

УДК 674.048.3

**В. В. Трутько, В. Б. Снопков**

Белорусский государственный технологический университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ  
ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Защищающая способность антисептиков определена на основании микологических испытаний и элементного анализа пропитанной древесины, выдержанной в реальных условиях в течение пяти лет.

Для проведения климатических испытаний выбраны водорастворимые антисептики для древесины: фтористый натрий, XM-11 и Tanalith E 3492.

Климатические испытания защитных средств проведены по пяти разработанным схемам в зависимости от источников и способа увлажнения древесины в соответствии с географическими особенностями Республики Беларусь. Небольшие размеры образцов шпона (60×60×1,5 мм), применяемые в опыте, способствовали быстрому вымыванию и испарению (улетучиванию) антисептика.

После 3, 6, 9, 12, 24, 36, 60 мес климатических испытаний определена ингибирующая способность защитных средств по отношению к дереворазрушающему грибу *Coniophora puteana*. Установлено снижение защищающей способности антисептиков в зависимости от условий эксплуатации, связанное с изменением концентрации защитного средства.

Энергодисперсионным методом проведен элементный анализ образцов пропитанного шпона, выдержанных в климатических условиях в течение пяти лет, на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV. Как итог, определено снижение основных элементов защитных средств в зависимости от схемы климатических испытаний.

Таким образом, в результате определения защищающей способности антисептиков для древесины биологическим и химическим методами установлено, что медьсодержащие антисептики обладают большей защищающей способностью, чем фторсодержащие.

**Ключевые слова:** климатические испытания, антисептик, фтористый натрий, XM-11, Tanalith E 3492, защищающая способность, шпон, элементный анализ.

**V. V. Trut'ko, V. B. Snopkov**

Belarusian State Technological University

**DETERMINATION OF PROTECTING ABILITY  
OF WOOD PRESERVATIVES DURING SERVICE**

Protecting ability of wood preservatives is determined by biological tests, and elemental analysis of impregnated wood, testing in real terms over five years.

For the climatic testing are selected water-soluble wood preservatives: sodium fluoride, copper-chromium-containing preservative and Tanalith E 3492.

Climatic testing of wood preservatives is held for five schemes developed depending on the sources and process of the wood moisture in accordance with the geographical features of the Republic of Belarus. The small of the veneer samples (60×60×1,5 mm) used in the experiment are contributed to the rapid leaching and evaporation (volatilization) antiseptic.

After 3, 6, 9, 12, 24, 36, 60 months of climatic testing are determined the inhibitory ability of wood preservatives with respect to wood-destroying fungi *Coniophora puteana*. A reduction in the protecting ability of antiseptic depending on the service conditions associated with a change in the concentration of wood preservatives is established.

Elemental analysis of samples of the impregnated veneer, aged in climatic conditions within five years, is conducted by energydispersive method with used a scanning electron microscope JSM-5610 LV. As a result, a decrease the basic elements of wood preservatives are determined, depending on the scheme of environmental tests.

Thus, by determining the protecting ability of antiseptics for protecting wood by biological and chemical methods is found that the copper-containing preservatives are more protecting ability than fluorine-containing preservatives.

**Key words:** Climatic testing, wood preservative, sodium fluoride, copper-chromium-containing preservative, Tanalith E 3492, protecting ability, veneer, elemental analysis.

**Введение.** Для защиты изделий из древесины ежегодно предлагаются новые антисептики, которые подвергаются различным испытаниям для установления возможности их применения на практике.

Главными свойствами защитных средств для древесины, определяющими их перспективность, являются токсичность по отношению к дереворазрушающим грибам и вымываемость. Данные свойства определяются путем лабораторных испытаний, имеющих в настоящее время различные вариации. При получении положительных результатов новый антисептик должен пройти всестороннее изучение в естественных условиях в течение длительного времени. Для этого применяют полигонные методы испытаний, которые позволяют определить области применения защитных средств, установить нормы их расхода, а также срок службы защищенной ими древесины.

И полигонные, и лабораторные испытания имеют свои преимущества и недостатки.

Лабораторные испытания характеризуются быстротой проведения, воспроизводимостью условий, способностью охватить большое количество веществ, а также проводятся на малых образцах. Однако ни один стандартный лабораторный метод не позволяет определить эффективность антисептика в тех или иных условиях эксплуатации древесины.

