

УДК 676.014.44

**Е.А. Шевнина, Д.Г. Чухчин, В.И. Комаров, О.М. Соколов**

Шевнина Екатерина Александровна родилась в 1979 г., окончила в 2001 г. Архангельский государственный технический университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры стандартизации, метрологии и сертификации Архангельского государственного технического университета. Имеет около 10 печатных работ в области целлюлозно-бумажного производства.



Чухчин Дмитрий Германович родился в 1971 г., окончил в 1993 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии Архангельского государственного технического университета. Имеет более 60 печатных работ в области химической переработки древесины.



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета, почетный работник высшего профессионального образования РФ, член международного научного общества EUROMECH. Имеет более 400 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



Соколов Олег Михайлович родился в 1936 г., окончил в 1960 г. Ленинградский технологический институт ЦБП, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии, президент Архангельского государственного технического университета, академик Международной академии наук, РИА, РАЕН, Академии проблем качества РФ, чл.-кор. МИА, заслуженный деятель науки РФ. Имеет около 200 научных трудов в области исследования процессов сульфатной варки, изучения свойств и применения технических лигнинов.

**ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ЦБП ДЕСТРУКТИРОВАННОЙ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ДРЕВЕСИНЫ\***

Предложено в технологии гофрокартона использовать в качестве связующего вещества, полученные из древесины с помощью электронно-пучковой плазмы.

*Ключевые слова:* клей, клеевой шов, прочность, адгезия, плазмохимический метод, деструктурированная древесина, гофрокартон.

Одна из современных технологий изменения структуры и свойств различных веществ – обработка их электронно-пучковой плазмой (ЭПП) [1].

\* Исследования проводились при поддержке РФФИ.

Воздействие ускоренными электронами происходит при пониженном давлении в среде водяного пара, при этом температура древесины не превышает 100 °С. В нашем случае обработка осиновой и березовой древесины электронным пучком проведена в среде водяного пара при давлении 1,8 кПа и ускоряющем напряжении 30 кВ, продолжительность обработки – 1 мин.

В результате воздействия ЭПП происходит деструкция древесины, снижается степень полимеризации ее компонентов, возрастает количество активных карбоксильных и карбонильных групп. При экстракции водой и щелочью в раствор переходит до 60 % от массы обработанной древесины. Установлено, что обработка ЭПП отличается отсутствием селективности по отношению к различным компонентам древесины. В результате лигнин, гемицеллюлозы и целлюлоза переходят в водорастворимое состояние в количестве, пропорциональном их содержанию в древесине [4].

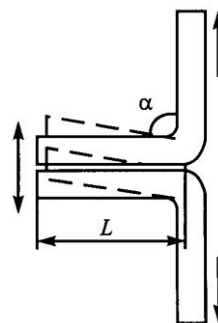
При обработке раствором NaOH деструктированной плазмохимическим методом древесины можно получить продукты, соответствующие по своим свойствам крахмалу. Наилучшие результаты были достигнуты при экстракции обработанной ЭПП лиственной древесины 6 %-м раствором NaOH, при этом образуется гелеобразное вязкое вещество светлорыжевато-коричневого цвета, обладающее адгезионными свойствами [3].

Цель наших исследований – изучить возможность применения деструктированной древесины в производстве гофротары. Нами выбрано три варианта использования клеящих веществ, полученных из древесины плазмохимическим методом:

- 1) клей в производстве гофрированного картона;
- 2) добавка для ускорения процесса размола;
- 3) связующее для проклейки в массе.

При рассмотрении 1-го варианта был необходим метод, при использовании которого, в зависимости от расхода клея, можно оценить прочность клеевого соединения.

Для оценки адгезионной прочности используют методы последовательного и одновременного отрыва. В начале эксперимента был выбран метод последовательного отрыва – ГОСТ 28966.1 – 91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании» [2], применяемый и для целлюлозно-бумажных материалов. Далее метод был усовершенствован и автоматизирован. Но результаты такого определения прочности клеевого соединения являются некорректными, так как разрушение в основном происходило по адгезионно-когезионному механизму. При изменении угла отрыва  $\alpha$ , под которым разрушается образец (рис. 1), результирующая разрушающих сил смещается таким образом, что максимальное напряжение возникает не в клеевом шве, а смещается в структуру материала, как показано на рис. 2. Фактически данным методом измеряется прочность целлюлозно-бумажного материала.



