

УДК 674.048

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОРБЦИИ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОПИТКЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ И СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ СМЕШАННОЙ РАСПИЛОВКИ

Шевченко С.А., к.т.н., доцент; Автухов А.К. к.т.н., доцент;
Дьяченко В.Ю., ст. преподаватель; Грошиков В.В., магистрант
(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенко)

Разработана математическая модель пропитки образцов древесины смешанной распиловки жидкостью. Для определения коэффициентов абсорбции необходимо измерить размеры двух образцов, взвесить их до и после выдержки в жидкости. Затем осуществляется идентификация параметров математической модели и расчет коэффициентов абсорбции торцевых и боковых поверхностей образцов. Методика не требует гидроизоляции поверхностей образцов. Методика не требует использования сложных измерительных приборов.

Введение. При разработке технологических процессов, в ходе которых изделия из древесины поглощают жидкость (пропитка защитными составами, склеивание, нанесение лакокрасочных покрытий) возникает необходимость в расчетах длительности таких массообменных процессов. Для этого необходимы экспериментальные данные о соответствующих коэффициентах абсорбции.

Постановка проблемы. Пропитываемость древесины зависит от многих факторов – породы, положения в стволе (ядро, заболонь), влажности и температуры древесины. Древесина является анизотропным материалом, проницаемость которого весьма сильно зависят от направления (проницаемость вдоль волокон в 10–1000 раз больше, чем поперек) [1]. Различия проницаемости в радиальном и тангенциальном направлениях значительно меньше и составляют 2–4 раза [1]. Кроме того, пропитываемость древесины зависит и от свойств жидкости.

В условиях действия столь многочисленных факторов, затруднительно найти литературные данные о пропитываемости древесины в условиях, соответствующих выполнению технологической операции. В связи с этим возникает необходимость экспериментального определения свойств, характеризующих пропитываемость древесины, в производственных условиях.

Анализ исследований и публикаций.

В [2] приведена методика определения водопоглощения древесины, основанная на измерении массы воды, поглощенной образцом в форме прямой призмы с квадратным основанием, причем толщина образца (вдоль

волокон) значительно меньше, чем размеры сторон основания. В связи с этим, результат измерения будет зависеть, преимущественно, от пропитываемости вдоль волокон. Аналогичная методика применена в [3] при определении коэффициента абсорбции воды древесиной путем погружения образцов, их периодического взвешивания и определения массы поглощенной воды. Следовательно, определяемое значение коэффициента абсорбции характеризует суммарную абсорбцию по всем граням, что ограничивает применимость полученных результатов к заготовкам с другим соотношением площадей торцевых и боковых поверхностей. В [4] приведена методика определения коэффициента влагопроницаемости древесины, основанная на пропитке древесины под избыточным давлением и определения глубины пропитки путем распиливания образцов, что затрудняет исследование динамики пропитки.

Методика определения коэффициента абсорбции в заданном направлении [5] основана на погружении образцов в форме прямой призмы так, чтобы лишь одна грань находилась в воде (точнее, была погружена на 5 ± 2 мм при размерах образца $50 \times 50 \times 50$ мм). Если исследуется абсорбция воды поперек волокон, то такое погружение приведет к тому, что значительная часть торцевой поверхности (около 10%) также будет смочена водой. Следовательно, поглощение вдоль волокон может оказаться соизмеримым с исследуемым поглощением поперек волокон и существенно повлиять на результат. В [6] проанализирована методика определения водопроницаемости защитного покрытия, нанесенного на торцевую поверхность образца, на остальные грани которого наносили гидроизоляцию из канифоли, воска и парафина. Подобная методика может использоваться и при определении абсорбции незащищенной древесиной, однако является трудоемкой. Экспресс-методика [6] предусматривает нанесение защитного покрытия лишь на одну грань. Анализ работ [2–6] позволяет сделать вывод, что приведенные в них методики ориентированы на определение поглощения жидкости торцевыми поверхностями образцов древесины.

Нерешенной частью проблемы является разработка методики определения поглощения жидкости древесиной, которая позволит определять поглощение отдельно через торцевые и через боковые поверхности без применения сложного измерительного оборудования, влагоизоляции поверхности или разрушения образца.

Целью статьи является разработка пригодной для применения в производственных условиях методики определения коэффициентов абсорбции через торцевые и боковые поверхности образцов древесины.

