

УДК 674.047

Д. П. Бабич, И. К. Божелко, В. Б. Снопков

Белорусский государственный технологический университет

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ
И ВЛАЖНОСТИ ЯДРОВОЙ И ЗАБОЛОННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ШПАЛАХ**

В результате исследования влажности свежеспиленной древесины сосны было установлено, что показатели влажности ядровой и заболонной древесины сильно отличаются. Ядровая древесина имеет среднюю влажность 29,0% при изменении ее в диапазоне от 24,9 до 32,7%. Показатели заболонной древесины более высокие (94,0–153,1%). Влажность спелодревесной породы древесины (ели) изменяется по диаметру бревна аналогично. Заболонная древесина ели имеет влажность в диапазоне от 80 до 170%, в то время как содержание воды в спелой древесине составляет 30,9–48,9%.

Выполнена оценка относительного содержания, а также определен характер распределения ядровой и заболонной древесины по объему шпал. Показано, что чем больше диаметр бревен, из которых выпиливаются шпалы, тем выше доля ядровой древесины в объеме шпал. Так, например, в шпалах, полученных из бревен наиболее часто встречающихся диаметров (30–32 и 34–36 см), доля ядровой древесины составляет 72,0–77,5%, заболонной – 22,5–28,0%. Использование для производства шпал сырья больших диаметров (38–48 см) позволяет увеличить долю ядровой древесины в шпалах до 92,8–95,7%.

Анализ расположения заболонной древесины в объеме шпал показал, что она располагается, главным образом, около боковых поверхностей. В местах, примыкающих к пластикам, преобладает ядровая древесина. Средневзвешенная толщина заболонной древесины около боковых поверхностей в большинстве случаев не превышает 50 мм и лишь при выпиливании шпал из бревен диаметром 26–28 см она может быть больше.

Разработаны рекомендации по формированию штабелей для камерной сушки шпал.

Ключевые слова: шпала, камерная сушка, ядро, спелая древесина, заболонь, влажность.

D. P. Babich, I. K. Bozhelko, V. B. Snopkov

Belarusian State Technological University

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF MOSTURE CONTENT
AND SHARE OF HARTWOOD AND SAPWOOD IN SLEPERS**

As a result of the study of the moisture content of freshly-sawed pine wood, it was found that the moisture content of heart and sapwood is very different. The heart wood has an average moisture content of 29.0% with a range from 24.9 to 32.7%. The sapwood has a significantly higher moisture content (94.0–153.1%). The moisture content of the spruce wood varies through the diameter of the cant similarly. Spruce wood has a moisture content from 80 to 170%, while the water content in the heart wood is 30.9–48.9%.

The relative content was assessed, and the distribution of heart and sapwood in the volume of sleepers was determined. It is shown that the greater the diameter of logs from which the sleepers are sawed, the higher the proportion of heart wood in the volume of sleeper. So, for example, in sleepers obtained from logs of the most frequently spread diameters (30–32 and 34–36 cm), the share of heart wood is 72.0–77.5%, sapwood – 22.5–28.0%. The use of large diameter raw materials for sleepers production (38–48 cm) makes it possible to increase the share of heart wood in sleepers to 92.8–95.7%.

Analysis of the location of sapwood in the sleepers showed that it is located mainly near the side surfaces. In places adjacent to the faces, heart wood predominates. Average thickness of sapwood near the side surfaces in most cases does not exceed 50 mm and it can be greater only for sleepers sawn from the logs with a diameter of 26–28 cm.

Recommendations on the formation of sleeper pails for kiln drying are developed.

Key words: sleepers, kiln drying, heart, mature wood, sapwood, moisture content.

