

УДК 674. 048

**А. Ю. Бовтрель, И. К. Божелко**

Белорусский государственный технологический университет

**БИОВЛАГОЗАЩИТНАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В работе проведен анализ основных проблем по повышению долговечности древесины и деревянных строительных конструкций. Проведены исследования по определению изменения защищенности древесины после искусственного старения. Сделан анализ современного рынка антисептиков для древесины. Для того чтобы исследовать долговечность защищенной антисептиком древесины, были проведены испытания на биостойкость и вымываемость. В качестве антисептика был выбран состав на основе солей меди, так как такие антисептики сейчас наиболее распространены на рынке. Проведенные исследования показали, что на сегодняшний день нельзя говорить о полной защищенности древесины.

Сегодня на рынке присутствуют несколько биовлагозащитных составов. Все составы этого класса образуют защитную пленку той или иной долговечности в зависимости от природы компонентов. Однако такие составы обладают рядом недостатков: образуют лишь поверхностную пленку, не проникая в древесину; не обеспечивают полную комплексную защиту; из-за своей сложной структуры не экологичны и опасны для здоровья человека; имеют высокую стоимость.

**Ключевые слова:** древесина, долговечность, антисептики, искусственное старение, биовлагозащита.

**A. Yu. Bovtrel', I. K. Bozhelko**

Belarusian State Technological University

**BIOLOGICAL PROTECTION PROCESSING OF WOOD  
AND WOOD CONSTRUCTION STRUCTURES**

The paper analyzes the main problems to improve the durability of wood and wooden building structures. Studies have been conducted to change the of wood after artificial aging. The analysis of the modern market of wood preservatives is made. In order to investigate the durability of wood protected by an antiseptic, tests for biostability and leachability were carried out. A composition based on copper salts was chosen as an antiseptic, since such antiseptics are now the most common on the market. Studies have shown that today it is impossible to talk about the complete protection of wood.

Today there are already several bio-moisture protective compounds on the market. All formulations of this class form a protective film of a certain durability, depending on the nature of the components. However, such compositions have a number of disadvantages: they form only a surface film without penetrating into the wood; do not provide complete comprehensive protection; because of their complex structure, they are not environmentally friendly and dangerous to human health; have a high cost.

**Key words:** wood, durability, antiseptics, artificial aging, bio-moisture protection.

**Введение.** Увеличение срока службы древесных материалов в значительной степени зависит от их биовлагостойкости. Деструкция целлюлозы происходит под действием ферментов, содержащихся в микроорганизмах. При высокой влажности процессы ферментативного гидролиза компонентов древесины значительно ускоряются. Установлено, что анаэробные микроорганизмы в десятки раз ускоряют процесс разрушения древесных материалов. Разрушению деревянных конструкций способствуют циклические изменения влажности древесины сверх гидроскопического предела, что приводит к растрескиванию и раскалыванию.

Радикально решить проблему долговечности древесины можно путем придания ей комплексных биовлагозащитных свойств. Долговечность этих свойств значительно увеличива-

ется при образовании ковалентных связей между компонентами древесины в поверхностном слое и биовлагозащитным средством.

Целью данной работы является обзор современной биовлагозащитной обработки древесины и деревянных строительных конструкций.

**Основная часть.** Не для кого не секрет, что древесина и изделия из нее подвержены разрушению под воздействием как климатических, так и биологических факторов. Поэтому существует необходимость в защите не только самой древесины, но и изделий из нее.

Древесина зачастую является незаменимым строительным материалом, который обладает целым рядом достоинств, но имеет и существенные недостатки. Одним из них является ее подверженность разрушению грибами, так как, являясь органическим материалом, она служит

благоприятной средой для развития грибов, заселяющих древесину в лесу, на складах и в процессе эксплуатации. Основными факторами, вызывающими разрушение древесины и изделий из нее, являются [1–3]:

- 1) биологические факторы: грибы, насекомые, водоросли, бактерии (рис. 1);
- 2) климатические факторы: осадки (дождь, снег, град), УФ-излучение, колебания температуры, ветер;
- 3) огонь.



Рис. 1. Пример поражения древесины

Защита древесины включает все меры, которые предотвращают разрушение самой древесины, древесных материалов или деревянных конструкций (например, бревенчатых домов, кровельных конструкций, мебели, древесины, столбов) от повреждений, вызванных погодой, насекомыми и грибами, что обеспечивает длительный срок ее службы [4–9].