Полигонные методы требуют больше времени проведения испытаний; характеризуются изменчивостью условий, связанных с нерегулярными периодами увлажнения, высыхания, мороза и оттепелей; допускают лишь ограниченный ассортимент испытываемых защитных средств; проводятся на образцах различной геометрической формы [1]. Тем не менее, они позволяют моделировать реальные условия среды эксплуатации изделий из древесины.

Таким образом, нельзя давать предпочтении тем или иным методам исследований антисептиков.

Поэтому в настоящее время актуальной темой в области защиты древесины от биологического разрушения является изыскание нового метода испытаний антисептиков, позволяющего давать оценку адекватности полученных результатов при лабораторных испытаниях по отношению к реальным условиям службы. Для этого необходимо провести сравнительные исследования лабораторных и полигонных испытаний.

Целью настоящей работы является определение защищающей способности антисептиков в результате проведения испытаний пропитанной древесины в различных условиях эксплуатации.

**Основная часть.** Для проведения климатических испытаний пропитанной древесины

применялись водорастворимые защитные средства: фтористый натрий (ФН), антисептический препарат ХМ-11 и Tanalith E 3492. Данные антисептики характеризуются разной степенью вымываемости из древесины, обладают хорошей проникающей способностью, предназначены для защиты изделий из древесины, эксплуатируемых в различных влажностных условиях [2] и обладающие высокой эффективностью по отношению к дереворазрушающим грибам [3]. Антисептики ХМ-11 и Tanalith E относятся к медьсодержащим средствам химической защиты древесины.

Климатические испытания защитных средств проводили на образцах березового шпона размером  $60 \times 60 \times 1,5$  мм и начальной влажностью 8%. Поскольку образцы были одинакового размера и близкой влажности, то их вес изменялся преимущественно в зависимости от плотности древесины. Поэтому из опыта были исключены образцы, резко отклоняющиеся по весу от средних значений. Количество образцов взяли кратными периодам выдержки пропитанной древесины в реальных условиях.

Пронумерованные образцы шпона пропитывали в лабораторных условиях по способу вымачивания антисептиками разной концентрации, добиваясь минимального, среднего и максимально возможного поглощений. Поглощение защитного средства определяли по формуле

$$П = (m_2 / m_1 - 1)c,$$

где  $m_1$  – масса образца до пропитки, кг;  $m_2$  – масса образца после пропитки, кг;  $c$  – концентрация раствора защитного средства, %.

После пропитки с целью сушки и завершения химических процессов, протекающих между компонентами антисептиков, а также между ними и древесиной пропитанные образцы выдерживали в лабораторном помещении при температуре  $23^\circ\text{C}$  в течение трех недель при отсутствии контакта друг с другом. Данная выдержка необходима, прежде всего, для хромсодержащих защитных средств. Далее пропитанные образцы шпона подвергали климатическим испытаниям.

Действующие стандарты (ГОСТ 18610-82 [4], EN 252:1989 [5]) имеют общие подходы к проведению полигонных испытаний средств химической защиты для древесины. Сущность данных методов заключается в установке пропитанных образцов разных размеров в открытый грунт и в периодическом учете их состояния до выхода из строя. Однако следует отметить, что образцы древесины, установленные на полигоне, испытывают воздействия двух сред эксплуатации одновременно (воздушной с вымыванием и почвенной), что не позволяет давать

объективную оценку стойкости пропитанной древесины в различных условиях службы.

Для приближения к реальным условиям службы древесины было предложено пять схем испытаний в зависимости от источников и особенностей ее увлажнения. Схемы получили следующие названия: «Помещение», «Под крышей», «Атмосферные осадки», «Земля», «Вода».

Схема 1 – «Помещение». Она моделирует эксплуатацию древесины внутри отапливаемого помещения при отсутствии колебаний влажности и температуры.

При проведении испытания по схеме 1 образцы пропитанной и непропитанной древесины выдерживали внутри помещения с температурой 20°C и относительной влажностью 65% на горизонтальной поверхности.

Схема 2 – «Под крышей». Моделирует эксплуатацию древесины в условиях периодического увлажнения.

По данной схеме образцы пропитанного шпона находились в неотапливаемом помещении на горизонтальной деревянной решетчатой подставке. Периодическое увлажнение древесины происходило за счет изменения относительной влажности воздуха при выпадении осадков в твердом или жидком виде.

