

УДК 674.048.5

И. Г. Федосенко, М. В. Шкробот

Белорусский государственный технологический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ
АНТИСЕПТИКОМ НА ОСНОВЕ КАРБОНАТА МЕДИ**

В статье описывается исследование проницаемости структуры древесины сосны антисептиками на основе карбоната меди на примере Tanalith E 3492. Для обработки использован способ пропитки древесины под избыточным давлением при помощи введения цилиндрического иньектора с перфорированной стенкой. Способ пропитки реализован на специально сконструированной установке, представляющей собой ручной поршневого насос, манометр, систему шлангов и иньектор.

Образцы пропитывали при давлении 10–30 атм с градацией 5 атм. Определяли время сквозной пропитки образцов, измеряли площадь окрашенной области и концентрацию защитного средства в массиве древесины. Вычисляли расстояние, на котором достигалось пороговое поглощение антисептика и необходимое для этого время.

Установили, что сквозная пропитка древесины происходит быстрее при большем избыточном давлении, проникновение жидкости происходит преимущественно в направлении вдоль волокон древесины и при удалении от места введения концентрация защитного средства снижается, при избыточном давлении нагнетаемого состава 20 атм и выше массив древесины пропитывается наиболее сплошно. Получено уравнение для определения необходимой продолжительности нагнетания антисептика, при котором древесина приобретает биозащищенность в расчетной точке, удаленной от места введения защитного средства.

Ключевые слова: пропитка, иньектирование, окрашивание, давление, пороговое поглощение, древесина.

I. G. Fedosenko, M. V. Shkrobot

Belarusian State Technological University

**INVESTIGATION OF THE STRUCTURE PERMEABILITY OF PINE WOOD
WITH PRESERVATIVE BASED ON COPPER CARBONATE**

The article describes a study of pine wood structure penetration preservatives based on copper carbonate. Antiseptics used for processing Tanalith E 3492 and a method of impregnation of wood pressurized by the introduction of the injector with a cylindrical perforated wall. Impregnation method was implemented on a specially designed installation, which is a manual piston pump, gauge, hose system and the injector.

The samples were impregnated at a pressure of 10–30 bar with gradation 5 bar. Determine the time through the impregnation of samples, measured the area of the painted area and the concentration of protective agent in solid wood. Calculates the distance, which was achieved protection limit and the time required for this.

It was established that: sequentially impregnation of wood is faster at high overpressure, liquid penetration occurs predominantly in the direction of the wood fibers and the distance from the injection site of the protective agent concentration decreases, at a pressure of 20 bar and above injected composition solid wood is impregnated with the most evenly. The equation to determine the necessary duration of injection preservative in which wood takes on biosecurity at the design point distant from the site of administration of a protective agent.

Key words: impregnation, injection, coloring, pressure, protection limit, wood.

Введение. Способ иньектирования защитного средства, т. е. его введения под давлением вглубь древесины через внедряемые в нее накопники, способен обеспечить глубокую пропитку деревянных элементов без необходимости извлечения их из конструкции. Попытки использовать способ иньектирования древесины предпринимались командой ученых во главе с Ю. В. Вихровым при консервации объектов археологического музея «Берестье» еще в 1970 г. Использование способа имело стихийный харак-

тер и широкому его применению воспрепятствовало отсутствие научно обоснованных режимов пропитки, выбора размеров и материала иньектора, а также неизученность влияния различных факторов на этот процесс. Однако идея была подхвачена строителями и иньектирование прочно вошло в практику устройства проникающей гидроизоляции бетонных и кирпичных оснований зданий и ограждений подвальных помещений. До сих пор способ иньектирования древесины так и оставался не изученным.

Современное высокоточное оборудование позволило провести предварительные исследования, результаты которых лягут в разработку научно обоснованного способа инъекционной пропитки древесины.

Основная часть. Качество инъекционной пропитки оценивали по глубине проникновения защитного средства, площади окрашенного пятна и концентрации состава в материале.

