

УДК 625.142.21

*В. В. РОМАНЕНКО, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, П. В. КОВТУН, доцент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; А. О. ВЛАСЕНКО, Белорусская железная дорога, г. Борисов*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ

Существующие условия производства продукции ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» определяют наличие остатков лесоматериалов, получаемых после изготовления переводных брусьев для стрелочных переводов. С учетом ежегодных объемов изготавливаемых комплектов переводных брусьев как для внутреннего рынка, так и на экспорт, объемы остатков весьма значительны и не могут быть использованы для изготовления цельнобрусковых шпал.

Одним из вариантов применения этих остатков может стать изготовление составных деревянных шпал путем их сращивания по примеру «ласточкин хвост». Изготовление составных шпал позволит не только реализовать остатки, но и сэкономить объемы вырубленной деловой древесины. Применение таких шпал экономически оправдано для малодеятельных станционных путей и путей необщего пользования.

**Введение.** Основная цель работы железнодорожного транспорта – обеспечение безопасного пропуска поездов. Во многом это зависит от содержания верхнего строения железнодорожного пути (ВСП), в состав которого входят рельсы, подрельсовое основание, скрепления и балласт.

Каждый из элементов ВСП должен отвечать определенным требованиям, зависящим от его назначения, а также назначения железнодорожного пути (общего и необщего пользования) и условий эксплуатации.

Одним из основных требований, предъявляемых к надежности железнодорожного пути, является обеспечение стабильного геометрического положения рельсовой колеи. В значительной степени стабильность зависит от вида и состояния подрельсового основания: деревянных и железобетонных шпал (для путей), переводных (для стрелочных переводов) и мостовых (для мостов с ездой на балласте) брусьев [1].

Вся деревянная шпалопродукция для нужд Белорусской железной дороги (БЖД) выпускается ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» (БШПЗ). Для изготовления шпал БШПЗ приобретает лесоматериалы – пиловочные бревна сосны либо ели 1, 2, 3-го сортов диаметром от 26 см и более, а длиной от 5,5 до 6,0 метров.

Из бревна длиной 5,5 м возможно изготовить две шпалы длиной 2,75 м, при этом остатки пиловочного бревна либо отсутствуют, либо незначительны по величине. В отличие от шпал переводные брусья имеют размеры по длине от 3,0 до 5,5 м с шагом 0,25 м, что после их нарезки определяет остаток с каждого пиловочного бревна. В зависимости от нарезаемого бруса длина остатков варьируется от 2,5 до 0,25 м, которые в свою очередь не могут быть использованы для изготовления цельнобрусковой шпалопродукции согласно нормативам, установленным [2].

Значительные объемы образующихся остатков пиловочных бревен, которые нельзя использовать в качестве цельнобрусковых шпал, предлагается реализовать в виде составных деревянных шпал. Для реализации этого предложения необходимо разработать варианты, способы и конструкционные схемы составных деревянных шпал.

Предприятие ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» осуществляет автоклавную пропитку продукции: шпал, полушпал, брусьев для стрелочных переводов, мостовых брусьев для железных дорог и пиломатериалов – маслянистыми и водорастворимыми антисептиками. Современная технология пропитки и оборудование позволяют обеспечить долговременную защиту древесины от разрушений грибками и бактериями под воздействием окружающей среды, а значит, увеличить срок эксплуатации шпалопродукции [3].

Проектная мощность БШПЗ рассчитана на ежегодный выпуск 1 миллиона деревянных шпал. Кроме обеспечения в полном объеме потребностей БЖД с 2013 года предприятие является активным экспортером деревянной шпалопродукции (рисунок 1).



Рисунок 1 – География экспортных поставок в 2022 г.

Ежегодно дистанциями пути заменяются стрелочные переводы, выработавшие свой ресурс, новыми на железобетонном либо на деревянном основании, а также производится замена только комплектов деревянных переводных брусьев (таблица 1).

