

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ШПАЛ И ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

И.Н. Медведев

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8
medved-vrn82@mail.ru

Модифицированная древесина широко применяется в различных отраслях промышленности. В настоящее время в России при производстве деревянных шпал и опор линий электропередач используется древесина хвойных пород, закупаемая у лесозаготовительных предприятий Северного Урала и Сибири. В то же время шпалы и опоры линий электропередач из древесины хвойных пород имеют невысокие прочностные и эксплуатационные характеристики, а следовательно, малый срок службы. Ранее разработанная технология не позволяла получать железнодорожные шпалы широкой колеи и опоры линий электропередач из модифицированной древесины с улучшенными эксплуатационными показателями. Нами разработана и опробована технология и технологическое оборудование производства совмещенным способом железнодорожных шпал широкой колеи из модифицированной древесины на опытной установке СПК-1М. Производство заготовок для шпал и опор линий электропередач из древесины мягких лиственных и хвойных пород основано на трех технологических операциях (сушка, пропитка и прессование). При производстве заготовок для шпал, применяется равномерное одноосное прессование. При производстве опор линий электропередач используется способ самопрессования древесины. С помощью модификации древесины путем сушки, пропитки и прессования возможно повысить физико-механические свойства заготовок для шпал и опор линий электропередач. Технология получения опор линий электропередач длиной 8 и 12 м, по сравнению со шпальной технологией, имеет большее количество технологических операций и является энергоемкой. Основными показателями физико-механических свойств модифицированной древесины полученных шпальных заготовок являются плотность 750 кг/м³, влажность 22 %, предел прочности при сжатии вдоль волокон 62 МПа, ударная вязкость 4,73 Дж/см². Для опор линий электропередач из модифицированной древесины важным показателем является предел прочности при статическом изгибе, который равен 90 МПа.

Ключевые слова: модифицированная древесина, технология, технологическое оборудование, шпалы, опоры ЛЭП

Ссылка для цитирования: Медведев И.Н. Разработка технологии и оборудования для получения заготовок шпал и опор линий электропередач из модифицированной древесины // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 6. С. 102–109. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-102-109

Использование малоценной древесины мягких лиственных пород (береза, осина, тополь) в качестве сырья для производства заготовок железнодорожных шпал из модифицированной древесины включено в план реализации одного из перспективных направлений государственной программы по рациональному природопользованию и ресурсосбережению [1–6]. Модифицированной называют цельную древесину с направленно измененными свойствами.

Цель работы

Разработать и опробовать технологию и технологическое оборудование производства совмещенным способом железнодорожных шпал широкой колеи из модифицированной древесины на опытной установке СПК-1М.

Материалы и методы

Технология модификации древесины совмещенным способом позволяет повысить показатели физико-механических свойств древесины мягких лиственных пород до уровня показателей характерных древесине твердых лиственных пород.

Технология производства шпальных заготовок из модифицированной древесины позволяет получить заготовки железнодорожных шпал с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Опытно-экспериментальное производство шпальных заготовок из древесины мягких лиственных пород осуществляется на опытной установке СПК-1М. Принцип работы установки заключается в совмещении трех технологических операций: сушка, пропитка и прессование [7, 8].

Техническая характеристика опытной установки СПК-1М

Количество загружаемых заготовок древесины, шт....	1
Суммарное усилие гидроцилиндров (2 шт.), тс.....	80
Потребляемая мощность установки, кВт.....	30
Скорость циркуляции жидкости, л/мин.....	10
Объем жидкости в горячей ванне, л.....	120
Объем жидкости в холодной ванне, л.....	60
Температура жидкости в горячей ванне, °С.....	120
Удельное давление на заготовку, МПа.....	0,8
Продолжительность цикла, ч.....	68
Масса установки, кг.....	3200

На рис. 1 представлена 3D-модель опытной установки СПК-1М. Сушильно-прессовая установка СПК-1М состоит из рабочей ванны 1, в которой осуществляются сушка, пропитка и прессование. На силовой раме 2 закреплены гидроцилиндры 4, к штокам которых крепится нажимная плита. Система циркуляции маслянистого антисептика состоит из емкостей с холодным антисептиком 5 и с горячим антисептиком 6, соединенных трубопроводом с рабочей ванной 1. Циркуляция горячего и холодного антисептика осуществляется насосными агрегатами 8 и 9. В процессе работы установки происходит испарение антисептика и влаги из древесины, пары отводятся в теплообменник 7.