Введение. В соответствии с ГОСТ 78-2014 [1] деревянные шпалы следует изготавливать из древесины сосны, ели, пихты, лиственницы, дуба и березы. В Республике Беларусь для этих целей используют, главным образом, древесину мягких хвойных пород – сосны и ели. Известно,

что сосна относится к ядровым породам, которые на поперечном разрезе ствола имеют темноокрашенную центральную зону – ядро и светлую наружную часть – заболонь [2, 3]. Ель – спелодревесная порода, у которой древесина имеет равномерную окраску по всему сечению

ствола дерева. Спелая древесина в центральной зоне и заболонь в периферийной не отличаются друг от друга по цвету.

Различие свойств заболонной и ядровой (спелодревесной) древесины создает трудности при переработке древесного сырья. Особенно они велики при проведении процессов сушки и пропитки древесины [4–7]. Как было показано ранее [8], для выпиливания шпал могут быть использованы бревна диаметром от 28 до 40 см. Естественно, что с изменением диаметра сырья изменяется содержание заболонной и ядровой древесины в объеме шпал. В этой связи представило интерес определить влажность заболонной, ядровой (у сосны) и спелой (у ели) древесины, а также характер ее распределения по сечению круглых лесоматериалов, количественно оценить относительное содержание ядровой и заболонной древесины в шпалах, выпиленных из бревен различного диаметра, определить характер распределения ядровой и заболонной древесины по объему шпал, а также по их поверхности.

Основная часть. Для определения влажности ядровой и заболонной древесины сосны в ГЛХУ «Быховский лесхоз» были отобраны бревна длиной 5,5 м, имевшие в среднем сечении диаметр 380, 330 и 286 мм. Из центральной части бревен выпиливали цилиндрические секции толщиной 40 мм. Секции раскалывали на образцы шириной 20 мм. При этом фиксировали, на каком расстоянии от края секции был расположен каждый образец и из какой древесины (ядровой или заболонной) он был

получен. Аналогичную работу проделали в отношении еловых бревен диаметром 377 и 338 мм. Влажность древесины определяли по ГОСТ 16483.7-71 [9]. Результаты определения влажности образцов, полученных из цилиндрических секций, обобщены на рис. 1 и 2 (представлены графические зависимости влажности древесины от их удаленности от края цилиндрической секции).

Анализ данных, представленных на рис. 1, свидетельствует, что показатели влажности ядровой и заболонной древесины сосны очень сильно отличаются. Ядровая древесина бревна диаметром 330 мм имеет среднюю влажность 28,1% при изменении ее в диапазоне от 24,9 до 30,2%. Соответственно, для бревна диаметром 380 мм средняя влажность составляет 28,9% (27,3–31,9%), а для бревна диаметром 286 мм – 30,0% (28,3–32,7%). Известно, что предпропиточная влажность древесины перед пропиткой под давлением масла не должна превышать 25%, а перед пропиткой водными растворами – 30% [10, 11]. Таким образом, ядровая древесина свежеспиленной сосны может подвергаться пропитке без предварительной сушки. Напротив, заболонная древесина сосны имеет очень высокую влажность, в 3–5 раз превышающую упомянутые выше требования. Так, у бревна диаметром 330 мм средняя влажность заболони составляет 142,3%, у бревен диаметром 380 мм – 94,0%, 286 мм – 153,1%. Следует отметить, что чем меньше диаметр бревна, а значит чем моложе дерево, тем больше влажность заболонной древесины.

