

УДК 674.047

*Ф.Г. Секисов, О.В. Смердов***О ВОЗМОЖНОСТИ СУШКИ ПРОПИТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
В ПОЛЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА***

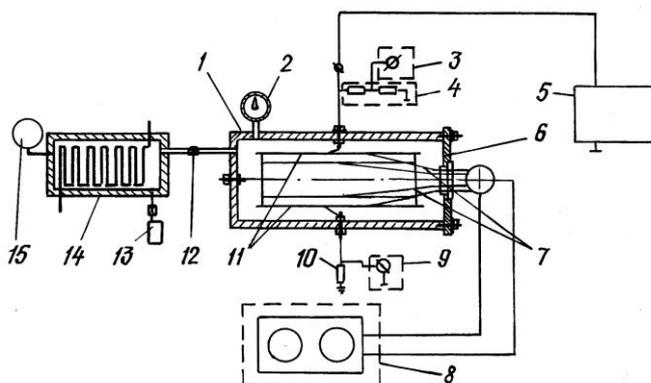
Представлены результаты экспериментальных исследований сушки пропитанной древесины в поле газового разряда.

Ключевые слова: сушка, газовый разряд, пропитка древесины, электрическое поле.

Одной из наиболее распространенных задач в технологии деревообработки является пропитка древесины водорастворимыми составами для придания ей огне- и биозащитных свойств, улучшения ее прочностных, декоративных и других качественных характеристик. Однако обработанная таким образом древесина имеет высокую начальную влажность, что требует дополнительных затрат энергии и увеличения продолжительности сушки [1–3].

Интенсификацию сушки необходимо проводить с учетом процессов, связанных с развитием внутренних напряжений. Минимальные внутренние напряжения возникают при объемном нагреве древесины. Объемный нагрев обеспечивается за счет СВЧ и ВЧ воздействия, а также прямого протекания электрического тока. Использование последнего оправдано, так как не требует сложных устройств преобразования и позволяет сократить затраты энергии на единицу испаренной влаги. Однако трудности в обеспечении надежного электрического контакта между поверхностями электрода и древесины, связанные с шероховатостью последней, сдерживают использование прямого протекания тока при сушке. Использование газового разряда позволяет снизить влияние шероховатости древесины и обеспечивает надежный электрический контакт между древесиной и электродом.

Нами исследована возможность сушки пропитанной древесины в поле газового разряда.



* Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта Министерства образования Российской Федерации (шифр ТОО-11.4-1247).

Рис. 1. Принципиальная схема установки для сушки пропитанной древесины в поле газового разряда: 1 – вакуумная камера; 2 – моновакууметр; 3, 4 – система измерения напряжения; 5 – блок питания; 6 – фланец; 7, 8 – система измерения температуры; 9, 10 – система измерения тока; 11 – электроды; 12 – вентиль; 13 – сборник влаги; 14 – конденсатор пара; 15 – насос

Эксперименты проводили на установке, принципиальная схема которой приведена на рис. 1. Диэлектрическая камера 1 выполнена из полиэтилена низкого давления. В ее корпус вмонтированы вводы высоковольтных электродов 11. Окно камеры закрыто фланцем 6 из оргстекла, в котором закреплены контакты для термодатчиков 7. К камере через вентиль 12 подсоединены конденсатор пара 14 и сборник влаги 13. Воздух откачивают при помощи масляного форвакуумного насоса НВР5Д (15). В качестве источников питания использовали блок БП-100 и сконструированный и изготовленный в НИИ высоких напряжений импульсный блок питания 5. Измерение давления в камере проводили с помощью моновакуумметра 2.

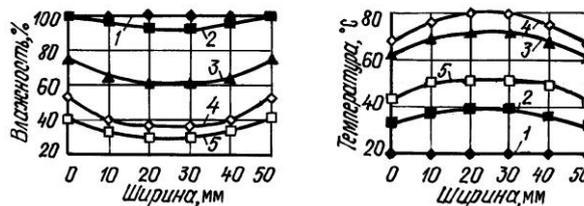
Удельные затраты энергии при сушке древесины в поле газового разряда составляли 0,78 ... 1,75 кВт·ч/л.

Экспериментальные исследования выполнены при давлении воздуха в камере от 0,100 до 0,005 МПа. Для сравнения было использовано три вида напряжений: постоянное, переменное и импульсное. Амплитуду напряжения варьировали от 0 до 15 кВ, длительность импульса напряжения – от 0,2 до 20,0 мкс. В зависимости от давления в камере уровень пробивной напряженности электрического поля промежутка электрод – древесина достигал 80 ... 800 В/мм.

Опытные образцы размером 150 ... 250 × 50 × 40 мм³ изготавливали из древесины березы и пропитывали водой. Влажность пропитанных образцов находилась в пределах 100 %. Влажность образцов измеряли весовым способом, температуру – с помощью термометра.

Сравнительные исследования по выбору оптимальных схем проведения экспериментов показали, что применение профилированных электродов наиболее эффективно, так как позволяет надежно инициировать и поддерживать горение разряда в зазоре между поверхностями электрода и древесины без перекрытия всего межэлектродного промежутка. Такой же эффект был достигнут при использовании плоских электродов, поэтому в дальнейшем применяли плоские электроды.