Схема 3 – «Атмосферные осадки». Определяет эксплуатацию древесины в условиях воздействия атмосферных осадков.

По данной схеме пропитанные образцы древесины выдерживали на горизонтальной деревянной решетчатой подставке, укрытой нетканым полотном, которое пропускает влагу. Для предотвращения падения образцов древесины на землю при воздействии ветра по периметру испытательной площадки была установлена деревянная рама.

Схема 4 – «Земля». Моделирует эксплуатацию древесины в условиях контакта с грунтом при воздействии почвенной влаги.

При проведении испытания по схеме 4 образцы пропитанной и непропитанной древесины выдерживали на горизонтальном участке земли, который освобождали от растительности во время вегетационного периода.

Схема 5 – «Вода». Данная схема моделирует эксплуатацию древесины при контакте с пресной водой.

Сущность проведения испытания по схеме 5 заключалась в следующем. Образцы пропитанного шпона выдерживали в пластмассовых стаканах емкостью 1500 мл, заполненных водопроводной водой. В одном стакане располагались образцы древесины с одной концентрацией антисептика.

Поскольку территория Республики Беларусь не имеет выхода к морю, испытания про-

питанной древесины при контакте с морской водой не проводили.

Так как образцы имели небольшое продольное сечение, то это создало благоприятные условия для быстрого вымывания и испарения (улетучивания) антисептика и сократило продолжительность проведения климатических испытаний.

Испытания защищающей способности антисептиков в реальных условиях проводили в Крупском районе Минской области в течение пяти лет (2010–2015 гг.). Начало климатических испытаний антисептиков связано с началом вегетационного периода – апрель месяц. В течение пяти лет осуществлялся замер основных метеорологических характеристик района испытаний – температуры и относительной влажности воздуха, количества осадков.

Полученные результаты дают основание утверждать определенную вероятность повторения значений метеорологических параметров в будущем.

После климатических испытаний антисептиков по описанным выше схемам в течение 3, 6, 12, 24, 36 и 60 мес образцы пропитанной древесины выдерживали в комнатных условиях до достижения ими равновесной влажности. Затем была проведена оценка эффективности защитных средств в зависимости от условий эксплуатации по отношению к дереворазрушающему грибу *Coniophora puteana* на основании методики МВИ ХХХ.001-2003 [6], разработанной в научно-исследовательской лаборатории ОСКиМ БГТУ. Сущность метода определения защищающей способности антисептика состоит в измерении ширины зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образцах древесины, пропитанных защитным средством, и установлении порогового поглощения защитного средства. Пороговое поглощение защитного средства характеризуется количеством антисептика, которое необходимо для того, чтобы предотвратить жизнедеятельность культуры гриба на пропитанной древесине.

Результаты определения порогового поглощения фтористого натрия, антисептического препарата ХМ-11 и Tanalith E 3492 для древесины, не подвергавшейся и подвергшейся испытанию в различных климатических условиях в определенные промежутки времени, представлены в табл. 1.

Анализ табл. 1 показывает, что с ужесточением условий эксплуатации возрастает пороговое поглощение испытанных защитных средств.

Из таблицы видно, что из трех испытанных защитных средств в реальных условиях слабее себя показал фтористый натрий. Он не обеспечивает тот уровень защищенности, который

необходим для эксплуатации древесины на открытом воздухе. Под воздействием почвенной влаги и атмосферных осадков образцы древесины, пропитанные фтористым натрием, полностью разрушились соответственно ко второму и третьему году испытаний. В то время как образцы шпона, антисептированные Tanalith E 3492, под воздействием указанных источников увлажнения разрушились к концу периода климатических испытаний. Что же касается защитного средства ХМ-11, то оно обеспечивает высокий уровень защищенности древесины в тяжелых условиях ее службы.

Таким образом, в результате проведения климатических испытаний было установлено, что слабый антисептик требует меньше времени для его испытаний и оценки.

Снижение защищающей способности антисептика, которое происходит в процессе длительной эксплуатации изделий из древесины и под воздействием внешних факторов среды, связано, прежде всего, со снижением концентрации защитного средства в материале, т. е. уменьшением содержания основных компонентов антисептика в древесине. Для установления данного факта было предложено провести химический анализ древе-

сины, пропитанной фтористым натрием, антисептирующим препаратом ХМ-11 и Tanalith E 3492 и выдержанной в реальных условиях по предложенным схемам в течение пяти лет.