Для пропитки древесины был выбран современный антисептический водорастворимый состав на основе карбоната меди – Tanalith E 3492, окрашивающий древесину в светло-зеленый цвет. Такие его свойства, как окрашивание материала, содержание меди, были полезны для оценки качества пропитки.

Для проведения исследования были отобраны образцы из заболонной древесины сосны размерами 40×60×120 мм и 40×60×240 мм без видимых пороков по ГОСТ 2140-81 в количестве 128 шт. Учитывая особенность породы древесины, образцы визуально разделили на две группы: смолистые и несмолистые. Вся древесина была предварительно кондиционирована до атмосферно-сухого состояния.

Для пропитки применяли специально сконструированную установку, представляющую собой ручную поршневую насос V-TEST 50 для создания гидравлического давления, манометр, систему шлангов и инжектор (с рабочей областью в виде полого цилиндра с наружным диаметром всего 2 мм). Длина погружной части инжектора составляла 3 см.

Образцы пропитывали при давлении 10–30 атм с градацией 5 атм до тех пор, пока антисептик не достигал торцевой поверхности образца. При этом фиксировали время появления защитного средства на этой поверхности. После пропитки поверхность образцов осушалась фильтровальной бумагой. Далее их раскалывали вдоль и распиливали поперек волокон.

Глубину проникновения антисептика Tanalith E 3492 определяли на продольном и поперечном распилах образцов в месте контакта иглы. Проникновение жидкости происходило преимущественно в направлении вдоль волокон

древесины и глубина проникновения во всех случаях составляла ½ длины образца.

Измерение площади окрашенного пятна осуществлялось при помощи графического пакета Adobe Photoshop и программы APFill.

Для сличения результатов эксперимента их приводили к базисной плотности древесины, т. е. использовали относительные (удельные) к плотности показатели. Базисную плотность определяли для каждого образца.

Удельное время пропитки в зависимости от базисной плотности рассчитывали по формуле

$$\tau_{уд} = \frac{\tau}{\rho_б}, \quad (1)$$

где τ – время пропитки образца, с; $\rho_б$ – базисная плотность образца, кг/м³.

Удельную площадь пропитки рассчитывали по формуле

$$S_{уд} = \frac{S}{\rho_б}, \quad (2)$$

где S – площадь пятна, образовавшегося на срезе пропитанного образца.

Результаты определения этих двух величин представлены в таблице.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что сквозная пропитка древесины происходит быстрее при большем избыточном давлении, а при пропитке несмолистых образцов древесины размером 40×60×120 максимальное значение удельной площади пропитки образцов достигается при избыточном давлении 20 атм, а для образцов размером 40×60×240 – при избыточном давлении 10 атм. Для смолистых образцов размером 40×60×120 и 40×60×240 максимальное значение удельной площади пропитки образцов наблюдается при избыточном давлении 20 атм.

Также установлено, что при избыточном давлении нагнетаемого состава 20 атм и выше массив древесины пропитывается наиболее сплошно. Пропитка при меньшем давлении происходит преимущественно по наиболее пористым элементам древесины, например ранней зоне годичного слоя (рис. 1).

Результаты определения удельной площади и удельного времени сквозной пропитки древесины

| Образцы | | Удельное время сквозной пропитки, с·м ³ /кг, при избыточном давлении, атм | | | | | Удельная площадь пропитки образцов, мм ² ·м ³ /кг, при избыточном давлении, атм | | | | |
|-------------|-----------|--|-----|-----|------|-------|---|-----|-----|-----|----|
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Несмолистые | 40×60×120 | 2,2 | – | 0,1 | – | 0,008 | 2,3 | – | 2,9 | – | – |
| | 40×60×240 | 4,9 | 2,2 | 0,3 | 0,02 | – | 15,6 | 4,7 | 6,5 | 8,6 | – |
| Смолистые | 40×60×120 | 3,4 | – | 0,1 | – | 0,015 | 3,2 | – | 4,9 | – | – |
| | 40×60×240 | 10,7 | 3,9 | 0,9 | 0,03 | – | 4,5 | 4,7 | 5,3 | 1,5 | – |

