

# Дерево

ISSN 0011-9008

1/2022

## обрабатывающая промышленность



# ДЕРЕВО —

ISSN 0011-9008

## обрабатывающая 1/2022 промышленность

Учредитель: Редакция журнала  
«Деревообрабатывающая промышленность»  
Основан в апреле 1952 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по группе научных специальностей 05.21.00 – Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева.

### Редакционная коллегия:



Главный редактор  
**Сафин Руслан Рушанович**  
д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет»

**Торопов Александр Степанович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический  
университет»

**Царев Евгений Михайлович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический  
университет»

**Черных Михаил Михайлович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет  
им. Калашникова»



Зам. главного редактора  
**Разумов Евгений Юрьевич**  
д.т.н., профессор

Czech University of Life Sciences Prague,  
Faculty of Forestry and Wood Sciences,  
Czech Republic



Зам. главного редактора  
ответственный за  
международную ред. коллегию  
**Štefan Barčík**, Prof. ing., Ph.D.

Technical university in Zvolen,  
Faculty of environmental and  
manufacturing technology,  
Slovakia

**Сафин Рушан Гареевич**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

**Баширов Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

**Хасаншин Руслан Ромелевич**, д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

**Гаспарян Гарик Давидович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВПО «Братский государственный университет»

**Григорьев Игорь Владиславович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Арктический государственный  
агротехнологический университет»

**Мазуркин Петр Матвеевич**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический  
университет»

**Романов Евгений Михайлович**, д.с.-х.н., профессор  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический  
университет»

**Рыкунин Станислав Николаевич**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВПО «Мытищинский филиал МГТУ им. Баумана»

**Семенов Юрий Павлович**, д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВПО «Мытищинский филиал МГТУ им. Баумана»

**Dr. prof. Vlado Goglia**  
University of Zagreb, Croatia  
**Dr. prof. Ruzica Beljo Lucic**  
University of Zagreb, Croatia  
**Dr. prof. Nencho Delijski**  
University of Forestry, Bulgaria  
**Dr. prof. Ladislav Dzurenda**  
Technical University, Slovakia  
**Dr. prof. Etele Csanady**  
University of West Hungary

**Dr. prof. Alfred Teischinger**  
BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences,  
Austria

**Marian Babiak, PhD, Dr.h.c.prof.RNDR.**  
Czech University of Life Sciences Prague,  
Czech Republic

**Dr. PhD Monica Sarvasova Kvietkova**  
Czech University of Life Sciences Prague,  
Czech Republic

Адрес редакции:  
117303, Москва, ул. Малая  
Юшуньская, д. 1, корп. 1,

journal\_woodworking@mail.ru  
www.dop1952.ru

© «Редакция журнала  
«Деревообрабатывающая  
промышленность», 2022

Свидетельство о регистрации  
СМИ в Роскомпечати № 014990  
Формат бумаги 60x88/8  
Тираж 720 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

#### *Лесоинженерное дело*

***Ахтямов Э.Р., Кручинин И.Н., Побединский В.В., Кручинина Е.И., Чижов А.А.***

Разработка требований к применению добавок из вспученного вермикулита для строительства лесовозных дорог на территориях северного, приполярного и полярного урала 3

***Жалко М.Е., Бургонутдинов А.М., Бурмистрова Д.Д., Ченушкина С.В., Данилов В.В.***

Разработка методов повышения транспортно-эксплуатационных показателей лесовозных автомобильных дорог, работающих в сложных природно-климатических условиях 10

***Жалко М.Е.***

Повышение морозоустойчивости дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог 18

#### *Физико-механические процессы в деревообработке*

***Лукаш А.А., Глотова Т.И., Малышева Н.П., Пустрова Н.П., Чернышев О.Н.***

Экспресс-метод определения себестоимости продукции при расчете технико-экономических показателей деревообрабатывающих цехов 24

***Разумов Е.Ю., Байгильдеева Е.И., Сафина А.В., Сафин Р.Г.***

Получение бетулина высокой степени очистки 33

***Скурыдин Ю.Г., Скурыдина Е.М., Хабибуллина А.Р., Байгильдеева Е.И.***

Физико-механические характеристики композиционных материалов из древесины березы, гидролизованной в присутствии перекиси водорода 41

***Лукаш А.А., Глотова Т.И., Романов В.А., Феллух А., Чернышев О.Н.***

Определение прочности склеивания при нормальном отрыве для разработки новых клеевых составов 55

***Сафин Р.Г., Просвирников Д.Б., Арсланова Г.Р., Валеев К.В., Зиятдинова Д.Ф., Гурьянов Д.А.***

Математическое описание процесса экстракции фенольных соединений 62

***Артёмов А.В., Ершова А.С., Бурындин В.Г., Савиновских А.В.***

Изучение изменений прочностных показателей пластиков без связующего по потери массы при биоразложении 71

