

### Сведения об авторах

*Паринов Дмитрий Александрович* – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: DmitryParinov@mail.ru.

*Шамаев Владимир Александрович* – профессор кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: drevstal@mail.ru.

*Медведев Илья Николаевич* – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации, e-mail: medved-vrn82@mail.ru.

### Information about authors

*Parinov Dmitry Aleksandrovich* – junior researcher Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation, e-mail: DmitryParinov@mail.ru.

*Shamaev Vladimir Aleksandrovich* – Professor of the Department of Wood Science Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh, Russian Federation, e-mail: drevstal@mail.ru.

*Medvedev Ilya Nikolaevich* – junior researcher Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation, e-mail: medved-vrn82@mail.ru.

DOI: 10.12737/article\_5ab0dfc53f8c83.58064262

УДК 674.093.26

### ВЛИЯНИЕ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ПЫЛИ, КАК НАПОЛНИТЕЛЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЕВ НА ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

кандидат технических наук, доцент **Л. В. Пономаренко**<sup>1</sup>

кандидат технических наук, доцент **Е. В. Кантиева**<sup>1</sup>

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

Одним из главных показателей качества фанеры является ее экологичность, которая характеризуется содержанием свободного формальдегида. Для производства фанеры с эмиссией формальдегида класс E<sub>0</sub>, E<sub>1</sub> необходимо использовать малотоксичные карбамидоформальдегидные смолы. Данные смолы имеют низкую конечную вязкость, что может привести к снижению прочностных свойств фанеры за счет излишнего проникновения клея в древесину. Изменить вязкость рабочего раствора клея можно путем использования наполнителей (древесная мука, ржаная мука, каолин и др.). Результаты исследований показали, что древесная мука обладает высокой адсорбционной способностью и 2-5 м.ч. древесной муки повышают вязкость клея с 60 до 180 с по вискозиметру ВЗ-4. В тоже время в деревообрабатывающих цехах скапливается большое количество шлифовальной пыли. Для оценки возможности использования шлифовальной пыли в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных смол проведен сравнительный анализ свойств шлифовальной пыли, полученной при шлифовании различных материалов и древесной муки в соответствии с ГОСТ 16362-86. Результаты показали, что шлифовальная пыль по влажности, насыпной плотности сопоставима с древесной мукой. Фракционный состав

шлифовальной пыли более крупный, но большая ее часть после сортирования соответствует необходимым фракциям 0,25; 0,18; 0,125. В работе исследованы влияние фракции и количества шлифовальной пыли на прочностные свойства фанеры, а также на технологические свойства клея (динамическую вязкость, pH, время желатинизации). Максимальное увеличение прочности фанеры составило 63 % при использовании шлифовальной пыли фракции 0,125 в количестве 1 м.ч. Добавление шлифовальной пыли в клеевой раствор приводит к росту его динамической вязкости, причем чем крупнее частицы, тем сильнее изменяется вязкость. Наполнение карбамидоформальдегидных смол шлифовальной пылью смещает pH клеевого раствора в сторону нейтральной и слабокислой среды и снижает время желатинизации до 55-60с. Проведенные исследования показывают, что применение шлифовальной пыли в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных клеев приводит к снижению внутренних напряжений в отвержденном клее и повышению прочности склеивания фанеры.

**Ключевые слова:** фанера, прочность, наполнитель, шлифовальная пыль, вязкость.

### INFLUENCE OF GRINDED DUST AS A FILLER OF CARBAMIDEOFORMALDEHYDE ADHESIVES ON THEIR TECHNOLOGICAL PROPERTIES

PhD (Engineering), Associate Professor **L. V. Ponomarenko**<sup>1</sup>

PhD (Engineering), Associate Professor **E. V. Kantieva**<sup>1</sup>

1 – FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

#### Abstract

One of the main indicators of the quality of plywood is its environmental friendliness, which is characterized by the content of free formaldehyde. To produce plywood with formaldehyde emission class E0, E1, low-toxic urea-formaldehyde resins should be used. These resins have low final viscosity, which can lead to a decrease in the strength properties of plywood due to excessive penetration of glue into the wood. The viscosity of the working solution of the glue can be changed by the use of fillers (wood flour, rye flour, kaolin, etc.). The results of the research have showed that wood flour has high adsorption capacity and 2-5 m. shares of wood flour increase the viscosity of the adhesive from 60 to 180 s by the VZ-4 viscometer. At the same time, a large amount of grinding dust accumulates in the woodworking shops. To assess the possibility of using grinding dust as a filler of urea-formaldehyde resins, a comparative analysis of the properties of grinding dust obtained by grinding various materials and wood flour in accordance with State Standard 16362-86 has been carried out. The results have showed that grinding dust is comparable to wood flour in moisture, bulk density. The fractional composition of the grinding dust is larger, but most of it corresponds to the necessary fractions of 0.25; 0.18; 0.125 after sorting. The article studies the effect of the fraction and the amount of grinding dust on the strength properties of plywood, as well as on the technological properties of the adhesive (dynamic viscosity, pH, gel time). The maximum increase in the strength of plywood has been 63% when using grinding dust of 0.125 fractions in the amount of 1 m.sh. Adding grinding dust to the adhesive solution leads to an increase in its dynamic viscosity and the larger the particle, the more the viscosity changes. Filling of urea-formaldehyde resins with grinding dust shifts the pH of the adhesive solution towards the neutral and slightly acidic medium and reduces the gelatin time to 55-60 sec. The conducted studies show that the use of grinding dust as a filler of urea-formaldehyde adhesives leads to a decrease in internal stresses in the cured adhesive and an increase in the strength of the gluing of plywood.