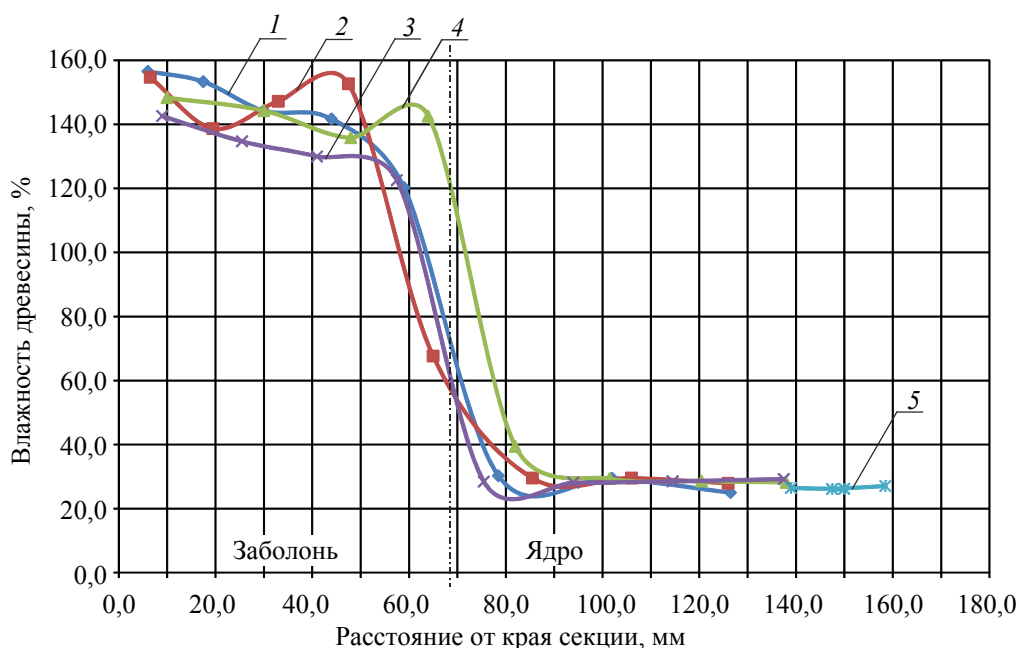


Рис. 1. Зависимость влажности сосновой древесины от расстояния от края секции:
 1 – 1-я секция; 2 – 2-я секция; 3 – 3-я секция;
 4 – 4-я секция; 5 – сердцевинная секция

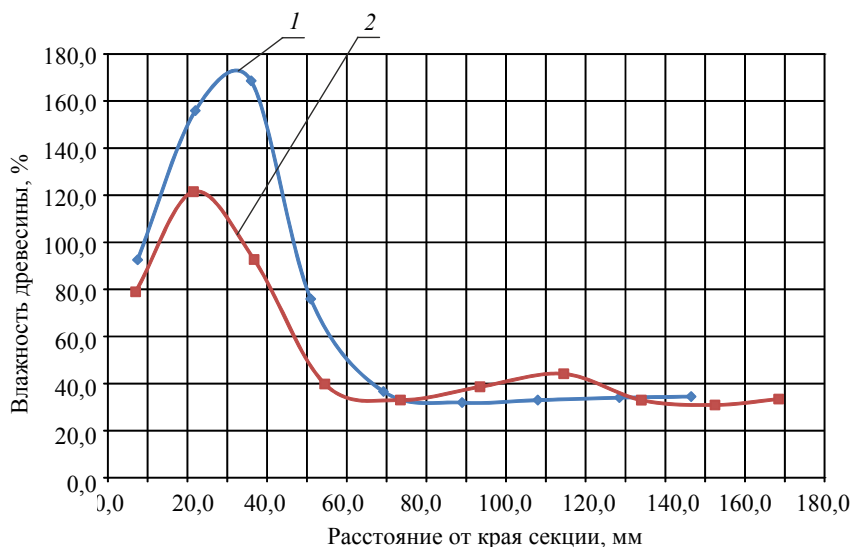


Рис. 2. Зависимость влажности еловой древесины от расстояния от края сечения:
1 – 1-я секция; 2 – 2-я секция

Интересно проследить изменение влажности древесины по диаметру бревна у спелодревесной породы древесины – ели (рис. 2). Хорошо видно, что общий характер графических зависимостей такой же, как и у древесины сосны. Заболонная древесина имеет влажность в диапазоне 80–170%, в то время как содержание воды в спелой древесине, находящейся в центральной части бревна, составляет 30,9–48,9%. Отличие состоит в том, что переход от высоких значений влажности к низким происходит более плавно, чем у сосновой древесины. Немаловажное значение имеет тот факт, что средняя влажность спелой древесины ели на 6–10 процентных пунктов больше, чем влажность ядровой древесины сосны и составляет в среднем 35–40%. Это несколько выше, чем значение влажности древесины, указанное в ГОСТ 20022.5-93 [12] для древесины, подвергаемой автоклавной пропитке. А это значит, что сушка еловых шпал должна обеспечить снижение влажности не только заболонной древесины, но и спелой.