***Сафина А.В., Абдуллина Д.Р., Зиятдинова Д.Ф., Сафин Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Валеев К.В.***

Моделирование процесса извлечения бетулина из бересты березы 80

#### *Химическая технология древесины*

***Строганова М.С., Жильникова Н.А.***

Методика оценки самоочищающей способности водоема при влиянии стоков сульфат-целлюлозного производства 90

***Чирков Д.Д., Захаров П.С., Шкуро А.Е., Ершова А.С.***

Термомеханическая активация наполнителей для древесно-минеральных полимерных композиционных материалов 103

УДК 674.02

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СКЛЕИВАНИЯ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ОТРЫВЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ

А.А. Лукаш, Т.И. Глотова, В.А Романов, А. Феллук, О.Н. Чернышев

*В статье предложен новый метод оценки прочности клеевых соединений при нормальном отрыве слоя, который может применяться при разработке новых составов клеев. Применяемые модифицирующие добавки различных видов, позволяют улучшить технологические и эксплуатационные свойства клеев, применяемых при склеивании древесины. Поэтому совершенствование технологии клеевых материалов базируется на разработке новых видов клеев и клеевых составов. В ходе исследований по установлению вида и состава модифицирующих добавок проводится большое количество экспериментов связанных с установлением влияния состава клея на прочность склеивания. В настоящее время в большинстве случаев адгезию оценивают по косвенному критерию - краевому углу смачивания, который непостоянен по времени из-за впитывания растекания и впитывания клея древесиной. Стандартный метод определения прочности при скалывании по клеевому слою достаточно трудоемкий, т.к. включает операции по выпиливанию брусков, строганию в размер, последующему склеиванию брусков, повторной механической обработке склеенных брусков после полного отверждения клея для придания образцам требуемых размеров и формы. Что в достаточной степени трудоемко. С целью снижения трудоемкости при проведении исследований по разработке новых клеевых составов разработан новый метод определения прочности клеевого соединения при нормальном отрыве. Прочность клеевого по предлагаемому данному методу оценивается максимальной нагрузкой, необходимой для нормального отрыва слоя. Применяемые приспособления (захваты) просты в изготовлении и надежны при эксплуатации. Новый предлагаемый метод определения прочности склеивания менее трудоемок, чем стандартный метод, т.к. не требуется повторная механическая обработка склеенных брусков потому, а образцы после отверждения клея имеют требуемые размеры и форму и готовы к испытанию. Приведен пример реализации предлагаемого нового метода оценки прочности склеивания при нормальном отрыве для установлении нового состава клея (мастики) при изготовлении багета для художественных рам.*

**Ключевые слова:** прочность на нормальный отрыв, склеивания, древесина, метод, модифицирующие добавки.

## Введение

Технологии создания новых видов продукции на основе склеивания древесины постоянно развиваются и совершенствуются. Это позволяет улучшать эксплуатационные характеристики древесных материалов, а также и решать вопросы переработки отходов, образующихся при обработке древесины [1, 2]. Одним из направлений совершенствования технологии склеивания древесины, является разработка новых видов клеев клеевых составов путем модификации. Модификацию осуществляют путем введения веществ, называемых модификаторами. Основное предназначение модифицирующих добавок – улучшение технологических и эксплуатационных свойств клеев [3, 4, 5]. Применение модификаторов, способных реагировать со свободным формальдегидом способствует снижению токсичности [6–11]. Модификаторы, рассмотренные в исследованиях [12, 13] применяют для повышения прочности клеевых соединений.

Актуальным является использование не содержащего хлор кремнефтористого аммония в качестве отвердителя карбамидоформальдегидных смол [14]. В качестве модификаторов могут применяться и другие клеи. Модификация латексами улучшает упруго-эластические свойства карбамидоформальдегидных смол [15]. При совмещении карбамидоформальдегидной смолы с поливинилацетатной дисперсией (ПВА) имеет место взаимодействие функциональных групп ПВА и компонентов смолы в ходе горячего прессования, что позволяет повысить прочность и водостойкость древесностружечных плит и фанеры [16, 17].

Некоторые вещества улучшают физико-химические свойства карбамидоформальдегидных смол [18]. А модификаторы, рассмотренные в исследованиях [19, 20], способны повышать адгезию. Вопросы, связанные с разработкой модифицирующих добавок и новых клеевых составов для улучшения технологических, эксплуатационных, экономических или экологических свойств клеев, являются

актуальными. Важно, чтобы применение добавок не привело к снижению прочности клеевого соединения. Поэтому актуальными также являются вопросы оценки адгезии.

При проведении исследований по разработке новых клеев или составов для оценки адгезии зачастую используют краевой угол смачивания поверхности материала клеевым составом, что не совсем корректно т.к. прочность оценивается краевым углом смачивания.