**Keywords:** plywood, strength, filler, grinding dust, viscosity.

Сегодня российская промышленность потребляет приблизительно 1,2 млн т формальдегидсодержащих смол. По прогнозам специалистов к 2020 году потребность в смолах увеличится до 2,5 – 2,73 млн т.

На деревообрабатывающих предприятиях карбамидоформальдегидные смолы (КФС) широко применяются в производстве фанеры, древесностружечных плит, при облицовывании мебельных щитов и т. п. [10, 12].

Российские фанерные предприятия выпускают большие объемы продукции как на внутренние, так и на зарубежные рынки. Совершенно очевидно, что доступ продукции российских компаний на эти рынки, в частности рынки стран ЕС, возможен только при полном соответствии качества и класса эмиссии формальдегида E1, E2 поставляемой фанеры заявленным требованиям [11, 14, 15]. Для получения фанеры с низким содержанием свободного формальдегида используются малотоксичные марки КФС. Данные смолы синтезируются при более низкой конечной вязкости, что приводит к снижению прочностных свойств. Для компенсации низкой вязкости малотоксичных смол рекомендуется введение наполнителей [13].

Для повышения вязкости малотоксичных смол мы рассматривали разные виды наполнителей: древесная мука, ржаная мука и каолин. В результате исследований пришли к выводу, что древесная мука обладает высокой адсорбционной способностью, а также 2-5 м.ч. древесной муки на 100 м. ч. смолы повышает вязкость с 60 до 180 с по вискозиметру ВЗ-246 [6].

В то же время на деревообрабатывающих предприятиях скапливается достаточно большое количество шлифовальной пыли, которая является отходом производства и источником загрязнения окружающей среды. По своим свойствам шлифовальная пыль сопоставима с древесной мукой, однако ее использование в настоящее время ограничено, и поэтому изучение дополнительных возможностей использования шлифовальной пыли, в частности, в качестве наполнителя КФС является актуальной задачей.

Одной из технологических операций в производстве фанеры является шлифование пластей. В результате на фанерных предприятиях скапливается огромное количество шлифовальной пыли, которая пожароопасная и которую необходимо утилизировать.

Таким образом, мы решили использовать отходы фанерного производства – шлифовальную пыль в качестве наполнителя малотоксичных КФС.

Исследование влияния количества наполнителя на прочность склеивания фанеры показало, что введение в малотоксичную невакуумированную КФС низкой вязкости шлифовальной пыли проходящей через сито 0,25 в количестве 2-3 % обеспечивает повышение прочности склеивания на 39 % [7].

Для того чтобы оценить возможность использования шлифовальной пыли в качестве наполнителя КФС в данной работе проведен сравнительный анализ свойств древесной муки и шлифовальной пыли, полученной на различном оборудовании при обработке разных материалов. У шлифовальной пыли определяли остаток на сетке, влажность и насыпную плотность в соответствии с ГОСТ 16362-86 «Мука древесная. Методы испытаний» [3]. Результаты приведены в табл. 1, 2.

В работе использовали шлифовальную пыль, полученную на ХК «Мебель Черноземья» при шлифовании заготовок дуба на автоматическом шлифовальном станке (дуб 1), сосны на станке ШлПС (сосна), дуба ручное шлифование (дуб 2), МДФ и ДСтП на калибровально-шлифовальной линии Costa (МДФ, ДСтП), бука, ясеня, дуба на калибровально-шлифовальном станке (смесь лист. пор.), бука на автоматическом шлифовальном станке на ОАО «Волгоградмебель», завод им. Ермана (бук), а также шлифовальная пыль, полученная при шлифовании березовой фанеры на ООО «Кюммел-Чудово» г. Чудово, Новгородской области (береза 1) и ОАО «Нелидовский ДОК» (береза 2).

Из табл. 1 видно, что фракционный состав шлифовальной пыли более крупный и не соответствует требованиям, предъявляемым к древесной муке. Но содержание частиц необходимых фракций составляет от 20,4 до 93,8 % в зависимости от вида шлифуемого материала и применяемого оборуду-

дования. Практически любой вид шлифовальной пыли, представленной в табл. 2, соответствует влажности древесной муки и не превышает 8 %. Насыпная плотность превышена у шлифовальной пыли сосны и смеси ДСтП и МДФ (не входит в пределы 100-140 кг/м<sup>3</sup>).

Таким образом, после сортирования шлифовальной пыли фракции 0,25; 0,18; 0,125 могут быть использованы в качестве наполнителя КФС в производстве фанеры и при облицовывании мебельных щитов [4].