Работы по оценке относительного содержания и определению характера распределения ядровой и заболонной древесины по объему были проведены в отношении шпал, выпиленных из сосновой древесины. Выбор породы был обусловлен тем, что у сосны ядро и заболонь сильно отличаются по цвету. В ГЛХУ «Быховский лесхоз» были отобраны 85 шпал типа II (размеры поперечного сечения $S \times b = 160 \times 230$ мм), выпиленные из бревен различного диаметра. Обмер производили в соответствии со схемой, представленной на рис. 3.

За начало координат принимали угол поперечного сечения шпалы, наименее удаленный от сердцевины. Ось абсцисс всегда была направлена

вдоль пласти шпалы, ось ординат – вдоль боковой поверхности. При обмере определяли радиус ядра (R), координаты сердцевины (x, y) и координаты точек пересечения ядра с пластинами (x_1, x_2, x_3, x_4) и боковыми поверхностями (y_1, y_2, y_3, y_4).

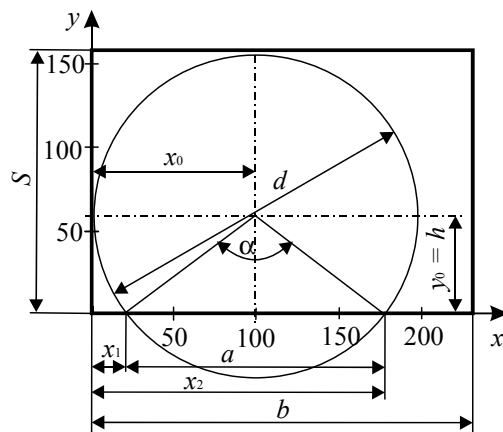


Рис. 3. Схема обмера шпал:
1 – шпала; 2 – ядровая древесина;
3 – заболонная древесина

Все отобранные шпалы были разделены на группы в зависимости от диаметра бревен, из которых они были выпилены: 26–28 см (диаметр ядра 160–180 мм), 30–32 см (диаметр ядра 185–210 мм), 34–36 см (диаметр ядра 215–235 мм), 38–42 см (диаметр ядра 240–280 мм) и 44–48 см (диаметр ядра 285–320 мм). В последней группе были выделены две подгруппы. В первую подгруппу были отнесены шпалы, выпиленные из бревен большого диаметра по одной с использованием несимметричного постава. Вторую подгруппу образовали шпалы, выпиленные симметричным поставом по 2 шт. из одного бревна.

Оказалось, что большая часть шпал выпиливается из бревен диаметром 30–32 см (35,3%) и 34–36 см (24,7%). В совокупности из бревен этих диаметров выпиливают 60% шпал. Доля шпал, полученных из бревен других диаметров, значительно меньше и составляет: 26–28 см – 12,9%; 38–42 см – 11,8%; 44–48 см (I подгруппа) – 9,4%; 44–48 см (II подгруппа) – 5,9%.

Для каждой группы (подгруппы) шпал были рассчитаны средние значения диаметра ядра (d), а также координат сердцевины (x_0 и y_0). Полученные значения внесены в табл. 1. Знание диаметра ядра и координат сердцевины дало возможность построить схемы поперечного сечения шпал, выпиленных из бревен различных диаметров. Две из них, полученные для диаметров бревен 30–32 и 34–36 мм, представлены на рис. 4 и 5. Схемы дают наглядное представление о количестве ядровой и заболонной древесины в шпалах.