Ограничения и допущения. Будем рассматривать поглощение жидкости двумя рейками смешанной распиловки, которые имеет одинаковые квадратные поперечные сечения и различные длины. Полагаем коэффициенты абсорбции одноименных поверхностей реек равными, а коэффициент абсорбции боковых поверхностей – имеющим среднее значение между коэффициентами абсорбции в радиальном и тангенциальном

направлениях. Поскольку пропитывается сравнительно тонкий поверхностный слой, разбухание древесины не учитываем. Границу между пропитанной и непропитанной зонами образца полагаем соответствующей заданному значению влажности древесины. При этом плотность пропитанной древесины примем одинаковой для всего пропитанного объема образца.

Определение размеров пропитанной части образцов и поглощения жидкости. Через определенное время после погружения образцов в жидкость часть древесины, ближайшая к поверхности, будет пропитана – см. рис. 1.

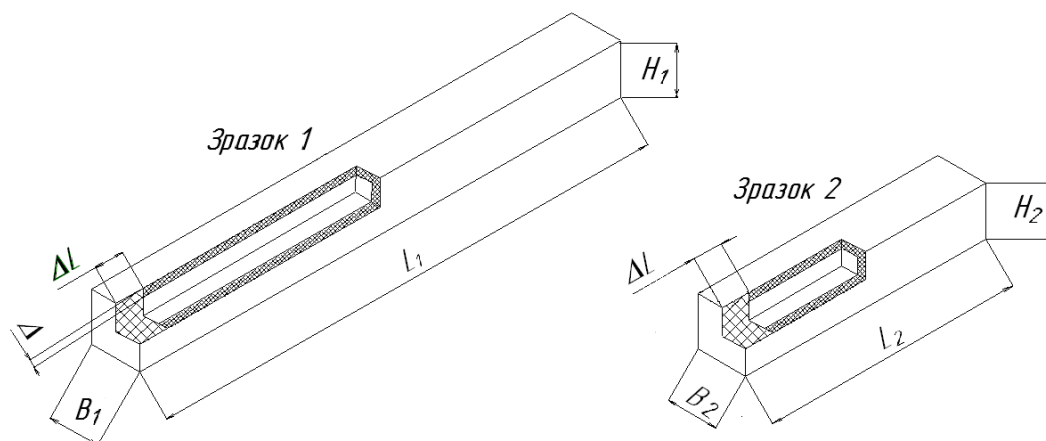


Рисунок 1 – Эскизы образцов

Определим объем пропитанной части образцов:

$$v_1 = V_1 - (L_1 - 2\Delta L)(B - 2\Delta B)^2, \quad v_2 = V_2 - (L_2 - 2\Delta L)(B - 2\Delta B)^2, \quad (1, 2)$$

$$V_1 = L_1 B^2, \quad V_2 = L_2 B^2, \quad (3, 4)$$

где v_1, v_2 – объем пропитанной части первого и второго образца соответственно, м^3 ; V_1, V_2 – объем образца, м^3 ; L_1, L_2 – длина образца, м ; B – ширина и толщина образца, м ; ΔL – глубина пропитки через торцевую грань, м ; ΔB – глубина пропитки через боковую грань, м .

Определим массу жидкости, поглощенной образцами:

$$m_1 = v_1 \Delta \rho, \quad m_2 = v_2 \Delta \rho, \quad (5)$$

где m_1, m_2 – масса жидкости, кг ; $\Delta \rho$ – приращение плотности древесины при пропитке, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Составим систему уравнений, преобразуя (5) с учетом (1–4):

$$\begin{cases} \frac{m_1}{\Delta \rho} = V_1 - (L_1 - 2\Delta L)(B - 2\Delta B)^2 \\ \frac{m_2}{\Delta \rho} = V_2 - (L_2 - 2\Delta L)(B - 2\Delta B)^2 \end{cases}. \quad (6)$$

Решая систему (6), получим квадратное уравнение,

$$\Delta B^2 - B\Delta B + \frac{m_1 - m_2}{4(L_1 - L_2)\Delta \rho} = 0, \quad (7)$$

$$D = B^2 - \frac{m_1 - m_2}{(L_1 - L_2)\Delta\rho} , \quad (8)$$

$$\Delta B = B \pm \frac{\sqrt{D}}{2} , \quad (9)$$

где D – дискриминант квадратного уравнения.

