

Паринов Д.А., Шамаев В.А.

(ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) [drevstal@mail.ru](mailto:drevstal@mail.ru)

## СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

*Доказана возможность получения железнодорожных шпал из модифицированной древесины мягких лиственных пород путем пропитки, прессования и сушки. Вставки из прессованной древесины плотностью 1000-1100 кг/м<sup>3</sup> с рабочей торцевой поверхностью в местах крепления рельса к шпале обеспечивает срок службы шпалы 35-50 лет.*

В настоящее время в мире всё больший интерес приобретает проблема облагораживания малоценной древесины (осина, береза, тополь, эвкалипт) в связи с возникшим дефицитом ценной древесины твердых лиственных пород [1,2,3,4]. Разработанные технологии модифицирования касаются в основном маломерных заготовок длиной до 1,5 м [5]. Основные требования, предъявляемые к заготовкам из модифицированной древесины:

- стоимость ниже аналога, например древесины дуба;
- огнестойкость;
- биостойкость;
- декоративные свойства не хуже аналогов;
- прочность равная или выше аналогов;
- формоизменение на уровне натуральной древесины;
- эксплуатационные свойства на уровне древесины хвойных пород.

В настоящее время разработаны технологии, позволяющие реализовать совокупность предъявляемых требований /5/, но только для короткомерных заготовок. По этим технологиям налажен выпуск модифицированной древесины в Китае, Японии, России, США, многих странах Евросоюза.

Нами предлагается несколько технологических решений для получения крупномерных заготовок длиной 3 – 12м для получения, например железнодорожных шпал, свай, столбов ЛЭП, переводных брусьев и т.д.

Для примера рассмотрим только одну породу в качестве сырья березу, которая в настоящее время в РФ перерабатывается в размере 15% от расчетной лесосеки. В качестве конечного продукта рассматриваем столб ЛЭП длиной 8м или переводной брус той же длины.

Для получения железнодорожных шпал длиной до 2,75 м разработана технология, совмещающая операции сушки, прессования и пропитки заготовок в одной установке, как по месту, так и по времени.

Полученные таким способом шпалы служат вдвое дольше, чем сосновые, но имеют один недостаток – под металлической прокладкой они изнашиваются, т.к. в процессе эксплуатации подкладка совершает возвратно-поступательное движения и волокна древесины перерезаются телом прокладки (износ происходит поперек волокон древесины). Как известно, износ древесины вдоль волокон в 3 раза меньше, чем поперек волокон. Поэтому была поставлена задача в местах крепления шпалы к рельсам заменить износ, поперек волокон на износ вдоль волокон с целью увеличения долговечности шпалы.

В производстве деревянных железнодорожных шпал обозначились следующие проблемы.

Истощены запасы исходного сырья для производства деревянных шпал – древесины хвойных пород с требуемым размером поперечного сечения в центральных ре-

гионах РФ, где сосредоточена основная часть железных дорог и соответственно шпало-пропиточных заводов-изготовителей данных шпал.

Следствием данной проблемы является необходимость завоза сырых непропитанных шпал из отдаленных районов Урала, Севера и Сибири, что ведет в конечном итоге к их удорожанию.

Применяемые в РФ в настоящее время деревянные шпалы (железная дорога, метрополитен, подъездные пути предприятий, трамваи) изготавливаются в основном из древесины сосны, срок службы которых из-за невысокой плотности и большой грузонапряженности путей составляет в среднем 12-15 лет. Для сравнения: в развитых странах Европы и Америки шпалы изготавливают из древесины твердых лиственных пород (дуба, бука, тропических пород, и срок их службы составляет 50 лет).

Следствием этого является необходимость их частой замены с соответствующими издержками по ее осуществлению.

Наиболее применяемая в РФ является существующая технология производства и всем широко известны бетонные шпалы, имеющие в местах крепления металлические подкладки - вставки из прессованной или натуральной древесины, чередующиеся с резинокордом [3]. Данная вставка увеличивает срок службы шпалы, до 15-16 лет по сравнению с металлическими скреплениями типа АРС-4. Затем вследствие отсутствия сцепления древесины с бетоном в результате многократного разбухания и усушки деревянная вставка получает свободу перемещения в гнезде и под нагрузкой быстро разрушается.

Известна технология производства деревянной шпалы из прессованной древесины плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ , имеющая в местах крепления металлической подкладки вставку из прессованной древесины плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$  с расположением волокон перпендикулярно оси шпалы [2, 3]. Срок службы такой шпалы составит 30-35 лет в условиях эксплуатации в европейских странах, где нагрузки на ось меньше, чем в России. Срок службы шпал из древесины дуба и твердых пород равен 30 лет. В условиях РФ срок службы таких шпал не превысит 25 лет, а в тяжелонагруженных путях (подъездные пути карьеров, шахт) 15 лет [4].

Ж/д шпалы из модифицированной древесины отличаются своей экологической безопасностью и низкой себестоимостью изготовления от аналога - сосновой шпалы сечением  $18 \times 25 \text{ см}$ , в зависимости от длины, со сроком службы в среднем 15 лет. Отличительной особенностью нового материала является его низкая горючесть. Добавки антипиренов в пропиточный состав позволяют получить малогорючие шпалы для метрополитенов.

