

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПРОПИТКА ШПАЛОПРОДУКЦИИ ЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВОМ BIO-WOOD 0107

The impregnation of cross ties by slate and coal oils is most distributed high-temperature. High temperature entails additional expenses for heating of a protective means and significant harmful emissions in an atmosphere. For elimination of these lacks it is offered to spend impregnation by a protective means Bio-Wood 0107. The circuit of technological process of preparation of a protective means Bio-Wood 0107 consists of mixing a Bio-Wood with water in the necessary quantities.

One of advantages of application of the developed method of impregnation wooden is the exception of necessity of warming up of oil up to temperature in limits 95°C. The given fact allows to lower on impregnation and to lower quantity of harmful emissions an environment.

**Введение.** Деревянные шпалы в наибольшей степени удовлетворяют технико-экономическим требованиям, предъявляемым к рельсовым опорам, и поэтому получили самое широкое распространение на железных дорогах мира. Главными достоинствами деревянных шпал являются хорошая упругость, удобство прикреплении рельсов, хорошее сцепление со щебеночным балластом, возможность уширения рельсовой колеи в кривых радиусом менее 350 м, простота изготовления и эксплуатации, хорошие диэлектрические свойства, сравнительно небольшая стоимость.

Шпалы изготавливают из сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра, бука, березы и некоторых других пород леса.

На дорогах Беларуси наибольшее распространение получили сосновые шпалы. Они достаточно упруги, прочны, менее подвержены растрескиванию, хорошо пропитываются антисептиками.

Деревянные шпалы изготавливаются по ГОСТ 78-2004. Длина деревянных шпал всех типов 2750 мм.

Срок службы шпал в зависимости от типа древесины, внешних условий и интенсивности эксплуатации составляет от 7 до 40 лет.

Фактический же срок службы деревянных шпал на железных дорогах несколько ниже нормативного и составляет в среднем по главным и станционным путям около 15 лет.

Основная проблема деревянных шпал – тенденция их загнивания, особенно в местах крепления к шпалам рельсов. Условия эксплуатации шпал неблагоприятны для древесины, так как шпалы заглублены в балласт и постоянно находятся под воздействием атмосферных факторов, переменной влажности.

Меры по продлению срока службы деревянных шпал имеют большое народнохозяйственное значение. Для увеличения срока службы шпал их пропитывают масляными антисептиками (каменноугольное, сланцевое, каменноугольное полукоксовое и другие масла) на шпалопропиточных заводах способом горячей пропитки под давлением. Такой способ позво-

ляет пропитать заболонь на всю толщину, а ядро – на глубину до 1 см.

Большое значение для хорошей пропитки имеет соблюдение требований по ограничению влажности древесины (не более 25%). Этим достигается равномерное и глубокое пропитывание шпал.

Пропитка в автоклавах под давлением выше атмосферного относится к эффективному, проверенному временем способу промышленной пропитки древесины [1, 2, 3]. С помощью автоклавной пропитки древесины достигается более глубокое, равномерное проникновение и более высокое поглощение защитного средства. В настоящее время в Беларуси, России пропитка осуществляется методом «вакуум-давление-вакуум». Этот способ пропитки нормирован ГОСТ 20022.6-93 [4].

Наиболее распространена высокотемпературная автоклавная пропитка шпал сланцевым и каменноугольным маслами. Высокая температура антисептика влечет за собой дополнительные затраты на нагрев защитного средства и значительные вредные выбросы в атмосферу.

Для устранения этих недостатков предлагается проводить низкотемпературную пропитку шпалопродукции защитным средством Bio-Wood 0107.

Одним из преимуществ применения разработанного метода пропитки деревянной шпалопродукции является исключение необходимости подогревания пропиточного масла (сланцевого масла) до температуры в пределах 95°C. Данный факт позволяет снизить энергозатраты на пропитку шпалопродукции, а также количество вредных выбросов в окружающую среду.

**Методы исследований.** Схема технологического процесса приготовления защитного средства Bio-Wood 0107 состоит из смешивания антисептика Bio-Wood с водой в нужных количествах.

Для пропитки древесины Bio-Wood 0107 использовали лабораторную пропиточную установку, схема которой представлена на рис. 1.

Емкость пропиточного автоклава – 50 л. Пропитке подвергали образцы из сосновой

древесины с размерами 110×110×300 мм влажностью 25%. Для того чтобы исключить проникновение пропиточного состава в направлении вдоль волокон, один из торцов образцов обрабатывали водостойким полиуретановым лаком. Пропитку производили способом вакуум-давление-вакуум, поскольку именно этот способ наиболее распространен и используется в промышленности.