Далее мы установили, будет ли фракционный состав шлифовальной пыли оказывать влияние на прочностные характеристики склеенной фанеры. В качестве наполнителя карбамидоформальдегидных смол использовалась шлифовальная пыль породы береза трех фракций  $\frac{+0,25}{-}$ ,  $\frac{+0,25}{-0,18}$ ,  $\frac{+0,18}{-0,125}$ . Склеивали трехслойную березовую фанеру форматом 400x400 мм, толщиной 4 мм при расходе клея 120 г/м<sup>2</sup> клеевого шва, удельном давлении 1,8 МПа, температуре плит пресса – 140 °С, продолжительности выдержки в прессе – 2 мин.

Результаты опытов, представленные на рис. 1, показали, что введение шлифовальной пыли фракции прошедшей через сито 0,25 малоэффективно, поскольку КФС имеет достаточно высокую вязкость. Прочность склеивания увеличилась всего на 12,8 %.

Однако при использовании более мелких фракций получено значительное увеличение прочности. Причем с уменьшением размера частиц снижались и оптимальные доли наполнителя.

Так, например, для фракции прошедшей через сито 0,18 оптимальная доля наполнителя составляет 1 м.ч. на 100 м.ч. смолы, при этом прочность склеивания возросла на 35 %, для фракции проходящей через сито 0,125 с 1 м.ч. наполнителя соответственно на 63 %.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения шлифовальной пыли полученной при шлифовании березовой фанеры в качестве наполнителя для КФС [7].

При приготовлении рабочих растворов клеев контролировали условную вязкость по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром отверстия 4 мм. Особенностью шлифовальной пыли является то, что при добавлении ее в количестве более 2 м.ч. на 100 м.ч. КФС клей приобретает настолько вспененный характер, что невозможно точное определение его условной вязкости.

Когда жидкость неоднородна, например, состоит из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры, то при её течении вязкость зависит от градиента скорости.

Таблица 1

Остаток на сите шлифовальной пыли, %

Просвет ячеек сита, мм	Дуб 1	Сосна	Бук	Дуб 2	МДФ, ДСтП	Береза 1	Береза 2	Смесь лист. пор.
0,125	91,5	100	99,0	100	77,4	92,0	88,7	51,2
0,18	86,9	80,9	81,0	80,2	67,9	89,5	71,6	32,4
0,25	61,7	21,1	11,0	30,9	42,4	79,6	45,9	6,2

Таблица 2

Влажность и насыпная плотность шлифовальной пыли.

Показатель	Дуб 1	Сосна	Бук	Дуб 2	МДФ, ДСтП	Береза 1	Береза 2	Смесь лист. пор.
Влажность, %	8,29	6,5	8,53	6,34	6,17	7,73	7,11	7,57
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	93,88	136,9	131,33	128,15	159,46	77,67	118,46	125,31

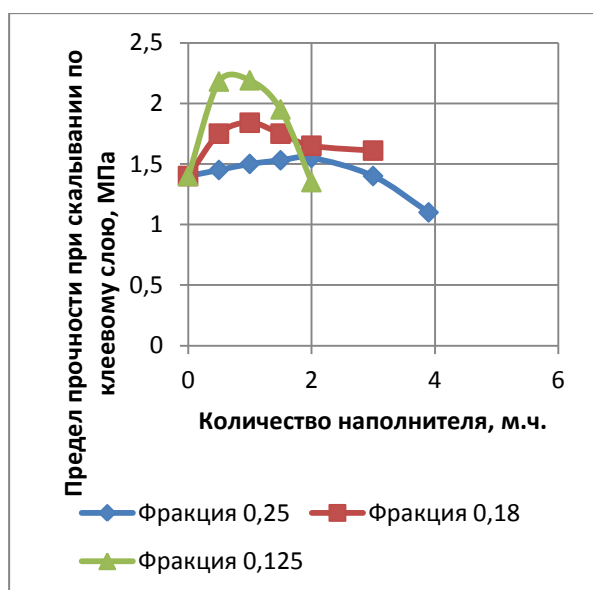


Рис. 1. Влияние количества шлифовальной пыли разного фракционного состава на прочность фанеры

Такие жидкости называют неньютоновскими. Вязкость неньютоновских жидкостей увеличивается при уменьшении скорости тока жидкости. Отдельным случаем неньютоновских жидкостей являются тиксотропные жидкости, у которых с увеличением напряжения сдвига вязкость уменьшается. Строго говоря, тиксотропная жидкость не обязательно должна быть неньютоновской, но в большинстве случаев (шоколад, шпатлёвки и т. д.) тиксотропная, то есть меняющая свою вязкость с течением времени, одновременно и неньютоновская жидкость. К примеру перемешивание может оставлять «дыру» позади (которая понемногу заполняется со временем — такое поведение наблюдается в таких веществах, как пудинг, суспензия крахмала в холодной воде и, в менее строгих рамках — песок), а при уменьшении толщины слоя жидкости происходит скачок вязкости из-за изменения скорости течения жидкости (это наблюдается у некоторых неподтекающих красок, которые легко наносятся, но становятся более вязкими на стенах).

Вероятно, что при введении шлифовальной пыли клей из ньютоновской жидкости переходит в неньютоновскую и требует определения динамической вязкости.