Решение проблем – приближение источников сырья к местам его наибольшего использования и повышения качества и долговечности производимых шпал может быть реализовано путем изготовления шпал из модифицированной древесины малоценных лиственных пород (березы, ольхи, тополя), а также сосны с меньшим по сравнению с используемым в настоящее время поперечным сечением ствола. Запасы указанных пород имеются в настоящее время в центральных районах РФ в значительных количествах, а плотность древесины этих пород после ее модификации превышает плотность и прочность до соответствующих показателей древесины твердых лиственных пород.

Аналогом предлагаемой в качестве материала для производства шпал является модифицированная древесина, используемая в течение 20 лет для изготовления паркета, окон, дверей и подшипников скольжения. Известен также способ получения модифицированной древесины для производства шпал, включающий одновременное уплотнение, пропитку и сушку до влажности 20% в каменноугольном масле (патент РФ №2128113 1999г.) [1]. Техническим недостатком этого способа является то, что получаемая заготовка шпалы оказывается пропитанной на глубину 1 – 3 мм поперек волокон и до 150 мм с торца при поперечном сечении шпалы  $180 \times 250 \text{ мм}$  и длине 2750 мм,

т.е. отсутствует сквозная пропитка шпалы. Этот недостаток устраняется при использовании способа пропитки цилиндрической заготовки с торца под давлением, (патент РФ №2227779 2004 г.) [2].

80% древесины мягких лиственных пород диаметром 25 см и более имеет в центральной части гниль (фаутную зону), у которой прочность в среднем вдвое ниже, а проницаемость для жидкостей в 1,5 – 3 раза выше, чем у здоровой древесины. Диаметр такой пораженной грибами зоны колеблется от 10 до 15 см в зависимости от возраста древесины и, соответственно, диаметра ствола. Недостатком этого способа, является невозможность качественной обработки древесины, содержащей фаутную зону, т.к. из-за большой рыхлости фаутной зоны пропиточная жидкость будет проходить только через фаутную зону из-за большего сопротивления здоровой зоны. В результате получаемая модифицированная древесина имеет низкое качество.

Для увеличения срока службы деревянной шпалы до 30 – 50 лет в условиях РФ предлагается следующее техническое решение.

В деревянной шпале, состоящей из массива прессованной древесины и двух вставок из прессованной древесины, установленных в местах крепления стальной прокладки к шпале, прессованная древесина вставок выполнена с рабочей торцевой поверхностью плотностью 900 - 1000 кг/м<sup>3</sup>, влажностью 10-12% и содержит кубовый остаток ректификации стирола в количестве 15-17% от массы сухой древесины, обеспечивающий величину предела прочности при скалывании вдоль волокон не менее 20 МПа величину сил разбухания поперек волокон не более 10 МПа, а высота вставок составляет не менее 30 мм. [2].

Известно, что наиболее износостойкой поверхностью древесины является торец или в направлении вдоль волокон. Соотношение истирания в направлениях: торец, параллельно волокнам: перпендикулярно волокнам равно: 1 : 3 : 9.

Следовательно, наличие вставки из прессованной древесины с рабочей торцевой поверхностью обеспечит ее износ под металлической подкладкой в 3 раза меньший, чем у шпалы [2]. Однако для выполнения этого условия необходимо, чтобы древесина вставок имела предел прочности при скалывании вдоль волокон не менее 20 МПа (прессованная древесина имеет предел прочности 12-14 МПа). Для этого при получении прессованной древесины вставок в нее вводят кубовый остаток ректификации стирола (КОРС) в количестве 15-17% от массы сухой древесины, обеспечивающий величину предела прочности при скалывании вдоль волокон 24 МПа. Если содержание КОРС менее 15%, величина предела прочности составляет менее 20 МПа, а увеличение содержания КОРС более 17% снижает величину предела прочности при скалывании вдоль волокон, т.к. материал становится хрупким.

Другим важным фактором является величина сил разбухания прессованной древесины поперек волокон. Если силы разбухания превышают величину предела прочности при раскалывании прессованной древесины шпалы (8-9 МПа), то при разбухании древесины вставок после атмосферных осадков вставки разорвут шпалу пополам по всей длине. Величина сил разбухания прессованной древесины составляет 16-18 МПа, а древесины, содержащей 15-17% кубовых остатков ректификации стирола 4-5 МПа. Кубовый остаток ректификации стирола является единственным промышленным модификатором, сохраняющим прочность в эксплуатационных условиях не менее 50 лет.

Влажность древесины вставок 10-12% выбирается из тех соображений, что равновесная влажность прессованной древесины 12% является предельной, т.к. при большей влажности древесина разбухает. Нижний предел 10 % обусловлен тем, что в условиях эксплуатации влажность древесины вставок колеблется от 14 до 16%, следовательно, прессованная древесина влажностью 10 % увеличит свою влажность на 4-6%, в ней разовьются силы разбухания, недостаточные для того, чтобы разорвать шпалу, но достаточные для того, чтобы обеспечить жесткую фиксацию вставки в гнезде шпалы.

