

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА  
НА ОСНОВЕ МАЛОЦЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД  
ДЛЯ МОСТОВ НА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**  
PROSPECTS FOR THE USE OF STRUCTURAL MATERIAL BASED ON LOW-VALUE  
SOFT HARDWOOD WOOD FOR BRIDGES ON HARVESTING ROADS

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, ст. преподаватель каф. Промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

**Воротников Д.А.**, студент 2го курса лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, elder teacher of the kaf. Industrial transport construction and geodesy FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh.

**Vorotnikov D.A.**, 2<sup>nd</sup> year student of the forestry faculty FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh.

**Аннотация.** Россия имеет значительные запасы малоценной древесины мягких лиственных пород (береза, осина, ольха, тополь), которые практически не перерабатываются, древесина сгнивает в лесу и на нижних складах. Дерево представляет собой хороший и широко распространенный строительный материал [1]. Благодаря значительной прочности, малому объемному весу, легкости обработки, простоте изготовления и сборки конструкций, дерево издавна используют для строительства мостов. В настоящее время, несмотря на широкое распространение железобетонных мостов, в богатых лесом северных и восточных районах России на лесовозных дорогах деревянные мосты могут оказаться весьма целесообразными. Но деревянные мосты имеют ряд значимых недостатков: малый срок службы, подвержены гниению, не огнестойкие, не соответствуют требованиям пропуска современных нагрузок.

Для обеспечения безопасной и бесперебойной транспортировки леса на лесовозных дорогах, при строительстве мостов особое внимание необходимо уделить конструкционному материалу для строительства. Предлагаемый конструкционный материал на основе малоценной древесины мягких лиственных пород, имеет высокие эксплуатационные характеристики. Для повышения эксплуатационных характеристик древесину необходимо пропитать – придав ей нужные свойств и спрессовать – повысив тем самым плотность, твердость и прочность. Нами разработана технология, совмещающая три основные технологические операции модификации древесины: пропитку, прессование и сушку, позволяя при этом получить конструкционный материал, с повышенными

эксплуатационными характеристиками [2, 3], подходящем для изготовления несущих опор, а также балок деревянных мостов на лесовозных автомобильных дорогах.

**Summary.** Russia has significant reserves of low-value soft deciduous wood (birch, aspen, alder, poplar), which are practically not processed, the wood rots in the forest and in the lower warehouses. Wood is a good and widespread building material. Due to the significant strength, low volume weight, ease of processing, ease of manufacturing and assembly of structures, wood has long been used for the construction of bridges. At present, despite the widespread use of reinforced concrete bridges, in the forest-rich northern and eastern regions of Russia, wooden bridges can be very useful on logging roads. But wooden bridges have a number of significant drawbacks: they have a short service life, are subject to rot, are not fire-resistant, and do not meet the requirements for passing modern loads.

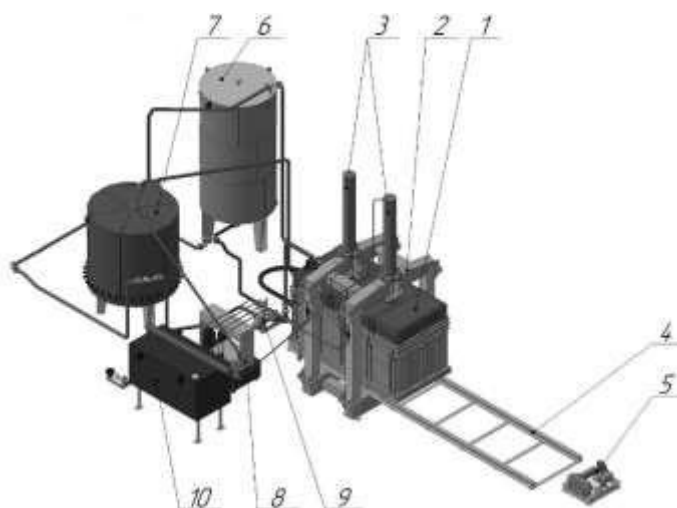
In order to ensure the safe and uninterrupted transport of timber on logging roads, special attention should be paid to the construction material for the construction of bridges. The proposed construction material is based on low-value soft hardwood, has high performance characteristics. To improve the performance of the wood, it is necessary to impregnate it-giving it the desired properties and compress it-thereby increasing the density, hardness and strength. We have developed a technology that combines three main technological operations of wood modification: impregnation, pressing and drying, while allowing us to obtain a structural material with increased performance characteristics, suitable for the manufacture of load-bearing supports, as well as beams of wooden bridges on logging roads.

**Ключевые слова:** конструкционный материал, малоценная древесина, мост, улучшение свойств, эксплуатационные характеристики, технология, совмещение, технологическая операция, пропитка, прессование, сушка.