Стандартными методами адгезия определяется прочностью при скалывании по клеевому слою клееной слоистой древесины (рисунок 1) и клееной массивной древесины (рисунок 2).

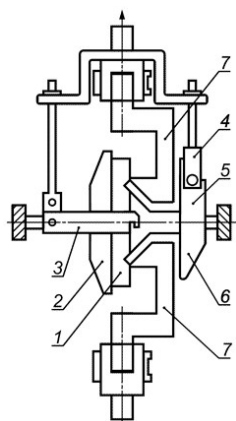


Рис. 1. Схема приспособления для определения прочности при скалывании по клеевому слою клееной слоистой древесины: 1 – образец; 2 – упорная планка; 3 – планка; 4 – захват; 5 – упор; 6 – траверса; 7 – испытательные губки

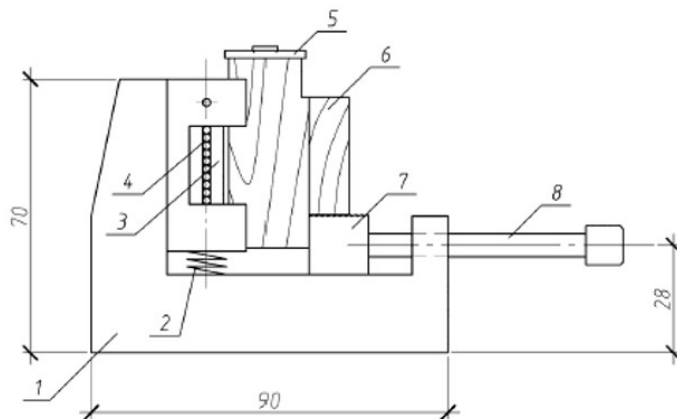


Рис. 2. Схема приспособления для определения прочности при скалывании по клеевому слою массивной древесины: 1 – корпус; 2 – пружина; 3 – подвижная планка; 4 – ролики; 5 – нажимная призма с шаровой опорой; 6 – образец; 7 – подвижная опора; 8 – устройство для прижима подвижной опоры

Операции для определения адгезионной прочности включают изготовление заготовок, их склеивание, выпиливание из склеенных заготовок образцов с соблюдением точных размеров и форм, что в определенной степени трудоемко. Поэтому для проведения поисковых экспериментов по разработке новых клеевых составов разработан новый, менее трудоемкий метод определения адгезионной прочности при нормальном отрыве.

### Методы и материалы

Объектом исследования являются процессы разработки новых клеевых составов. Предметом исследования - метод оценки прочности клеевого соединения на нормальный отрыв. Исследование базируется на эмпирических подходах и методах, применение прямых численных методов линейной алгебры.

### Результаты

Как отмечалось выше оценка прочности склеивания является важным составным элементом исследований по разработке новых клеевых составов. Предлагаемый метод оценки прочности клеевого соединения на нормальный отрыв, по сравнению со стандартным методом определения прочности при скалывании по клеевому слою, менее трудоемкий. Для его реализации не требуется повторная механическая обработка склеенных брусков потому, что образцы после отверждения клея готовы к испытанию т.к. имеют требуемые размеры и форму. Адгезия оценивается максимальной нагрузкой, необходимой для нормального отрыва слоя.

На рисунке 3 приведена схема размещения и испытания образца в захватах.

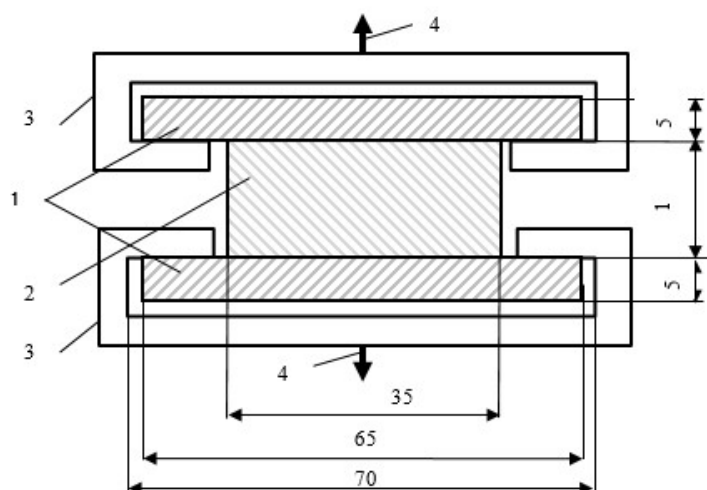


Рис. 3. Схема размещения и испытания образца в захватах: 1 и 2 – соответственно наружные и средняя части образца; 3 – захваты; 4 – растягивающая нагрузка

На рисунке 4 показан исследуемый образец и его установка в приспособлениях (металлических захватах) испытательной машины.