Поэтому достоверные результаты по вязкости клея, наполненного шлифовальной пылью мы получили при использовании ротационного вискозиметра МТ-202. Принцип его работы в том, что исследуемая жидкость помещается в малый зазор между двумя телами, необходимый для сдвига исследуемой среды. Одно из тел на протяжении всего опыта остаётся неподвижным, другое, называемое ротором ротационного вискозиметра, совершает вращение с постоянной скоростью. Вращательное движение ротора вискозиметра передается к другой поверхности (посредством движения вязкой среды; отсутствие проскальзывания среды у поверхностей тела предполагается, таким образом рассматриваются). Момент вращения ротора ротационного вискозиметра является мерой вязкости. При этом для клеев с низкой вязкостью применяли большой ротор и высокую скорость вращения, для клеев с высокой вязкостью — маленький ротор и медленную скорость вращения. Для наших диапазонов вязкости клеев использовали ротор № 2 изменяя скорость от 30 до 3 об/мин.

Нами установлены технологические свойства клеевых растворов, наполненных шлифовальной пылью: динамическая вязкость, рН среды, время желатинизации при 100 °С. Чтобы оценить влияние на эти показатели не только фракционного состава, но и породы шлифовальной пыли в эксперименте исследовали пыль, полученную при шлифовании: березовой фанеры (береза), заготовок бука, ясеня и дуба на калибровально-шлифовальном станке (смесь лиственных пород), заготовок сосны на станке ШЛПС (сосна). Начальная условная вязкость клея 64 с по вискозиметру ВЗ-246.

Из графиков (рис. 2-4) видно, что с увеличением количества наполнителя вязкость клея возрастает при использовании шлифовальной пыли любых пород. Но если максимальная вязкость клея при использовании березовой шлифовальной пыли составляет 1000 сП, то для сосны 6500 сП, а для смеси лиственных пород 8500 сП. Причем влияние фракционного состава на увеличение вязкости для шлифовальной пыли различных пород неодинаковое. Так для смеси лиственных пород и сосны более мелкие фракции дают меньший рост вязкости,

чем крупные. У березы картина аналогичная, но влияние размеров частиц менее существенное. Вероятно, это связано с образованием карбоновой кислоты в результате повышения температуры при шлифовании фанеры. Наличие карбоновой кислоты подтверждается характерным рыжеватым изменением окраски клея с березовой шлифовальной пылью. Карбоновая кислота существенно снижает процессы водо- и влагопроводности в древесине [9], что приводит к меньшему разбуханию частиц шлифовальной пыли березы.

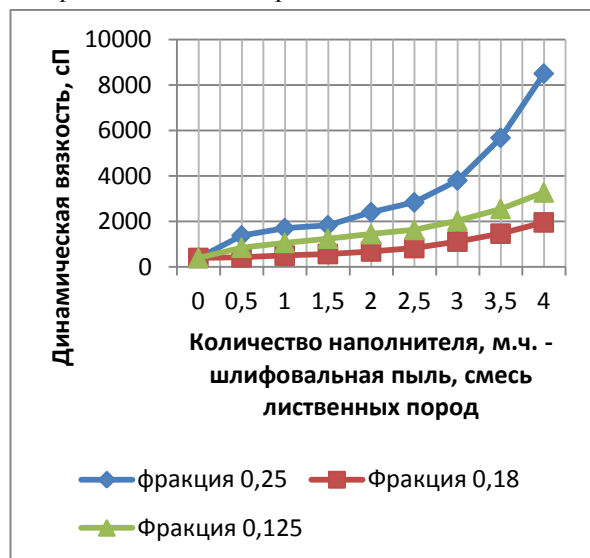


Рис. 2. Зависимость динамической вязкости наполненных клеев от количества наполнителя

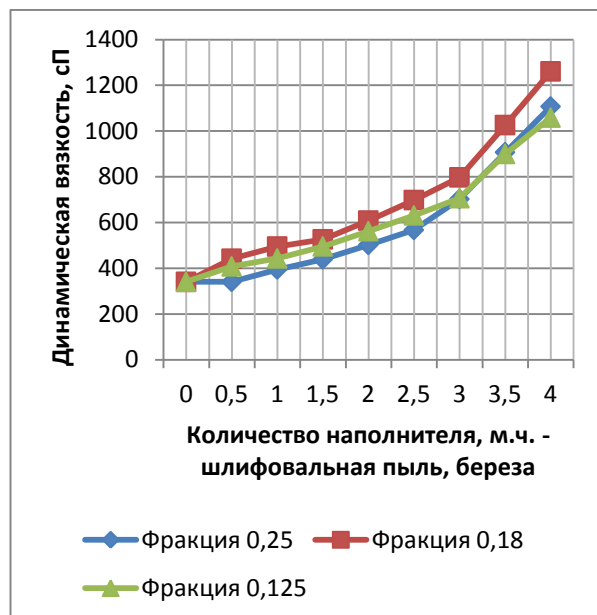


Рис. 3. Зависимость динамической вязкости наполненных клеев от количества наполнителя



Рис. 4. Зависимость динамической вязкости наполненных клеев от количества наполнителя

Результаты исследований влияния породы, количества и фракционного состава шлифовальной пыли на pH и время желатинизации при 100 °С, непосредственно сказывающихся на продолжительности склеивания фанеры, представлены на рис. 5-8.