Нами ранее был разработан метод одновременного отрыва [4], который учитывает специфику целлюлозно-бумажных материалов. Для того, чтобы разрушение склеенных образцов происходило по клеевому соединению, необходимо учитывать способ нанесения клеящего вещества; площадь клевого соединения; усилие, прилагаемое при склеивании образца; температуру сушки.

Был разработан специальный зажим и методика определения прочности клевого соединения, учитывающая все перечисленные особенности.

Рис. 1. Поведение образца при испытании

Рис. 2. Схема приложения нагрузок в процессе разрушения клевого шва при последовательном отрыве: 1 – образец, участвующий в отрыве; 2 – статичный образец

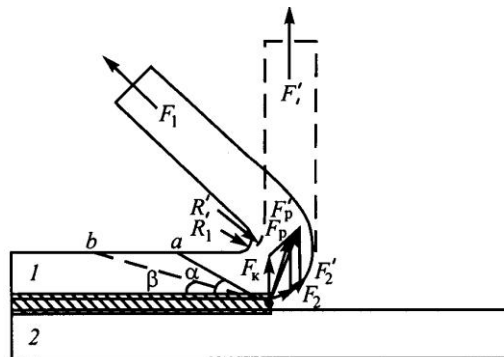
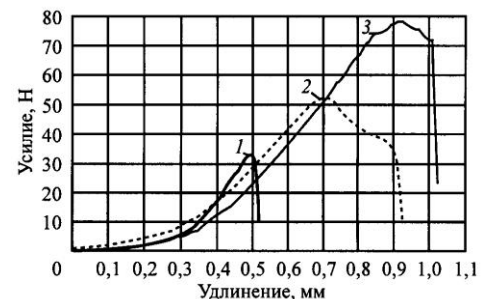


Рис. 3. Типичная экспериментальная кривая «усилие–удлинение» при проведении испытания на прочность клевого соединения гофрокартона, склеенного клеем на основе обработанных ЭПП осиновых опилок (1), поливинилацетатным клеем (2), крахмальным клеем (3)



На рис. 3 представлены графики зависимости «усилие – удлинение» для предлагаемого метода.

Данный метод был апробирован на различных видах клеев (поливинилацетатный, крахмальный, декстриновый) с использованием различных видов целлюлозно-бумажных материалов (ватман, картон-лайнер и бумага для гофрирования, целлофановая пленка) (рис. 4).

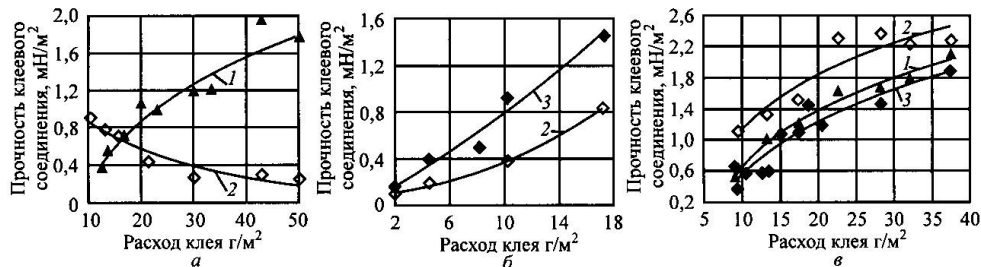


Рис. 4. Зависимость прочности клевого соединения от расхода декстринового (а), крахмального (б) и поливинилацетатного (в) клеев: 1 – ватман; 2 – целлофановая пленка; 3 – картон-лайнер и гофробумага

Полученные нами результаты отличались большей воспроизводимостью по сравнению с гостированным методом [2]. Погрешность составляла не более 5 %.

Результаты сравнения крахмального клея с клеем, полученным при экстракции 6 %-м раствором NaOH обработанной ЭПП осиновой древесины, представлены на рис. 5.

