatech.net](mailto:chernovvy@volgatech.net)

**И. Г. Гайсин,**

к. т. н., доцент кафедры «Лесопромышленные и химические технологий», Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

**А. А. Палкин,**

магистрант, ФГБОУ ВО «ПГТУ», Йошкар-Ола, Россия

**Е. М. Мальцева,**

студент, ФГБОУ ВО «ПГТУ», Йошкар-Ола, Россия

### БЕТОН НА ОСНОВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ТМД: ОСОБЕННОСТИ МАТЕРИАЛА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Представлены теплоизоляционные свойства легкого бетона на основе ТМД. Проведены исследования прочности на сжатие и теплопроводность нового материала при использовании различных наполнителей. Результаты исследования показали целесообразность использования наполнителя из ТМД при использовании низкосортной древесины для производства арболита.*

**Ключевые слова:** арболит, бетон на основе ТМД, низкосортная древесина.