На рис. 2 представлен фотография общего вида опытной установки СПК-1М. На рис. 3 — элементы системы циркуляции антисептика — жидкости технической консервационной (ЖТК).

Технологический процесс производства шпальных заготовок из модифицированной древесины на опытной установке СПК-1М осуществляется в следующем порядке. Первая операция — это сушка бруса из древесины березы плотностью 550–600 кг/м³, с сечением 235 × 250 × 2750 мм и начальной влажностью 60–70 % в маслянистом антисептике ЖТК. Для сушки и пропитки древесины предлагается использовать маслянистый антисептик ЖТК, получаемый из нефтяных газойлей и остатков первичной перегонки (ТУ 0258-006-45651137-2004). При нормальной температуре (20 °С) ЖТК — воскообразный продукт от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. Массовая доля воды не более 0,4 %. Температура застывания не выше –3 °С. Температура вспышки в открытом тигле не ниже +95 °С, в закрытом тигле более +61 °С. Плотность при 20 °С не более 1050 кг/м³. Заготовка в виде березового бруса помещается в сушильно-прессовую теплоизолированную ванну 5, на заготовку снизу и сверху предварительно укладывается вязаная сетка из низкоуглеродистой стали, ячейка не менее 6 × 6 мм, диаметр проволоки 2 мм. Это делается для того чтобы обеспечить беспрепятственный контакт антисептика и заготовки в процессе сушки и пропитки.

Основной износ шпалы в процессе ее эксплуатации происходит в зоне крепления рельса за счет разрыва волокон у древесины под рельсовой пластиной и дальнейшим поражением гнилью из-за попадания туда воды. Для уменьшения износа подрельсовой зоны в места крепления впрессовываются пластины из натуральной древесины березы размером 370 × 165 × 15 мм с направлением волокон перпендикулярным направлению волокон шпальной заготовки. Запрессовка пластин в подрельсовую зону шпальной заготовки

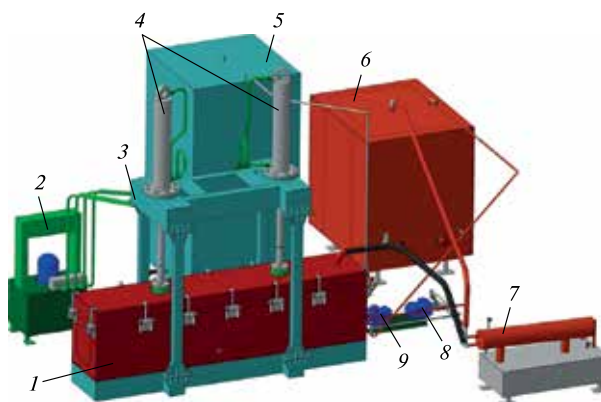


Рис. 1. 3D-модель сушильно-прессовой установки СПК-1М: 1 — рабочая ванна; 2 — рама; 3 — гидростанция; 4 — гидроцилиндры; 5 — емкость для холодного антисептика; 6 — емкость для горячего антисептика; 7 — теплообменник; 8 — насосный агрегат для перекачки горячего антисептика; 9 — насосный агрегат для перекачки холодного антисептика

Fig. 1. 3D-model of the drying and press installation SPK-1M: 1 — working bath; 2 — frame; 3 — hydraulic station; 4 — hydraulic cylinders; 5 — capacity for cold antiseptic; 6 — capacity for hot antiseptic; 7 — heat exchanger; 8 — pump unit for pumping hot antiseptic; 9 — pump unit for pumping cold antiseptic



Рис. 2. Общий вид опытной установки СПК-1М: 1 — гидроцилиндры (2 шт.); 2 — силовая рама; 3 — пуансон (нажимная плита); 4 — рабочая ванна; 5 — гидростанция; 6 — шкаф управления

Fig. 2. General view of the pilot unit SPK-1M: 1 — hydraulic cylinders (2 pcs.); 2 — power frame; 3 — punch (pressure plate); 4 — working bath; 5 — hydrostation; 6 — control cabinet

осуществляется в процессе основного прессования шпалы. Пластина предварительно укладывается сверху на шпальную заготовку перед началом технологического процесса.



