

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ РАСТРЕСКИВАНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ СУШКИ

Г. И. БАНДАЕВСКИЙ, А. А. ГУРЧЕНОК

(Представлена научным семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов промышленных предприятий)

Древесина при промышленном применении нуждается в уменьшении ее влажности до 6—20% в зависимости от назначения. В настоящее время из всех предложенных и испытанных способов сушки древесины в промышленной практике нашел применение камерный способ сушки досок. Сейчас по всей стране лесосушильные камеры обеспечивают сушку не более  $\frac{1}{3}$  всех распиленных пиломатериалов [1], причем имеет место снижение качества древесины в процессе сушки за счет дефектов усушки при интенсивном испарении влаги. Для обеспечения возможно быстрой и качественной сушки древесины ЦНИИМОД разработаны и в последнее время усовершенствованы нормативные режимы для камерной сушки пиломатериалов, которые рассчитаны на некоторое среднее качество высушиваемого пиломатериала. Однако на практике, даже при строгом соблюдении нормативного режима, он часто оказывается неоптимальным и часть материала идет в брак. Поэтому необходимо для каждой партии пиломатериала для уменьшения брака проводить корректировку нормативного режима по состоянию высушиваемого пиломатериала.

Задача корректировки нормативного режима по состоянию высушиваемого пиломатериала состоит из выбора и обоснования вида корректирующего сигнала с учетом его веса, в определении качества сушки и разработки способа и функциональной аппаратуры для его реализации. Отметим, что функциональное устройство, осуществляющее процесс измерения или контроля, должно работать автоматически, так как конечной целью этих работ является создание системы автоматического регулирования сушки древесины с учетом состояния материала.

Назовем некоторые известные решения.

В. В. Сахаров и А. Г. Кобликова [1] предложили использовать в качестве корректирующего сигнала значение средней по штабелю текущей влажности пиломатериала при различных реализациях функционального устройства. Результаты испытаний функциональных устройств для измерения усадки, как функционально связанной с влажностью величины, изложены в [3].

Л. О. Лепарский [4] рекомендует в качестве корректирующего сигнала при управлении процессом сушки измерять усадку пиломатериала по всей ширине или части ширины доски.

Известен патент ГДР № 81380 (кл. F 26 b), где в систему регулирования параметров сушильного агента подается сигнал по влажности в высушиваемой доске.

В работе Б. Н. Уголева [5] для промышленного применения рекомендуется использовать датчик дифференциальной усадки по толщине доски для контроля момента достижения максимальных напряжений в процессе сушки пиломатериала.

Все виды перечисленных сигналов (средняя влажность пиломатериала, перепад влажности по толщине пиломатериала, его усадка и величина внутренних напряжений) характеризуют собой невидимые дефекты сушки пиломатериала и рассматриваются под углом зрения опасности возникновения видимых дефектов сушки пиломатериала, основным из которых считается растрескивание. Проведенными исследованиями установлены предельные значения скорости изменения параметров, при которых происходит растрескивание пиломатериала.

Общей теоретической базой исследований является анализ развития напряженного состояния пиломатериала в процессе сушки, в частности, зависимости критерия растрескивания и растягивающих усилий от среднего значения и перепада влажности высушиваемого пиломатериала [6].

$$K = \frac{\bar{U} - U}{U_0}, \quad (1)$$

где

$K$  — критерий трещинообразования;

$\bar{U}$  — среднее влагосодержание;

$U$  — локальное влагосодержание;

$U_0$  — начальное влагосодержание.

$$P_n = \frac{\beta_l \cdot E \cdot R}{3(1-\mu) \cdot (1 + \beta_l \cdot U_0)} (\Delta U)_n, \quad (2)$$

где

$P_n$  — растягивающее усилие;

$\beta_l$  — коэффициент линейной усадки;

$E$  — модуль линейной деформации;

$R$  — размер пластины;

$\mu$  — коэффициент Пуассона;

$U_0$  — начальное влагосодержание.

В этих работах предельные значения параметров (или скорости их изменения) представляют собой причины растрескивания пиломатериала, и их ограничение должно означать полное исключение растрескивания пиломатериала в процессе сушки.

В работах П. В. Соколова и С. И. Акишенкова [1], [7] производится прямой визуальный контроль величины торцового растрескивания высушиваемого пиломатериала, рассматриваемый авторами как один из способов уменьшения торцового растрескивания высушиваемого пиломатериала. Предложенные ими функциональные устройства (окно-иллюминатор с освещением и промышленная телевизионная установка) не позволяют автоматизировать процесс контроля и измерения и получить надежный корректирующий сигнал, определяемый количеством и размерами трещин, их динамикой.

Учитывая, что одним из основных параметров, характеризующих качество высушиваемого в камере пиломатериала, является его растрес-

кивание, и в настоящее время нет приемлемых для производства способов его контроля. Нами была поставлена задача: разработать прямой метод автоматического контроля текущей величины растрескивания при достаточно простой реализации функционального устройства.