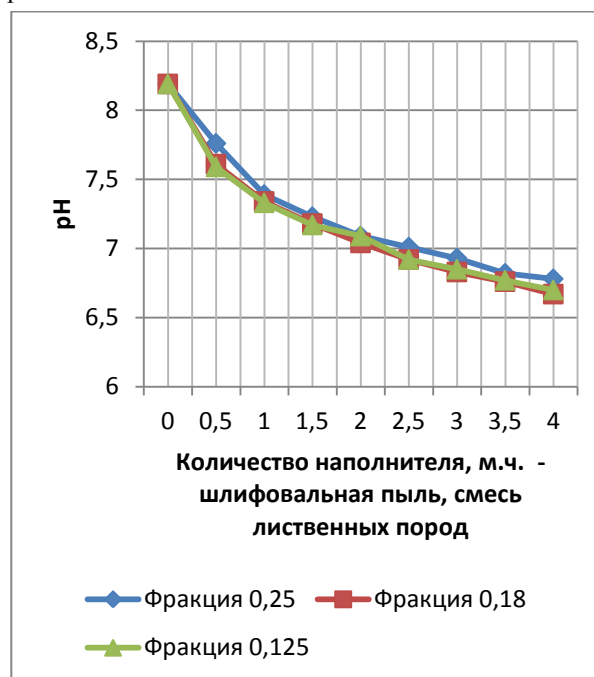


Рис. 5. Зависимость pH от количества наполнителя

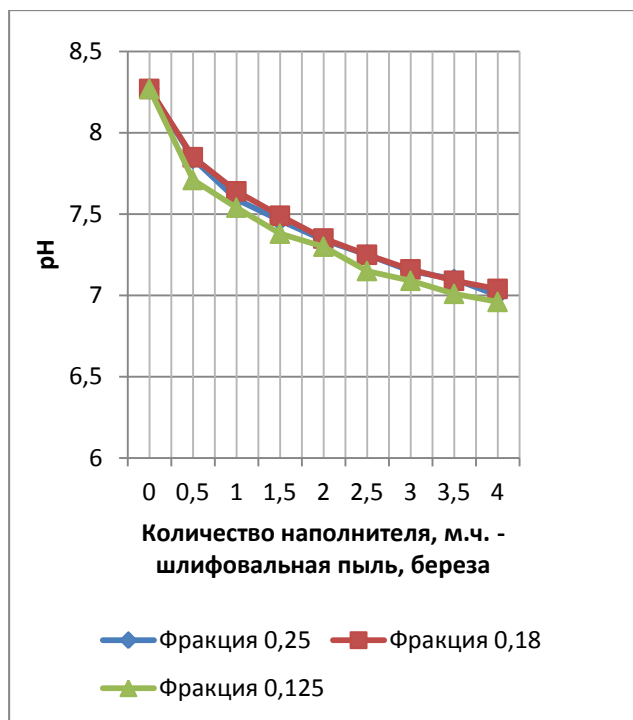


Рис. 6. Зависимость pH от количества наполнителя



Рис. 7. Зависимость pH от количества наполнителя

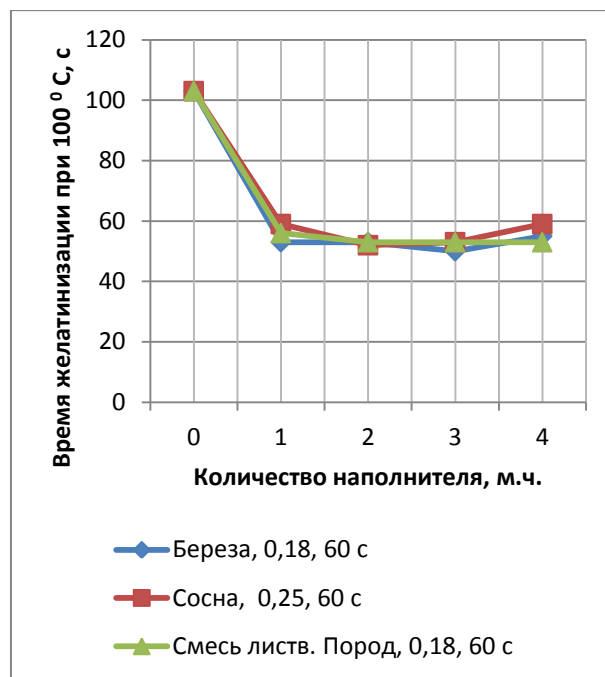


Рис. 8. Зависимость времени желатинизации при 100 °С от количества наполнителя

Результаты, представленные на рис. 5-8, показывают, что введение наполнителя разных пород древесины изменяет pH клеевой композиции в сторону нейтральной и слабокислой среды. В результате этого время желатинизации при 100 °С снижается до уровня 55-60 с уже при 1 м.ч. наполнителя и не изменяется при дальнейшем увеличении количества наполнителя. Порода древесины шлифовальной пыли не оказывает существенного влияния на pH и время желатинизации клея, т.к. количество наполнителя в клею незначительно (не более 4 м.ч.).