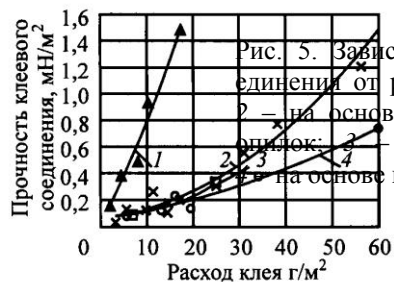


Рис. 5. Зависимость прочности клевого соединения от расхода клея: 1 – крахмального; 2 – на основе обработанных ЭПП осиновых опилок; 3 – на основе березовых опилок; 4 – на основе щелочного экстракта макулатуры

Для достижения необходимой прочности расход крахмального клея составлял  $17 \text{ г/м}^2$ , а клея на основе обработанных ЭПП осиновых опилок –  $58 \text{ г/м}^2$  (концентрация клея – около  $700 \text{ г/л}$ ). При такой концентрации в щелочной среде невозможна биодеструкция, которая является одним из недостатков крахмального клея. При этом стоимость предлагаемого клея будет ниже.

На следующем этапе работы была рассмотрена возможность применения веществ, полученных из лиственной древесины плазмохимическим методом, в качестве добавки для ускорения процесса размола. Известно, что повышенное содержание гемицеллюлоз в древесной целлюлозе благоприятно влияет на процесс размола. Вещество на основе деструктурированной плазмохимическим методом древесины по многим свойствам сопоставимо с гемицеллюлозами.

Был проведен размол сульфатной хвойной небеленой целлюлозы на лабораторном ролле. В качестве добавок использованы вещества, полученные при экстракции 6 %-м раствором NaOH березовых и осиновых опилок, обработанных ЭПП. Содержание добавок варьировали от 0,1 до 5,0 % от

массы целлюлозы. Обнаружено, что введение добавки в количестве 1,0 % позволяет сократить продолжительность размола до заданной степени помола более чем в 3 раза (рис. 6).

Если сопоставить стоимость сэкономленной электроэнергии при размоле 1 т целлюлозы с затратами на производство добавки, полученной экстракцией 6 %-м раствором NaOH лиственной древесины, обработанной ЭПП, то экономия превысит затраты в 5 раз.

Вносимая перед отливом добавка осаждается на поверхности целлюлозных волокон и способствует образованию межволоконных связей, увеличивая площадь контакта между волокнами, что позволяет сформировать более прочное бумажное полотно.

Для оценки возможности использования добавки на основе плазмохимически обработанной древесины в качестве связующего для проклейки в массе проведены исследования на лабораторных образцах из сульфатной хвойной небеленой целлюлозы. При этом в массу добавляли вещество,

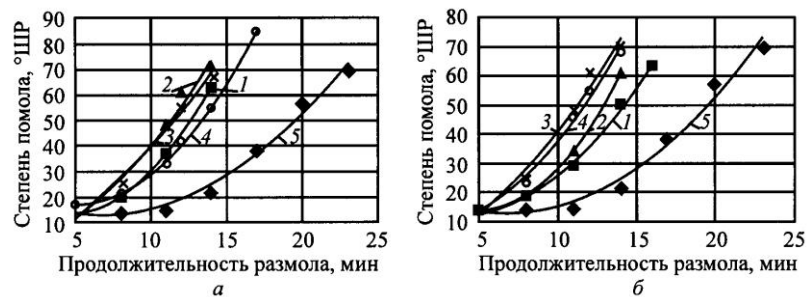


Рис. 6. Размол целлюлозы в лабораторном ролле при введении добавок из осиновой (а) и березовой (б) древесины в количестве 0,1 (1); 0,5 (2); 1,0 (3); 5,0 % (4) и без добавок (5)