В процессе сушки первыми появляются мелкие торцовые трещины, так как интенсивность тепло-влагообмена на торцовых поверхностях наиболее велика в первый период сушки. Затем при жестком режиме развитые торцовые трещины выходят в кромки и пласти, что и определяет количество брака при торцовке высушенных досок в виде растресканных торцовых обрезков.

В результате опытно-конструкторских и исследовательских работ, проведенных в лаборатории кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов промышленных предприятий Томского политехнического института, была создана установка, позволяющая автоматически контролировать размеры торцовых кромчатых и пластевых трещин путем измерения перепада давления воздуха, проходящего через полости трещин. Функциональная схема установки представлена на рис. 1.

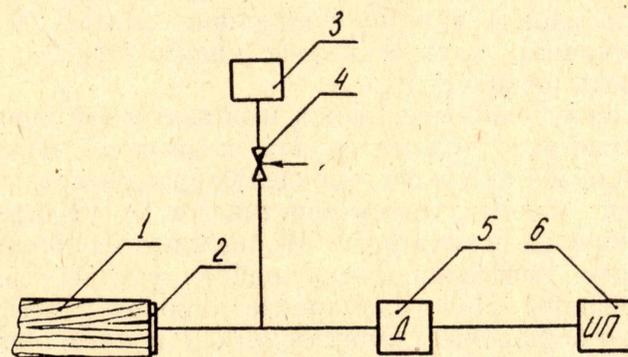


Рис. 1

К торцовой поверхности доски (1), находящейся в камере, крепится (вбивается или прижимается) коробчатый датчик (2), в котором с помощью эжектора (3) и регулировочного вентиля (4) создается постоянное разрежение  $\Delta p = 80$  мм вод. ст. Пневматический сигнал преобразуется в электрический в датчике давления индукционного типа ДТ-250 (5). Вторичный самопишущий прибор (6) типа ДСП1-07 осуществляет измерение и регистрацию измеряемой величины.

Чувствительность прибора такова, что при образовании торцовых кромчатых и пластевых трещин перепад давления в системе уменьшается, и датчик давления (5) выдаст электрический сигнал на измерительный прибор (6). Регулировочный вентиль (4) установлен для настройки «нуля прибора», которая производится после закрепления на торце пиломатериала коробчатого датчика (2). Возможность создания установки контроля на основе изменения перепада давления воздуха в системе при постоянном начальном давлении обусловлена тем, что проницаемость растресканной древесины во много раз больше проницаемости цельной, нерастресканной. Для нашей установки при большой длине сушимого пиломатериала (4—6 м) нужно брать в расчет проницаемость поперек волокон, которая в 15—20 раз меньше проницаемости вдоль волокон [8].

В процессе сушки изменение влажности и температуры пиломатериала влечет за собой небольшое по величине изменение проницаемости

и перепада давления в системе, который с точки зрения процесса измерения дает систематическую составляющую ошибки прибора.

Утечка воздуха в месте контакта коробчатого датчика с торцевой поверхностью в основном зависит от геометрических размеров датчика и прижимающего давления (или глубины вдавливания в торец пиломатериала). При определенном навыке крепления эта утечка воздуха становится достаточно мала и соизмерима с утечкой, обусловленной проницаемостью через пиломатериал. В установке обе эти утечки обуславливают погрешность нуля и определяют степень открытия регулировочного вентиля (4), рис. 1.

В нашей установке стрелка измерительного прибора отклоняется от нулевого положения в зависимости от величины измеряемого давления как функции расхода воздуха через полость трещины с определенными геометрическими размерами. В общем случае задача контроля и регулирования высушиваемого в камере пиломатериала может быть удовлетворительно решена и тогда, когда контролируется не сама величина трещины, а некоторая, жестко связанная с ней, функция (давление воздуха). При определенном навыке сушильщик сможет достаточно эффективно контролировать растрескивание пиломатериала и на этой основе корректировать режим сушки.

Но для получения наиболее точной и объективной оценки величины растрескивания сушеного пиломатериала желательно получить градуировку шкалы прибора в единицах, определяющих геометрические характеристики трещин. Такими характеристиками могут быть длина трещин, глубина, ширина или некоторые обобщенные величины, такие, как раскрытие трещины, эффективное проходное сечение, гидравлический радиус, объем трещины. При градуировке прибора учитывалось то обстоятельство, что обобщенные характеристики полнее определяют растрескивание пиломатериала и представляют собой некоторые обобщенные аналоги для различных геометрических форм, а единичные характеристики трещин имеют большую величину дисперсий в пределах одной породы пиломатериала и существенно отличны для различных пород.

С учетом изложенных соображений при градуировке прибора использовался дроссельный золотниковый кран с треугольными окнами, причем каждому переходному сечению вентиля ставится в соответствие эффективное проходное сечение трещины, эквивалентное по своему гидравлическому сопротивлению.

При выборе начального давления и конструктивных элементов гидравлической сети мы стремились получить ламинарный режим движения с тем, чтобы соблюдался линейный закон зависимости силы сопротивления потока от его скорости.