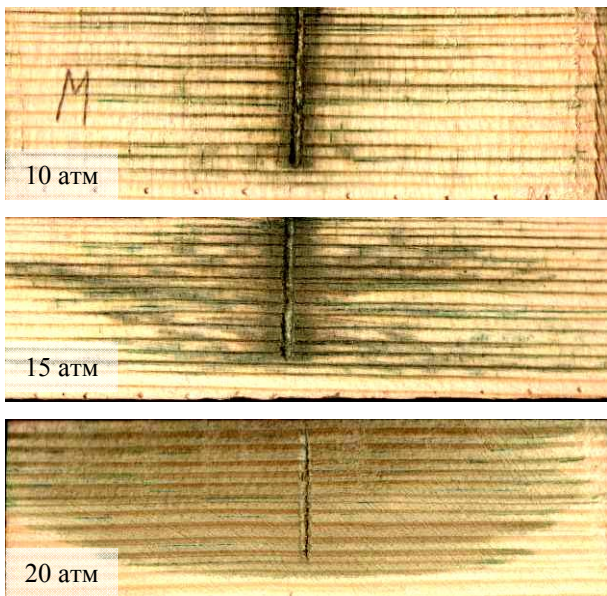


Рис. 1. Распределение защитного средства в древесине при различном значении избыточного давления

При пропитке давлением 10 и 15 атм, было отмечено присутствие каналов, связывающих легкопропитываемые зоны древесины. Притом количество таких каналов тем больше, чем выше давление. Эти каналы визуальны различимы и имеют вид прерывистых рисок поперек волокон (рис. 2, а). Мы предполагаем, что в этом случае избыточное давление вызывает местное разрушение мембраны торуса окаймленных пор. Это хорошо заметно на микрофотографиях поверхности на рис. 2, б.

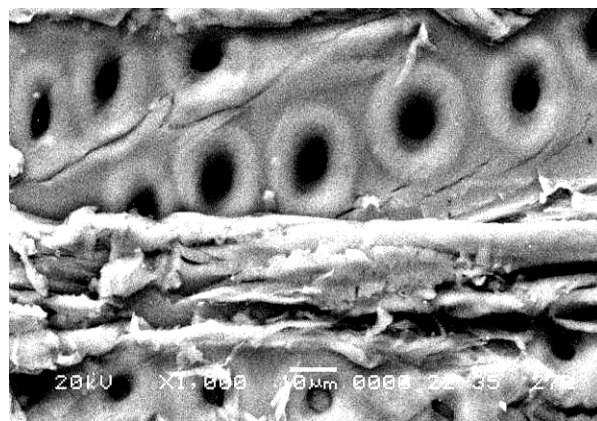
Следовательно, увеличение давления пропитывающего состава может повреждать ее макроструктуру.

Так как окрашивание не дает абсолютной уверенности в защищенности древесины, при помощи анализатора XRF определяли концентрацию защитного средства. Оценив содержание меди в составе Tanalith E 3492, определяли расстояние, на котором достигается пороговое

поглощение защитного средства в образце (1,1%) [1]. Измерения производили дискретно через 2 см в направ лении от линии контакта иглы с древесиной к торцу образца. Принцип определения порогового поглощения антисептика по содержанию металла [2] представлен на рис. 3. По данному способу было вычислено пороговое поглощение защитного состава для всех образцов.



а



б

Рис. 2. Микрофотография поверхности продольного среза пропитанной древесины

Из рис. 3 видно, что при пропитке образцов древесины при избыточном давлении 20 атм пороговое поглощение защитного средства величиной 1,1% было достигнуто на расстоянии 55 мм (при среднем значении) по обе стороны от линии контакта иглы с древесиной.