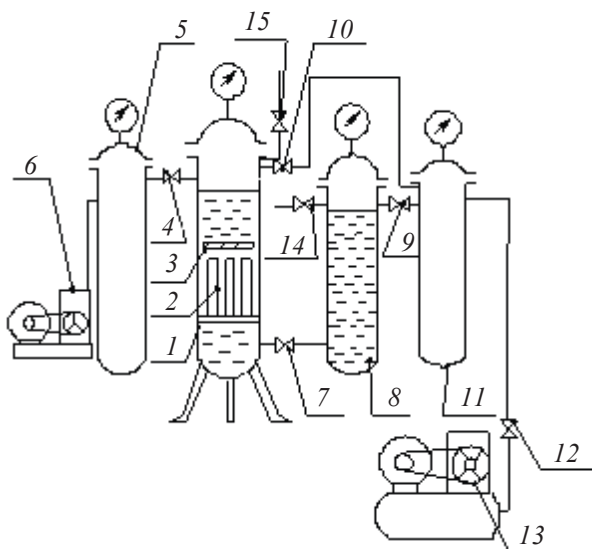


Рис. 1. Схема лабораторной пропиточной установки:

- 1 – автоклав; 2 – образцы древесины;
- 3 – решетка для фиксации образцов древесины;
- 4, 7, 9, 10, 12 – вентиль; 5, 11 – ресивер;
- 6 – вакуум-насос; 8 – маневровый цилиндра;
- 13 – компрессор; 14, 15 – вентили

По окончании пропитки образцы древесины извлекали из защитного средства Bio-Wood 0107, осушали поверхность образцов фильтровальной бумагой и раскалывали вдоль волокон в двух перпендикулярных друг к другу и боковым поверхностям направлениях (рис. 2).

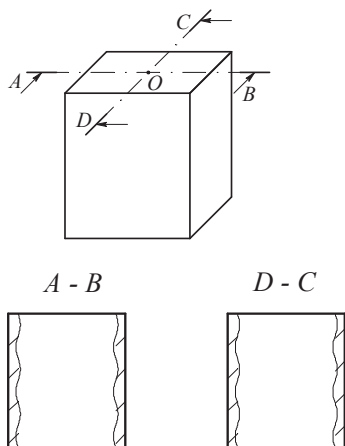


Рис. 1. Схема раскалывания образцов древесины и измерения глубины пропитки

На поверхностях раскола с помощью измерительной лупы определяли глубину проникновения защитного средства Bio-Wood 0107. Для определения глубины проникновения поперек волокон защитного средства Bio-Wood 0107 производили по шесть измерений на каждой поверхности раскола и за глубину проникновения принимали среднее арифметическое шести измерений.

**Разработка режима пропитки.** Параметры защищенности шпал определяются ГОСТ 20022.0 [5]. Согласно ему, глубина проникновения защитного средства по легкопропитываемой зоне должна быть не менее 85%.

Проведенный анализ шпал на РУП «Борисовский ШПЗ» показал, что значительная часть шпал имеет поперечный разрез, представленный на рис. 2. В данном случае среднее содержание заболони в сосновых шпалах составляет порядка 40%.

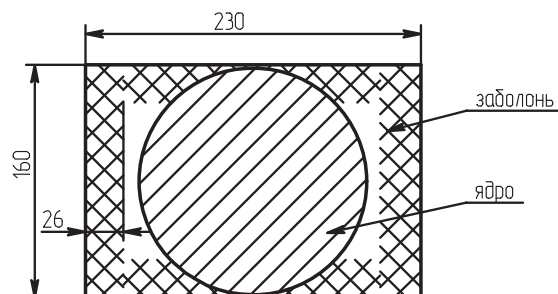


Рис. 3. Поперечный разрез шпал

Ядро находится в центре бруса.

Путем несложных тригонометрических вычислений было определено, что глубина проникновения защитного средства Bio-Wood 0107 в радиальном направлении по заболони, равная 26 мм, соответствует требованиям качества пропитки шпал [5].

Для определения оптимальных режимов пропитки данного типа шпалопродукции при планировании эксперимента использовали В-план второго порядка с тремя факторами [6, 7], к которым были отнесены время выдержки под вакуумом ( $x_1$ ), время выдержки под давлением ( $x_2$ ) и величина давления ( $x_3$ ). В качестве исследуемой функции была принята глубина проникновения защитного средства Bio-Wood 0107 в заболонь сосны в радиальном направлении.

Максимальное давление, которое может применяться для пропитки деревянной шпалопродукции, не должно превышать 1,4 МПа. Превышение данного значения давления влечет за собой снижение физико-механических показателей пропитанной древесины.

Продолжительность выдержки под вакуумом и давлением принималась без учета времени, необходимого для их достижения, поскольку данная величина в производственных условиях

непосредственно зависит от производительности вакуумных машин, насосов и компрессоров. Считается предпочтительным максимально быстрое создание вакуума и давления при пропитке, что приводит к «пневмовзрыву», который способствует повышению проницаемости древесины [8].

Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	-1	10	30	6
2	1	-1	-1	40	30	6
3	-1	1	-1	10	180	6
4	1	1	-1	40	180	6
5	-1	-1	1	10	30	12
6	1	-1	1	40	30	12
7	-1	1	1	10	180	12
8	1	1	1	40	180	12
9	-1	0	0	10	105	9
10	1	0	0	40	105	9
11	0	-1	0	25	30	9
12	0	1	0	25	180	9
13	0	0	-1	25	105	6
14	0	0	1	25	105	12

Таблица 2

Результаты эксперимента по определению глубины проникновения защитного средства Bio-Wood 0107 в заболонь сосны в радиальном направлении в зависимости от продолжительностей предварительного вакуума и выдержки под давлением и величины давления

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	10	30	6	7,1
2	40	30	6	7,9
3	10	30	12	14,1
4	40	30	12	15,1
5	25	30	9	10,9
6	10	105	9	17,2
7	40	105	9	19,1
8	25	105	6	10,1
9	25	105	12	22,3
10	10	180	6	17,2
11	40	180	6	19,0
12	25	180	9	23,0
13	10	180	12	27,3
14	40	180	12	29,1

Обработка результатов эксперимента позволила получить уравнение регрессии, которое имеет следующий вид:

$$y = -12,751 + 0,082x_2 + 3,530x_3 + 0,004x_1^2 - 0,111x_3^2 - 0,168x_1.$$

Проверка адекватности полученного уравнения регрессии проводилась по критерию Фишера и дала положительный результат.

С помощью уравнения регрессии были получены графики, приведенные на рис. 4, 5, 6.

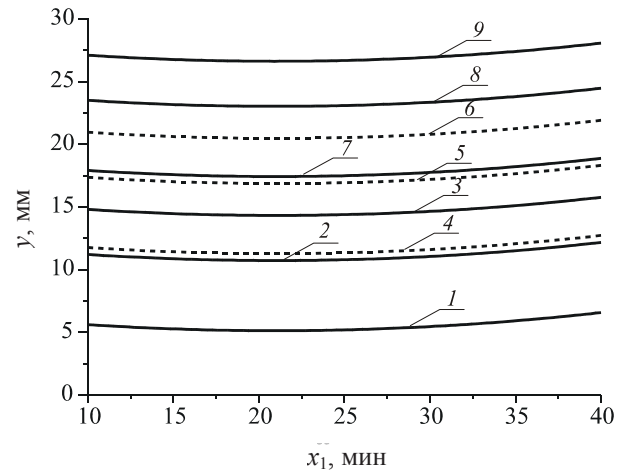


Рис. 4. Зависимость глубины пропитки в радиальном направлении от продолжительности предварительного вакуума при постоянных значениях продолжительности выдержки под давлением и величины давления:

- 1 – 30 мин и 0,6 МПа;
- 2 – 30 мин и 0,9 МПа; 3 – 30 мин и 1,2 МПа;
- 4 – 105 мин и 0,6 МПа;
- 5 – 105 мин и 0,9 МПа; 6 – 105 мин и 1,2 МПа;
- 7 – 180 мин и 0,6 МПа; 8 – 180 мин и 0,9 МПа;
- 9 – 180 мин и 1,2 МПа

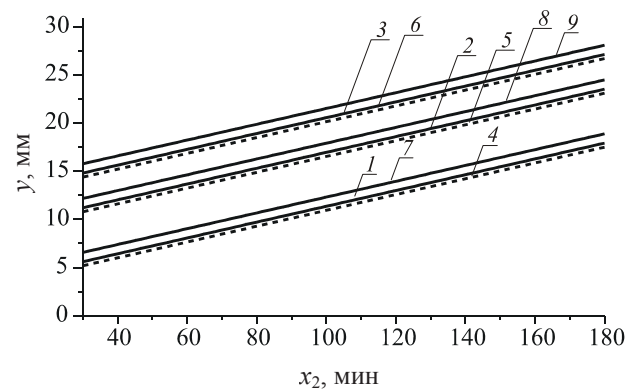


Рис. 5. Зависимость глубины пропитки в радиальном направлении от продолжительности выдержки под давлением при постоянных значениях продолжительности предварительного вакуума и величины давления:

- 1 – 10 мин и 0,6 МПа;
- 2 – 10 мин и 0,9 МПа; 3 – 10 мин и 1,2 МПа;
- 4 – 25 мин и 0,6 МПа; 5 – 25 мин и 0,9 МПа;
- 6 – 25 мин и 1,2 МПа; 7 – 40 мин и 0,6 МПа;
- 8 – 40 мин и 0,9 МПа; 9 – 40 мин и 1,2 МПа

