

Вывод: установлена и доказана возможность модификации карбамидоформальдегидного связующего с целью повышения его водостойкости парафино-буроугольной эмульсией, что будет способствовать повышению когезионной прочности связующего благодаря образованию дополнительных реакционноспособных групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Плотникова Г.П., Денисов С.В., Челышева И.Н. Повышение эффективности производства древесно-стружечных плит // Вестник КрасГАУ. Выпуск 7. – Красноярск, 2010. – С. 152–158.
2. Плотников, Н.П., Симилова, А.А., Плотникова, Г.П. Исследование структуры модифицированных карбамидоформальдегидных смол методом ЯМР – спектроскопии // Вестник КрасГАУ. Выпуск 7. – Красноярск, 2012. – С. 171–174.

УДК 674.028

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА КЛЕЯХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

В.М. Попов,

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики

И.Ю. Кондратенко,

канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики

М.А. Шендриков,

канд. техн. наук, ассистент кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Россия,

etgvglta@mail.ru

Представлена модель процесса склеивания древесины клеем, подвергнутым воздействию постоянным электрическим полем. Проведена оптимизация процесса склеивания в зависимости от основных факторов, влияющих на этот процесс. Установлены границы оптимальных значений напряженности электрического поля и времени выдержки при обработке клея в электрическом поле, позволяющие создавать клеевые соединения древесины повышенной прочности.

Ранее проведенными исследованиями установлен эффект повышения прочности клеевых соединений древесины, сформированных на основе электрообработанного клея [1, 2]. Проведенными исследованиями установлена зависимость предела прочности клеевого соединения древесины на скалывание σ_e от таких факторов, как напряженность электрического поля E , время воздействия на клей электрическим полем t , давление p и температура T . Задача оптимизации такой сложной системы сводится к отысканию экстремума функции нескольких переменных [3]. В этом случае требуется найти такие области изменения входных факторов, при которых выходные характеристики процесса удовлетворяют критерию оптимизации, характеризующему данную систему [4].

Оптимизация дает возможность найти область изменения параметров, для которой прочность клеевого соединения является наибольшей, т.е.

$$\sigma_e(E, t, p, T) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для поиска экстремума необходимо найти четыре производные по каждой переменной и приравнять полученные выражения к нулю. Полученные системы из четырех линейных алгебраических уравнений первого порядка решались с применением математического пакета MathCAD. Так, для клея КФЖ и дуба в качестве субстрата система имеет вид.

$$\begin{cases} \frac{\partial \phi}{\partial E} = -2 \cdot 9,788 \cdot 10^{-6} E - 1,372 \cdot 10^{-5} t + 9,628 \cdot 10^{-4} p - 1,02 \cdot 10^{-5} T + 0,028; \\ \frac{\partial \phi}{\partial t} = -2 \cdot 7,485 \cdot 10^{-3} t - 1,372 \cdot 10^{-5} E + 0,082 p - 8,726 \cdot 10^{-4} T + 0,252; \\ \frac{\partial \phi}{\partial p} = 2 \cdot 0,477 p + 9,628 \cdot 10^{-4} E + 0,082 t - 0,016 T + 8,070; \\ \frac{\partial \phi}{\partial T} = -2 \cdot 1,612 \cdot 10^{-3} T - 1,02 \cdot 10^{-5} E - 8,726 \cdot 10^{-4} t + 0,061 p + 0,142. \end{cases} \quad (2)$$

По приведенному алгоритму были найдены следующие оптимальные точки (E, t, p, T) . При склеивании дуба клеем КФЖ (1440; 17; 0,6; 25), для березы и клея КФЖ (1420; 20; 0,6; 25), для дуба и клея ПВА (1500; 17; 0,6; 25), для ясеня и клея ПВА (1440; 15,5; 0,6; 25).

Проведенная оптимизация имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что получается точечное решение, не позволяющее оценить прочность клеевого соединения при отклонении факторов от оптимальных значений, что характерно для реальных условий производства.

Более целесообразно выделить оптимальные области факторного пространства, в которых достигаются не максимальные, но достаточно высокие значения σ_6 .

С полным основанием из четырех факторов давление и температуру можно принять постоянными и равными $p = 0,5$ МПа и $T = 20$ °С. При этом задача оптимизации сводится к следующей.

$$\sigma_6(E, t) \rightarrow \max \quad (3)$$

Использование при оптимизации только двух факторов позволяет графически изобразить поверхность отклика и провести её визуальный анализ (рис. 1). Если представить каждую из поверхностей отклика с помощью линий уровня (рис. 2), то можно условно разделить факторное пространство на благоприятную и неблагоприятную области.