Таблица 1 – Реализация шпалопродукции БШПЗ

Показатель	Единица измерения	Год		
		2021	2022	2023
Шпалы деревянные пропитанные:	шт.			
		– внутренний рынок	108 681	113 050
– экспорт		219 347	220 514	342 500
Брусья деревянные пропитанные:	комплект			
		– внутренний рынок	602	475
– экспорт		497	285	326

В зависимости от места расположения брусьев они разделяются на подстрелочные (минимальной длины), промежуточные, подкрестовинные и закрестовинные (максимальной длины). Основные марки стрелочных переводов – 1/9 и 1/11, которые имеют различие в длине и соответственно в количестве переводных брусьев.

Наибольшее распространение получили переводы типа Р65 марки 1/11, для которых исходя из количества брусьев определенной длины количество остатков соответственно составит 2,5 м – 16 шт., 2,25 м – 10 шт., 2,0 м – 8 шт., 1,75 м – 7 шт., 1,5 м – 5 шт., 1,25 м – 6 шт., 1,0 м – 7 шт., 0,75 м – 6 шт., 0,5 м – 5 шт., 0,25 м – 6 шт.

Реализация БШПЗ остатков длиной 2,0, 2,25 и 2,5 м в незначительных объемах возможна для нужд населения. Остальные остатки либо не реализуются, либо их применение не соответствует назначению древесины 1-го и 2-го сортов, которая характеризуется достаточной прочностью, хорошей геометрией, отсутствием гнилых участков и существенных изломов и должна быть применима для строительных работ и конструктивных изделий.

Существующие на сегодняшний день конструктивные схемы составных деревянных шпал требуют наличия каких-либо крепежей (нагелей) либо склеивания элементов между собой. При этом все схемы предполагают горизонтальное соединение элементов, что не удовлетворяет требованиям поставленной задачи, так как реализация остатков должна предусматривать продольное соединение – сращивание.

**Продольное сращивание деревянных элементов.** Для продольного сращивания деревянных элементов существуют различные способы, одни из которых предполагают применение крепежных деталей, другие – нет. Применение крепежей поставит перед БШПЗ ряд новых задач по их изготовлению либо приобретению, что в свою очередь повысит стоимость составной шпалы и ограничит ее реализацию потребителям.

Одним из вариантов соединения без дополнительного крепления является способ сращивания впритык сквозным сквороднем – «ласточкин хвост». Это сращивание является одним из самых прочных, образует замок шип-паз. Шип имеет трапециевидную форму, которая и препятствует разъезжанию частей, паз повторяет форму шипа. Размеры остатков бревен позволяют разработать схему с одним соединением, при этом возможно будет использовать остатки длиной 1,75; 2,0; 2,25 и 2,5 м. При двойном сращивании элементов (рисунок 2) возможно применять остатки меньшей длины, например, для размера  $a$  – 1,25 м и более, для  $b$  – 0,75 м и более.

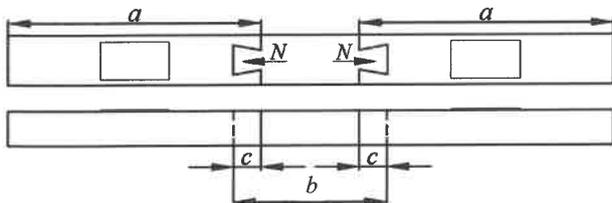


Рисунок 2 – Конструктивная схема составной деревянной шпалы с двойным сращиванием

Для равномерного восприятия поездной нагрузки длина крайних элементов должна определяться усло-

вием симметричности каждого из элемента относительно оси рельса. Исходя из длины шпалы 2750 мм и расстояния между осями рельсов 1600 мм размер  $a$  будет равен 1150 мм. Длина среднего элемента  $b$  будет зависеть от длины шипа  $c$ . В случае если  $c \leq 150$  мм, то размер среднего элемента будет в пределах 750 мм.

Для разработки конструктивных схем необходимо определить количество остатков различной длины для определения преимуществ их применения (рисунок 3).