Для того чтобы исследовать долговечность защищенной антисептиком древесины, были проведены испытания на биостойкость и вымываемость. В качестве антисептика был выбран состав на основе солей меди, так как такие антисептики сейчас наиболее распространены на рынке [10, 11].

Оценка эффективности защитного средства на основе солей меди против деревоокрашивающих и плесневых грибов во времени проводилась в соответствии с ГОСТ 30028.4 после искусственного старения по предложенной методике [12, 13]. Для этого образцы древесины пропитывались антисептиком на основе солей меди, затем помещались в климатическую камеру Feutron (тип 3826/16), где проходили ускоренные испытания.

Образцы прошли несколько циклов испытаний, соответствующих 6 месяцам, 1 году и 2 годам эксплуатации. Восемь циклов испытаний по каждому методу соответствуют одному

году эксплуатации. Чтобы подтвердить возможность эксплуатации в течение большого срока, необходимо повторить круг испытаний из восьми циклов требуемое количество раз.

По итогу защищающая способность антисептика против деревоокрашивающих и плесневых грибов после искусственного старения оценена так:

- 6 месяцев – эффективный (рис. 2);
- 1 год – среднеэффективный (рис. 3);
- 2 года – малоэффективный (рис. 4).



Рис. 2. Образцы после искусственного старения, срок эксплуатации – 6 месяцев



Рис. 3. Образцы после искусственного старения, срок эксплуатации – 1 год



Рис. 4. Образцы после искусственного старения, срок эксплуатации – 2 года

Сущность метода определения устойчивости к вымыванию заключалась в определении снижения степени защищенности пропитанных образцов древесины после вымывания [14].

Пропитанные образцы, доведенные до равновесной влажности, пропитывали дистиллированной водой и оставляли на одни сутки. Через сутки воду из стакана сливали и заливали

вновь 150 см<sup>3</sup> воды. Затем воду в стакане меняли на 5-е, 10-е и 20-е сутки. По истечении 30 суток воду сливали и образцы выдерживали в комнатных условиях до равновесной влажности. Образцы после вымывания помещали на культуру гриба. После двухмесячного пребывания на культуре гриба образцы вынимали, очищали, выдерживали в комнатных условиях до равновесной влажности и взвешивали. Результаты испытаний представлены в табл. 1 и 2, на рис. 5.

Таблица 1  
Результаты испытаний образцов, пропитанных защитным средством для древесины, по отношению к дереворазрушающему грибу *Coniophora puteana*

Среднее поглощение защитного средства, %	Средняя потеря массы древесины, %
0	58,80
0,98	38,90
1,83	11,30
2,76	3,60
4,79	1,20
5,55	0,99

Таблица 2  
Результаты испытаний образцов, пропитанных защитным средством для древесины, после вымывания по отношению к дереворазрушающему грибу *Coniophora puteana*

Среднее поглощение защитного средства, %	Средняя потеря массы древесины, %
0	60,30
0,90	53,20
1,99	34,60
3,15	13,50
4,50	1,99
5,75	1,50

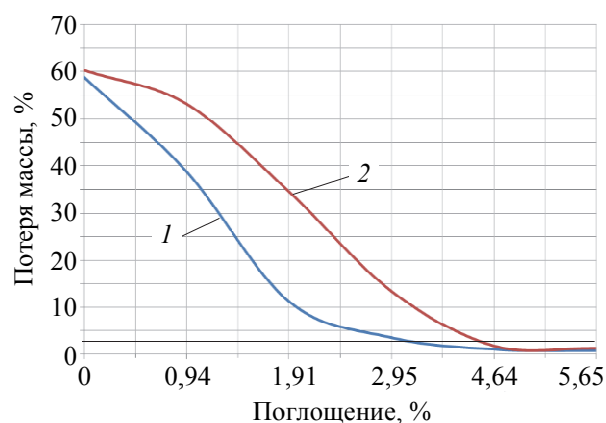


Рис. 5. График изменения защищенности древесины до вымывания (1) и после (2)

Исходя из проведенных исследований на устойчивость к вымыванию было уставлено, что спустя 30 суток классический защитный состав на основе солей меди вымылся на 45%. Таким образом, без эффективной влагозащиты нельзя говорить о высокой защищенности древесины во времени.