Рис. 2. Диаграммы распределения полей влажности (а) и температуры (б) по сечению образца при продолжительности 0 (1), 1 (2), 7 (3), 11 (4) и 13 ч (5)



Использование постоянного и переменного напряжения было связано с трудностями инициирования и устойчивого горения разряда между поверхностями древесины и электрода. При достижении древесиной определенного предела влажности возникал искровой пробой на ее поверхности. Для постоянного напряжения этот предел составлял около 60 %, для переменного – около 40 %. Наиболее эффективен по скорости и устойчивости горения разряда импульсный вид напряжения с частотой следования импульсов от 50 до 1000 Гц, затем следуют переменное и по-

стоянное напряжения. При длительности импульса менее 1 мкс удается снизить вероятность развития поверхностных разрядов и значительно увеличить напряженность электрического поля в материале. Предельная влажность, до которой была высушена древесина при использовании импульсного напряжения, составила около 17 %. Поэтому дальнейшие опыты выполняли с этим напряжением.

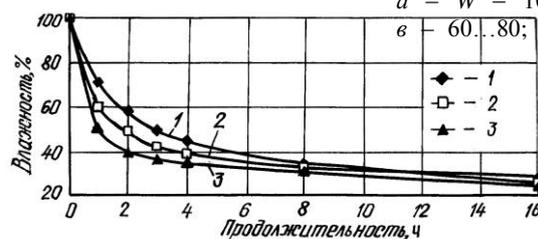
Исследование зависимости сушки от давления в камере и напряженности электрического поля показало, что на продолжительность сушки большее влияние оказывает напряженность поля.

На рис. 2 представлены зависимости распределения полей температуры и влажности по сечению материала, полученные при использовании в качестве источника тепла импульсного электрического тока. Видно, что температура внутри древесины выше температуры поверхностных зон. Это приводит к возникновению градиента температуры – одного из движущих факторов, ускоряющих процесс сушки. Наряду с градиентом температуры в объеме древесины возникает избыточное давление, действие которого способствует удалению влаги из внутренней зоны заготовок.

Осциллограммы тока и напряжения (вертикальная ось), представленные на рис. 3 показывают, что процесс сушки в начальный момент (при влажности $W = 120 \dots 100 \%$) происходит в основном за счет прямого протекания тока. Форма импульса тока практически повторяет форму импульса напряжения. По мере снижения влажности

Рис. 3. Осциллограммы тока I (1) и напряжения U (2) при сушке пропитанной древесины в поле импульсного газового разряда ($U = 5$ кВ/дел.; длительность импульса (горизонтальная ось) $t = 1$ мкс/дел.): а – в – $I = 1,50$ А/дел.; з, д – $0,75$; е – $0,50$ А/дел.; а – $W = 100 \dots 120 \%$; б – $80 \dots 100$; в – $60 \dots 80$; г – $50 \dots 60$; д – $40 \dots 50$; е – $30 \dots 40 \%$

Рис. 4. Зависимость влажности древесины от продолжительности сушки при различной толщине δ образцов (давление в камере $0,02$ МПа; длительность импульса $0,2$ мкс): 1 – $\delta = 150$ мм; 2 – 90 ; 3 – 40 мм



древесины при ее сушке включаются процессы, связанные с воздействием емкостных токов, ВЧ поля, а также микрозарядов в порах древесины.

Использование газового разряда наиболее эффективно при сушке толстых пиломатериалов. На рис. 4 представлены графики изменения влажности во времени, согласно которым продолжительность сушки образцов различной толщины отличается незначительно.

Для определения влияния газового разряда на показатели физико-механических свойств древесины были проведены сравнительные эксперименты по ГОСТ 16483.9–72 и ГОСТ 16483.10–72 с древесиной, высушенной в поле газового разряда и естественных условиях. При этом определяли предел прочности при сжа-

тии вдоль волокон и модуль упругости при статическом изгибе поперек волокон. Было установлено, что изменение этих величин находится в пределах ошибки эксперимента.

Таким образом, результаты наших исследований показали перспективность использования газового разряда для сушки древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галкин В.П., Громыко В.Н.* Повышение эффективности использования микроволновой энергии разных рабочих частот для сушки пиломатериалов // *Деревообаб. пром-сть.* – 1997. – № 4. – С. 20–21.
2. *Онегин В.И., Чубинский А.Н.* Стратегические направления развития деревообрабатывающей промышленности России // *Деревообаб. пром-сть.* – 2000. – № 5. – С. 2–5.
3. *Шубин С.Г.* Об интенсификации процессов сушки древесины // *Строение, свойства и качество древесины–2000: Материалы III Международного симпозиума, 11–14 сент. 2000 г.* – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. – С. 299–301.

Томский политехнический
университет (НИИ высоких напряжений)

F.G. Sekisov, O.V. Smerdov

On Possibility of Drying Impregnated Wood in Gas Discharge Field

The results of experimental study of drying impregnated wood in the gas discharge field are presented.