Рис. 3. Система циркуляции антисептика: 1 — емкость для холодного антисептика (холодная ванна); 2 — емкость для горячего антисептика (горячая ванна) со встроенными теплоэлектронагревателями (ТЭНами); 3 — термометр; 4 — фильтр грубой очистки системы циркуляции антисептика ЖТК; 5 — насосный агрегат системы циркуляции маслянистого антисептика ЖТК

Fig. 3. Antiseptic circulation system: 1 — cold antiseptic tank (cold bath); 2 — capacity for hot antiseptic (hot bath) with built-in heat electric heaters (heating elements); 3 — thermometer; 4 — coarse filter circulating system of antiseptic; 5 — pump unit of the circulation system of an oily antiseptic

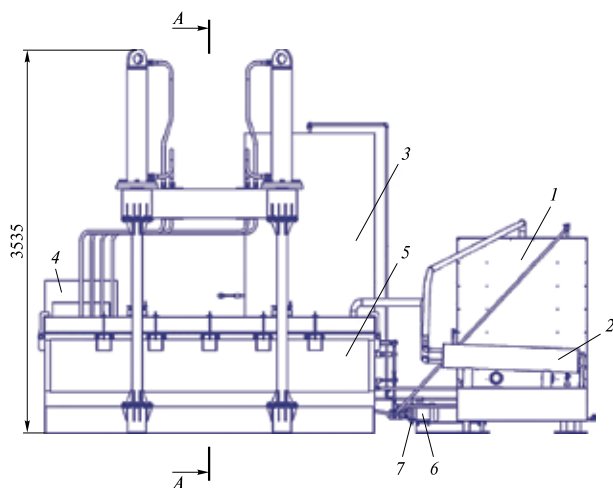


Рис. 4. Схема установки СПК-1М: 1 — емкость для горячего антисептика (горячая ванна) с встроенными ТЭНами; 2 — теплообменник для разделения испарений полученных в рабочей ванне; 3 — емкость для холодного антисептика (холодная ванна); 4 — насосная установка (гидростанция); 5 — сушильно-прессовая ванна (рабочая ванна); 6 — насосный агрегат к емкости с горячим антисептиком; 7 — насосный агрегат к емкости с холодным антисептиком

Fig. 4. Installation scheme of СПК-1М: 1 — hot antiseptic tank (hot bath) with built-in heating elements; 2 — heat exchanger for the separation of the vapors obtained in the working bath; 3 — capacity for cold antiseptic (cold bath); 4 — pumping unit (hydraulic station); 5 — drying and press bath (working bath); 6 — pump unit to the tank with a hot antiseptic; 7 — pump unit to the tank with a cold antiseptic

После этого нажимная плита опускается вместе с крышкой, закрепленной на штоках гидроцилиндров, ванна закрывается. Одновременно заготовка вместе с сеткой поджигаются.

Для снижения тепловых потерь крышка рабочей ванны дополнительно фиксируется шестью зажимами.

Далее в рабочую ванну 5 по трубопроводу из емкости с горячим антисептиком 1 заливается предварительно нагретый до 130 °С антисептик ЖТК и по соседнему трубопроводу антисептик обратно перекачивается в емкость 1, при этом температура антисептика снижается (см. рис. 4). Во время циркуляции антисептика через емкость 1 жидкость постоянно подогревается четырьмя ТЭНами мощностью 3,75 кВт каждый.

Циркуляция продолжается до тех пор, пока температуры в рабочей ванне 5 и емкости с горячим антисептиком 1 не сравняются. Схема установки СПК-1М представлена на рис. 4.

Как только температура в рабочей ванне достигла 130 °С, циркуляция временно прекращается за счет срабатывания электро-контактного термометра, установленного в рабочей ванне. Если температура или уровень антисептика в рабочей ванне 5 падают, включается насосный агрегат 6 и за счет автоматической регулировки скорости циркуляции горячего антисептика его температура в рабочей ванне и уровень восстанавливаются. Обязательным условием является поддержание такого уровня антисептика в рабочей ванне, чтобы шпальная заготовка была полностью погружена в маслянистый антисептик. Сушка является самой продолжительной операцией технологического процесса получения модифицированной древесины совмещенным способом на опытной установке СПК-1М. Длительность сушки зависит от начальной влажности заготовки древесины, ее температуры и температуры жидкости. Продолжительность процесса сушки, включая нагрев заготовки, при поддержании температуры в рабочей ванне 5–120 °С составит в среднем 30–35 ч.