Применительно к участку истечения воздуха от щели к эжектору была получена расчетная формула (1)

$$\Delta p = 0,141 \nu_4 \nu_p + 0,54 \xi_4 \frac{\nu_4^2 \nu_p^2}{m^2} + 0,54 \zeta_p \frac{\nu_4^2 \nu_p^2}{m_p^2}. \quad (1)$$

Здесь:  $\Delta p$  — общий перепад давления (мм вод. ст.);

$$\nu_4 = \frac{G_{4i}}{G_{\max}},$$

$G_{4i}$  — текущее значение расхода через регулировочный вентиль (4), рис. 1 (кг/сек);

$G_{\max}$  — максимальное значение расхода при полностью открытом вентиле.  $G_{\max} = 1,41 \cdot 10^{-4}$  кг/сек;

$$v_p = \frac{G_{pi}}{G'_{\max}},$$

$G_{pi}$  — текущее значение расхода через золотниковый кран (кг/сек);  
 $G'_{\max}$  — максимальное значение расхода при полностью открытом кране (кг/сек), которое зависит от степени открытия регулировочного вентиля (4), рис. 1.

$$m_4 = \frac{F_{4i}}{F_{\max}},$$

где  $F_{4i}$  — текущая площадь проходного сечения регулировочного вентиля,  $m^2$ ;

$F_{\max}$  — максимальная площадь проходного сечения регулировочного вентиля  $F_{\max} = 2,8 \cdot 10^{-5}$   $m^2$ ;

$$m_p = \frac{F_{pi}}{F_{\max}},$$

где

$F_{pi}$ ,  $F_{\max}$  — текущая и максимальная площади проходных сечений для золотникового крана  $F_{\max} = 2,8 \cdot 10^{-5}$   $m^2$ .

$\zeta_4$  и  $\zeta_p$  — коэффициенты гидравлических сопротивлений регулировочного вентиля и золотникового крана.

Первое слагаемое в формуле (1) определяет перепад давления в импульсных соединительных трубках.

При расчетах по формуле (1) задавалась степень открытия регулировочного вентиля (4) и определялись перепады давлений во всем диапазоне работы золотникового крана. Зависимость между перепадом давления и площадью проходного сечения золотникового крана, построенная по формуле (1) при  $v_4 = 1$ ,  $m_4 = 1$ , представлена на рис. 2.

По кривой рис. 2 определяются значения «уставки» прибора как допустимого эффективного проходного сечения трещины. Для перехода от эффективного проходного сечения трещин к их единичным геометрическим характеристикам кроме определения статических характеристик трещин нужно оценить еще и значение клиновидности и шероховатости поверхности для различных пород древесины, как факторов, которые могут в значительной мере повлиять на гидравлическое сопротивление движению воздуха. Эти вопросы требуют проведения специальных исследований.

При помощи разработанной нами установки автоматического контроля торцовых трещин по перепаду давления воздуха в производственных условиях получены данные по динамике развития кромчатых и пластевых торцовых трещин в высушиваемом пиломатериале и о влиянии на эти трещины параметров сушильного агента.

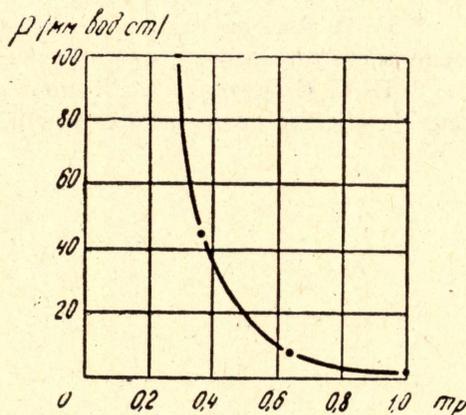


Рис. 2

## Выводы

Описанная установка автоматического контроля торцового растрескивания позволила автоматизировать эксперименты по изучению растрескивания высушиваемого пиломатериала и провести их в производственных условиях. Дальнейшая разработка установки проводится в направлении совершенствования ее конструктивных элементов применительно к условиям производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование камерной сушки древесины. Научные труды, № 138, Л., ЛТА, 1969.
  2. В. В. Сахаров. Телеметрия текущей влажности древесины в процессе ее сушки. Диссертация. М., МЛТА, 1970.
  3. Е. С. Богданов, А. И. Исаков. Анализ систем контроля влажности пиломатериалов в процессе сушки по усадке штабеля. «Деревообрабатывающая промышленность», 1972, № 3.
  4. Л. О. Лепарский. Исследование усадки и напряжений в древесине в условиях высокотемпературной сушки при изготовлении строительных деталей. Автореферат кандидатской диссертации. М., МИСИ им. В. В. Куйбышева, 1962.
  5. Б. Н. Уголев. Деформативность древесины и напряжения при сушке. М., «Лесная промышленность», 1971.
  6. А. В. Лыков. Теория сушки. М., «Энергия», 1968.
  7. С. И. Акишенков. Исследование торцового растрескивания пиломатериала и методы его устранения при камерной сушке. Диссертация. Л., ЛТА, 1971.
  8. П. С. Серговский. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М., «Лесная промышленность», 1968.
-