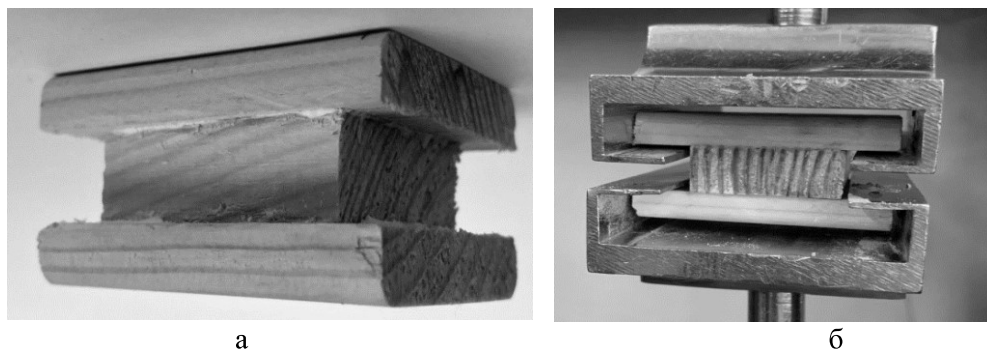


Рис. 4. Исследуемый образец (а) и его установка в приспособлении (металлических захватах) испытательной машины (б)

В качестве примера по реализации предлагаемого метода оценки прочности склеивания при нормальном отрыве приведены результаты исследования по установлению нового состава клея (мастики) при изготовлении багета для художественных рам. В состав клея входит поливинилацетатная дисперсия (ПВА) и гипс, который хорошо совмещается с ПВА. Учитывая, что гипс обладает некоторой адгезией к древесине можно считать его модифицирующей добавкой, уменьшающей продолжительность склеивания.

Исследование проводилось по плану второго порядка В-3. Постоянные факторы: порода – сосна; влажность древесины 8%. Установлены диапазоны варьирования переменных факторов. Переменные факторы варьировались в следующих пределах: количество ПВА ( $X_1$ ) от 2 до 4 м.ч.; количество воды ( $X_2$ ) от 3 до 5 м.ч.; количество гипса ( $X_3$ ) от 4 до 6 м.ч. Уровни и интервалы варьирования переменных факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования переменных факторов

| Факторы                | Обозначения     |                  | Интервал варьирования | Уровни варьирования |            |           |
|------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------|
|                        | натуральный вид | кодированный вид |                       | нижний -            | основной 0 | верхний + |
| Количество ПВА, м.ч.   | П               | $X_1$            | 1                     | 2                   | 3          | 4         |
| Количество воды, м.ч.  | В               | $X_2$            | 1                     | 3                   | 4          | 5         |
| Количество гипса, м.ч. | Г               | $X_3$            | 1                     | 4                   | 5          | 6         |

При проведении эксперимента определяли визуально характер разрушения адгезионное, когезионное или смешанное. Из фотографий образцов после испытания образцов (рисунки 5 и 6) видно, что присутствуют типы разрушений: адгезионный – разрушение происходит по границе «клей – древесина» (рисунок 5); когезионный – разрушение происходит по одному из контактирующих материалов – по древесине (рисунок 6).

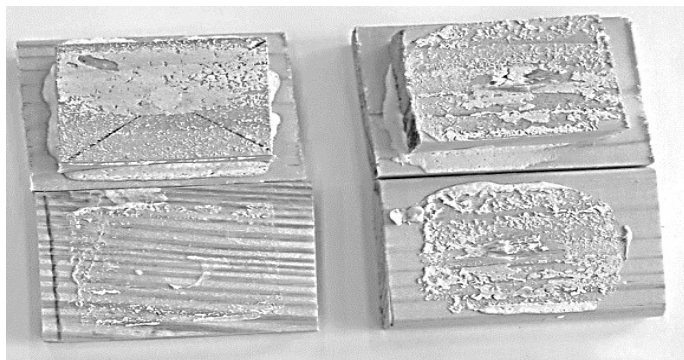


Рис. 5. Адгезионный тип разрушения

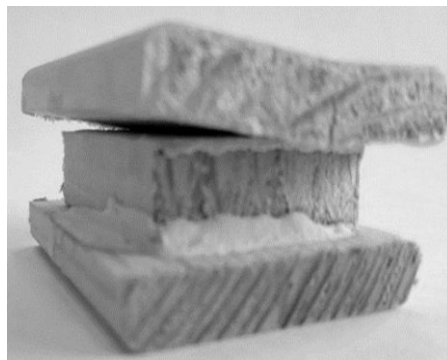


Рис. 6. Когезионный тип разрушения

Установлено, что преобладает адгезионный тип разрушения. Это свидетельствует о возможности увеличения адгезионной прочности клеевого состава.