Основным критерием качества фанеры является ее прочность, характеризуемая пределом прочности при скалывании по клеевому слою. В свою очередь прочность склеивания зависит от величины внутренних напряжений, сформировавшихся в клеевой прослойке при ее отверждении и эксплуатации. Наполнение низковязких клеев проводится как раз с целью снижения внутренних напряжений, возникающих при усадке клея. В ВГЛТУ разработана методика [8], позволяющая оценить внутренние напряжения в процессе отверждения клея, в основу которой заложен принцип измерения емкости плоского конденсатора.

Для исследования влияния количества шлифовальной пыли на величину внутренних напряжений в установку консольно закрепляли 2 полоски шпона  $10 \times 100$  мм толщиной 0,4 и 0,8 мм с клеевым швом заданной толщины. На шпон меньшей толщины наклеивалась алюминиевая фольга для возможности использования образца в качестве верхней обкладки конденсатора. Нижней обкладкой конденсатора служило металлическое основание установки. При отверждении клея происходит изгиб в сторону шпона меньшей толщины, меняя его емкость как конденсатора. Контролируя максимальное отклонение конца склеенной пары вычисляли внутренние напряжения по формуле

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{2 f_{\max} \cdot E_1 J}{S_2 (\hat{h}_1 - y_i + 0,5 \hat{h}_2) L^2} + \frac{2 f_{\max} (\hat{h}_1 - y_i + 0,5 \hat{h}_2) E_2}{L^2},$$

где  $f_{\max}$  – максимальное отклонение конца склеенной пары, мм;

$E_1$  – модуль упругости материала пластин, МПа;

$J$  – момент инерции по сечению пластин,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$\hat{h}_1$  – толщина шпона большего размера, мм;

$y_i$  – длина участка до центра тяжести склеенного образца, мм;

$\hat{h}_2$  – толщина клеевого слоя, мм;

$E_2$  – модуль нормальной упругости прослойки, МПа;

$S_2$  – поверхность сечения клеевого слоя,  $\text{мм}^2$ ;

$L$  – длина склеенной пары, мм.

Результаты определения внутренних напряжений в клеевом слое приведены на рис. 11. С увеличением количества наполнителя до 0,5; 1; 2 м.ч., что соответствует фракциям наполнителя 0,125; 0,18; 0,25, внутренние напряжения клеевого шва снижаются. Последующие увеличение количества наполнителя приводит к незначительному увеличению внутренних напряжений клеевого слоя, что снижает прочность склеивания.

Выводы:

1. Шлифовальная пыль, получаемая при шлифовании фанеры, заготовок из массивной древесины, по своим свойствам сопоставима с древесной мукой. После сортирования шлифовальной пыли фракции 0,25; 0,18; 0,125 могут быть использованы в качестве наполнителя КФС.

2. Введение в малотоксичную низковязкую КФС шлифовальной пыли приводит к повышению прочности склеивания.

3. При использовании более мелких фракций частиц шлифовальной пыли рост прочности склеивания выше и меньше оптимальные доли наполнителя.

4. С увеличением количества наполнителя возрастает динамическая вязкость клея, причем более мелкие фракции дают меньший рост вязкости, чем крупные.

5. При добавлении шлифовальной пыли pH клеевой композиции смещается в сторону нейтральной и слабокислой среды, а время желатинизации снижается до 55-60 с.

6. Наполнение КФС шлифовальной пылью приводит к снижению внутренних напряжений в отвержденном клеевом слое.

Таким образом, проведенные исследования доказывают возможность использования шлифовальной пыли в качестве наполнителя малотоксичных низковязких КФС.