Нижний предел плотности древесины вставки  $900 \text{ кг/м}^3$  обусловлен тем, что при меньшей плотности износостойкость торцевой поверхности падает и приближается к величине износостойкости натуральной древесины. При плотности древесины более  $1000 \text{ кг/м}^3$  жесткость древесины настолько велика, что утрачивается ее роль демпфера между рельсом и грунтом.

Высота вставки должна составлять не менее 30 мм, иначе при динамических нагрузках древесина вставки расслаивается по волокнам и разрушается из-за низкой жесткости конструкции.

На рисунке 1 изображен вид шпалы из прессованной древесины плотностью  $750\text{-}800 \text{ кг/м}^3$  и двумя вставками из прессованной древесины плотностью  $900\text{-}1000 \text{ кг/м}^3$  с торцевой рабочей поверхностью, на рисунке 2 вид вставки, содержащей кубовые остатки ректификации стирола и склеенной из четырех равных частей.

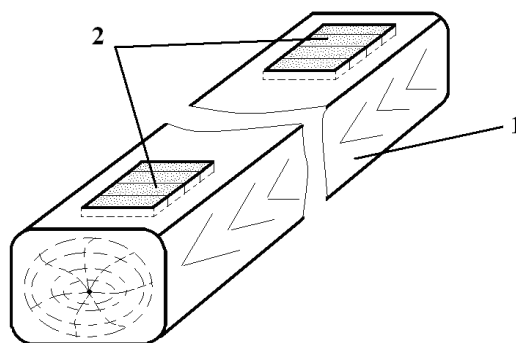


Рисунок 1 - вид шпалы из прессованной древесины плотностью с двумя вставками из прессованной древесины

В процессе эксплуатации прессованная древесина шпалы набирает влагу и немного разбухает. При этом вставка зажимается в корпусе шпалы, и длительное время прочно удерживается в ней.

По результатам испытаний шпал из модифицированной древесины на опытно-экспериментальном кольце ОАО «РЖД» (ст. Щербинка) срок службы таких шпал составит в условиях РФ от 30 до 50 лет в зависимости от условий эксплуатации [6]. На шпалы утверждены ТУ 5883-001-34017041-14

Сборка шпалы происходит следующим образом. В массиве шпалы 1 фрезеруют гнезда в местах крепления подрельсовой подкладки размером  $30 \times 130 \times 250 \text{ мм}$ , гнезда смазывают клеем, например карбамидоформальдегидной смолой КФЖ с отвердителем щавелевой кислотой и вставляют вставки 2 из прессованной древесины. Через 6-8 часов шпала готова к эксплуатации.

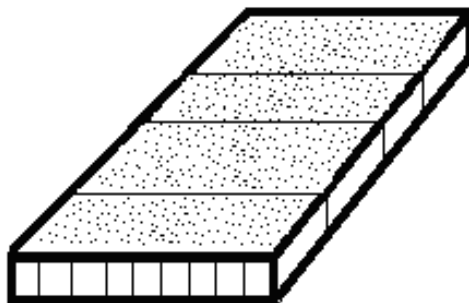


Рисунок 2 - Вид вставки, склеенной из четырех равных частей

Разработанная конструкция шпалы предлагается для планируемой скоростной магистрали Москва-Казань, для которой необходимо уложить 1,3 млн. штук шпал широкой колеи.

Выводы:

1. Создана конструкция шпалы из модифицированной древесины мягких лиственных пород с двумя вставками из прессованной древесины позволяющая увеличить срок службы шпалы широкой колеи до 30 – 50 лет в зависимости от условий эксплуатации.
2. Разработанная конструкция шпалы и технология ее получения будут незаменимы в условиях вечной мерзлоты и заболоченных районов, где применение ж/б шпал исключено. Ввиду того, что полученные таким образом шпалы вдвое дешевле дубовых, рекомендуется их экспорт в Европу, США и Японию, где 90% шпал изготавливают из древесины твердых лиственных пород.

Список литературы:

1. Шамаев В.А. «Модифицирование древесины» [текст], В.А. Шамаев, Н.С. Никулина, И.Н. Медведев, М.: «Флинта», «Наука», 2013 – 455с.
2. Патент РФ №2346809 Способ получения модифицированной древесины Шамаев В.А., Медведев И.Н., Златоустовская В.В., Анучин А.И. ООО «Лигнум», заявка №2007112593/04 от 04.04.2007, опубликована 20.02.2009г. Бюл №5.
3. Патент РФ №2227779 Устройство для пропитки древесины под давлением Шамаев В.А., Панявин С.Н., Скориданов Р.В. Воронежская государственная лесотехническая академия, по заявке 2003103923/12 от 10.02.2003г. опубликован 27.04.2004г. Бюл. №12
4. Патент РФ №2128113 Способ получения модифицированной древесины Шамаев В.А., Гвозденко С.П., Томин А.А., ЗАО «Эласт» заявка №96114645/04 от 09.07.1996г. опубликовано 27.03.1999г. Бюл. №30-2002г.