Определены численные значения адгезионной прочности при нормальном отрыве. Получены математические зависимости прочности склеивания от количества ПВА ( $X_1$ ), воды ( $X_2$ ) и гипса ( $X_3$ ) в кодированном виде:

$$Y = 1,383 + 0,091X_1 - 0,042 X_2 - 0,021 X_3 - 0,341 X_1^2 - 0,158 X_2^2 - 0,455X_3^2 - \\ - 0,065 X_1 X_2 + 0,002 X_1 X_3 - 0,045 X_2 X_3. \\ -1 \leq X_1 \leq +1; \\ -1 \leq X_2 \leq +1; \\ -1 \leq X_3 \leq +1.$$

Влияние переменных факторов на адгезионную прочность (прочность при нормальном отрыве) проиллюстрировано на рисунках 7 и 8.

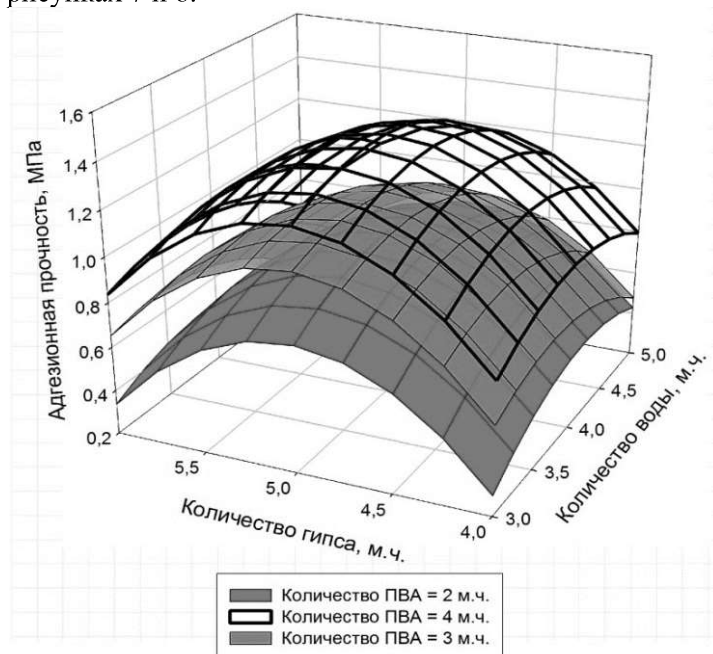


Рис. 7. Влияние гипса и воды адгезионную прочность

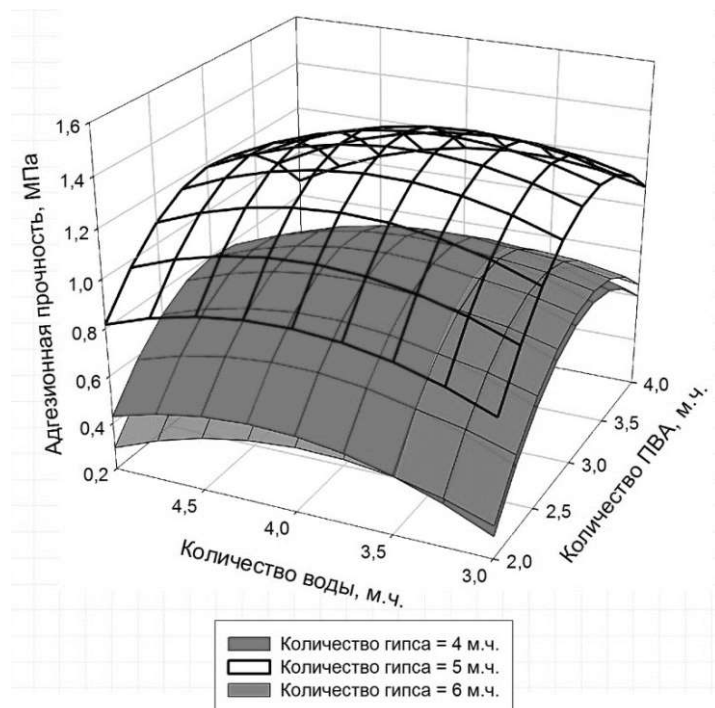


Рис. 8. Влияние количества ПВА и воды на адгезионную прочность

Наибольшее влияние на исследуемый параметр оказывает фактор  $X_1$  - количество ПВА в клее. При увеличении его количества адгезионная прочность возрастает. Установлено соотношение количества ПВА, воды и гипса как 4 : 5 : 4,5.

### Закключение

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено следующее.

1. Совершенствование технологии склеивания древесных материалов базируется на разработке новых клеев и клеевых составов, что требует проведения большого количества экспериментов связанных с установлением оценкой прочности склеивания.