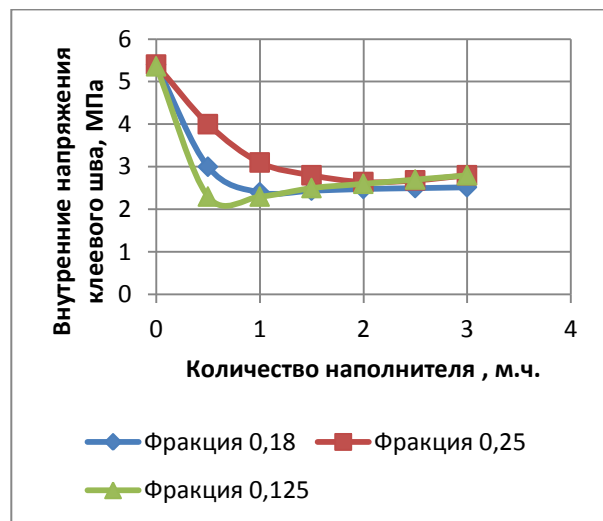


Рис. 9. Зависимость внутренних напряжений клеевого шва от количества наполнителя



## Библиографический список

1. Бирюков, В. Г. Технология клееных материалов и древесных плит [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Васечкин. – М. : МГУЛ, 2012. – 292 с.
2. ГОСТ 16361 – 87. Мука древесная. Технические условия [Текст]. - Взамен ГОСТ 16361 – 79; введ. 1989 – 01 – 01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 7 с.
3. ГОСТ 16362 – 86. Мука древесная. Методы испытаний [Текст]. - Взамен ГОСТ 16362 – 79; введ. 1988 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 11 с.
4. Кантиева Е.В. Исследование возможности использования шлифовальной пыли, полученной на различном оборудовании, в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных клеев [Текст] / Е.В. Кантиева, Л.В. Пономаренко, А.Р. Фазлиахметова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. - Воронеж, 2017. – Т. 5. № 1 (27). – С. 42-46.
5. Куликов, В. А. Технология клееных материалов и плит [Текст] : доп. М-вом высш. и сред. спец. образования СССР в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Технология деревообработки" / В. А. Куликов, А. Б. Чубов ; В. А. Куликов, А. Б. Чубов. - М. : Лесн. пром-сть, 1984. - 344 с.
6. Мурзин В.С. Эффективность применения наполнителей при производстве фанеры на малотоксичных карбамидоформальдегидных смолах [Текст] / В.С. Мурзин, Е.В. Кантиева, Л.В. Пономаренко // Лесотехнический журнал. – 2012. - № 3. – С. 20-24.
7. Мурзин В.С. Исследование возможности применения шлифовальной пыли в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных клеев при производстве фанеры [Текст] / В.С. Мурзин, Т.Л. Ищенко, Л.В. Пономаренко, Е.В. Кантиева, О.В. Лавлинская // Лесотехнический журнал. – 2012. - № 4. – С. 14-18.
8. Пат. 2456586 РФ, МПК G01N27/22. Способ определения внутренних напряжений [Текст] / В. М. Попов, А. В. Иванов, А. П. Новиков, М. А. Шендриков, А. В. Латынин ; патентообладатель ГОУ ВПО "ВГЛТА". - № 2011109552/28 ; заявл. 14.03.2011 ; опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20. - 5 с.
9. Снегирева С.Н. Изменение структуры древесины березы после повреждения пожаром [Текст] / С.Н. Снегирева // Лесотехнический журнал. – 2012. - № 4. – С. 68-71
10. Clemons, C. Wood-plastic composites in the United States: The interfacing of two industries / C. Clemons // For. Prod. - № 10. – 2002. – 52 p.
11. Experimental study on flexural behavior of glulam and laminated veneer lumber beams / Liu, W. Q. Yang, H. F. Dong, F. Q., [et al.] // Modern bamboo structures: Conference: 1st International Conference on Modern Bamboo Structures Location: Hunan Univ, Changsha, PEOPLES R CHINA Date: OCT 28-30, 2007. – 2008. - P. 159-16
12. Kol H.S., Keskin H., Korkut S., Akbulut T. Laminated veneer lumber from Rowan (*Sorbus aucuparia*-Lipsky). African journal of agricultural research. OCT 2009, pp. 1101-1105.
13. Li, HY., Li, CC., Gao, Q., Zhang, SF., Li, JZ. Properties of soybean-flour-based adhesives enhanced by attapulgite and glycerol polyglycidyl ether / Industrial crops and products // HY. Li, CC. Li, Q. Gao, SF. Zhang, JZ. Li. - AUG 2014. – P. 35-40.
14. Liu W.Q. Yang H.F. Dong F.Q. [et al.] Experimental study on flexural behavior of glulam and laminated veneer lumber beams. Modern bamboo structures: Conference: 1st International Conference on Modern Bamboo Structures Location: Hunan Univ, Changsha, PEOPLES R CHINA Date: OCT 28-30, 2007, 2008, pp. 159-169.

15. Maderthner, W. A. und J. B. Verbestel. Formaldehydarme Spanplatten durch Gasbehandlung. Ein Verfahren zur Verringerung der Formaldehydabgabe fertiggepresster Holzwerkstoffplatten. [Text] / W. A. Maderthner und J. B. Verbestel. // Holz-Zentralblatt 107. – 1980. – pp. 1917-1918.

### References

1. Biryukov, V. G. *Tekhnologiya kleenyykh materialov i drevesnykh plit* [Technology of glued materials and wood plates] *ucheb.posobie V. G. Biryukov.* [studies. grant V. G. Vasechkin.] Moscow State University of the wood, 2012, 292 p.

2. GOST 16361 – 87. *Muka drevesnaya. Tekhnicheskie usloviya* [Wood chip boards. Specifications] - *Vzamen GOST 16361 – 79; vved. 1989 – 01 – 01.* [Vzamen GOST 16361 – 79; vved. 1989 – 01 – 01.] Moskva: Izd-vo standartov, 1988, 7 p.

3. GOST 16362 – 86. *Muka drevesnaya. Metody ispytaniy.* [Wood chip boards. Test methods] - *Vzamen GOST 16362 – 79; vved. 1988 – 01 – 01.* [Vzamen GOST 16362 – 79; vved. 1988 – 01 – 01.] – Moskva: IPK Izd-vo standartov, 1999, 11 p.

4. Kantieva E.V. *Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya shlifoval'noy pyli, poluchennoy na razlichnom oborudovanii, v kachestve napolnitelya karbamidoformal'degidnykh kleev* [Study the possibility of using sander dust from the equipment, the filler of urea formaldehyde glues] / E.V. Kantieva, L.V. Ponomarenko, A.R. Fazliakhmetova // *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika : sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice : collection of scientific papers on materials of international correspondence scientific-practical conference]. - Voronezh, 2017. – T. 5. № 1 (27). – pp. 42-46.

