

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

УДК 674.8-036.61.8

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.49

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИКАЦИИ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТОЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВУ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

С. А. Угрюмов

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: UgrumovSA@volgatech.net

Представлены результаты оценки смачивающей способности и работы адгезии карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной олеиновой кислотой, применительно к производству древесных плит конструкционного назначения с использованием одревесневших частиц костры льна в качестве основного наполнителя. Экспериментальным путём установлено, что модифицирование смолы позволяет повысить её смачивающую способность, что положительно отражается на качестве осмоления и склеивания частиц костры льна в структуре плитного материала.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола; олеиновая кислота; модификация; смачивание; костроплита; работа адгезии.

Введение. При производстве древесных плит конструкционного назначения в качестве основного сырьевого ресурса в основном используется специальная резаная древесная стружка, получаемая из низкокачественного древесного сырья или древесных отходов, а в качестве связующего – клеевые составы на основе термоактивных синтетических смол. С точки зрения принципов ресурсосбережения весьма эффективным направлением экономики древесных ресурсов и снижения производственных затрат является расширение сырьевой базы с вовлечением в производство наполнителей недревесного происхождения – отходов переработки одревесневших однолетних растений,

прежде всего, костры льна, измельчённой соломы злаковых растений, лузги и т. д. Применение данных наполнителей в качестве основного сырья или в качестве добавки к древесному наполнителю позволяет снизить материалоемкость плитного производства и при меньших экономических затратах получать качественные плиты конструкционного назначения, не уступающие по свойствам древесностружечным [1].

В процессе первичной переработки льна образуется так называемая костра в виде одревесневших плоских частиц, составляющих до 70 % от объёма перерабатываемых стеблей [2]. Технологии её утилизации или переработки не развиты, как

© Угрюмов С. А., 2017.

Для цитирования: Угрюмов С. А. Оценка эффективности модификации карбамидоформальдегидных смол олеиновой кислотой применительно к производству древесных плит // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 49–57. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.49

правило, образующаяся на льноперерабатывающих предприятиях костра вывозится на поля запахивания для естественного перегнивания или используется в качестве топлива в производственных котельных. Анатомическое строение и химический состав костры сходен с древесиной, поэтому она является ценным ежегодно образующимся сырьём для плитного производства [3]. Однако осмоление частиц костры льна традиционно применяемыми в плитном производстве синтетическими клеями осуществляется трудно и неравномерно, влечёт снижение эксплуатационных показателей производимых плит. При производстве плитных материалов из жёстких древесных частиц (берёзовых, сосновых и др.) равномерный перенос клея по их поверхности осуществляется за счёт их перетиравания при осмолении в высокооборотных смесителях. При осмолении костры этот эффект затруднён, поскольку жёсткость частиц костры гораздо меньше, при контакте друг с другом и лопастями смесителя они деформируются с уменьшением поверхностного контакта и перераспределения клея. Неравномерное нанесение клея на поверхность частиц костры льна приводит к неравномерному склеиванию по толщине, нестабильности свойств и к общему снижению физико-механических показателей [4].

При формировании прочных клеевых соединений необходимо учитывать растекаемость (смачиваемость) адгезива по поверхности субстрата [5, 6]. Полное смачивание поверхности любого субстрата адгезивом и их адсорбционное взаимодействие по поверхностям контактирования являются необходимыми условиями равномерного осмоления [7]. Взаимодействие субстрата и адгезива на границе раздела их фаз, главным образом, зависит от величин их поверхностного натяжения. С позиций теории адгезии и смачивания для качественного осмоления древесных наполнителей клеевыми составами и обеспечения максимальной работы адгезии поверх-

ностное натяжение связующих должно равняться поверхностному натяжению осмоляемого наполнителя [8, 9]. С этой точки зрения широко применяемые в деревообработке клеи не всегда эффективны при осмолении дискретных древесных частиц и частиц однолетних растений при производстве плитных материалов. Так, поверхностное натяжение карбамидоформальдегидной смолы составляет 63,4 МДж/м, для берёзы этот показатель – 49 МДж/м, для сосны – 47 МДж/м, для костры льна – 45 МДж/м [10, 11]. Поверхностное натяжение древесных наполнителей, и в большей степени костры льна, ниже по сравнению с клеем, то есть теоретическое условие полного смачивания не выполняется.

