

УДК 674.048

И. К. Божелко, ассистент БГТУ;**О. К. Леонович**, кандидат технических наук, заведующий НИЛ ОСКиМ (БГТУ)**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ**

Разработана методика определения устойчивости к старению защитных средств для древесины. Данная методика позволяет определить класс условий службы, предполагаемый срок эксплуатации антисептика и требуемое для этого поглощение. В результате проведенных исследований установлено, что требуемое поглощение защитного средства СМПС для биозащиты шпал сроком на 15 лет составляет 80–90 кг/м³.

The technique of definition of stability to ageing of protective means is developed for wood. The technique allows to define a class of conditions of service, prospective term of operation antiseptics and absorption demanded for this purpose. As a result of the spent researches demanded absorption of protective means SMPS for bioprotection of cross ties for a period of 15 years is established makes 80-90 kg/m³.

Введение. Деревянные шпалы обладают многими достоинствами: упругость, легкость обработки, высокие диэлектрические свойства, хорошее сцепление со щебеночным балластом, малая чувствительность к колебаниям температуры. Важнейшим свойством является возможность уширения рельсовой колеи в кривых радиусом менее 350 м.

По состоянию на 01.01.2009 путевое хозяйство дороги – это 11787,4 км развернутой длины железнодорожных путей, из которых 77193,1 км – главные, 3472,9 км – станционные и 1121,4 км – подъездные пути, около 13,0 тысяч стрелочных переводов, 1856 мостов.

Путь на деревянных шпалах уложен на 3986,2 км (34%), в том числе главный путь – на 906,8 км (13%).

По состоянию на 01.11.2008 на пути лежат 5770,6 тыс. шт. деревянных шпал (в том числе на главных путях – 1579,2 тыс. шт.), из них 1154,3 тыс. шт. дефектных (в том числе на главных путях – 0,36 млн.). Дефектность шпал в среднем по дороге составляет 20% (уменьшение на 0,3%), по главным путям – 19,4% (уменьшение на 0,2%), по станционным – 19,7% (уменьшение на 0,2%), по подъездным – 21,5% (уменьшение на 0,6%).

Условия эксплуатации деревянных шпал относятся к 13-му классу условий службы в соответствии с ГОСТ 20022.2-80 и 4-му по EN 335. Вымывание – умеренное 3-й степени, характер увлажнения – почвенная влага и загрязнения органического характера. Период активного биологического разрушения – свыше 6 месяцев. В процессе эксплуатации на шпалы воздействует целый ряд факторов окружающей среды. Среди них: климатические (ультрафиолетовое излучение, ветровые нагрузки, колебания температуры и влажности, кислород воздуха) и биологические (грибы, насекомые, бактерии, растения). Деревянные шпалы постоянно

подвержены механическому износу. Под влиянием атмосферных воздействий сначала разрушается поверхностный слой материала. Частое увлажнение и просыхание в условиях солнечной радиации и контакта с воздухом приводит к мацерации древесных волокон, в результате чего появляется ворсистость поверхности. Такой материал легко удерживает пыль и влагу.

Климатические факторы вызывают деструкцию древесины и создают благоприятные условия для ее гниения.

Особым образом протекает процесс разрушения шпал в зоне прокладок и костьюлей. Сначала происходит механическое разрушение древесины в зоне контакта с металлом, затем – попадание воды в зону разрушения. Это приводит к загниванию и более быстрому механическому разрушению шпал.

В связи с ежегодным увеличением железнодорожных грузоперевозок деревянные шпалы уже через 10–15 лет разрушаются от механических воздействий. В соответствии с нормативными данными срок службы деревянных шпал составляет 13–15 лет.

От состояния шпал во многом зависит безопасность движения железнодорожных поездов. Деревянные шпалы приходят в неработоспособное состояние после подтески подрельсовых площадок, при гниении, при сквозных трещинах, поперечных изломах.

Только качественная пропитка обеспечивает биозащиту шпал на заданный срок эксплуатации.

Основная часть. Уровень биозащиты древесины, эксплуатируемой в тяжелых условиях, во многом зависит от эффективности применяемых антисептиков.