Элементный анализ образцов пропитанного шпона проводили энергодисперсионным методом на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV, оснащенный системой химического микроанализа EDX JED-2201, которая позволяет производить одновременный автоматический качественный и количественный химический анализ до 99 интересных участков изображения исследуемого объекта. Электронный микроскоп JEOLJSM-5610 LV позволяет получить информацию о структуре, фазовом и химическом составе образца на микроскопическом уровне.

Сущность метода состоит в том, что поверхность образца облучается тонко сфокусированным (диаметр до 5–10 нм) пучком электронов, так называемым электронным зондом. Пучок электронов совершает возвратно-поступательное движение по линии или развертывается в растр – совокупность близко расположенных параллельных линий, вдоль которых пучок электронов обегает выбранный для исследования участок поверхности.

Таблица 1

## Пороговое поглощение защитных средств

Схемы моделирования условий эксплуатации защищенной древесины	Пороговое поглощение защитного средства, %, для древесины								Максимальное поглощение защитного средства, %
	не подвергавшейся испытанию	подвергавшейся испытанию в течение, мес							
		3	6	9	12	24	36	60	
<b>Фтористый натрий</b>									
«Помещение»	0,30	0,31	0,32	0,33	0,45	0,58	0,79	1,21	2,97
«Под крышей»		0,92	0,97	1,07	1,14	1,35	1,60	2,04	
«Атмосферные осадки»		2,42	*	*	*	*	0	0	
«Земля»		*	*	*	*	0	0	0	
«Вода»		*	*	*	*	*	*	*	
<b>Tanalith E 3492</b>									
«Помещение»	1,09	1,21	1,24	1,29	1,33	1,42	1,54	1,69	4,38
«Под крышей»		1,99	2,03	2,08	2,11	2,22	2,34	2,55	
«Атмосферные осадки»		2,44	2,76	3,13	3,42	4,12	*	0	
«Земля»		2,65	3,02	3,43	3,76	4,35	*	0	
«Вода»		3,05	3,23	3,48	3,62	4,23	*	*	
<b>ХМ-11</b>									
«Помещение»	10,00	10,11	10,16	10,21	10,26	10,36	10,42	10,54	17,99
«Под крышей»		11,10	11,15	11,21	11,26	11,39	11,50	11,71	
«Атмосферные осадки»		13,39	13,76	14,01	14,13	15,09	16,21	17,75	
«Земля»		13,90	14,38	14,79	15,02	16,22	17,68	*	
«Вода»		15,22	15,71	16,18	16,42	17,24	*	*	

*Примечание.* \* – невозможность достижения защитным средством ингибирующего эффекта, равного 95%; 0 – полное разрушение пропитанных образцов.

Для проведения элементного анализа были взяты образцы пропитанного шпона, выдержавшие испытания в реальных условиях по разработанным схемам в течение пяти лет. В качестве контрольных использовались образцы свежeproпитанной древесины. Образцы биозащищенного шпона вырезались размером 10×10 мм. Анализ проводили на наличие в пропитанной древесине следующих химических элементов – фтора (F), меди (Cu) и хрома (Cr). Результаты элементного анализа пропитанной древесины, полученные энергодисперсионным методом, представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Элементный состав пропитанной древесины

Схемы моделирования условий эксплуатации защищенной древесины	Содержание химических элементов в древесине, пропитанной защитным средством, ед.		
	F	Cu	Cr
<b>Фтористый натрий</b>			
Контроль	105		
«Помещение»	79		
«Под крышей»	56		
«Атмосферные осадки»	–		
«Земля»	–		
«Вода»	0		
<b>Tanalith E 3492</b>			
Контроль		78	
«Помещение»		62	
«Под крышей»		47	
«Атмосферные осадки»		23	
«Земля»		–	
«Вода»		50	
<b>XM-11</b>			
Контроль		194	462
«Помещение»		158	318
«Под крышей»		107	312
«Атмосферные осадки»		45	302
«Земля»		40	288
«Вода»		73	69

Анализ табл. 2 показывает, что содержание основных химических элементов древесины, пропитанной фтористым натрием, XM-11 и Tanalith E 3492, уменьшается с ужесточением условий службы.