**Keywords:** construction material, low-value wood, bridge, improvement of properties, performance characteristics, technology, combination, technological operation, impregnation, pressing, drying.

Разработанная технология получения конструкционного материала на основе малоценной древесины мягких лиственных пород (береза, осина, ольха, тополь), совмещает три технологические операции: пропитка, прессование и сушка [4-8]. Полученный конструкционный материал предлагается применять для изготовления несущих опор, а также балок конструкций деревянных мостов для лесовозных автомобильных дорог. Для реализации технологии в настоящее время разработан и изготовлен в металле сушильно-прессовый комплекс СПК-5М. Сушильно-прессовый комплекс СПК-5М является сборно-разборным, это позволяет его транспортировать автомобильным или железнодорожным транспортом, при этом организовать производство конструкционного материала возможно непосредственно в районе строительства лесовозной автомобильной дороги. Сырьевая база малоценной древесины мягких лиственных пород развита практически в любом районе, где ведётся заготовка леса.

Основные составляющие узлы и агрегаты сушильно-прессового комплекса СПК-5М представлены на рисунке 1. Для работы комплекса необходима оснастка, состоящая из кассеты – 1шт., и комплекта пресс-форм – 4шт., в которые укладываются заготовки.



1 – теплоизолированная сушильно-прессовая ванна СПВ-16; 2 – силовая рама;  
 3 – гидроцилиндры; 4 – рельсовый путь; 5 – электрическая лебедка; 6 – емкость для  
 холодного антисептика; 7 – теплоизолированная емкость с встроенными тепло  
 электронагревателями для горячего антисептика; 8 – гидростанция; 9 – насосные агрегаты;  
 10 – теплообменник для конденсации паров из ванны

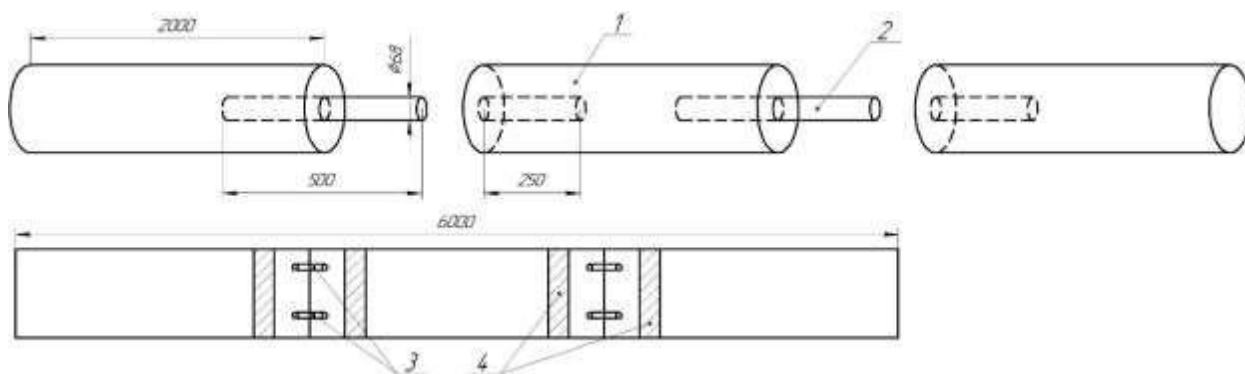
**Рисунок 1.** 3D модель сушильно-прессового комплекса СПК-5М

Физико-механические свойства конструкционного материала, полученного совмещенным способом представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Физико-механические свойства получаемого конструкционного материала

Наименование показателей	Величина	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	900	800
Влажность, %	25	25
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, Мпа	115	110
Влагопоглощение за 30 сут., %	11	11
Объемное разбухание при влагопоглощении за 30 сут., %	32,8	13,8

Мосты на лесовозных автомобильных дорогах в зависимости от длины разделяют на малые, длиной до 25 м, средние 25 – 100 м, и большие, длиной более 100 м [9]. Исходя из этого для несущих конструкций деревянных мостов необходимы детали (сваи, балки, пролеты) длиной не менее 12м. Разработана схема сращивания заготовок цилиндрического сечения и прямоугольного сечения, схемы представлены на рисунке 2. Сращивание осуществляется путем соединения заготовок между собой при помощи нагеля из древесины бракованных заготовок диаметром 68 мм + 1мм.



1 – 2-х метровая заготовка; 2- нагель; 3 – скобы; 4 – фиксирующий бандаж

**Рисунок 2.** Схема сращивания заготовок

Мосты, построенные из конструкционного материала, полученного по предлагаемой технологии будут значительно превосходить по сроку службы, допустимым нагрузкам, огне-био стойкости мосты, построенные из древесины сосны, ели и других пород. Не решенным до конца остается вопрос формостабильности материала, но авторами [10] предложены варианты придания ему стабильности формы и геометрических размеров.