На сегодняшний день предлагаемые современным рынком антисептики можно условно разделить на две основные группы. Первая – антисептирующие пропитки, представляющие собой раствор солей или некоторых других веществ (фунгицидов, комбинированных продуктов). Эти препараты требуют последующей обработки поверхности с целью ее изоляции (во избежание вымывания, испарения антисептика) или предотвращения прямого контакта с телом человека (из-за токсичности составляющих). Вторая группа объединяет антисептирующие покрытия, образующие защитную пленку. В этом случае дополнительной обработки деревянной поверхности не требуется. Продукция обеих групп выпускается как на водной основе, так и на основе органических растворителей [10, 11, 15].

В продаже имеется немало антисептической продукции как отечественной, так и зарубежной.

Биовлагозащитные составы – это препараты для борьбы с грибами, плесенью и другими вредителями, придающие древесине защитные, водоотталкивающие и декоративные свойства. Появление таких составов было вполне обусловлено: зачем покрывать поверхность тремя разными веществами, если можно все то же самое нанести за один раз? Благодаря такой «экономии трудозатрат» недавно появившиеся на рынке комплексные декоративные пропитки с антисептическими свойствами имеют большую популярность.

Разговор о биовлагозащитных пропитках стоит начать с того, что состав их очень сложен. В них входят связующие (пленкообразователи), сшивающие агенты, пигменты, растворители и добавки. Природа связующего определяет атмосферостойкость и силу сцепления препарата с поверхностью. Здесь, как и в красках, используются латексные, акриловые и алкидные полимеры. Сшивающие агенты – это вещества, вызывающие образование в полимере поперечных связей. В результате получается более прочное и жесткое покрытие. Ускорители высыхания – сиккативы – представляют собой органические соли, ускоряющие процесс высыхания. Пигменты придают покрытию окраску и укрывистость путем поглощения или рассеяния света. Растворитель – среда, обеспечивающая перенос компонентов состава на поверхность. Компоненты либо растворяются, либо образу-

ют суспензии, от чего зависит скорость сушки покрытия. Технологические свойства пропитки улучшаются добавками, круг которых широк, а их составы не разглашаются. В качестве растворителей могут выступать органические вещества (например, уайт-спирит) или вода. В последнем случае получаются, как правило, воднодисперсионные акриловые пропитки, образующие на поверхности древесины защитную пленку.

Сегодня на рынке уже есть несколько биовлагозащитных составов. Все составы этого класса образуют защитную пленку (той или иной долговечности в зависимости от природы компонентов). Однако такие составы обладают рядом недостатков:

- образуют лишь поверхностную пленку, не проникая в древесину;
- не обеспечивают полную комплексную защиту;
- из-за своей сложной структуры зачастую не экологичны и опасны для здоровья человека;
- имеют высокую стоимость.

**Заключение.** Таким образом, стоит сделать вывод, что для высокоэффективной защиты древесины во времени требуется разработка комплексных составов, которые обладали бы хорошей био- и влагостойкостью, высокой проникаемостью в древесину, низкой стоимостью, были бы экологически чистыми и безопасными для человека, а также создание технологий их применения.

### Литература

1. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1987. 360 с.
2. Горшин С. Н. Консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1977. 355 с.
3. Леонович О. К., Федосенко И. Г. Оценка характеристик и состояния древесины в конструкциях дома XVIII–XIX вв. Лошицкого усадебно-паркового комплекса // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. 2008. Вып. XVI. С. 264–267.
4. Пауль Э. Э., Звягинцев В. Б. Древесиноведение с основами лесного товароведения. Минск: БГТУ, 2015. 315 с.
5. Леонович О. К., Антоник А. Ю. Определение преобладающих культур дереворазрушающих и деревоокрашивающих грибов, их воздействие на древесину // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2017. № 2. С. 299–304.
6. Семенкова И. Г. Фитопатология. Дереворазрушающие грибы, гнили и патологические окраски древесины (определятельные таблицы). М.: МГУП, 2001. 57 с.
7. Белясова Н. А. Микробиология. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2007. 160 с.
8. Мейер Е. И. Определитель деревоокрашивающих грибов. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1953. 116 с.
9. Мазаник Н. В., Снопков В. Б. Тест-культуры грибов для испытания средств защиты древесины // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. 2009. Вып. XVII. С. 194–198.
10. Мазаник Н. В. Современные биозащитные средства для древесины // Труды БГТУ. 2011. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 181–184.
11. Божелко И. К. Корректировка рецептуры защитных средств в процессе пропитки древесины // Труды БГТУ. 2015. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 162–166.
12. Средства защитные для древесины. Экспресс-метод оценки эффективности против дереворазрушающих и плесневых грибов: ГОСТ 30028.4-2006. Введ. 01.01.07. М.: Межгос. сов. по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. 6 с.
13. Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов: ГОСТ 9.048-89. Введ. 01.07.91. М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1989. 22 с.
14. Средства защитные для древесины. Метод испытания токсичности: ГОСТ 16712-95. Введ. 01.01.97. М.: Межгос. сов. по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. 12 с.
15. Мазаник Н. В. Комплексная защита древесных материалов антисептиками синергического действия: автореф. ... дис. канд. техн. наук / Белорус. гос. технол. ун-т. Минск, 2010. 22 с.