Современный рынок в области защиты древесины предлагает большое многообразие защитных средств. Отсутствие достоверных данных о долговечности антисептиков и лабораторных методик по определению срока службы

пропитанной древесины затрудняет определение области применения и требуемого поглощения пропиточных составов. Под классификацию ГОСТ 20022.0 не попадают не только зарубежные, но и современные отечественные антисептики. Трудности использования действующих стандартов также сопряжены со значительным несоответствием европейским нормативным документам [1]. В соответствии ГОСТ 20022.2 изделия из древесины подразделяются на 18 классов условий службы, в то время как по EN 335 их только 5. Существующие стандарты (ГОСТ 30495, EN 49 и др.) позволяют определить эффективность биозащитного средства, но не срок службы пропитанной древесины. Наиболее точно определить срок службы могут полевые испытания, проведенные в климатических условиях эксплуатации изделия из древесины. Полевые испытания трудоемки, дорогостоящи и требуют больших затрат времени. Для получения достоверных данных о сроке службы защитных средств для пропитки шпал потребуются проведение полигонных испытаний порядка 15 лет в соответствии со сроком эксплуатации данного вида продукции.

Анализ имеющихся данных показывает, что высокоэффективные антисептики содержат в своем составе либо тяжелый металл, либо тяжелые нефтяные фракции. Большинство из перечисленных и ранее широко применявшихся препаратов в данный момент запрещены для применения по экологическим соображениям.

Почти во всех водорастворимых композициях активным антисептическим ингредиентом являются производные O,N,S-содержащих гетероциклов: 1,2-изотиазолинона-3, бензимидазола, бензотиазола и др. Синергетический эффект достигается путем их комплексования с солями меди. К разряду таковых относится продукт лидирующего производителя антисептиков в мире Arch Timber – Tanalith E 3492 – защитное средство, образующее после пропитки в древесине в течение 48 ч нерастворимый в воде комплекс. Антисептик предназначен для пропитки древесины, контактирующей с почвой.

Более предпочтительными для пропитки шпал являются масляные составы. Они обеспечивают не только биостойкость, но и влагозащиту древесины, что предохраняет ее от преждевременного растрескивания. Глубокие трещины на шпалах обнажают непропитанную древесину, тем самым способствуют поражению ее грибами. В Республике Беларусь большое распространение получило сланцевое масло, импортируемое из Эстонии. Недостатком большинства предлагаемых масляных антисептиков является необходимость их подогрева для качественной

пропитки шпал. Высокая температура (90–95°C) процесса пропитки влечет за собой испарение большого количества вредных веществ в окружающую среду и околопропиточную зону. Наиболее целесообразным для пропитки шпал с указанных выше позиций является использование высокоэффективных водоземлюльсионных защитных средств СМПС, Bio-Wood 0207, разработанных в БГТУ [2]. Предлагаемые защитные средства по результатам проведенных испытаний полностью соответствуют ГОСТ 30495 и ГОСТ 30704. Данные антисептики высокоэффективны по отношению к плесневым, окрашивающим грибам, дереворазрушающим грибам и одновременно малотоксичными для теплокровных (4-й класс опасности), имеют высокую проникающую способность в древесину, низкую коррозионную агрессивность, не снижают более чем на 10% физико-механические показатели древесины. Помимо фунгицидных им присущи и инсектицидные свойства.

Другими неотъемлемыми параметрами биозащиты шпал являются поглощение и глубина пропитки. Они определяются в зависимости от класса условий службы древесины согласно ГОСТ 20022.2 и EN 335.

Для установления долговечности пропитанной древесины, класса условий службы изделия и требуемого поглощения антисептика в условиях Беларуси предлагается ускоренная методика определения устойчивости к старению защитных средств для древесины [2]. Сущность методики заключается в проведении циклических испытаний образцов с целью ускоренного старения. С целью испытания антисептиков для пропитки шпал предназначен метод IV.

Образцы шпона для проведения испытаний готовили по МВИ ХХХ.001-2003 в количестве, кратном годам эксплуатации.

Пропитку образцов защитными составами (сланцевое масло, Tanalith E 3492 СМПС, Bio-Wood0207) производили на лабораторной установке способом вакуум-давление-вакуум, что позволило достичь сквозной пропитки древесины. Концентрацию пропиточных растворов варьировали для получения требуемого поглощения.