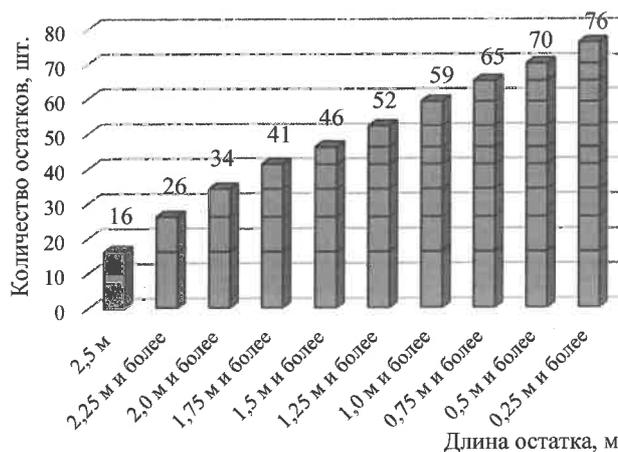


Рисунок 3 – Количество остатков брусьев соответствующей длины

Согласно рисунку 3 количество остатков длиной 1,25 м и более составляет 52 шт., причем из 16 (длиной 2,5 м) возможно изготовить два элемента размером  $a$ . Количество остатков длиной от 1,25 до 2,25 м составляет  $52 - 16 = 36$  шт., кроме того,  $26 / 2 = 13$  шт. Таким образом, из остатков длиной 1,25 м и более возможно изготовить  $36 + 13 = 49$  элементов размером  $a$  либо  $b$ .

Средний элемент (при условии его длины до 750 мм) дополнительно возможно изготовить из остатков длиной 0,75 м и более. Таким образом, за вычетом уже учтенных остатков их количество составит  $65 - 52 = 13$  шт.

#### Объемы составных деревянных шпал.

С одного комплекта переводных брусьев количество остатков для крайних брусьев составляет 49 шт., для среднего – 13 шт. и более. Таким образом, количество изготавливаемых составных деревянных шпал может быть до 20 шт.:

$$49 + 13 = 62 / 3 = 20,7 = 20.$$

Согласно таблице 1 ежегодно на БШПЗ изготавливается значительное количество комплектов переводных брусьев для стрелочных переводов, реализуемых как на внутреннем рынке, так и на экспорт. За 2021, 2022 и 2023 годы в среднем было изготовлено для внутреннего рынка

$$602 + 475 + 427 = 1504 / 3 = 501 \text{ комплект/год.}$$

Количество составных шпал может составить с учетом среднегодового объема остатков

$$20 \cdot 501 = 10020 \text{ шпал/год.}$$

При условии реализации остатков длиной 2,5 м для иных нужд количество составных шпал

$$(52 - 26) + 13 = 39 / 3 = 13 \cdot 501 = 6513 \text{ шпал/год.}$$

Количество комплектов брусьев, изготовленных на экспорт,

$$497 + 285 + 326 = 1108 / 3 = 369 \text{ комплектов/год.}$$

С учетом остатков от экспортных комплектов, количество составных деревянных шпал при использовании всех остатков и за исключением длиной 2,5 м составит соответственно

$$20 \cdot (501 + 369) = 17\,400 \text{ шпал/год;}$$

$$13 \cdot (501 + 369) = 11\,310 \text{ шпал/год.}$$

Дополнительным условием можно считать наличие в остатках брака, появившегося при распиловке бревен и других ситуациях, в объеме 10 %, при этом количество составных шпал

$$11\,310 - 10\% = 10\,179 \text{ шпал/год.}$$

**Сферы применения составных деревянных шпал.** На сегодняшний день деревянные шпалы не применяются на главных и приемо-отправочных путях, исключение составляют стрелочные переводы, примыкающие к ним звенья и съезды. Основной объем деревянного основания эксплуатируется на станционных путях и путях необщего пользования [4].

Малодеятельные станционные пути и пути необщего пользования характеризуются невысокими скоростями движения поездов, как правило до 15 км/ч. Согласно классификации железнодорожных путей [5] такие пути относятся к 5-му классу. Требования к содержанию этих путей обусловлены низкими скоростями и, как следствие, невысокими поездными нагрузками, передаваемыми от подвижного состава на подрельсовое основание, балласт и земляное полотно.