### References

1. Sergovskiy P. S., Rasev A. I. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovaniye drevesiny* [Hydrothermal treatment and preservation of wood]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1987. 360 p.
2. Gorshin S. N. *Konservirovaniye drevesiny* [Wood preservation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 355 p.
3. Leonovich O. K., Fedosenko I. G. Evaluation of the characteristics and condition of wood in the structures of the house XVIII–XIX centuries of the Loshitsky manor-park complex. *Trudy BGTU*

[Proceedings of BSTU], series II, Forest and Woodworking Industry, 2008, issue XVI, pp. 264–267 (In Russian).

4. Paul E. E., Zvyagintsev V. B. *Drevesinovedeniye s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood science with the fundamentals of forest goods science]. Minsk, BSTU Publ., 2015. 315 p.

5. Leonovich O. K., Antonik A. Yu. Determination of the predominant cultures of wood-destroying and wood-coloring fungi, their effect on wood. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2017, no. 2, pp. 299–304 (In Russian).

6. Semenkov I. G. *Fitopatologiya. Derevorazrushayushchiye griby, gnili i patologicheskiye okraski drevesiny (opredelitel'nyye tablitsy)* [Phytopatology. Wood-destroying fungi, decay and pathological stains of wood (key)]. Moscow, MGUP Publ., 2001. 57 p.

7. Belyasova N. A. *Mikrobiologiya. Laboratornyy praktikum* [Microbiology. Laboratory workshop]. Minsk, BSTU Publ., 2007. 160 p.

8. Meyer E. I. *Opredelitel' derevookrashivayushchikh gribov* [Key to wood-coloring fungi]. Moscow; Leningrad, Goslesbumizdat Publ., 1953. 116 p.

9. Mazanik N. V., Snopkov V. B. Test cultures of fungi for testing of wood protection means. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series II, Forest and Woodworking Industry, 2009, issue XVII, pp. 194–198 (In Russian).

10. Mazanik N. V. Modern bioprotective agents for wood. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2011, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 181–184 (In Russian).

11. Bozhelko I. K. Adjusting the formulation of protective agents in the process of impregnating wood. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 162–166 (In Russian).

12. GOST 30028.4-2006. Protective equipment for wood. Express method of evaluating the effectiveness against wood-growing and mold fungi. Moscow, Mezhsudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii Publ., 2006. 6 p. (In Russian).

13. GOST 9.048. Unified system of protection against corrosion and aging. Technical products. Methods of laboratory tests for resistance to mold fungi. Moscow, Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam Publ., 1989. 22 p. (In Russian).

14. GOST 16712-95. Protective equipment for wood. Toxicity test method. Moscow, Mezhsudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii Publ., 1996. 12 p. (In Russian).

15. Mazanik N. V. *Kompleksnaya zashchita drevesnykh materialov antiseptikami sinergicheskogo deystviya. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [Complex protection of wood materials with anti-septic tanks of synergistic action. Abstract of thesis cand. of tech. sci.]. Minsk, 2010. 22 p.

#### Информация об авторах

**Бовтрель Альбина Юрьевна** – аспирант кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: antonik.alya@mail.ru

**Божелко Игорь Константинович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bikbstu@mail.ru

#### Information about the authors

**Bovtre' Al'bina Yur'yevna** – PhD student, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antonik.alya@mail.ru

**Bozhelko Igor' Konstantinovich** – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bikbstu@mail.ru

Поступила 18.03.2019