**Параметры пропитки сосновых шпал  
защитным средством Bio-Wood 0107**

Параметры	Значения
Общая продолжительность процесса пропитки, мин	233
В том числе:	
предпропиточное вакуумирование	40
выдержка под давлением	162
Послепропиточное вакуумирование	15
Глубина вакуума, МПа	0,08
Давление пропитки, МПа	1,2
Температура пропиточного состава, °С	20
Предпропиточная влажность древесины, %	25

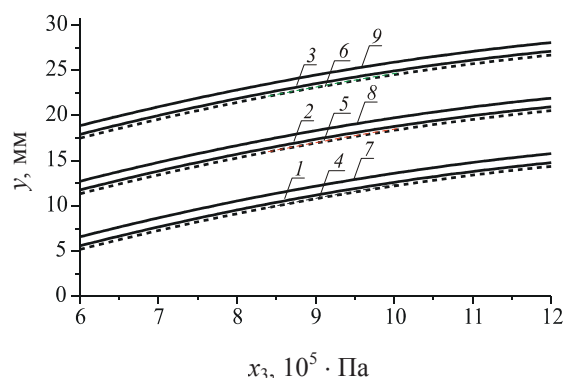


Рис. 6. Зависимость глубины пропитки в радиальном направлении от величины давления при постоянных значениях продолжительности предварительного вакуума и величины давления:

- 1 – 10 мин и 30 мин; 2 – 10 мин и 105 мин;  
3 – 10 мин и 180 мин; 4 – 25 мин и 30 мин;  
5 – 25 мин и 105 мин; 6 – 25 мин и 180 мин;  
7 – 40 мин и 30 мин; 8 – 40 мин и 105 мин;  
9 – 40 мин и 180 мин

Из рис. 4, 5, 6 видно, что глубина проникновения защитного средства Bio-Wood 0107 в заболонь сосны в радиальном направлении возрастает с увеличением продолжительности предварительного вакуума, продолжительности выдержки под давлением, величины давления в заданных диапазонах.

При использовании уравнения регрессии, оптимальных значений параметров пропитки и заданной глубины проникновения защитного средства Bio-Wood 0107 в заболонь сосны в радиальном направлении был рассчитан режим пропитки шпал, представленный на рис. 7.

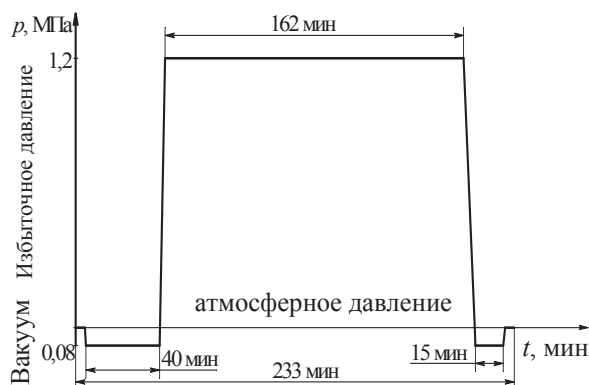


Рис. 7. График режима пропитки шпал по способу «вакуум-давление-вакуум» защитного средства Bio-Wood 0107

Параметры пропитки сосновых шпал, обеспечивающие требуемое качество пропитки, представлены в табл. 3.

**Выводы.** Разработан режим низкотемпературной пропитки сосновой шпалопроductии с содержанием заболони порядка 40% защитным средством Bio-Wood 0107, позволяющий снизить энергозатраты на пропитку шпалопроductии, а также количество вредных выбросов в окружающую среду.

### Литература

- Консервирование и защита лесоматериалов: справочник / А. Я. Калниньш [и др.] – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 416 с.
- Хунт, М. Консервирование древесины / М. Хунт, А. Гэрратг. – М.: Гослесбуиздат, 1961. – 454 с.
- Горшин, С. Н. Консервирование древесины / С. Н. Горшин, В. В. Кафаров. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 336 с.
- Защита древесины. Способы пропитки: ГОСТ 20022.6-93. – Введ. 01.01.96. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Госстандарт, 1995. – 20 с.
- Защита древесины. Параметры защищенности: ГОСТ 20022.0. – Введ. 01.01.96. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Госстандарт, 1993. – 53 с.
- Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.
- Колесников, В. Л. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / В. Л. Колесников, И. М. Жарский, П. П. Урбанович. – Минск: БГТУ, 2004. – 532 с.
- Беленков, Д. А. Высокопроизводительная вакуумно-компрессионная пропиточная установка / Д. А. Беленков, Ю. А. Серов, В. Г. Новоселов // Изв. вузов. Лесн. журн. – 1996. – № 4–5. – С. 104–108.