5. Kulikov, V. A. *Tekhnologiya kleenyykh materialov i plit* [Technology of glued materials and boards]: dop. M-vom vyssh. i sred. spets. obrazovaniya SSSR v kachestve ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti "Tekhnologiya derevoobrabotki" [M-tion higher. and environments. spec. the formation of the USSR as a textbook. for students enrolled in the specialty "Technology of woodworking"] / V. A. Kulikov, A. B. Chubov ; V. A. Kulikov, A. B. Chubov. - M. : Forest industry, 1984. - 344 p.

6. Murzin V.S. *Effektivnost' primeneniya napolniteley pri proizvodstve fanery na malotoksichnykh karbamidoformal'degidnykh smolakh* [Efficacy of fillers in the manufacture of plywood for low-toxic carbami-formaldegidnym resin] / V.S. Murzin, E.V. Kantieva, L.V. Ponomarenko // *Lesotekhnicheskii zhurnal* [journal of Forestry]. – 2012. - № 3. – pp. 20-24.

7. Murzin V.S. *Issledovanie vozmozhnosti primeneniya shlifoval'noy pyli v kachestve napolnitelya karbamidoformal'degidnykh kleev pri proizvodstve fanery* [Study the possibility of using the sanding dust as a filler of urea-formaldehyde adhesives in plywood production] / V.S. Murzin, T.L. Ishchenko, L.V. Ponomarenko, E.V. Kantieva, O.V. Lavlinskaya // *Lesotekhnicheskii zhurnal* [journal of Forestry]. – 2012. - № 4. – pp. 14-18.

8. Pat. 2456586 RF, MPK G01N27/22. *Sposob opredeleniya vnutrennikh napryazheniy* [Method of determination of internal stresses] / V. M. Popov, A. V. Ivanov, A. P. Novikov, M. A. Shendrikov, A. V. Latynin ; patentoobladatel' GOU VPO "VGLTA". - № 2011109552/28 ; zayavl. 14.03.2011 ; opubl. 20.07.2012, Byul. № 20. - 5 p.

9. Snegireva S.N. *Izmenenie struktury drevesiny berezy posle povrezhdeniya pozharom* [Changes in the structure of birch wood after damage by fire] / S.N. Snegireva // *Lesotekhnicheskii zhurnal* [journal of Forestry]. – 2012. - № 4. – pp. 68-71.

10. Clemons, C. Wood-plastic composites in the United States: The interfacing of two industries / C. Clemons // *For. Prod.* - № 10. – 2002. – 52 p.

11. Experimental study on flexural behavior of glulam and laminated veneer lumber beams / Liu, W. Q. Yang, H. F. Dong, F. Q., [et al.] // Modern bamboo structures: Conference: 1st International Conference on Modern Bamboo Structures Location: Hunan Univ, Changsha, PEOPLES R CHINA Date: OCT 28-30, 2007. – 2008. - pp. 159-160
12. Kol H.S., Keskin H., Korkut S., Akbulut T. Laminated veneer lumber from Rowan (*Sorbusaucuparia-Lipsky*). African journal of agricultural research. OCT 2009, pp. 1101-1105.
13. Li, HY., Li, CC., Gao, Q., Zhang, SF., Li, JZ. Properties of soybean-flour-based adhesives enhanced by attapulgite and glycerol polyglycidyl ether / Industrial crops and products //HY. Li, CC. Li, Q. Gao, SF. Zhang, JZ. Li. - AUG 2014. – pp. 35-40.
14. Liu W.Q. Yang H.F. Dong F.Q. [et al.] Experimental study on flexural behavior of glulam and laminated veneer lumber beams. Moernbamboo structures: Conference: 1st International Conference on Modern Bamboo Structures Location: Hunan Univ, Changsha, PEOPLES R CHINA Date: OCT 28-30, 2007, 2008, pp. 159-169.
15. Maderthaner, W. A. und J. B. Verbestel. Formaldehydarme Spanplatten durch Gasbehandlung. Ein Verfahren zur Verringerung der Formaldehydabgabe fertiggepresster Holzwerkstoffplatten. [Text] / W. A. Maderthaner und J. B. Verbestel. // Holz-Zentralblatt 107. – 1980. – pp. 1917-1918.

### Сведения об авторах

*Пономаренко Лариса Викторовна* – доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lara.pon63@yandex.ru

*Кантиева Екатерина Валентиновна* – доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: ekantieva@mail.ru.

### Information about the authors

*Ponomarenko Larisa Viktorovna* – the associate professor of mechanical technology of wood federal public budgetary educational institution of the highest education "The Voronezh state timber university of G. F. Morozov", Candidate of Technical Sciences, the associate professor, Voronezh, the Russian Federation; e-mail: lara.pon63@yandex.ru.

*Kantiyeva Ekaterina Valentinovna* – the associate professor of mechanical technology of wood federal public budgetary educational institution of the higher education "The Voronezh state timber university of G. F. Morozov", Candidate of Technical Sciences, the associate professor, Voronezh, the Russian Federation; e-mail: ekantieva@mail.ru.