Известны методы модификации синтетических смол простыми спиртами, позволяющие улучшить термодинамические свойства смол и значительно повысить физико-механические свойства плит на основе костры льна [12,13]. Однако применение данных модификаторов сопряжено с токсичностью и пожароопасностью процесса производства клеевого состава, поскольку спирты огнеопасны, относятся к классу легковоспламеняющихся жидкостей, смеси паров спиртов с воздухом взрывоопасны.

Снижение поверхностного натяжения карбамидоформальдегидной смолы возможно поверхностно-активными веществами с малой величиной поверхностного натяжения, обеспечивающими равномерное осмоление древесных частиц или частиц однолетних растений (например, костры льна) при изготовлении плит и повышение физико-механических характеристик готовой продукции с обеспечением безопасности приготовления и использования клеевого состава. В качестве эффективного модификатора карбамидоформальдегидных смол могут использоваться добавки на основе ненасыщенных жирных кислот, например, олеиновая кислота.

Цель работы – оценка эффективности модифицирования карбаминоформальдегидной смолы олеиновой кислотой применительно к производству плит, произведённых с применением костры льна.

Решаемые задачи: экспериментальная оценка смачивающей способности клеевых составов на основе карбаминоформальдегидной смолы, модифицированной олеиновой кислотой, и расчёт работы адгезии модифицированных клеевых составов; определение основных эксплуатационных свойств плит на основе костры льна и модифицированных клеевых составов.

Методика проведения экспериментальных исследований. В ходе оценки смачивающей способности клеевых составов и проведения опытных запрессовок древесных плит использовались материалы:

- плоская резаная древесная стружка от центробежных стружечных станков марки ДС-7 из берёзовой и сосновой щепы, с размерными характеристиками: длина 10,6 мм, ширина 0,7 мм, толщина 0,6 мм;

- клеевые композиции на основе карбаминоформальдегидной смолы марки КФ – НФП 54 по ТУ 5500-01-00255177 с отвердителем – хлористым аммонием техническим (NH_4Cl) по ГОСТ 2210-73;

- мононенасыщенная жирная олеиновая кислота техническая по ГОСТ 7580-91, плотностью 895 кг/м³; с величиной поверхностного натяжения 32,5 МДж/м;

- костра льна фракции 10/2 с размерными характеристиками: длина 10,1 мм, ширина 1,7 мм, толщина 0,3 мм.

Поверхностное натяжение исследуемых клеевых составов определялось методом отрыва кольца (метода дю Нуи) на аналоговом тензиометре марки К6 фирмы KRUSS.

Исследования краевого угла смачивания поверхности древесных частиц клеевыми составами проводились методом лежащей капли с использованием установки на базе микроскопа МБС-10 с изме-

рением диаметра и высоты капли клеевого состава, нанесённой на поверхность древесных частиц или костры льна.

Опытные запрессовки плит толщиной 16 мм осуществлялись в лабораторном прессе марки П100-400, расход абсолютно сухого связующего составлял 12 % от массы абсолютно сухого наполнителя.

Физико-механические испытания готовых плит проводились с использованием общепринятых стандартных методик: подготовка образцов осуществлялась в соответствии с ГОСТ 10633-2007; прочностные характеристики определялись в соответствии с ГОСТ 10635-2007, ГОСТ 10636-90; разбухание и водопоглощение после вымачивания определялось в соответствии с ГОСТ 10634-2014.

Результаты эксперимента. На первом этапе исследования были проведены опыты по определению поверхностного натяжения карбаминоформальдегидной смолы марки КФ-НФП-54П с введением в её состав олеиновой кислоты, результаты которых представлены на рис. 1.