После того, как температура в центре заготовки достигнет 100 °С, а на поверхности — порядка 120 °С, начинается процесс испарения влаги из середины заготовки. Продолжительность этапа сушки составляет порядка 42 ч. На этом процесс сушки заканчивается.

Следующая операция технологического процесса — пропитка. Пропитка шпальных заготовок на лабораторной установке СПК-1М осуществляется способом горяче-холодных ванн. Способ пропитки в горяче-холодных ваннах заключается в том, что при прогреве в ванне с горячим антисептиком происходит расширение и частичное удаление воздуха и паров воды. Далее следует быстрое погружение прогретой древесины в холодный раствор анти-

септика, вызывающее сжатие паровоздушной смеси, оставшейся в клетках древесины, и образование в них вакуума 0,005–0,008 МПа, который, совместно с действием капиллярных сил, обеспечивает введение антисептика при атмосферном давлении.

Антисептик находящийся в холодной ванне 3, предварительно подогретый до температуры 40 °С, закачивается в рабочую ванну 5 по трубопроводу насосным агрегатом 7, одновременно с этим горячий антисептик выкачивается из рабочей ванны 5 в емкость для горячего антисептика 1 (см. рис. 4). При этом датчиками уровня антисептика в рабочей ванне контролируется, чтобы уровень антисептика не опустился ниже высоты заготовки, чтобы не произошло всасывание заготовкой воздуха. В процессе, когда горячий антисептик выкачивается из рабочей ванны, а холодный закачивается, происходит незначительное перемешивание горячего и холодного антисептика, это не влияет на качество и глубину пропитки.

Время слива горячего антисептика и залива холодного антисептика должно быть не более 5 мин.

Пропитка проходит по следующей методике: горячая жидкость замещается холодной в течение 5 мин, далее следует выдержка древесины в холодной жидкости в течение 4 ч.

Весь цикл пропитки методом горяче-холодных ванн составляет 4 ч в автоматическом режиме.

Одноосное равномерное прессование является завершающей операцией технологического процесса производства модифицированной древесины совмещенным способом на опытной установке СПК-1М. Процесс прессования осуществляется за счет механического воздействия нажимной плиты на заготовку. Одноосное прессование по возможности совмещается с сушкой на завершающем этапе всего совмещенного процесса получения модифицированной древесины. Усилие прессования контролируется по манометру, воздействие на древесину осуществляется ступенчато. На первой стадии прессования создается давление на заготовку 60 кгс/см² по манометру, через 60 мин увеличивают давление нажимной плиты до 100 кгс/см² по манометру. На второй стадии поднимают давления до 140 кгс/см² через 120 мин с момента начала процесса и по завершении 3 ч происходит выход на рабочее давление 160 кгс/см². По истечении одного часа процесс прессования переходит на третью стадию. На данной стадии (завершающей) давление сбрасывается до 140 кгс/см², после 120 мин — до 40 кгс/см², и через 60 мин стрелка манометра опускается на ноль. Процесс прессования сопровождается сушкой при температуре в рабочей ванне 120 °С. После завершения прессования циркуляция горячего антисептика прекращается и заготовка остывает в рабочей ванне в течение 10–12 ч.

Результаты и обсуждение

В таблице представлены сравнительные характеристики показателей физико-механических свойств шпальных заготовок из модифицированной древесины и древесины сосны.

Сравнительные характеристики показателей физико-механических свойств древесины сосны и модифицированной древесины

Comparative characteristics indicators of physical and mechanical properties of pine wood and modified wood

Наименование показателей физико-механических свойств материала	Шпальная заготовка	
	из древесины сосны	из модифицированной древесины
Плотность материала, кг/м ³	520	750
Влажность, %	22	22
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	36	62
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	70	90

Ранее проводимые исследования физико-механических свойств модифицированной древесины, полученной способом самопрессования [9–11], позволяют предположить, что повышение плотности за один цикл возможно на 150–200 кг/м³.

Технология и оборудование для производства заготовок опор линий электропередач (ЛЭП) длиной 8 и 12 м существенно отличается от технологии производства шпал. При производстве опор ЛЭП в качестве сырья используются оцилиндрованные заготовки мягких лиственных пород (береза, осина, ольха) длиной не более 8 м и хвойных пород (сосна, ель) длиной не более 12 м, диаметр заготовок 25 см [12, 13].