По окончании пропитки образцы шпона вынимали из пропиточного сосуда, их поверхность осушали фильтровальной бумагой, подсушивали и кондиционировали 2 сут при температуре (22±2)°C и относительной влажности воздуха (65±5)%. Поглощение защитного средства определяли по формуле

$$P_n = (m_2 / m_1 - 1)c,$$

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

Далее образцы помещали в климатическую камеру и выдерживали последовательно в следующих условиях: 1) температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 ч в дистиллированной воде; 2) температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2 ч в дистиллированной воде; 3) температуре минус $(32 \pm 3)^\circ\text{C}$ в течение 3 ч в дистиллированной воде; 4) температуре $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 7 ч в дистиллированной воде; 5) температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 ч в дистиллированной воде; 6) температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 ч в дистиллированной воде; 7) температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 ч в дистиллированной воде; 8) температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 24 ч без дистиллированной воды. После каждого цикла дистиллированную воду заменяли.

Восемь циклов испытаний соответствуют одному году эксплуатации. Чтобы подтвердить возможность эксплуатации на больший срок (до 5 лет), необходимо повторить круг испытаний из восьми циклов требуемое количество раз. При определении возможности эксплуатации антисептика более 15 лет проводили сравнительные циклические испытания со сланцевым маслом и водорастворимым антисептиком Tanalith E 3492. Для этих антисептиков установлен соответствующий срок службы на основе испытаний в схожих естественных условиях. Сравнение проводили путем вычисления поправочного коэффициента – коэффициента запаса биозащиты $k_{\text{био}}$.

Циклические испытания образцов проводились в климатотермокамере КТК 800 (рис. 1).

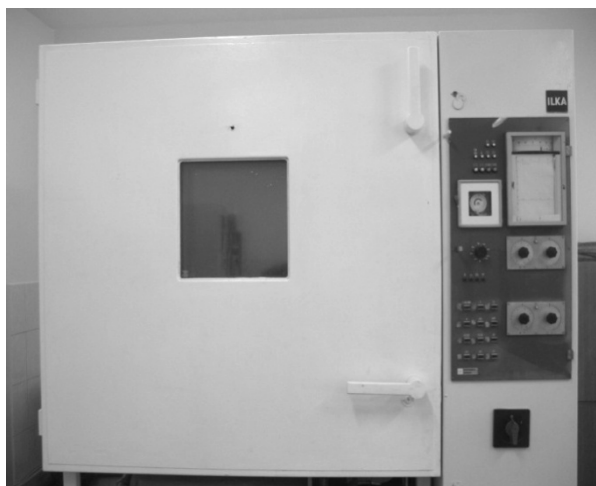


Рис. 1. Климатотермокамера КТК 800

Климатотермокамера КТК 800 представляет собой испытательную камеру для материалов, в которой можно испытывать объекты в диапазоне температур от $+90$ до -70°C и при относительных влажностях от 10% до почти 100% в диапазоне температур от $+10$ до $+60^\circ\text{C}$. Установленные в указанном диапазоне температур и кондиционирования воздуха заданные значения на любое вре-

мя можно поддерживать постоянными в полезном пространстве с высокой точностью. С другой стороны, можно поддерживать постоянными попеременно два заданных значения температуры или климатических состояний. Переключения с одного заданного значения или с одного состояния на другое заданное значение или с одного состояния на другое осуществляется или «вручную», или при автоматической работе установки с помощью электрического выключателя. Характеристики температуры в полезном пространстве и температуры в полезном пространстве по влажному термометру записывает встроенный самописец температуры как функцию времени.

После старения проводились испытания по определению защищающей способности против дереворазрушающих грибов согласно МВИ XXX.001-2003.

Сущность метода определения защищающей способности антисептика состоит в измерении ширины зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образцах древесины, пропитанных защитным средством, и установлении ингибирующего эффекта защитного средства по формулам:

$$X_{\text{ср}} = \sum X_i / n, \quad (1)$$

где X_i – средняя ширина зоны разрастания в i -той чашке; n – количество параллельных опытов для образцов, содержащих одинаковую концентрацию защитного средства.

$$\text{ИЭ} = (1 - X_{\text{ср.пр}} / X_{\text{ср.0}}) 100\%, \quad (1)$$

где $X_{\text{ср.пр}}$ – ширина зоны обрастания на образцах древесины, пропитанных защитным средством данной концентрации, мм; $X_{\text{ср.0}}$ – ширина зоны обрастания на непропитанных образцах, мм.

Метод основан на способности защитных средств, введенных в состав образцов древесины, ингибировать рост тест-культур гриба, в результате чего ширина зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на шпоне обратно пропорциональна эффективности защитного средства и его концентрации в древесине (рис. 2).