Результаты экспериментов показали, что модификация карбаминоформальдегидной смолы олеиновой кислотой способствует снижению поверхностного натяжения, что положительно отражается на процессе смачивания ею поверхности частиц костры льна.

На рис. 2 представлены результаты определения краевого угла смачивания модифицированного клеевого состава по отношению к поверхности частиц костры льна.

Данные результаты показывают, что при введении в состав клея на основе карбаминоформальдегидной смолы 1,5 масс.ч. и более олеиновой кислоты краевой угол смачивания приближается к 0°. Полное смачивание частиц костры льна достигается при введении в состав клея на основе карбаминоформальдегидной смолы 1,75 масс.ч. и более олеиновой кислоты, при этом клей полностью растекается по поверхности частиц костры льна, краевой угол смачивания при этом составляет 0°.

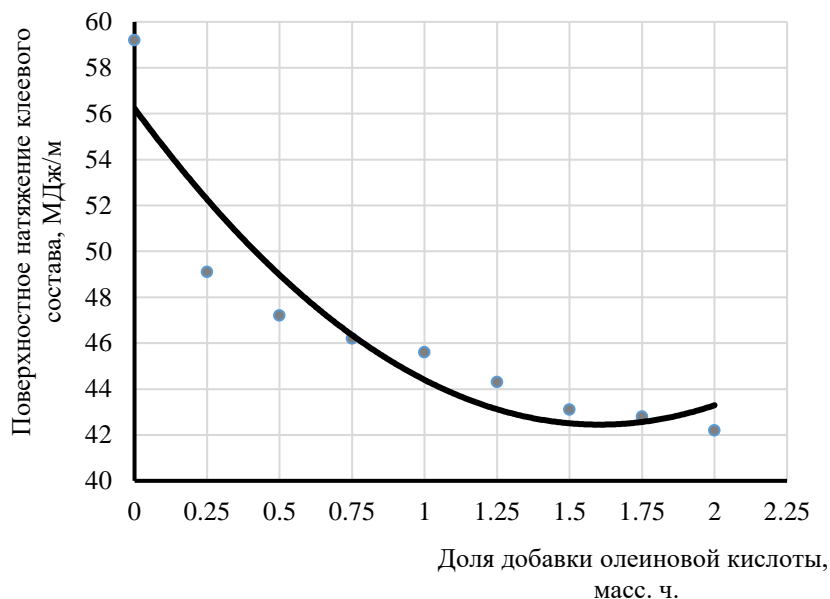


Рис. 1. Влияние доли добавки олеиновой кислоты на поверхностное натяжение модифицированной карбамидоформальдегидной смолы

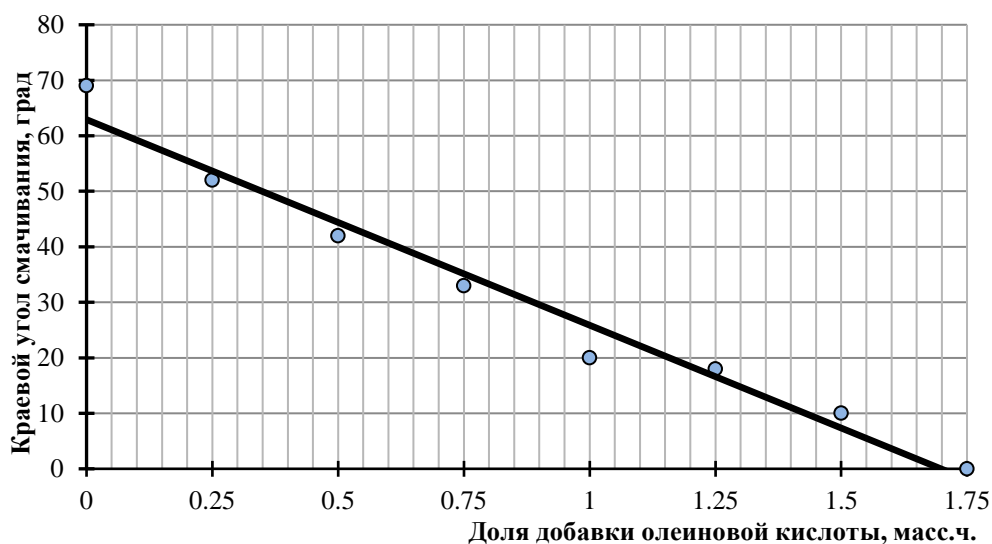


Рис. 2. Влияние доли добавки олеиновой кислоты на краевой угол смачивания

На втором этапе была определена работа адгезии модифицированных клеевых составов (W_a) по формуле [14]:

$$W_a = \sigma_{ж} (2 + b \cdot \sigma_{кр}) - b \cdot \sigma_{ж}^2, \quad (1)$$

где $\sigma_{ж}$ – величина поверхностного натяжения жидкого клея, МДж/м; $\sigma_{кр}$ – критическое поверхностное натяжение клея, обеспечивающее полное смачивание и равное поверхностному натяжению осмоляемого наполнителя, МДж/м; b – поправочный коэффициент, учитывающий влияние посторонних факторов.

Максимальная работа адгезии определена по формуле [15]:

$$W_{amax} = 1/b + \sigma_{кр} + 0,25 \cdot b \cdot \sigma_{кр}^2. \quad (2)$$

Поправочный коэффициент b для определения работы адгезии определён как тангенс наклона прямых зависимостей $\cos\theta=f(\sigma_{ж})$, построенных для модифицированных составов с различным количеством добавляемого модификатора, то есть с разной величиной поверхностного натяжения (рис. 3).

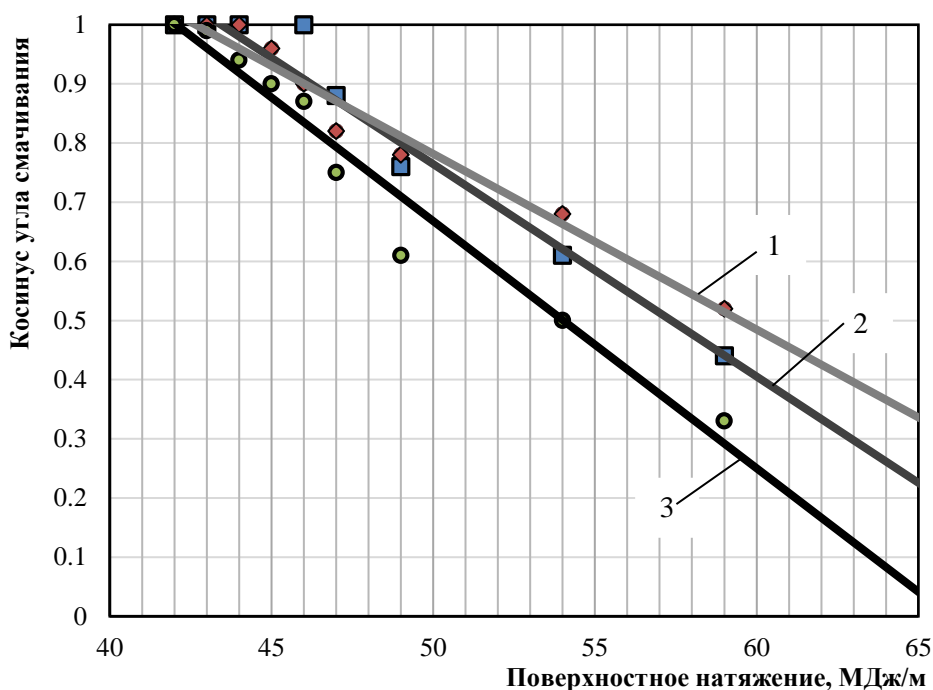


Рис. 3. Влияние поверхностного натяжения модифицированного клеевого состава на косинус краевого угла смачивания: 1 – берёза; 2 – сосна; 3 – костра льна

Полученные значения поправочных коэффициентов b учтены в зависимости (1), при этом составлены уравнения для расчёта работы адгезии:

- для берёзы:

$$W_a = \sigma_{ж} \cdot (2 + 0,0357 \cdot 49) - 0,0357 \cdot \sigma_{ж}^2 = 3,7493 \cdot \sigma_{ж} - 0,0357 \cdot \sigma_{ж}^2;$$

- для сосны:

$$W_a = \sigma_{ж} \cdot (2 + 0,0424 \cdot 47) - 0,0424 \cdot \sigma_{ж}^2 = 3,9928 \sigma_{ж} - 0,0424 \cdot \sigma_{ж}^2;$$

- для костры льна:

$$W_a = \sigma_{ж} \cdot (2 + 0,0411 \cdot 45) - 0,0411 \cdot \sigma_{ж}^2 = 3,8495 \cdot \sigma_{ж} - 0,0411 \cdot \sigma_{ж}^2.$$

По формуле (2) определена максимальная работа адгезии и величина поверхностного натяжения клеевого состава для обеспечения максимальной работы адгезии (табл. 1).

На рис. 4 показано влияние величины поверхностного натяжения, модифицированного карбамидоформальдегидного клея на работу адгезии для исследуемых субстратов.

Таблица 1

Максимальная работа адгезии и поверхностное натяжение клеевого состава для её достижения

Субстрат (наполнитель)	Максимальная работа адгезии, $W_{амакс}$, МДж	Поверхностное натяжение, $\sigma_{ж}$, МДж/м
Берёза	98,44	64,26
Сосна	97,01	69,81
Костра льна	90,14	60,58

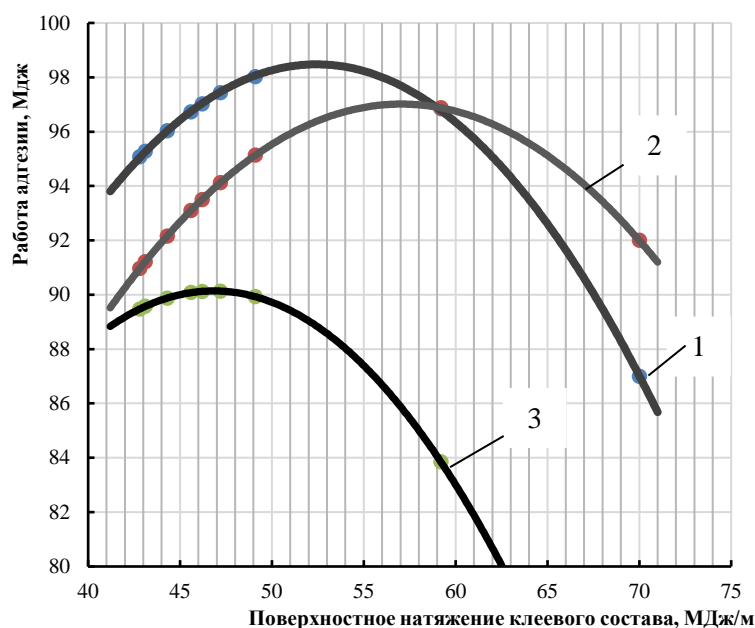


Рис. 4. Влияние поверхностного натяжения модифицированного клеевого состава на работу адгезии: 1 – берёза; 2 – сосна; 3 – костра льна

Обоснованный подбор количества добавляемого в клеевой состав модификатора необходимо вести с учётом максимальной работы адгезии в диапазоне, не превышающем величины критического поверхностного натяжения, равным поверхностному натяжению используемого субстрата, то есть для костры льна на уровне 45 МДж/м, для берёзы – на уровне 49 МДж/м, для сосны – на уровне 47 МДж/м. Применительно к плитам на основе костры льна рациональное количество модификатора в виде олеиновой кислоты, добавляемой в клеевой состав на основе карбаминоформальдегидной смолы, для

обеспечения полного смачивания, равномерного распределения клея по поверхности частиц и формирования максимальной работы адгезии составляет порядка 1,5 масс.ч, в данном случае поверхностное натяжение клеевого состава с термодинамической точки зрения соответствует поверхностному натяжению осмоляемой костры льна.