Первая операция технологического процесса производства заготовок опор ЛЭП – сушка. Сушка оцилиндрованных бревен проводится в опытно-экспериментальной вакуумной установке УСВЧ В-01 объем загрузки которой составляет 6,3 м³ 8-метровых заготовок в количестве 12 шт. и 7,1 м³ 12-метровых заготовок. 3D-модель установки УСВЧ В-01 для сушки древесины представлена на рис. 5. Продолжительность сушки заготовок составляет порядка 10 ч. Разряжение воздуха в камере позволяет ускорить процесс сушки за счет перемещения насыщенного влагой воздуха в ресивер. Сушка проводится до достижения влажности 4–6 % в центре заготовки. Далее высушенные цилиндрические заготовки перемещают тельфером или кран-балкой на участок зааталкивания в обойму (трубу) диаметром 22 см.

Разрез опытно-экспериментальной вакуумной установки УСВЧ В-01 представлен на рис. 6.



Рис. 5. 3D-модель установки УСВЧ В-01
Fig. 5. 3D-model of installation USVCH V-01

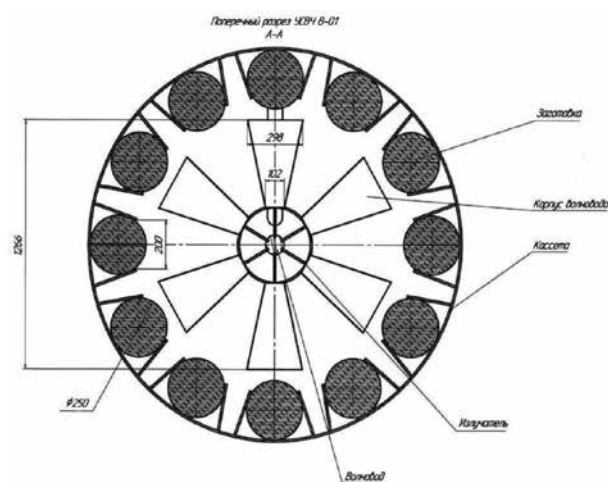


Рис. 6. Вид в разрезе опытно-экспериментальной вакуумной установки УСВЧ В-01
Fig. 6. View in section of the experimental vacuum unit USVCH V-01

Вторая технологическая операция — заталкивание заготовок через конус — осуществляется для четырех бревен одновременно, бревна предварительно смазаны маслянистым антисептиком ЖТК по всей поверхности (кроме торцов) для снижения сопротивления при трении о стенки обоймы. Заталкивание заготовок в обойму для четырех бревен осуществляется одновременно, операция занимает по времени в среднем 1 ч.

Третья, самая длительная технологическая операция – вымачивание. Заготовки в обойме в количестве 12 и более штук (24, 36, 48 и т. д.) кран-балкой погружаются в открытый бассейн с подогретой водой, где происходит равномерное (по всему объему) вымачивание заготовок. Снаружи по всей поверхности обоймы в шахматном порядке насверлены отверстия диаметром 10 мм для проникновения воды не только через торцы бревна вдоль волокон, но и что бы вода проникала поперек волокон. Длительность вымачивания в зависимости от длины заготовки составляет 3–5 суток. Для ускорения

процесса вымачивания вода в бассейне периодически подогревается (метод горяче-холодных ванн). При нахождении древесины в воде происходит ее объемное разбухание при водопоглощении.

Объем бревна увеличивается на 10–15 %, а металлическая обойма этого сделать не позволяет, происходит поверхностное самопрессование. Плотность бревна повышается на 10–15 %. Теоретически можно рассчитать, что при начальной плотности березового бревна 550–600 кг/м³ после одного цикла самопрессования плотность станет 650–700 кг/м³, т. е. достигнет плотности древесины твердых лиственных пород (дуб, ясень, клен) [14–16].

Четвертая операция технологического процесса — это сушка и пропитка заготовки вместе с обоймой в маслянистом антисептике ЖТК. Сушка заготовок в количестве 12 штук осуществляется в герметичной теплоизолированной ванне при температуре сушильного агента (маслянистого антисептика ЖТК) 120 °С. Температура антисептика поддерживается за счет его циркуляции через емкость, в которой установлены ТЭНы. Процесс сушки длится порядка 25 ч с момента достижения температуры антисептика в ванне 120 °С.