2. В большинстве случаев исследователи адгезию оценивают по косвенному критерию - краевому углу смачивания, непостоянному по времени. Стандартный метод определения прочности склеивания при скалывании по клеевому слою достаточно трудоемкий т.к. включает операции по выпиливанию брусков, их склеиванию, повторному выпиливанию из склеенных брусков образцов с соблюдением точных размеров и формы. Поэтому для проведения поисковых экспериментов по выявлению новых клеевых составов разработан новый метод определения адгезионной прочности при нормальном отрыве. Этот метод не представляется альтернативой стандартным методам определения прочности склеивания.

3. При реализации предлагаемого нового метода не требуется механическая обработка для придания склеенным образцам требуемых размеров и формы, т.к. образцы после отверждения клея готовы к испытанию. Прочность склеивания по данному методу оценивается максимальной нагрузкой, необходимой для нормального отрыва слоя. Применяемые приспособления (захваты) просты в изготовлении и надежны при эксплуатации.

4. Приведен пример реализации предлагаемого нового метода оценки адгезии для установления нового состава клея (мастики) при изготовлении багета для художественных рам. Установлено соотношение количества ПВА, воды и гипса как 4 : 5 : 4,5.

### Литература

1. Лукаш, А.А. Клееный арболит из древесины мягких лиственных пород // Строительные материалы. – 2016 – №8 – С. 63-65.
2. Лукаш, А.А. Гипсодревесные композиты из отходов переработки мягколиственной древесины Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. –2017.–N4.–С.25-32.

3. Варанкина Г.С., Модификация феноло- и карбаминоформальдегидных смол продуктами производства целлюлозы. / Г.С. Варанкина, А.Н. Чубинский // Клеи. Герметики, Технологии. 2017 № 8 С. 16-20.
4. Иванов А.М., Модификация алюмосиликатами феноло-формальдегидных смол для склеивания фанеры/ А.М. Иванов Г.С. Варанкина, А.Н. Чубинский // Клеи. Герметики, Технологии. 2017 № 3 С. 13-17.
5. Callum, A.S.H. Wood Modification-Chemical, Thermal and Other Processes / A.S.H. Callum. – Chichester: John Wiley & Sons, 2006. – 260 p.
6. Глущенко А.И. Низкотоксичная фурановая смола для производства древесно-стружечных плит / А.И. Глущенко // Деревообрабатывающая промышленность. - 2000. - № 2. - С. 15-16.
7. Леонович А.А. Использование золя кремнезема в качестве адгезива в производстве низкотоксичных древесно-стружечных плит /А.А. Леонович, Л.П. Коврижных // Деревообрабатывающая промышленность. - 1997. -№ 4.-С. 13-14.
8. Чубинский А.Н., Склеивание фанеры модифицированными клеями. / А.Н Чубинский., Г.С. Варанкина //Системы. Методы.Технологии. – 2015. №4 (28) С. 133-137.
9. Hui-wang Cui, Guan-ben Du. Development of a novel polyvinyl acetate type emulsion curing agent for urea formaldehyde resin. Wood Science and Technology, 2013. vol. 47 (1). pp. 105–119. DOI: 10.1007/s00226-012-0489
10. Matthew Edoga. Ethylated Urea-Ether-Modified Urea-Formaldehyde Resins, Part I: Structural and Physic chemical Properties. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, 2006. vol. 5(9). pp. 121 - 136.
11. Nadir Ayrimis, Jin-Heon Kwon, Seung-Hwan Lee, Tae-Hyung Han and Chan-Woo Park. Microfibrillated-cellulose-modified urea-formaldehyde adhesives with different F/U molar ratios for wood-based composites. Journal of Adhesion Science and Technology, 2016. vol. 30(18). pp. 2032–2043. DOI: 10.1080/01694243.2016.1175246
12. Разиньков Е.М. Использование кремнефтористого аммония в качестве отвердителя карбаминоформальдегидных смол / Е.М. Разиньков, Л.В. Пономаренко // Известия высших учебных заведений - Лесной журнал. - 2001. - № 5 - 6. - С. 76-80.
13. Глазков С.С. Модификация карбаминоформальдегидных смол латексами / С.С. Глазков, В.С. Болдырев // Деревообрабатывающая промышленность. - 1997. - № 4. - С. 15-18.
14. Плотников, Н.П. Модификация карбаминоформальдегидных связующих для производства ДСтП / Н.П. Плотников, Г.П. Плотникова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11. – С. 152 – 158.
15. Попов, В.М. Интенсивная технология создания клеевых соединений повышенной прочности на основе полимерных клеев, подвергнутых совместному воздействию физических полей / В.М. Попов, А.В. Латынин, Д.С. Григорьев // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 4. – С. 89–92.
16. Угрюмов, С.А. Кинетика разбухания и водопоглощения древесностружечных плит с водоотталкивающей добавкой / С.А. Угрюмов, Е.А. Боровков, А. Б. Щербаков // Вестник КГТУ: периодический научный журнал. – Кострома: КГТУ, 2004. – №9. – С. 99 – 101.
17. Цветков, В.Е. Оценка работы адгезии модифицированного фенолформальдегидного олигомера / В.Е. Цветков, С.А. Угрюмов // Лесной вестник. – 2009. – №4. – С. 127 – 129.
18. Шишаков Е.П., Влияние наполнителей и катализаторов на физико-химические свойства карбаминоформальдегидных смол / Шишаков Е.П., Шпак С.И., Чубис П.А., Шевчук М.О. / Е.П.Шишаков, С.И.Шпак, П.А.Чубис, М.О. Шевчук // Труды БГТУ. №4. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2015. С 102–108.
19. Ebnesajjad, S. Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding / S. Ebnesajjad. – Amsterdam: William Andrew, 2014. – 337 p.
20. Zamilova A.F.. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption / A.F. Zamilova, M.F. Galikhanov // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol.1767.– pp. 020038.