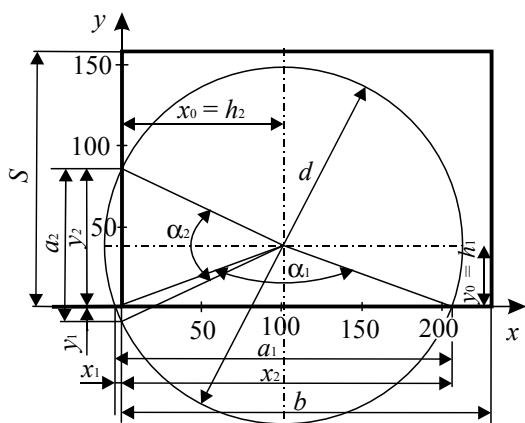


Рис. 4. Поперечное сечение шпалы, выпиленной из бревна диаметром 30–32 см: $d = 19,80$ см; $S = 16,0$ см; $b = 23,0$ см; $x_0 = 9,70$ см; $y_0 = 5,97$ см; $x_1 = 1,85$ см; $x_2 = 17,31$ см; $a = 15,46$ см; $h = 5,97$ см; $\alpha = 102,7^\circ$

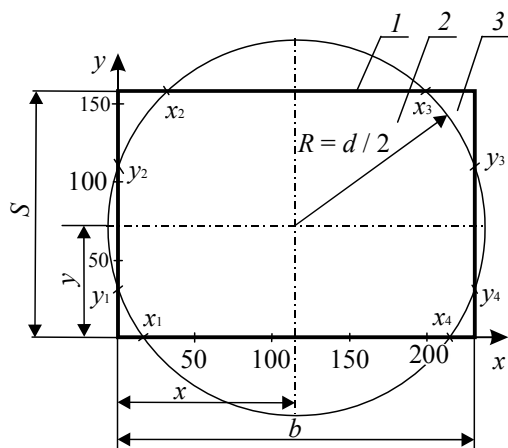


Рис. 5. Поперечное сечение шпалы, выпиленной из бревна диаметром 34–36 см: $d = 22,62$ см; $S = 16,0$ см; $b = 23,0$ см; $x_0 = 10,07$ см; $y_0 = 3,98$ см; $x_1 = -0,46$ см; $x_2 = 20,40$ см; $y_1 = -0,80$ см; $y_2 = 9,20$ см; $a_1 = 20,86$ см; $a_2 = 10,00$ см; $h_1 = 3,98$ см; $h_2 = 10,07$ см; $\alpha_1 = 134,4^\circ$; $\alpha_2 = 52,5^\circ$

Для всех полученных схем по методике, изложенной в источнике [13], были рассчитаны координаты точек пересечения ядра с пластинами и боковыми поверхностями шпал, площадь ядровой и заболонной древесины в поперечном сечении шпал. Результаты выполненных расчетов обобщены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет доли ядровой и заболонной древесины

Диаметр бревна, D, см	Количество шпал, n, шт.	Диаметр ядра, d, см	Координаты центра		Доля древесины, %	
			X_0 , см	Y_0 , см	ядровой	заболонной
26–28	11	16,91	8,82	7,00	58,6	41,4
30–32	30	19,80	9,70	5,97	72,0	28,0
34–36	21	22,62	10,08	3,98	77,5	22,5
38–42	10	26,10	9,55	5,00	92,8	7,2
44–48	8	31,31	7,69	5,13	95,7	4,3
44–48	5	29,80	10,80	0,00	76,0	24,0

Анализ данных табл. 1 показывает, что чем больше диаметр бревен, из которых выпиливаются шпалы, тем выше доля ядровой древесины в объеме шпал. Так, например, в шпалах, полученных из бревен наиболее часто встречающихся диаметров (30–32 и 34–36 см), доля ядровой древесины составляет 72,0–77,5%, заболонной – 22,5–28,0%. Использование для производства шпал сырья больших диаметров (38–48 см) позволяет увеличить долю ядровой древесины в шпалах до 92,8–95,7%. Исключения составляют шпалы, выпиленные с применением поставов по 2 шт. из бревна. У них доля ядровой древесины составляет 76,0%, заболонной – 24,0%.

