

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОНИЦАЕМОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ВДОЛЬ ВОЛОКОН ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОРЦОВОГО ПАРКЕТА

In the article there is the theory of the permeability, which is describing the process of the diffusional impregnation of the models with small length along the fibre.

Еще в XVII веке стали придавать особое значение разнообразию орнаментов деревянных полов, и тогда начал входить в моду «дубовый кирпич» – предшественник торцового паркета. Представлял он собой квадратные дубовые бруски размером от 6 до 8 вершков (от 27 до 36 см) и толщиной (вдоль волокон) от 2 до 3 вершков (от 9 до 13,5 см).

«Дубовый кирпич» укладывался торцом на дощатое или каменное основание. В качестве клеящего состава использовались песок или известь, смешанные со смолой, а также известь, смешанная с сырым яйцом и несоленым творогом, разведенным в воде до консистенции сметаны.

Благодаря особой прочности на истирание и ударные нагрузки полы из «дубового кирпича» сохранились до наших дней в Золотой царицынской палате, Теремном дворце Московского Кремля, в Новодевичьем монастыре, в древних церквях Москвы.

Уже в то время для продления срока эксплуатации (повышения физико-механических свойств) деревянный пол обрабатывали различными протравами. Например, красили в черно-белые цвета, превращая пол в шахматную доску.

Как отмечалось выше, основное достоинство торцовых полов – высокая прочность на истирание, однако широкого применения они не получили из-за высокой стоимости и трудоемкости технологии, а также из-за способности легко впитывать значительное количество влаги вследствие высокоразвитой внешней и внутренней поверхности, пористой структуры. Известно, что поглощение влаги сопровождается процессами сольватации макромолекул и ослаблением межмолекулярных связей, что приводит к падению механической прочности [1, 2].

Для устранения этого недостатка целесообразно осуществлять введение в капиллярно-пористую структуру древесины мономеров, олигомеров, смол или других химических соединений, способствующих улучшению свойств древесины.

Древесина по своему строению представляет собой сложное коллоидное капиллярно-пористое тело, состоящее из сосудов, сердцевинных лучей и клеток, микро- и макропористости которых соединены между собой порами. Пропиточные составы проникают в древесину преимущественно по открытым полостям сосудов, а затем из полостей сосудов – в полости клеток.

Проницаемость играет важную роль в теоретических основах модифицирования древесины. Изучение проницаемости основывается на исследовании фильтрации жидкости через образец. Коэффициент проницаемости характеризует сечение эффективного капилляра.

В данной работе представлены теоретические предпосылки анализа проницаемости древесины жидкостью с учетом небольшой длины заготовок применительно к рассматриваемым паркетным изделиям.

Обычно при исследовании проницаемости древесины перепад давления на образце относят к потерям давления внутри материала [3]. Однако входная и выходная поверхности материала представляют собой значительное местное сопротивление и могут оказывать существенное влияние на фильтрацию жидкости через образец. В соответствии с этим исследование проницаемости древесины необходимо проводить с учетом потери атмосферного давления на входной и выходной поверхностях образца [4].

Учитывая, что жидкость является практически несжимаемой, можно сделать предположение, что потери давления на выходной поверхности равны потерям давления на входной поверхности, т. е.  $\Delta P_{\text{вх}} = \Delta P_{\text{вых}}$ . Тогда перепад давления на образце толщиной  $\delta$

$$P_1 - P_2 = 2\Delta P_{\text{вх}} + \Delta P_{\text{мат}}.$$

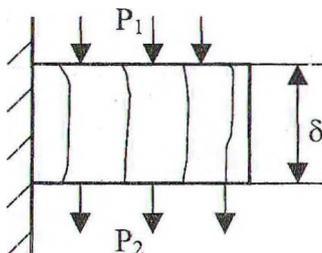


Рис. 1. Схема фильтрации жидкости через образец древесины толщиной  $\delta$   
Из теории гидродинамики известно, что потери давления на местном сопротивлении

$$\Delta P_{\text{вх}} = \xi \frac{q_m^2}{2\rho}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления на поверхности;  $q_m$  – удельный массовый поток жидкости через образец,  $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Удельный расход жидкости вдоль волокон через образец толщиной  $\delta$  определяется законом Дарси:

$$q_m = \frac{k}{\gamma} \cdot \frac{\Delta P_{\text{мат}}}{\delta}, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – кинематическая вязкость жидкости  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $k$  – коэффициент проницаемости древесины вдоль волокон,  $\text{м}^2$ .