После того как заготовка высохла и пропиталась антисептиком ее перемещают кран-балкой на участок заталкивания, где бревно извлекают из обоймы с помощью горизонтального гидроцилиндра и наставок.

Прогнозируемый срок службы опоры ЛЭП из модифицированной древесины составляет от 30 до 50 лет.

Выводы

- 1) создана и испытана установка СПК-1М для получения заготовок для шпал широкой колеи из модифицированной древесины совмещенным способом;
- 2) полученные шпальные заготовки соответствуют ГОСТ Р 56879–2016 «Древесина модифицированная. Заготовки для шпал и столбов ЛЭП»;
- 3) разработаны технология и аппаратурное оформление получение опор ЛЭП из модифицированной древесины способом самопрессования.

Материалы исследований, представленные в данной статье получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 11.3960.2017/4.6.

Список литературы

- [1] Growth characteristics and wood properties of 26-year-old *Eucalyptus alba* planted in Indonesia / I. Wahyudi, F. Ishiguri, K. Makino, J. Tanabe, L. Tan, A. Tuhumury, K. Iizuka, S. Yokota // International Wood Products Journal, 2015, no. 6, pp. 84–88. DOI: 10.1179/2042645315Y.0000000003

- [2] Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (*betula papyrifera*) / S. Lekounougou, D. Kocaefe, N. Oumarou, Y. Kocaefe, S. Poncsak // *International Wood Products Journal*, 2011, v. 2, no. 2, pp. 101–107.
- [3] Tshabalala M.A., McSweeney J.D., Rowell R.M. Peat treatment of wet wood fiber: a study of the effect of reaction conditions on the formation of furfurals // *Wood Material Science and Engineering*, 2012, v. 7, no. 4, pp. 202–208.
- [4] Sandberg D., Haller P., Navi P. Thermo-hydro and thermo-hydro-mechanical wood processing: an opportunity for future environmentally friendly wood products // *Wood Material Science and Engineering*, 2013, v. 8, no. 1, pp. 64–88.
- [5] Poncsak S., Kocaefe D., Younsi R. Improvement of the heat treatment of jack pine (*pinus banksiana*) using thermowood technology // *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2011, v. 69, no. 2, pp. 281–286.
- [6] Hanhijärvi A. Deformation properties of Finnish spruce and pine wood in tangential and radial directions in association to high temperature drying. Part II. Experimental results under constant conditions (viscoelastic creep) // *Holz als Roh- und Werkstoff*, 1999, v. 57, pp. 365–372.
- [7] Shamaev V. Teoretické a praktické aspekty chemiko-mechaniky modifikácie dreva mčovinou // «*Unterprogress'87*», zborník prednásk. Bratislava, 1989, pp. 206–209.
- [8] Shamaev V. Modifikácia drewna samopressovaniem // «*Modifikacja drewna*» Mater.VII Sympozium, Poznan: WRZES, 1989, pp. 173–178.
- [9] Деревянная шпала. Пат. 2400587 Российская Федерация, МПК⁷ В 27 К 3/02. / Шамаев В.А., Медведев И.Н., Овчинников, В.С. Кондратюк В.А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Лигнум, ФГУП Государственный научный центр лесопромышленного комплекса. № 2009128286/12; заявл. 21.07.2009; опубл. 27.09.2010. Бюл. № 27. 2 с.
- [10] Шамаев В.А., Медведев И.Н. К вопросу модифицирования древесины для производства столбов ЛЭП // Матер. Межд. научн.-техн. конф. «Актуальные проблемы фундаментальных исследований воспроизводства и переработки природных полимеров» Воронеж, ВГЛТА, 17–21 марта 2014 г. Воронеж: ВГЛТА, 2014. С. 192–197.
- [11] Способ получения модифицированной древесины. Пат. 2391202 Российская Федерация, МПК⁷ В 27 К 3/02. / Шамаев В.А., Медведев И.Н., Рахманов В.Г., Долгих Е.А., заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Воронежская государственная лесотехническая академия. № 2009108587/12; заявл. 26.03.2007; опубл. 10.06.2010. Бюл. № 27. 2 с.
- [12] Способ получения модифицированной древесины. Пат. 2346809 Российская Федерация, МПК⁷ В 27 К 3/02. / В. А. Шамаев, И. Н. Медведев, В. В. Златоустовская, А. И. Анучин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Лигнум. № 2007112593/04; заявл. 04.04.2007; опубл. 20.02.2009. Бюл. № 5. 2 с.
- [13] ГОСТ Р 56879-2016 Древесина модифицированная. Заготовки для шпал и столбов ЛЭП. Технические условия. Введ. 11.01.2016. Приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.01.2016 г. № 86. М., 7с.
- [14] Шамаев В.А. Медведев И.Н., Шакирова О.И. Деформирование древесины при равномерном сжатии с одновременной сушкой // *Лесотехнический журнал*, 2012. № 2. С. 15–21.
- [15] Шамаев В.А. Получение модифицированной древесины химико-механическим способом и исследованием ее свойств // *Лесотехнический журнал*, 2015. № 4, С. 113–116.
- [16] Sandak A., Sandak J., Allegretti O. Quality control of vacuum thermally modified wood with near infrared spectroscopy // *Vacuum*, 2015, v. 114, pp. 44–48.