© Лукаш А.А. – д-р техн. наук, профессор кафедры технологии деревообработки, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (ФГБОУ ВО «БГИТУ»), e-mail: mr.luckasch@yandex.ru; Глотова Т.И. – канд. техн. наук, доцент кафедры технологии деревообработки ФГБОУ ВО «БГИТУ», e-mail: glotowa.tatjana2016@yandex.ru; Романов В.А. – канд.техн.наук, доцент, заведующий

кафедрой технологии деревообработки, ФГБОУ ВО «БГИТУ», e-mail: glotowa.tatjana2016@yandex.ru; **Феллух А.** – аспирант кафедры технологии деревообработки ФГБОУ ВО «БГИТУ», e-mail: fellouhabdo@gmail.com; **Чернышев О.Н.** – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой механической обработки древесины и производственной безопасности, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», e-mail: olegch62@mail.ru.

UDC 674.2

## DETERMINATION OF BONDING STRENGTH AT NORMAL SEPARATION FOR THE DEVELOPMENT OF NEW ADHESIVE COMPOSITIONS

**A.A. Lukash, T.I. Glotova, V.A. Romanov, A. Felluh, O.N. Chernyshev**

*The article proposes a new method for assessing the strength of adhesive joints at normal separation of the layer, which can be used in the development of new adhesive compositions. The applied modifying additives of various types allow to improve the technological and operational properties of adhesives used in gluing wood. Therefore, the improvement of the technology of glued materials is based on the development of new types of adhesives and adhesive compositions. In the course of research to establish the type and composition of modifying additives, a large number of experiments are carried out related to the establishment of the effect of the adhesive composition on the bonding strength. Currently, in most cases, adhesion is evaluated by an indirect criterion - the wetting edge angle, which is unstable in time due to the absorption of spreading and the absorption of glue by wood. The standard method for determining the strength when chipping along the adhesive layer is quite time-consuming, because it includes operations for sawing out bars, planing into size, subsequent gluing of bars, re-machining of glued bars after complete curing of the glue to give the samples the required size and shape. Which is laborious enough. In order to reduce the complexity of conducting research on the development of new adhesive compositions, a new method for determining the strength of the adhesive joint at normal separation has been developed. The strength of the adhesive according to the proposed method is estimated by the maximum load required for normal separation of the layer. The devices (grips) used are easy to manufacture and reliable during operation. The new proposed method for determining the bonding strength is less time-consuming than the standard method, because repeated machining of glued bars is not required, and the samples after curing the glue have the required dimensions and shape and are ready for testing. An example of the implementation of the proposed new method for assessing the strength of bonding at normal separation for the establishment of a new composition of glue (mastic) in the manufacture of a baguette for art frames is given.*

**Key words:** strength for normal separation, bonding, wood, method, modifying additives.

### References

1. Lukash A.A. Glued wood concrete made of soft hardwood. Building materials. 2016 No. 8. pp. 63-65.
2. Lukash, A.A. Gypsum-wood composites from softwood processing waste. Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Materials. Constructions. Technologies. 2017. N4. pp.25-32.
3. Varankina G.S., Chubinsky A.N. Modification of phenolic and urea-formaldehyde resins with cellulose production products. // Adhesives. Sealants, Technologies. 2017 No. 8 pp. 16 -20.
4. Ivanov A.M., Varankina G.S., Chubinsky A.N. Modification by aluminosilicates of phenol-formaldehyde resins for gluing plywood // Adhesives. Sealants, Technologies. 2017 No. 3 pp. 13 -17.
5. Callum, A.S.H. Wood Modification-Chemical, Thermal and Other Processes / A.S.H. Callum. – Chichester: John Wiley & Sons, 2006. – 260 p.
6. Glushchenko A.I. Low-toxic furan resin for the production of particle boards / A.I. Glushchenko // Woodworking industry. - 2000. - No. 2. - pp. 15-16.
7. Leonovich A.A. The use of silica sol as an adhesive in the production of low-toxic particle boards /A.A. Leonovich, L.P. Kovrizhnykh // Woodworking industry. - 1997. -No 4.- pp. 13-14.
8. Chubinsky A.N., Varankina G.S. Plywood gluing with modified adhesives./ A.N. Chubinsky, G.S. Varankina // Systems. Methods. Technologies. - 2015. No. 4 (28) S. 133-137.