Отсюда

$$\Delta P_{\text{мат}} = \frac{\gamma \cdot q_m \delta}{k}. \quad (3)$$

Таким образом, перепад давления на образце выражается

$$(P_1 - P_2) = \xi \frac{q_m^2}{\rho} + \frac{\gamma \cdot q_m \delta}{k}, \quad (4)$$

Неизвестные значения  $k$  и  $\xi$  определяются экспериментально. Для этого используется, например, метод двух толщин [3]. Решая систему из двух уравнений для двух толщин, получим величины искомых коэффициентов  $k$  и  $\xi$ , оказывающих весьма значимое влияние на проницаемость древесины.

Однако подобрать одинаковый расход жидкости через образец затруднительно. В связи с этим нами предлагается метод определения коэффициентов проницаемости и поверхностного сопротивления, основанный на одинаковом перепаде давления на образце [4]. Рассмотрим уравнение (4) при постоянном перепаде давления на образцах двух толщин и, следовательно, различных расходах жидкости через образец.

$$P_1 - P_2 = \xi \frac{q_{m1}^2}{\rho} + \xi \frac{\gamma \cdot \delta_1 \cdot q_{m1}}{k}, \quad (5)$$

$$P_1 - P_2 = \xi \frac{q_{m2}^2}{\rho} + \xi \frac{\gamma \cdot \delta_2 \cdot q_{m2}}{k}, \quad (6)$$

здесь  $q_{m1}$  и  $q_{m2}$  определяются по формуле в [3]

$$q_m = \frac{\rho \cdot \Delta V}{S \cdot \Delta \tau}, \quad (7)$$

где  $S$  – рабочее сечение образца,  $\text{мм}^2$ ;  $\Delta V$  – объем жидкости,  $\text{м}^3$ , фильтрующейся за время  $\Delta \tau$ , с.

Сделав соответствующие преобразования с уравнениями (5) и (6), найдем

$$k = \frac{\gamma}{\Delta P} \cdot \frac{q_{m1} \cdot q_{m2} (\delta_1 \cdot q_{m2} - \delta_2 \cdot q_{m1})}{q_{m2}^2 - q_{m1}^2}, \quad (8)$$

$$k = \frac{\rho \cdot \Delta P}{q_{m1} \cdot q_{m2}} \cdot \left( \frac{\delta_1 \cdot q_{m1} - \delta_2 \cdot q_{m2}}{\delta_1 \cdot q_{m2} - \delta_2 \cdot q_{m1}} \right), \quad (9)$$

где  $\Delta P = P_1 - P_2$ .

Расчет коэффициентов проницаемости  $k$  и поверхностного сопротивления  $\xi$  производится по среднеарифметическим значениям параметров, входящих в выражения (8) и (9) и полученных на основе статистической обработки серии параллельных измерений. Про дифференцировав данные выражения, найдем абсолютную погрешность этих величин (доверительный интервал коэффициента проницаемости  $\Delta k$  и коэффициента местного сопротивления на материале  $\Delta \xi$ ) и определим, что искомые коэффициенты находятся в пределах

$$k = \bar{k} \pm \Delta k,$$

$$\xi = \bar{\xi} \pm \Delta \xi.$$

Рассмотренная в данной работе теория проницаемости, хотя и является приближенной, способна, на наш взгляд, с удовлетворительной точностью описывать процесс диффузной пропитки образцов малой длины вдоль волокон (торцового паркета).

Разработанная эффективная методика исследования проницаемости древесины жидкостями позволит упростить проведение и сократить объем экспериментов при определении коэффициентов проницаемости и поверхностного сопротивления, эффективно проанализировать конкретный процесс пропитки древесины и определить необходимые технологические параметры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батко М.Л. Влияние температурно-влажностного состояния древесины на ее прочность. — М.; Л.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952. — 100 с.
2. Иванов Ю.М. Влияние влажности на длительную прочность древесины // Лесной журнал. — 1975, — № 5. — С. 20–23.
3. Шутов Г.М. Модифицирование древесины термохимическим способом: Обзорная информация. — Мн., 1982. — с. 70.
4. Игнатович Л.В. Разработка технологии модифицирования древесины мягких лиственных пород для производства паркетных покрытий.: Дис... канд. техн. наук. — М., 1989. — 241 с.