

Научная статья
УДК 674.812-824

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ КАРБАМИДО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Александр Олегович Абрамовских¹, Илья Андреевич Потапов²,
Максим Владимирович Газеев³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ strong.abramovskikh@mail.ru

² ilya.p0tapov34@yandex.ru

³ gazeevmv@usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения отходов фанерного производства, получаемых на этапе обрезки фанеры в качестве наполнителя при введении в карбамидоформальдегидную смолу (КФМТ) для склеивания фанеры. Отходы, полученные при обрезке фанеры по формату, первоначально измельчили в рубительной машине, после чего доизмельчили в специальной мельнице до состояния древесной муки. Полученную древесную муку разделили по фракционному составу от 0,75 до 0,25 мкм и вводили в смолу КФМТ как наполнитель для приготовления клея. В результате исследования определили влияние дисперсности и количества древесной муки, вводимых в смолу на краевой угол смачивания поверхности древесного шпона полученным клеевым составом.

Ключевые слова: клей, древесные отходы, фанера, наполнитель, краевой угол смачивания

Для цитирования: Абрамовских А. О., Потапов И. А., Газеев М. В. Влияние наполнителя на краевой угол смачивания карбамидоформальдегидной смолы // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 481–486.

Original article

THE EFFECT OF THE FILLER ON THE LIMITING WETTING ANGLE OF CARBAMIDE-FORMALDEHYDE RESIN

Alexander O. Abramovskikh¹, Ilya A. Potapov², Maxim V. Gazeev³

© Абрамовских А. О., Потапов И. А., Газеев М. В., 2025

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ strong.abramovskikh@mail.ru

² ilya.p0tapov34@yandex.ru

³ gazeevmv@usfeu.ru

Abstract. The article discusses the use of plywood production waste obtained at the stage of plywood trimming as a filler when introduced into urea-formaldehyde resin for gluing plywood. The waste obtained during plywood trimming according to format was initially crushed in a chipper, after which it was further crushed in a special mill to the state of wood flour. The obtained wood flour was divided by fractional composition from 0,75 to 0,25 μm and introduced into the urea-formaldehyde resin as a filler for the preparation of glue. As a result of the study, the influence of dispersion and amount of wood flour introduced into the resin on the contact angle of wetting of the surface of wood veneer by the obtained adhesive composition was determined.

Keywords: glue, refuse wood, plywood, filler, limiting wetting angle

For citation: Abramovskikh A. O., Potapov I. A., Gazeev M. V. (2025) Vliyanie napolnitelya na kraevoy ugol smachivaniya karbamido-formal'degidnoj smoly [The effect of the filler on the limiting wetting angle of carbamide-formaldehyde resin]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 481–486. (In Russ).

Клей представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из смолы, отвердителя, растворителя, пластификатора, наполнителя и других модифицирующих добавок. Наполнитель вводят в клей для снижения себестоимости будущего изделия. В качестве наполнителя применяют гипс, тальк, пшеничную муку, древесную муку. Поскольку в производстве фанеры образуются древесные отходы, было решено заменить древесную муку измельченными обрезками фанеры, предварительно их измельчив до состояния древесной муки [1]. Отходы форматной обрезки при производстве фанеры составляют примерно 4...6 % от объема сырья при ее производстве. Получение древесной муки позволит решить вопрос как утилизации отходов, так и вопрос экономии смолы при создании клея для фанеры.

Для получения древесной муки первоначально обрезки измельчили в рубительной машине (рис. 1.) до состояния древесной щепы и игольчатой стружки (рис. 2.) Следующий этап измельчения полученной после рубительной машины древесной щепы и стружки в специальной мельнице (рис. 3.) до состояния древесной муки (рис. 4.). Древесную муку просеяли через сита с целью разделения фракционного состава. Для этого древесную муку помещали в верхнее сито с размером ячейки 0,75, под ним сито 0,6,

ниже 0,43 и 0,25. В итоге получаем древесную муку разного фракционного состава от 0,75 до древесной пыли.