#### Список литературы

1. Щелокова, Т.Н. Современные тенденции улучшения свойств древесины и деревянных строительных конструкций / Т.Н. Щелокова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород – 2018. - №6. – С. 39-45.
2. Шамаев, В. А. Модифицирование древесины : монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. Гос. Бюджет. Образоват. Учреждение высш. Проф. Образования «Воронеж. Гос. Лесотехн. Акад.». – М. : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 448 с.
3. Шамаев, В. А. Wood Modification by Pressing / V. A. Shamaev, D. A. Parinov, I. N. Medvedev // Engineering Studies. – 2018. – Vol. 10, Issue 3 (2). – pp. 708-717.
4. Lekounougou S., Kocaeffe D., Oumarou N., Kocaeffe Y., Poncsak S. Effect of thermal modification on mechanical properties of canadian white birch (*betula papyrifera*), International Wood Products Journal. 2011. Vol. 2. P. 101-107.
5. Tshabalala M.A., McSweeny 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. Vol. 7. №4. P. 202-208.
6. Медведев, И.Н. Разработка технологии оборудования для получения заготовок шпал и опор линий электропередач из модифицированной древесины / И.Н. Медведев // Леснойвестник / Forestry Bulletin, МГТУим. Н.Э. Баумана, М.: 2018. Т. 22. № 6. С. 102–109.
7. Шамаев В.А. Производство модифицированной древесины / О.И. Шакирова, О.А. Куницкая // Леспром информ 2018. №5 (135). С. 92-96.
8. Шамаев, В. А.Получение модифицированной древесины с высокими прочностными свойствами / В.А. Шамаев // ИВУЗ. «Лесной журнал», Архангельск – 2005. № 6. – С. 89-93.

9. Гаскин В.В. Деревянные мосты : учебное пособие / В.В. Гаскин, И.А. Иванов – Иркутск: ИрГУПС. 2005. – 172 с.
10. Analysis of the influence of cardanol content on the properties of phenol-cardanol-formaldehyde novolac resins / O. F. Shishlov, S. A. Dozhdikov, V. V. Glukhikh, O. V. Stoyanov // Polymer Science, Series D. Glues and Sealing Materials. – 2014. – Vol. 7. – № 1. – P. 61-64.

#### References

1. Shchelokova, T. N. Modern trends in improving the properties of wood and wooden building structures / T. N. Shchelokova // Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov, Belgorod-2018. – No. 6. – pp. 39-45.
2. Shamaev, V. A. Modification of wood: monograph / V. A. Shamaev, N. S. Nikulina, I. N. Medvedev; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federation, Federal State budget. Educated. Institution of higher Prof. education “ Voronezh. State forest engineering. Akad. “ – Moscow: FLINTA : Nauka, 2013. – 448 p.
3. Shamaev, V. A. Modification of wood by pressing / V. A. Shamaev, D. A. Parinov, I. N. Medvedev // Engineering research. – 2018. – Volume 10, Issue 3 (2). – pp. 708-717.
4. Lekunougu S., Kokaefe D., Umaru N., Kokaefe Yu., Ponchak S. The effect of thermal modification on the mechanical properties of Canadian white birch (betula papyrifera), International Wood Products Journal. 2011. Vol. 2. Pp. 101-107.
5. Tshabalala M. A., McSweeney J. D., Rowell R. M. Peat treatment of wet wood fiber: investigation of the effect of reaction conditions on furfural formation. Materials science and wood engineering. 2012. Volume 7. No. 4. P. 202-208.
6. Medvedev, I. N. The development of technology and equipment for the production of blanks of sleepers and pylons of impregnated wood / I. N. Medvedev // high energy physics / energy physics, MGTU im. N.Uh. Bauman, M., 2018. T. 22. No. 6. P. 102-109.
7. Shamaev V. A. Production of modified wood / O. I. Shakirova, O. A. Kunitskaya // Lesprom inform 2018. No. 5 (135). Pp. 92-96.
8. Shamaev, V. A. Obtaining modified wood with high strength properties [Text] / V. A. Shamaev // IVOZ. “Lesnoy zhurnal”, Arkhangelsk-2005, no. 6. – pp. 89-93.
9. Gaskin V. V. Wooden bridges : Textbook / V. V. Gaskin, I. A. Ivanov-Irkutsk: IrGUPS. 2005. – 172 p.
10. Analysis of the influence of cardanol content on the properties of phenol-cardanol-formaldehyde novolac resins / O. F. Shishlov, S. A. Dozhdikov, V. V. Glukhikh, O. V. Stoyanov // Polymer Science, series D. Adhesives and sealing materials. – 2014. – Vol. 7. – No. 1. – p. 61-64.