В табл. 2 приведены сравнительные физико-механические свойства плит на основе костры, изготовленных с применением карбаминоформальдегидного клея с различным содержанием модификатора – олеиновой кислоты.

Таблица 2

Сводные результаты оценки физико-механических характеристик костроплит

Количество модификатора в клеевом составе, масс. ч.	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при отрыве перпендикулярно к пласти, МПа	Разбухание по толщине, %		Водопоглощение, %	
			через 2 часа	через 24 часа	через 2 часа	через 24 часа
0	20,54	0,32	19,7	24,3	63,3	80,2
0,25	22,9	0,38	17,3	22,1	61,7	76,5
0,5	24,8	0,41	15,3	18,2	58,2	73,0
0,75	26,2	0,43	13,9	16,9	55,4	68,2
1,0	27,73	0,43	10,3	15,6	49,2	62,2
1,25	28,9	0,44	9,9	14,9	46,3	58,2
1,5	29,55	0,44	8,9	14,6	43,2	53,1
1,75	28,9	0,40	9,1	15,0	44,2	56,2
2,0	28,3	0,38	9,3	15,2	45,3	58,3
2,25	26,1	0,35	11,3	19,3	46,4	59,1

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что при введении в клеевой состав на основе карбаминоформальдегидной смолы олеиновой кислоты значительно повышаются физико-механические характеристики кистроплит, обеспечивается их соответствие требованиям ГОСТ 10632-2014, при этом их значимое увеличение основных характеристик достигается при введении в клеевой состав олеиновой кислоты в количестве 1,25–1,75 масс.ч.

Выводы. Модификация карбаминоформальдегидной смолы олеиновой кис-

лотой позволяет снизить поверхностное натяжение клея до уровня используемых субстратов при производстве плит. Для качественного осмоления кистры льна рекомендуется введение олеиновой кислоты в клеевой состав в количестве 1,25–1,75 масс.ч, при этом значительно повышается равномерность распределения клея по поверхности частиц наполнителя и увеличивается работа адгезии. Введение данного модификатора позволяет повысить физико-механические характеристики плит при обеспечении безопасности приготовления и использования клеевого состава.

Список литературы

1. Кожевников Д.А., Угрюмов С.А. Обоснование экономической эффективности производства композиционных плит на основе совмещенных наполнителей // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. № 4. С. 147-151.
2. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. М.: Информ-Знание, 2002. 400 с.
3. Давыденко Н.В., Бакатович А.А. Эксплуатационные показатели и технологические особенности производства кистросоломенных плит // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2015. № 16. С. 61-65.
4. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и кистры льна. Кострома: КГТУ, 2008. 147 с.
5. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н., Брутян К.Г. Модифицированные карбаминоформальдегидные и феноло-формальдегидные клеи для древесно-стружечных плит и фанеры // Клеи. Герметики. Технологии. 2017. № 6. С. 12-14.
6. Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. СПб.: Химиздат, 2003. 192 с.
7. Кузнецов В.П., Баумгартэн М.И. Адгезия в клеевом соединении: адгезия с позиции теории прочности // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 4 (104). С. 97-102.
8. Малышева Г.В. Физическая химия адгезивных материалов // Материаловедение. 2005. № 6. С. 38-40.
9. Malysheva G.V. Predicting the endurance of adhesive joints // Polymer Science. Series D. 2014. Vol. 7. No 2. P. 145-147.
10. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. М.: Химия, 1981. 270 с.
11. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Применение основных положений теории адгезии для расчета поверхностного натяжения кистры льна // Деревообрабатывающая промышленность. 2008. № 1. С. 22-23.
12. Кожевников Д.А. Композиционные материалы конструкционного назначения на основе совмещенных наполнителей и модифицированных клеев // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2011. № 1 (26). С. 44-47.
13. Русаков Д.С., Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Модификация феноло- и карбаминоформальдегидных смол побочными продуктами производства целлюлозы // Клеи. Герметики. Технологии. 2017. № 8. С. 16-20.
14. Верхолотов В.К. О работе адгезии при смачивании твердой поверхности жидкой фазой // Наука и Мир. 2017. Т. 1. № 4 (44). С. 11-14.
15. Цветков В.Е., Карпова Т.Н. Исследование технологических свойств модифицированных карбаминоформальдегидных смол // Клеи. Герметики. Технологии. 2011. № 6. С. 16-17.