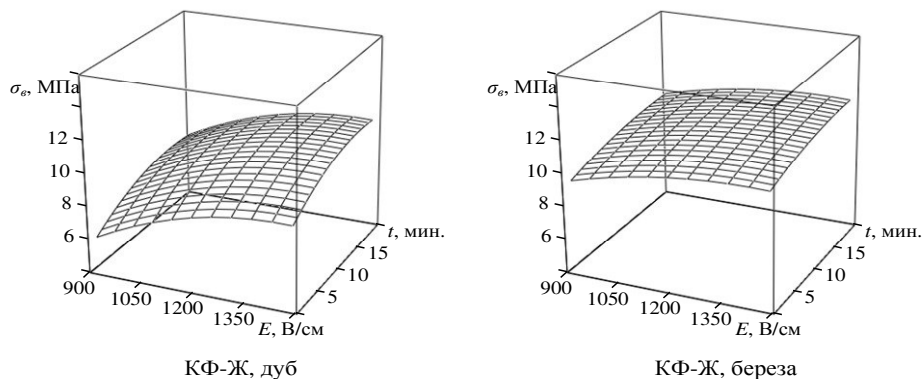


Рис. 1. Поверхности отклика $\sigma_6(E, t)$ к оптимизации параметров процесса склеивания древесины

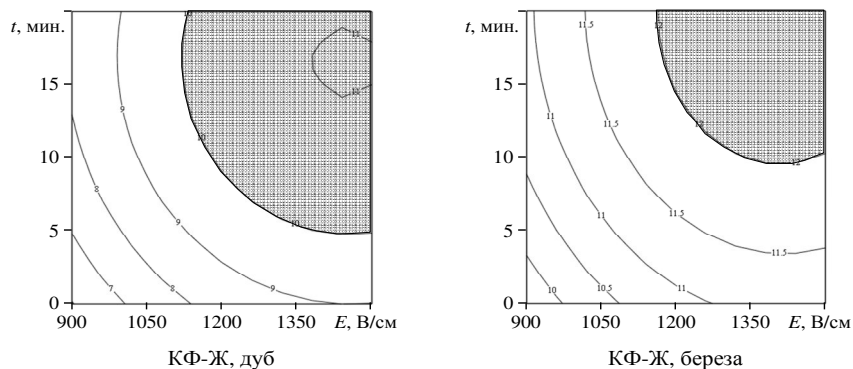


Рис. 2. Оптимальные области (темный фон) на поверхности отклика $\sigma_6(E, t)$, представленные линиями уровня

Для выбора границы между благоприятной и неблагоприятной областью считаем, что граница должна разделять область быстрого роста (неблагоприятная область) и область насыщения с постоянным высоким значением σ_6 (благоприятная область). Как видно из рис. 2, в благоприятной области изолинии редки, тогда как в неблагоприятной области плотность изолиний довольно высока. В качестве границ между благоприятной и неблагоприятными областями выбраны следующие изолинии: 10 МПа (КФ-Ж, дуб), 12 МПа (КФ-Ж, береза).

Анализ конфигурации благоприятных областей в факторном пространстве (E, t) согласно рис. 2 позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, оптимальная область имеет форму, близкую к четверти круга. Максимальные значения σ_6 достигаются при значениях $E = 1100 \dots 1500$ В/см и $t = 5 \dots 20$ мин.

Во-вторых, поскольку граница оптимальной области имеет форму круга, попасть в эту область можно, используя низкое электрическое поле (около 1000 В/см) и длительное время выдержки (около 20 мин), либо электрическое поле высокой напряженности (около 1500 В/см) и малое время выдержки (около 5 мин).

И, в-третьих, поскольку оптимальная область занимает значительную площадь фактического пространства, можно считать, что даже при существенном изменении параметров процесса склеивания, как правило, неизбежном в производственных условиях, клеевые соединения будут обладать высокой прочностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ получения клееной древесины повышенной прочности / В.М. Попов, А.Д. Платонов, А.В. Иванов, М.А. Шендриков // Вестник МГУЛ «Лесной вестник», 2007. – № 6. – С. 123–125.
2. Влияние магнитного и электрического полей на прочность клееной древесины / В.М. Попов, М.А. Шендриков, А.В. Иванов, М.А. Жабин // Вестник МГУЛ «Лесной вестник», 2009. – № 4. – С. 122–126.

3. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошик П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
4. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации. – М.: Сов. Радио, 1980. – 272 с.

УДК 674.028

ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ КЛЕЕВ, ОБРАБОТАННЫХ В ИМПУЛЬСНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В.М. Попов,

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики,

А.В. Латынин, ассистент,

А.А. Тиньков, канд. техн. наук, ст. преподаватель,

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия». Россия

etgvglta@mail.ru

Исследуется влияние импульсного магнитного поля на полимерные клеи, используемые для склеивания древесины. Показано, что воздействие импульсного магнитного поля на полимерный компонент клея повышает прочность клеевого соединения древесины на его основе. Повышение прочности клеевых соединений древесины объясняется структурными изменениями в клеевой прослойке под воздействием импульсного магнитного поля.

Вопросы прочности изделий из клееной древесины являются наиболее значимыми для деревоперерабатывающих предприятий. Особенно остро этот вопрос стоит перед технологами при склеивании конструкций из массивной древесины, испытывающих в процессе эксплуатации повышенные механические нагрузки.

Для решения данной проблемы создаются новые марки клеев, совершенствуется технология склеивания [1]. Особенно перспективными представляются технологии создания высокопрочных клеевых соединений древесины, в основу которых положены методы направленных структурных преобразований полимерной основы клеев путем воздействия на последнюю физическими полями [2, 3]. Так, воздействие на расплав полимерной основы клеев марки КФЖ, КФ-МТ-15, Supraterm 436 постоянным магнитным полем позволяет повысить предел прочности на скалывание вдоль волокон клеевого соединения древесины дуба на 30...80%.

Как показывают исследования на полимерных покрытиях, воздействие на адгезионную прочность одиночными физическими полями не исчерпывают возможности дальнейшего повышения прочности. В частности, ещё более высокую прочность покрытий на металлических поверхностях можно достичь путем воздействия импульсным магнитным полем [4].

Учитывая аналогию процессов формирования полимерных покрытий и клеевых прослоек, можно ожидать положительного эффекта для полимерных клеев, применяемых для склеивания древесины, при воздействии импульсным магнитным полем.

Для исследования влияния импульсного магнитного поля на клеи, применяемые для склеивания древесины, использовалась запатентованная установка [5], принципиальная схема которой представлена на рисунке. Для наведения импульсного магнитного поля в монтажную схему установки, создающей постоянное магнитное поле, задействован блок управления длительностью и скважностью импульсов.

В качестве объектов исследований использовались карбамидоформальдегидный клей повышенной жизнестойкости КФ-Ж и полиуретановый клей Supraterm 436 (водная полиуретановая дисперсия). Подвергаемый обработке полимерный компонент клея во фторопластовой кювете помещался между полюсами электромагнита на нагревательный элемент. Затем путем установки расстояния между полюсами электромагнита и силы тока, подаваемого на электромагнит, создавалась необходимая напряженность магнитного поля, а через блок управления импульсным полем длительность и скважность импульсов. Напряженность поля изменя-

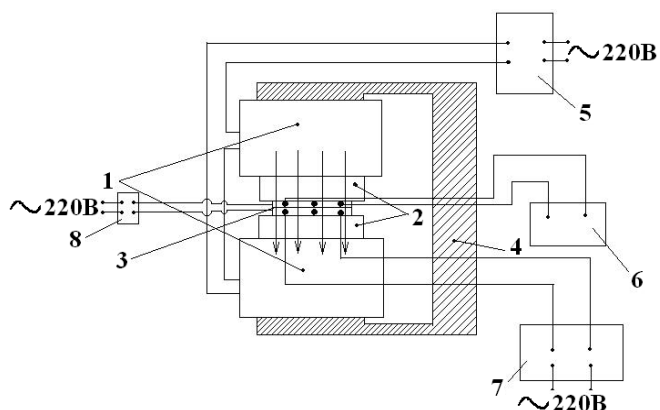


Рис. Принципиальная схема установки

для импульсной магнитной обработки образцов.

- 1 – обмотка электромагнита; 2 – подвижные башмаки электромагнита; 3 – рабочая ячейка с образцом и нагревателем;
- 4 – ярмо; 5 – блок питания; 6 – потенциометр; 7 – источник питания нагревателя; 8 – источник питания и блок управления импульсным магнитным полем