В результате химического анализа установлено, что в образцах древесины, пропитанной Tanalith E 3492, содержание меди снизилось на 20–70% по сравнению со свежeproпитанной древесиной в зависимости от условий эксплуатации. В образцах древесины, пропитанной антисептическим препаратом XM-11, содержание меди снизилось на 19–79% в сравнении со свежeproпитанной древесиной, а содержание хрома снизилось на 31–85%. Однако следует отметить, что благодаря хрому, способствующему фиксации меди в древесине, образцы биозащищенного шпона антисептическим препаратом XM-11 выдержали климатические испытания в течение пяти лет.

Что же касается образцов древесины, пропитанных фтористым натрием, то наблюдается следующая картина. В условиях гигроскопического и периодического увлажнения древесного материала в замкнутом пространстве, защищенном от прямого воздействия атмосферных осадков, содержание фтора уменьшилось на 25–47%.

При эксплуатации древесины, пропитанной фторсодержащим антисептиком, на открытом воздухе установлена его легкая вымываемость из образцов шпона.

Таким образом, в результате проведения микроскопических исследований пропитанной древесины после эксплуатации в различных условиях окружающей среды установлено снижение защищающей способности антисептиков, как и при проведении биологических исследований образцов древесины.

**Заключение.** Разработанные методы климатических испытаний защитных средств позволяют определить их защищающую способность в зависимости от реальных условий службы. С использованием этих методик проведены испытания древесины, пропитанной защитными средствами ФН, XM-11, Tanalith E 3492 в течение пяти лет. Полученные результаты порогового поглощения испытанных антисептиков свидетельствуют о снижении их концентрации в древесине с ужесточением условий эксплуатации. Снижение защищающей способности антисептиков определено на основании микробиологических испытаний и элементного анализа пропитанной древесины.

Установлено, что медьсодержащие антисептики обладают большей защищающей способностью, чем фторсодержащие в различных влажностных условиях службы древесины.

## Литература

1. Горшин С. Н. Консервирование древесины. М.: Лесная промышленность, 1977. 336 с.
2. Защита древесины. Классификация: ГОСТ 20022.2-80. Взамен ГОСТ 20022.2-74. Введ. 01.07.1981. М.: Государственный комитет СССР по стандартам: Издательство стандартов, 1980. 22 с.

3. Трутко В. В., Снопков В. Б. Исследование влияния условий эксплуатации пропитанной древесины на эффективность защитных средств // Труды БГТУ. 2011. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 177–180.

4. Древесина. Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию: ГОСТ 18610-82. Взамен ГОСТ 18610-73. Введ. 01.01.1984. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. 7 с.

5. Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact: EN 252:1989. Accepted 15.11.1988. Brussels: European committee for standardization, 1989. 19 p.

6. Вилейшикова Н. В. Экспресс-метод испытания защитных средств для древесины // Известия вузов. Лесной журнал. 2004. № 5. С. 77–82.

### References

1. Gorshin S. N. *Konservirovanie drevesiny* [Wood preservation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 336 p.

2. GOST 20022.2–80. Wood protection. Classification. Moscow, State committee of the USSR on standards Publ., 1980. 22 p. (In Russian).

3. Trut'ko V. V., Snopkov V. B. Investigation of the service conditions of impregnated wood on the effectiveness of wood preservatives. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2011, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 177–180 (In Russian).

4. GOST 18610-82. Wood. Method of field testing for resistance to putrefaction. Moscow, State committee of the USSR on standards Publ., 1984. 7 p. (In Russian).

5. EN 252: 1989. Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact. Brussels, European committee for standardization Publ., 1989. 19 p. (In English).

6. Vileyshikova N. V. Rapid test method of wood preservatives. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2004, no. 5, pp. 77–82 (In Russian).

### Информация об авторах

**Трутко Виктория Владимировна** – аспирант кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: trutko\_v\_v@belstu.by

**Снопков Василий Борисович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: snopkov\_v\_b@belstu.by

### Information about the authors

**Trut'ko Victoriya Vladimirovna** – PhD student, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: trutko\_v\_v@belstu.by

**Snopkov Vasilii Borisovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: snopkov\_v\_b@belstu.by

Поступила 15.02.2016