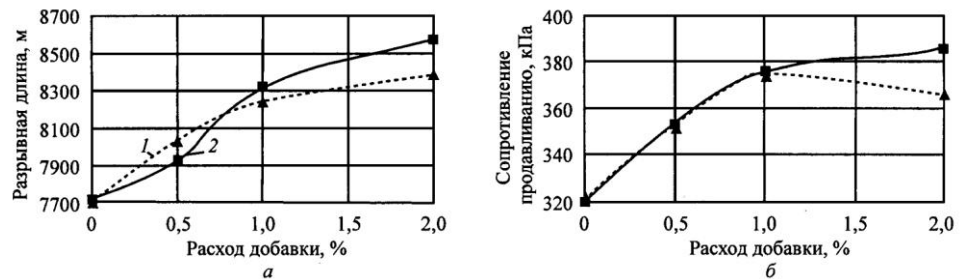


Рис. 7. Результаты испытаний разрывной длины (а) и сопротивления продавливанию (б) образцов с различным количеством внесенной добавки: 1 – перед отливом; 2 – до размола и перед отливом

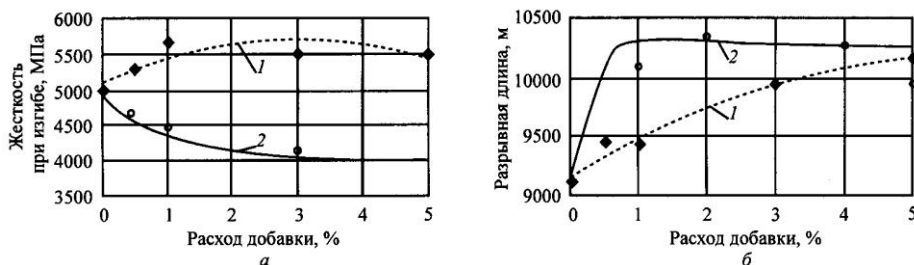


Рис. 8. Результаты сравнительных испытаний жесткости при изгибе (а) и разрывной длины (б) лабораторных отливок с различным количеством разработанной добавки (1) и катионного крахмала (2)

полученное экстракцией 6 %-м раствором NaOH осинового древесины, обработанной ЭПП, перед размолотом и перед отливом или только перед отливом.

Введение добавки перед размолотом в количестве 1 % и перед отливом в количестве 2 % увеличивает разрывную длину на 10 %, а сопротивление продавливанию на 20 %.

Использование данной добавки позволит повысить прочностные показатели получаемого целлюлозно-бумажного материала, а также снизить энергозатраты при размолоте. Предлагаемая добавка не только не уступает по своим свойствам катионному крахмалу, но и по некоторым показателям даже превосходит его (рис. 7, 8).

Для получения клеящих веществ из древесины плазмохимическим методом использовали древесные отходы. Опилки, древесную пыль, стружку высушивали и измельчали, так как обработка ЭПП эффективна при размерах частиц древесины, соответствующих характеристикам древесной муки. Далее с помощью ЭПП обрабатывали измельченный древесный материал.

По расчетам эксплуатационные расходы на получение клеящих веществ составляют 3 тыс. р. за 1 т, включая затраты на сырье, сушку, измельчение и обработку ЭПП.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычков, В.Л. Электронно-пучковая плазма. Генерация, свойства, применение [Текст] / В.Л. Бычков, М.Н. Васильев, А.С. Коротеев. – М.: МГОУ АО «Росвузнаука», 1993. – 168 с.
2. ГОСТ 28966.2 – 91. Клеи полимерные. Метод определения прочности при отслаивании [Текст]. – Введ. 1992. – 01. – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
3. Соколов, О.М. Применение щелочерастворимых экстрактов плазмохимически модифицированной древесины для упрочнения бумаги [Текст] / О.М. Соколов [и др.] // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2001. № 9-10. – С. 28–31.
4. Челпанова, Е.А. Совершенствование метода определения адгезионных свойств клевого шва целлюлозно-бумажных материалов [Текст] / Е.А. Челпанова [и др.] // Лесн. журн. – 2003. – № 2. – С. 100–106. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 11.05.06.

Архангельский государственный  
технический университет

E.A. Shevnina, D.G. Chukhchin, V.I. Komarov, O.M. Sokolov

**Variants of Applying Wood Destroyed by Plasma-chemical Method in  
Pulp-and-paper Production**

It is suggested to use substances produced from wood with the help of electron-beam plasma as adhesive in gypsum board production.