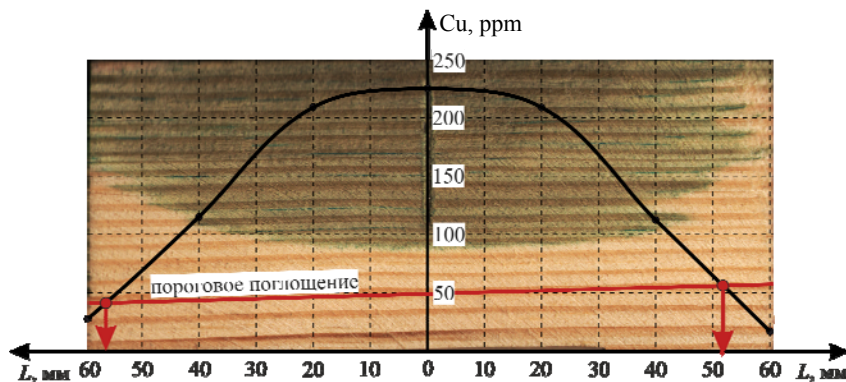


Рис. 3. Определение порогового поглощения защитного средства по содержанию металла при пропитке под давлением 20 атм

Также установлено, что при удалении от места введения инъектора концентрация защитного средства снижается, т. е. наблюдается «фильтрующий эффект».

Удельное время пропитки до порогового поглощения определяли по формуле

$$\tau_{\text{уд. пор. погл}} = \frac{\tau_{\text{уд}} l_{\text{пор. погл}}}{l}, \quad (3)$$

где l – полудлина пропитываемого образца, м; $l_{\text{пор. погл}}$ – расстояние, на котором достигается пороговое поглощение защитного средства, м.

Так, удельное время пропитки образцов до порогового поглощения при 10 атм составило 10,839 с·м³/кг, при 15 атм – 8,393 с·м³/кг, а при 20 атм – 1,979 с·м³/кг.

Таким образом, минимальное время пропитки образцов до порогового поглощения защит-

ного средства затрачивается при избыточном давлении 20 атм.

Путем проведения математических действий была получена формула для расчета времени пропитки образца древесины любых размеров методом инъектирования:

$$\tau_{\text{проп}} = \frac{2l}{0,764}, \quad (4)$$

где l – длина образца, мм.

Заключение. По результатам исследования установлено, что качественная пропитка древесины происходит при избыточном давлении от 20 атм. Увеличение давления при инъектировании древесины выше 20 атм не оказывает влияния на плотность распределения состава по образцу и приводит к ускорению процесса пропитки. Однако негативной стороной повышенных значений избыточного давления является возможность разрушения макроэлементов древесины.

Литература

1. Жук В. В., Мазаник Н. В. Определение ингибирующей способности антисептиков для пилопродукции // 61-я науч.-техн. конф. студентов и магистрантов: сб. научных работ: в 4 ч. Минск: БГТУ, 2010. С. 222–224.
2. Федосенко И. Г., Шкробот М. В., Трутько В. В. Распределение медьсодержащих антисептиков в древесине при пропитке под избыточным давлением // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междунар. евразийского симпозиума / под науч. ред. В. Г. Новоселова. Екатеринбург, 2015. С. 83–86.

References

1. Zhuk V. V., Mazanik N. V. Determination of the inhibiting ability of preservatives for timber (*61-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov i magistrantov: sbornik nauchnykh rabot*) [61-s scientific and technical conference of students and undergraduates: a collection of scientific papers]. Minsk, 2010, pp. 222–224 (In Russian).
2. Fedosenko I. G., Shkrobot M. V., Trut'ko V. V. Distribution copper-containing wood preservatives at impregnation pressurized (*Derevoobrabotka: tekhnologii, oborudovanie, menedzhment XXI veka*) [Wood-working: technologies, equipment, management of the XXI century]. Ekaterinburg, 2015, pp. 83–86 (In Russian).

Информация об авторах

Федосенко Иван Гаврилович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Ivan.fedosenko@mail.ru

Шкробот Мария Васильевна – магистрант. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: shkrobot.mari@mail.ru

Information about authors

Fedosenko Ivan Gavriilovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Wood-working Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Ivan.fedosenko@mail.ru

Shkrobot Mariya Vasil'yevna – Master's degree student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: shkrobot.mari@mail.ru

Поступила 15.02.2016