Сведения об авторе

Медведев Илья Николаевич — канд. техн. наук, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова, medved-vrn82@mail.ru

Поступила в редакцию 16.02.2018.

Принята к публикации 31.07.2018.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF BLANKS OF RAILWAY SLEEPERS AND ELECTRIC POWER PYLONS FROM MODIFIED WOOD

I.N. Medvedev

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazev st., 394087, Voronezh, Russia

medved-vrn82@mail.ru

Modified wood is widely used in various industries. Currently in Russia for the manufacture of wooden railway sleepers and power transmission poles (power lines) the softwood purchased from logging companies in the Northern Urals and Siberia is used. At the same time sleepers and power pylons from wood of coniferous breeds have not high strength and operational characteristics and consequently they have small service life. Earlier developed technology did not allow receive railway sleepers of a wide gauge and power pylons from the modified wood with the improved operational characteristics. We developed and tested the technology and processing equipment of production in the combined way of railway sleepers of a wide gauge from the modified wood on the СИК-1М pilot plant. Production of blanks for sleepers and transmission pylons made of soft hardwood and softwood is based on three technological operations (drying, impregnation and pressing). In the production of blanks for sleepers, uniform uniaxial compression was applied. In the production of transmission towers we used a wood self-pressing method. By means of modification of wood by drying, impregnation and pressing, it is possible to increase physical and mechanical properties of preparations for cross ties and power pylons. The technology of obtaining transmission pylons 8 and 12 meters long, compared with sleeper technology has a greater number of technological operations and is energy-intensive. The main indicators of physical and mechanical properties of the modified wood obtained sleeper blanks are the density 750 kg/m³, humidity of 22 %, tensile strength at compression along fibres timber 62 MPa impact toughness 4,73 j/cm². For power transmission towers made of modified wood an important indicator is the tensile strength at static bending, which is equal to 90 MPa.

Keywords: modified wood, technology, technological equipment, sleepers, transmission line supports

Suggested citation: Medvedev I.N. *Razrabotka tekhnologii i oborudovaniya dlya polucheniya zagotovok shpal i opor liniy elektroperedach iz modifitsirovannoy drevesiny* [Development of technology and equipment for the production of blanks of railway sleepers and electric power pylons from modified wood]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 6, pp. 102–109. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-102-109