Интересно проанализировать расположение заболонной древесины в объеме шпал. Как следует из рис. 4 и 5, ее место около боковых поверхностей шпал. В местах, примыкающих к пластинам, преобладает ядровая древесина. Отмеченную особенность можно использовать при проведении сушки шпал, соответствующим образом укладывая их в формируемые штабеля.

Учитывая, что большая часть влаги, содержащейся в шпалах, находится в заболонной древесине, представило интерес рассчитать средневзвешенную толщину ее слоя около боковых поверхностей шпал. Эта информация будет полезной при разработке режимов камерной сушки шпал. Результаты расчетов приведены в табл. 2. Для шпал, выпиленных из бревен диаметром 44–48 см симметричными поставами

ми, указана толщина слоя заболонной древесины около пласти.

Таблица 2

Толщина слоя заболонной древесины

Диаметр бревен, см	Доля шпал от общего количества, %	Доля заболонной древесины, %	Толщина слоя заболонной древесины, мм
26–28	12,9	41,4	74,4; 20,8
30–32	35,3	28,0	49,8; 13,8
34–36	24,7	22,5	37,7; 13,2
38–42	11,8	7,2	16,2
44–48 (I)	9,4	4,3	6,3
44–48 (II)	5,9	24,0	28,1

В настоящее время для достижения требуемого уровня предпропиточной влажности деревянных шпал применяется, главным образом, атмосферная сушка [14–16]. Однако, она имеет ряд недостатков, главным из которых является большая продолжительность. Камерная сушка шпал позволяет в 10–12 раз ускорить этот процесс и, как следствие, значительно сократить нормативные запасы сырья на складах шпало-пропиточных заводов. С учетом результатов выполненных исследований предлагаются следующие рекомендации по формированию штабелей для камерной сушки шпал:

– формировать штабеля, имеющие в плане форму квадрата со стороной, равной длине шпал, т. е. 2750 мм;

– в качестве межрядовых прокладок использовать сами шпалы;

– в рядах шпалы укладывать на боковые поверхности вплотную друг к другу (без шпаций), что позволит предохранить пласти шпал от растрескивания;

– шпалы-прокладки укладывать между рядами на пласти заподлицо со шпалами, уложенными в ряд. Это позволит уменьшить торцовое растрескивание шпал.

Заключение. Установлено, что показатели влажности ядровой и заболонной древесины сильно отличаются. Ядровая древесина имеет среднюю влажность 29,0% при изменении ее в диапазоне от 24,9 до 32,7%. Заболонная древесина имеет значительно более высокую влажность (94,0–153,1%). Влажность спелодревесной породы древесины (ели) изменяется по диаметру бревна аналогично. Заболонная древесина ели имеет влажность в диапазоне от 80 до 170%, в то время как содержание воды в спелой древесине составляет 30,9–48,9%.

Показано, что чем больше диаметр бревен, из которых выпиливаются шпалы, тем выше доля ядровой древесины в объеме шпал. Так, например, в шпалах, полученных из бревен наиболее часто встречающихся диаметров (30–32 и 34–36 см), доля ядровой древесины составляет 72,0–77,5%, заболонной – 22,5–28,0%. Использование для производства шпал сырья больших диаметров (38–48 см) позволяет увеличить долю ядровой древесины в шпалах до 92,8–95,7%.