Статья поступила в редакцию 14.07.17.

Информация об авторе

УГРЮМОВ Сергей Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры деревообрабатывающих производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – техника и технология производства синтетических олигомеров, клеёных древесных материалов. Автор 400 публикаций.

UDC 674.8-036.61.8
DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.49

EFFICIENCY EVALUATION OF UREA FORMALDEHYDE RESIN MODIFIED WITH OLEIC ACID IN WOOD PANEL INDUSTRY

S. A. Ugrumov

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: UgrumovSA@volgatech.net

Keywords: urea formaldehyde resin; oleic acid; modification; humidification; flax board; adhesion work.

ABSTRACT

Introduction. From the position of resource efficiency, it is deemed a prospective direction in economy of timber products and cost reduction to expand the raw material base and to include non-timber fillers into production. Such fillers as, for example, flax board allows to diminish material consumption and to produce quality construction panels with the properties similar to wood particle bases, but at reduced cost. Resinification of a flax board and other non-timber fillers with synthetic adhesive agents is carried out in an uneven manner. Bearing in mind the theory of adhesion and humidification it is necessary to reduce the surface tension of adhesive agent in order to attain quality resinification of a flax board using, for example, modifying additives based on unsaturated fatty acids. The work is aimed at efficiency evaluation of urea formaldehyde resin modified using oleic acid in the production of flax containing boards. The work tackles the following objectives: experimental evaluation of humidification capacity of adhesive agents based on urea formaldehyde resin, modified oleic acid and calculation of gluing capacity of modified adhesive compounds. During experimental research the surface tension of the adhesive compounds under study was defined by pin pull test method, and a contact angle of wetting a wooden particle surface with adhesive compounds was carried out by sessile drop method. Physical and mechanical characteristics of boards were assessed using standard procedures. Experimental results proved that modification of urea formaldehyde resin with oleic acid reduces surface tension, which has a positive effect on the humidification process of a flax board. The surface of flax board particles is completely humidified provided the adhesive compound based on urea formaldehyde resin contains 1.25 – 1.75 pts. wt. of oleic acid. The work defines the impact of surface tension of a modified adhesive compound on the gluing capacity, and also estimates the maximum adhesion work. The analysis of the obtained experimental data proved that once the adhesive compound based on urea formaldehyde resin is complemented with oleic acid, the physical –mechanical characteristics of flax boards are considerably enhanced, thus complied with the GOST 10632-2014 standard requirements. **Conclusion.** Modification of urea formaldehyde resin with oleic acid enables reduction of the surface tension of the adhesive agent to the level of substrate used to produce panels. Introducing this modifier provides for the enhanced physical and mechanical characteristics of a panel alongside operating and production safety of adhesive compound.

REFERENCES

1. Kozhevniko D. A., Ugrumov S. A. Obosnovanie ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva kompozitsionnykh plit na osnove sovmeshchennykh napolnitelej [Economic efficiency substantiation of production of composite panels based on combined fillers]. *Vestnik MGUL – Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin]. 2012. No. 4. P. 147-151.
2. Zhivetin V. V., Ginzburg L. N., Olshanskaya O. M. *Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie* [Flax and its complex usage]. M.: Inform-Znanie, 2002. 400 p.
3. Davydenko N. V., Bakatovich A. A. Eksploatatsionnye pokazateli i tekhnologicheskie osobennosti proizvodstva kostrosolomennykh plit [Performance and technological features of production gastrocolonic boards]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universite-ta. Seriya F: Stroitel'stvo. Prikladnye nauki* [Herald of PSU. The F-Series: Construction. Applied science]. 2015. No. 16. P. 61-65.
4. Ugrumov S. A. Organizatsionno-tekhnicheskoe obespechenie proizvodstva kompozitsionnykh materialov na osnove drevesiny i kostry l'na [Organizational and technical providing of production composite materials based on wood and shive]. Kostroma: KGTU, 2008. 147 p.