9. Hui-wang Cui, Guan-ben Du. Development of a novel polyvinyl acetate type emulsion curing agent for urea formaldehyde resin. Wood Science and Technology, 2013. vol. 47 (1). pp. 105–119. DOI: 10.1007/s00226-012-0489
10. Matthew Edoga. Ethylated Urea-Ether-Modified Urea-Formaldehyde Resins, Part I: Structural and Physic chemical Properties. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, 2006. vol. 5(9). pp. 121 - 136.
11. Nadir Ayrimis, Jin-Heon Kwon, Seung-Hwan Lee, Tae-Hyung Han and Chan-Woo Park. Microfibrillated-cellulose-modified urea-formaldehyde adhesives with different F/U molar ratios for wood-based composites. Journal of Adhesion Science and Technology, 2016. vol. 30(18). pp. 2032–2043. DOI: 10.1080/01694243.2016.1175246
12. Razinkov E.M. The use of fluorosilicate ammonium as a hardener of urea-formaldehyde resins / E.M. Razinkov, L.V. Ponomarenko // News of higher educational institutions - Forestry magazine. - 2001. - No. 5 - 6. - pp. 76-80.
13. Glazkov S.S. Modification of urea-formaldehyde resins with latexes / S.S. Glazkov, B.C. Boldyrev // Woodworking industry. - 1997. - No. 4. - pp. 15-18.
14. Plotnikov, N.P. Modification of urea -formaldehyde binders for the production of particle board / N.P. Plotnikov, G.P., Plotnikova // Bulletin of KrasGAU. - 2013. - No. 11. - pp. 152 - 158.
15. Popov, V.M. Intensive technology for creating glue joints of increased strength on the basis of polymer adhesives subjected to joint influence of physical fields / V.M. Popov, A.V. Latynin, D.S. Grigoriev // Modern trends in the development of science and technology. - 2016. - No. 4. - pp. 89–92.
16. Ugryumov, S.A. Kinetics of swelling and water absorption of particle boards with a water-repellent additive / S.A. Ugryumov, E.A. Borovkov, A.B. Shcherbakov // Bulletin of KSTU: periodic scientific journal. - Kostroma: KSTU, 2004. - No. 9. - S. 99 - 101.
17. Tsvetkov, V.E. Evaluation of the adhesion work of the modified phenol -formaldehyde oligomer / V.E. Tsvetkov, S.A. Ugryumov // Forestry Bulletin. - 2009. - No. 4. - S. 127 - 129.
18. Shishakov E.P. Fillers and catalysts effect on the physicochemical properties of urea-formaldehyde resins / E.P. Shishakov, S.I. Shpak, P.A. Chubis, M.O. Shevchuk // Trudy BGTU [Proceedings of BSTU], series 4. Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology, 2015. pp. 102–108.
19. Ebnesajjad, S. Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding / S. Ebnesajjad. – Amsterdam: William Andrew, 2014. – 337 p.
20. Zamilova A.F.. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption / A.F. Zamilova, M.F. Galikhanov // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol. 1767. – pp. 020038.

©**Lukash A.A.** – Grand PhD of Technical Sciences, Professor of the Department of woodworking technology, Bryansk State University of Engineering and Technology (BSUET), e-mail: mr.luckasch@yandex.ru; **Glotova T.I.** – PhD of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of woodworking technology, BSUET, e-mail: glotowa.tatjana2016@yandex.ru; **Romanov V.A.** – PhD of Technical Sciences, Head of the Department of woodworking technology, BSUET, e-mail: vromanov62@mail.ru; **Felluh A.** – graduate student of the Department of woodworking technology, BSUET, e-mail: fellouhabdo@gmail.com; **Chernyshev O.N.** – PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mechanical Wood Processing and Industrial Safety, Ural State Forestry University, e-mail: olegch62@mail.ru.

УДК 674.816

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Р.Г. Сафин, Д.Б. Просвириков, Г.Р. Арсланова, К. В. Валеев, Д.Ф. Зиатдинова, Д.А. Гурьянов**

*В работе представлено физическое и математическое описание процесса экстракции фенольных соединений из растительного сырья, в частности из коры и листьев деревьев семейства «Salicaceae». Описана методика проведения экспериментальных и аналитических исследований и процесса экстракции. Определено влияние расхода экстрагента на скорость пропитки частиц. Оптимальное*