Рис. 1. Рубительная машина



Рис. 2. Измельченные обрезки фанеры



Рис. 3. Мельница



Рис. 4. Разделение древесной муки на фракционный состав при просеивании через сита 0,75, 0,6, 0,43, 0,25 и < 0,25

Полученные частицы древесной муки вводили в смолу КФМТ, перемешивали и оптическим методом на микроскопе МИР-2 определяли параметры краевого угла смачивания поверхности (стекла и древесного шпона) полученной клеевой композицией через длину основания капли на поверхности и ее высоту [2]. Общий вид капли в окуляр микроскопа представлен на рис. 5.

Условия смачивания и растекания жидкости по поверхности любого твердого тела определяются действующими в нем когезионными и адгезионными силами и свободной энергией поверхностей трехфазной системы: «тело – жидкость – газ». Действие сил в этой системе можно проследить на примере капли жидкости, нанесенной на поверхность твердого тела (рис. 6). Как видно из рис. 6, на каплю действуют следующие силы: свободная поверхностная энергия твердого тела на его границе с газом (вектор $\sigma_{т.г.}$), стремящаяся растянуть каплю; в обратном направлении действует свободная поверхностная энергия на границе твердого тела и жидкости (вектор $\sigma_{т.ж.}$); наконец, свободная поверхностная энергия жидкости на границе с газом также стремится собрать каплю. Вектор этой силы $\sigma_{ж.г.}$ направлен по касательной к поверхности капли и образует с поверхностью твердого тела угол θ , который называют краевым углом смачивания.

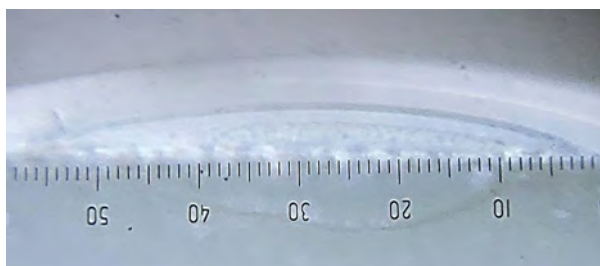


Рис. 5. Общий вид капли в окуляр микроскопа МИР-2

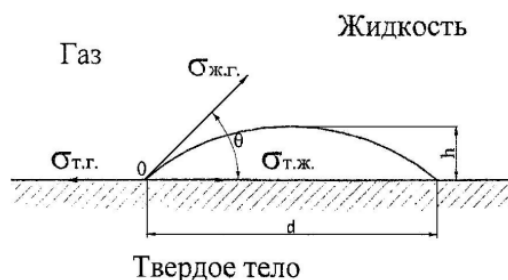


Рис. 6. Схема действия сил поверхностного натяжения на каплю жидкости на поверхности твердого тела

Краевой угол смачивания определяли расчетным путем из рассмотрения подобных треугольников (рис. 7) ABC и AOC (допуская, что форма капли идентична шаровому сегменту) через тангенс угла θ , который рассчитывали по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{4dh}{d^2 - 4h},$$

где θ – краевой угол;
 d – диаметр капли, мм;
 h – высота капли, мм.

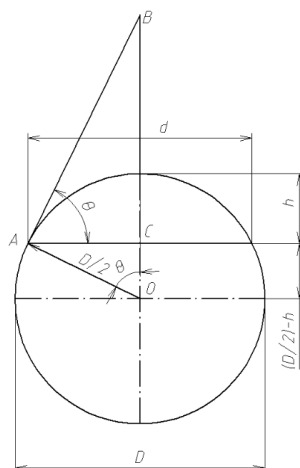


Рис. 7. Расчет краевого угла

Результаты определения и расчета краевого угла смачивания поверхности стекла и березового шпона смолой КФМТ с различным содержанием наполнителя и его дисперсного состава представлены графически (рис. 8.).