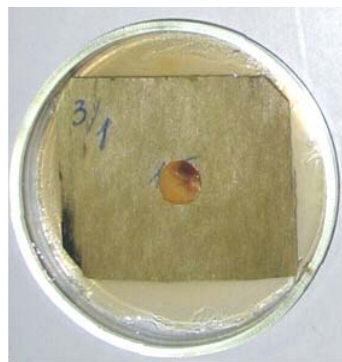


Рис. 2. Проведение испытаний по МВИ XXX.001-2003

Далее определяли требуемое чистое поглощение антисептика $P_{\text{треб}}$:

$$P_{\text{треб}} = P_{\text{эксп}} \cdot k_{\text{био}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{эксп}}$ – экспериментальное чистое поглощение защитного средства на заданный срок службы древесины; $k_{\text{био}}$ – коэффициент запаса биозащиты, мм.

Результаты полученных данных приведены на диаграмме (рис. 3).

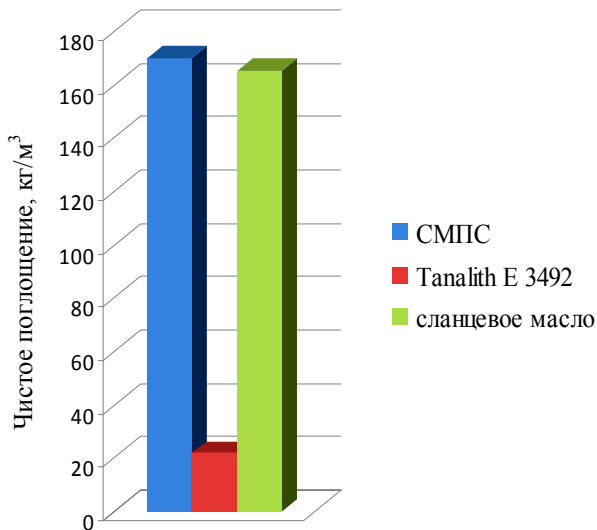


Рис. 3. Требуемое чистое поглощение защитных средств СМПС, Tanalith E 3492, сланцевого масла для древесины сроком службы 15 лет

Наиболее распространенным на ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод является» II тип шпал с поперечным сечением 160×230. Экспериментальные замеры на складе атмосферной сушки завода показали, что большинство шпалопроductии имеет содержание заболони порядка 30–40%. С учетом этого, а также плотности древесины при влажности 25% общее поглощение антисептика СМПС на 1 м³ шпал должно составлять 60–80 кг.

Общее поглощение защитного средства на заданный срок службы древесины для брусьев с другим сечением можно определить по формуле

$$P_1 = P \cdot \frac{a \cdot b (a_1 + b_1 - 2q)}{a_1 \cdot b_1 (a + b - 2q)}, \quad (2)$$

где P – общее поглощение защитного средства на заданный срок службы древесины для шпал 2-го типа, кг; a_1, b_1 – соответственно толщина и ширина сортиментов, подлежащих пропитке, мм; a, b – соответственно толщина и ширина шпал 2-го типа (160×230), мм; q – заданная глубина пропитки, мм.

Заключение. Таким образом, для обеспечения высокого уровня биозащиты древесины необходимо использовать комбинированные экологичные пропиточные составы, высокоэффективные по отношению к плесневым, деревокрашивающим, дереворазрушающим грибам, насекомым-вредителям, обеспечивающие долговременную защиту в зависимости от класса условий службы и соответствующие требованиям ГОСТ 30495, ГОСТ 30704. Придание древесине высоких биозащитных свойств возможно только при обеспечении требуемых параметров пропитки – поглощения и глубины проникновения антисептика в зависимости от класса условий службы. В НИЛ ОСКиМ БГТУ разработана ускоренная методика определения устойчивости к старению защитных средств для древесины, которая позволяет определить класс условий службы и предполагаемый срок эксплуатации антисептика, а также требуемое для этого поглощение. В результате проведенных исследований установлено, что требуемое поглощение защитного средства СМПС для биозащиты сроком на 15 лет составляет 60–80 кг/м³.

Литература

1. Определение долговечности защитных средств для древесины / И. К. Божелко, В. Б. Снопков, О. К. Леонович // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 ноября 2010 г. – Минск: БГТУ, 2010. – С. 423–426.
2. Технология глубокой пропитки шпал защитными составами отечественного производства / И. К. Божелко, В. Б. Снопков, О. К. Леонович // Новейшие достижения в области импорт-замещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 25–27 ноября 2009 г. – Минск: БГТУ, 2009. – С. 276–279.

Поступила 14.03.2011