Поскольку глубина пропитки не может превышать толщину образца, то уравнение (7) приводит к единственному решению:

$$\Delta B = B - \frac{\sqrt{B^2 - \frac{m_1 - m_2}{(L_1 - L_2)\Delta\rho}}}{2} . \quad (10)$$

Решая систему уравнений (6), определим глубину пропитки через торцы:

$$\Delta L = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{m_1}{\Delta\rho} - 4L_1(B\Delta B + \Delta B^2)}{L_1(B - 2\Delta B)^2} . \quad (11)$$

Определим массу воды, поглощенной через торцевую грань и часть боковой грани первого образца:

$$\Delta m_T = \Delta L B^2 \Delta\rho , \quad (12)$$

$$\Delta m_{B1} = (L_1 - 2\Delta L) \left(B^2 - (B - 2\Delta B)^2 \right) \Delta\rho , \quad (13)$$

где Δm_T – масса воды, поглощенной через торцевую грань, кг; Δm_{B1} – масса воды, поглощенной через часть боковой грани первого образца, кг.

Определение коэффициентов абсорбции торцевой и боковой граней образцов. Определим коэффициенты абсорбции:

$$S_T = B^2 , \quad (14)$$

$$S_{B1} = (L_1 - 2\Delta L) B , \quad (15)$$

$$K_T = \frac{\Delta m_T}{S_T \sqrt{t}} = \frac{\Delta L \Delta\rho}{\sqrt{t}} , \quad (16)$$

$$K_B = \frac{\Delta m_{B1}}{S_{B1} \sqrt{t}} = \frac{4(B\Delta B - \Delta B^2) \Delta\rho}{B \sqrt{t}} , \quad (17)$$

где S_T – площадь торцевой грани, м²; S_{B1} – площадь части боковой грани, м²; K_T – коэффициент абсорбции через торцевую грань, кг/(м²с^{1/2}); K_B – коэффициент абсорбции через боковую грань, кг/(м²с^{1/2}).

Вывод. Разработана экспресс-методика определения коэффициента абсорбции жидкости торцевыми и боковыми гранями заготовок смешанной распиловки. Методика не требует гидроизоляции поверхностей образцов и применения сложного измерительного оборудования, методика может применяться в производственных условиях. Перспективным направлением

дальнейших работ является совершенствование методики обработки экспериментальных данных при испытаниях большего количества образцов.

Список литературы

1. Стенина Е.И., Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкций. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. – 219 с.
2. ГОСТ 16483.20-72 Древесина. Метод определения водопоглощения.
3. Emmanuel Tete Okoh. Water absorption properties of some tropical timber species // Journal of Energy and Natural Resources, 2014, no. 3(2), pp. 20-24.
4. Варфоломеев Ю.А., Баданина Л.А. Определение влагопроницаемости древесины по результатам производственных испытаний. Известия вузов «Лесной журнал», 2006. – № 3. – С. 52–59.
5. Mukhopadhyaya P., Kumaran K., Normandin N., Goudreau P. Effect of surface temperature on water absorption coefficient of building materials // Journal of Thermal Envelope and Building Science, v. 26, no. 2, Oct. 2002, pp. 179-195.
6. Решин А.П., Бабаева Г.Ю., Казекина К.И. Экспресс–метод определения водопроницаемости покрытий древесины // XI Международная научно-техническая конференция "Лесной комплекс: состояние и перспективы развития" (БГИТА, г. Брянск) 1 - 30 ноября 2012 г.

Анотація

ВИЗНАЧЕННЯ АБСОРБЦІЇ РІДИНИ ПРИ ПРОСОЧЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ І СТОЛЯРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ

З ДЕРЕВИНИ ЗМІШАНОГО РОЗПИЛЮВАННЯ

Шевченко С.А., Автухов А.К., Дьяченко В.Ю., Грошиков В.В.

Розроблено математичну модель просочення зразків деревини змішаного розпилювання рідиною. Для визначення коефіцієнтів абсорбції необхідно виміряти розміри двох зразків, зважити їх до та після витримки в рідині. Далі здійснюється ідентифікація параметрів розробленої математичної моделі та розрахунок коефіцієнтів абсорбції торцевих і бічних поверхонь зразків. Методика не потребує гідроізоляції поверхонь зразків. Методика не потребує використання складних вимірювальних приладів.

Abstract

**DETERMINATION OF LIQUID ABSORPTION AT IMPREGNATION OF
STRUCTURAL ELEMENTS AND JOINERY PRODUCTS
FROM MIXED SAWING WOOD**

Shevchenko S.A., Avtuhov A.K., Diachenko V.Iu., Hroshicov V.V.

Mathematical model of impregnation for timber samples was designed. The dimensions of the two samples must be measured, the samples must be weighted before impregnation and after impregnation. Parameter identification of the developed mathematical model and calculation of absorption coefficients for front and side surfaces of the samples is carried out then. The technique does not require sealing surfaces of the samples. The technique does not require the use of complex instrumentation; technique can be applied in workshops.