Согласно [6] предельная доля негодных шпал на километре для путей 5-го класса при ограничении скорости движения поездов 25 км/ч составляет 45–50 % от общего количества. При большем количестве негодных шпал скорость может быть снижена менее 25 км/ч. Кроме того, при ограничении скорости движения до 15 км/ч допускается 5 и более негодных шпал в кусте в прямых участках и кривых радиусом 650 м и более, а также 4 и более – в кривых радиусом 650 м и менее.

Исходя из эксплуатационных требований, предъявляемых к железнодорожным путям 5-го класса, целесообразно предположить, что применение составных деревянных шпал на таких участках будет возможно.

**Вывод.** Имеющиеся на БШПЗ остатки пиловочных бревен после изготовления переводных брусьев для стрелочных переводов возможно реализовать в качестве составных деревянных шпал. Максимальное количество таких шпал возможно изготовить с использованием остатков длиной 0,75 м и более.

Получено 02.10.2023

**V. V. Romanenko, P. V. Kovtun, A. O. Vlasenko.** Forecasting the effectiveness of composite wooden sleepers.

The existing conditions of production of the products of JSC "Borisovsky shpalopropitochny Plant" determine the presence of timber residues obtained after the manufacture of transfer bars for switches. Taking into account the annual volumes of manufactured sets of transfer bars, both for the domestic market and for export, the volume of residues is very significant and cannot be used for the manufacture of solid-wood sleepers.

One of the applications of these residues can be the manufacture of composite wooden sleepers from three elements by splicing them "dovetail". The production of composite sleepers will allow not only to realize the remains, but also to save the volume of cut down business wood. The use of such sleepers is advisable for inactive station tracks and paths of non-public use.

Для исключения удорожания технологии изготовления составных деревянных шпал за счет применения крепежных деталей либо клея целесообразно в качестве продольного сращивания использовать «ласточкин хвост».

Оптимальная конструктивная схема составной шпалы предполагает сращивание трех элементов, крайние из которых имеют длину 1150 мм, а средний – порядка 750 мм в зависимости от длины шипа соединения.

Минимальная эпюра шпал (количество шпал на 1 километр) на малодеятельных станционных путях и путях необщего пользования составляет 1440 шт./км на прямолинейных участках и в кривых радиусом 650 м и более. При возможных объемах изготовления составных шпал в размере 10 179 штук ежегодно, а также с учетом эпюры шпал протяженность участка для реализации таких шпал

$$10\,179 / 1440 = 7,1 \text{ км.}$$

Для изготовления 1 километра цельнобрусковых шпал необходима вырубка 2 га 80–100-летних деревьев хвойных пород. Изготовление составных деревянных шпал из остатков пиловочных брусьев позволит ежегодно сокращать расход значительных объемов деловой древесины и рационально использовать его для нужд экономики в иных целях.

#### Список литературы

1 **Невзорова, А. Б.** О целесообразности и перспективах применения деревянных шпал в криволинейных участках пути / А. Б. Невзорова, В. В. Романенко // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 2 (246). – С. 242–249.

2 **ГОСТ 78-2014.** Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия. – Введ. 01.03.16. – Минск : Государственного комитета по стандартизации Респ. Беларусь, 2016. – 18 с.

3 **Божелко, И. К.** Определение долговечности защитных средств для древесины, эксплуатируемой в тяжелых условиях / И. К. Божелко, И. К. Леонович // Труды БГТУ. – 2011. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 200–203.

4 **Итоги работы путевого хозяйства в 2022 году и задачи на 2023 год : отчет гос. объединения «Белорусская железная дорога».** – Минск : Белорусская железная дорога, 2023. – 16 с.

5 **СТП БЧ 56.388-2022.** Положение о системе ведения путевого хозяйства : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 14.05.2022 № 370 НЗ. – Введ. 22.06.22. – Минск : Белорусская железная дорога, 2022. – 35 с.

6 **СТП 09150.56.010-2005.** Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221 Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 290 с.