5. Varankina G. S., Chubinsky A.N., Bru-tyan K. G. Modifitsirovannye karbamidoformal'degidnye i fenolo-formal'degidnye klei dlya drevesno-struzhechnykh plit i fanery [Modified urea-formaldehyde and phenolic-formaldehyde adhesives for chipboard and plywood]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii* [Adhesives. Sealants. Technology]. 2017. No 6. P. 12-14.
6. Leonovich A. A. *Fizikokhimicheskie osnovy obrazovaniya drevesnykh plit* [Physical and chemical foundations of formation wood panels]. SPb.: Khimizdat, 2003. 192 p.
7. Kuznetsov V. P., Baumgarten M. I., Adgeziya v kleevom soedinenii: adgeziya s pozitsii teorii prochnosti [Adhesion in adhesive bonding: adhesion from a position of strength theory]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Herald of Kuzbass state technical University]. 2014. No 4 (104). P. 97-102.
8. Malysheva G. V. Fizicheskaya khimiya adgezivnykh materialov [Physical chemistry of adhesive materials]. *Materialovedenie* [Materials Science]. 2005. No 6. P. 38-40.
9. Malysheva G.V. Predicting the endurance of adhesive joints. *Polymer Science. Series D*. 2014. Vol. 7. No 2. P. 145-147.
10. Frejdin A. S. *Prochnost' i dolgovechnost' klevykh soedinenij* [Strength and durability of adhesive joints]. Moscow: Chemistry, 1981. 270 p.
11. Ugryumov S. A., Cvetkov V. E. Primenenie osnovnykh polozhenij teorii adgezii dlya rascheta poverkhnostnogo natyazheniya kostry l'na [Application of substantive provisions of theory of adhesion for calculation of t surface tension fires flax]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Timber industry]. 2008. No 1. P. 22-23.
12. Kozhevnikov D. A. Kompozitsionnye materialy konstruksionnogo naznacheniya na osnove sovmeshchennykh napolnitelej i modifitsirovannykh kleev [Composite materials of structural purpose on basis of combined fillers and modified adhesives]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Kostroma State University of Technology]. 2011. No 1 (26). P. 44-47.
13. Rusakov D.S., Varankina G.S., Chubinskiy A.N. Modifikatsiya fenolo- i karbamidoformal'degidnykh smol pobochnymi produktami proizvodstva tsellyulozy [Modification of phenol- and urea-formaldehyde resins by additive products of cellulose manufacture]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii* [Adhesives. Sealants. Technology]. 2017. No 8. P. 16-20.
14. Verholomov V. K. O rabote adgezii pri smachivanii tverdoj poverkhnosti zhidkoj fazoj [Work of adhesion at the wetted solid surface liquid phase]. *Nauka i Mir* [Science and World]. 2017. Vol. 1. No 4 (44). P. 11-14.
15. Cvetkov V. E., Karpova T. N. Issledovanie tekhnologicheskikh svojstv modifitsirovannykh karbamidoformal'degidnykh smol [Technological research properties of modified urea-formaldehyde resins]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii* [Adhesives. Sealants. Technology]. 2011. No 6. P.16-17.

The article was received 14.07.17.

For citation: Ugryumov S. A. Efficiency Evaluation of Urea Formaldehyde Resin Modified with Oleic Acid in Wood Panel Industry. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2017. No 3(35). Pp. 49–57. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.49

Information about the author

UGRIUMOV Sergei Alekseevich – Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Timber Processing, Volga State University of Technology. Research interests – methodology and technology of synthetic oligomer production, manufacture of bonded timber-based materials. Author of 400 publications.