References

- [1] Wahyudi I., Ishiguri F., Makino K., Tanabe J., Tan L., Tuhumury, A., Iizuka K., Yokota S. Growth characteristics and wood properties of 26-yearold *Eucalyptus alba* planted in Indonesia. *International Wood Products Journal*, 2015, no. 6, pp. 84–88. DOI: 10.1179/2042645315Y.0000000003
- [2] Lekounougou S., Kocaefe D., Oumarou N., Kocaefe Y., Poncsak S. Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (*Betula papyrifera*). *International Wood Products Journal*, 2011, t. 2, no. 2, pp. 101–107.
- [3] Tshabalala M.A., McSweeney J.D., Rowell R.M. Peat treatment of wet wood fiber: a study of the effect of reaction conditions on the formation of furfurals. *Wood Material Science and Engineering*, 2012, t. 7, no. 4, pp. 202–208.
- [4] Sandberg D., Haller P., Navi P. Thermo-hydro and thermo-hydro-mechanical wood processing: an opportunity for future environmentally friendly wood products. *Wood Material Science and Engineering*, 2013, t. 8, no. 1, pp. 64–88.
- [5] Poncsak S., Kocaefe D., Younsi R. Improvement of the heat treatment of jack pine (*Pinus banksiana*) using thermowood technology. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2011, t. 69, no. 2, pp. 281–286.
- [6] Hanhijärvi A. Deformation properties of Finnish spruce and pine wood in tangential and radial directions in association to high temperature drying. Part II. Experimental results under constant conditions (viscoelastic creep). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 1999, t. 57, pp. 365–372.
- [7] Shamaev V. Teoretické a praktické aspekty chemiko-mechaniky modifikácie dreva mocovinou. «Unterprogres' 87», zbornik prednasok, Bratislava, 1989, pp. 206–209.
- [8] Shamaev V. Modifikácia drewna samopressowaniem // «Modifikacja drewna» Mater. VII Sympozium, Poznan: WRZES, 1989, pp. 173–178.
- [9] Shamaev V.A., Medvedev I.N., Ovchinnikov, V.S. Kondratyuk V.A. Derevyannaya shpala [Wooden sleeper] Pat 2400587 Russian Federation, MPK7 B 27 K 3/02, applicant and patent holder Lignum Limited Liability Company, Federal State Unitary Enterprise State Research Center of the Timber Industry Complex. No. 2009128286/12, declare 07/21/2009, publ. September 27, 2010, bul. № 27, 2 p.
- [10] Shamaev V.A., Medvedev I.N. *K voprosu modifitsirovaniya drevesiny dlya proizvodstva stolbov LEP* [On the issue of wood modification for the production of power transmission poles] Mater. Int. scientific-tech. konf «Actual problems of fundamental research of reproduction and processing of natural polymers». Voronezh, VGLTA, 17–21.03.2014. Voronezh: VGLTA, 2014. pp. 192–197.
- [11] Shamaev V.A., Medvedev I.N., Rakhmanov V.G., Dolgikh E.A. *Sposob polucheniya modifitsirovannoy drevesiny* [A method for producing modified wood]. Pat 2391202 Russian Federation, MPK7 B 27 K 3/02., applicant and patent holder of Voronezh State Forestry Academy, no. 2009108587/12, declare March 26, 2007, publ. 06/10/2010, bul. № 27, 2 p.

- [12] Shamaev V.A., Medvedev I.N., Zlatoustovskaya V.V., Anuchin A.I. *Sposob polucheniya modifitsirovannoy drevesiny* [A method for producing modified wood]. Pat 2346809 Russian Federation, MPK7 B 27 K 3/02., applicant and patent holder Lignum Limited Liability Company, no. 2007112593/04, declare 04/04/2007, publ. February 20, 2009, bul. № 5, 2 p.
- [13] *GOST R 56879-2016 Drevesina modifitsirovannaya. Zagotovki dlya shpal i stolbov LEP. Tekhnicheskie usloviya* [GOST R 56879–2016 Modified wood. Blanks for sleepers and power lines poles. Technical conditions]. Enter 01.11.2016 Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology from 29. 01. 2016, № 86, М., 7 p.
- [14] Shamaev V.A. Medvedev I.N., Shakirova O.I. *Deformirovanie drevesiny pri ravnomernom szhatii s odnovennoy sushkoy* [Wood deformation under uniform compression with simultaneous drying] *Forest Engineering Journal*, 2012, no. 2, pp. 15–21.
- [15] Shamaev V.A. *Poluchenie modifitsirovannoy drevesiny khimiko-mekhanicheskim sposobom i issledovaniem ee svoystv* [Production of modified wood by chemical-mechanical method and the study of its properties] *Lesotekhnicheskiy zhurnal* [Forest Engineering Journal], 2015, no. 4, pp. 113–116.
- [16] Sandak A., Sandak J., Allegretti O. Quality control of vacuum thermally modified wood with near infrared spectroscopy. *Vacuum*, 2015, v. 114, pp. 44–48.

Author's information

Medvedev Il'ya Nikolaevich — Cand. Sci. (Tech.), Junior Research Scientist of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, medved-vrn82@mail.ru

Received 16.02.2018.

Accepted for publication 31.07.2018.