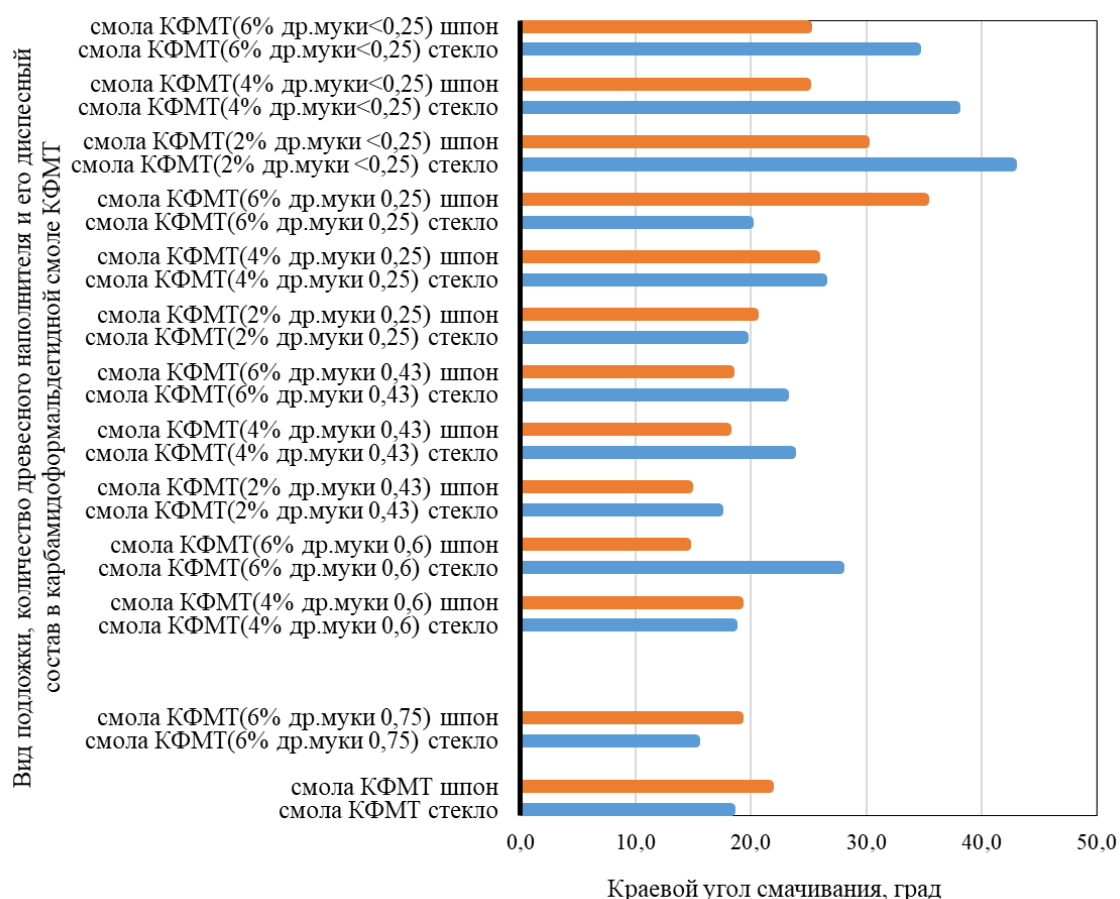


Рис. 8. Диаграмма зависимости краевого угла смачивания поверхности подложки карбамидо-формальдегидной смолой с различным содержанием наполнителя и его дисперсного состава

Анализ полученных данных показывает, что дисперсный состав древесного наполнителя от 0,25 до 0,75 и его процентное содержание в смоле от 2 до 6 % не оказывает явно выраженного влияния на краевой угол и он находится в пределах от 17 до 34 градусов на шпоне. Но введение древесного наполнителя с дисперсным составом $< 0,25$ вызывает резкое увеличение краевого угла смачивания до 42 градусов на стекле. Введение же древесного наполнителя с дисперсным составом $< 0,25$ вызывает увеличение краевого угла смачивания на шпоне от 25 до 35 градусов.

Необходимо дальнейшее проведение исследований по влиянию дисперсного состава древесного наполнителя на адгезионную прочность склеиваемой фанеры.

Список источников

1. Абрамовских А. О., Газеев М. В., Чернышев О. Н. // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XIX Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 18–20 сентября 2024 года). Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2024. С. 125–129.

2. Совина С. В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. Испытания лакокрасочных материалов : методические указания к практическим и лабораторным работам для студентов очной и заочной форм обучения направления 656300 «Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» специальности 250403 «Технология деревообработки». Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 27 с.