Заболонная древесина в объеме шпал располагается, главным образом, около боковых поверхностей. В местах, примыкающих к пластам, преобладает ядровая древесина. Средневзвешенная толщина заболонной древесины около боковых поверхностей в большинстве случаев не превышает 50 мм и лишь при выпиливании шпал из бревен диаметром 26–28 см она может быть больше.

Разработаны рекомендации по формированию штабелей для камерной сушки шпал.

Литература

1. Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия: ГОСТ 78-2014. Введ. 01.03.2016. Минск: Изд-во БелГИСС, 2014. 9 с.
2. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учеб. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.
3. Пауль Э. Э., Звягинцев В. Б. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учеб. пособие. Минск: БГТУ, 2015. 315 с.
4. Божелко И. К., Снопков В. Б. Влияние накальвания древесины на качество пропитки // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. 2014. Вып. XXII. С. 118–121.
5. Донченко Л. Ф. Сокращение технологического запаса шпал на складе атмосферной сушки Борисовского ШПЗ // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. 2004. Вып. XII. С. 213–217.
6. Калитеевский Р. Е., Корнеев В. В. Особенности сушки пиломатериалов, выпиленных из разных зон бревна // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2003. №. 2–3. С. 35–39.
7. Бабич Д. П., Мазаник Н. В. Роль неуправляемых факторов в изменчивости конечной влажности пиломатериалов после камерной сушки // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. 2016. Вып. XXIV. С. 206–211.
8. Янушкевич А. А., Бабич Д. П. Совершенствование технологии распиловки бревен на шпалы // Вісник ХНТУСГ. Вип. 169. С. 74–79.
9. Древесина. Методы определения влажности: ГОСТ 16483.7-71. Введ. 01.01.1973. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. 3 с.

10. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: учеб. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная пром-сть, 1987. 360 с.
11. Технологические процессы пропитки древесины на шпалопропиточных заводах. М.: МПС СССР, 1988. 48 с.
12. Защита древесины. Автоклавная пропитка маслянистыми защитными средствами: ГОСТ 20022.5-93. Введ.01.01.1995. М.: Изд-во стандартов, 2001. 5 с.
13. Исследование процессов и разработка ресурсосберегающих технологий производства пилопродукции, гидротермической обработки и защиты древесины: отчет о НИР (промежуточ.) / Белорус. гос. технол. ун-т; рук. темы В. Б. Снопков. Минск, 2016. 49 с.
14. Горшин С. Н. Атмосферная сушка пиломатериалов. М.: Лесная пром-сть, 1971. 295 с.
15. Пиломатериалы хвойных пород. Атмосферная сушка и хранение: ГОСТ 3808.1-80. Введ. 01.01.1998. М.: Изд-во стандартов, 2009. 12 с.
16. Пиломатериалы и заготовки лиственных пород. Атмосферная сушка и хранение: ГОСТ 7319-80. Введ. 01.01.1981. М.: Изд-во стандартов, 2009. 15 с.

References

1. GOST 78-2014. Wooden sleepers for full gauge railways. Specifications. Minsk, Izd-vo BelGISS Publ., 2014. 9 p. (In Russian).
2. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood Science with the Basics of Forest Goods Science]. Moscow, GOU VPO MGUL Publ., 2007. 351 p.
3. Paul' E. E., Zvyagintsev V. B. *Drevesinovedeniye s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood Science with the Basics of Forest Goods Science]. Minsk, BGTU Publ., 2015. 315 p.
4. Bozhelko I. K., Snopkov V. B. Influence incising of wood on quality of treatment. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 118–121 (In Russian).
5. Donchenko L. F. Reduction of the technological supply of sleepers in the atmospheric drying warehouse of Borisov SHPZ. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2004, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 213–217 (In Russian).
6. Kalitevsky R. E., Korneev V. V. Peculiarity of Drying Sawn Wood Cut from Different Long Zones. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [Bulletin of Higher Educational Institutions. Forestry Journal], 2003, no. 2–3, pp. 35–39 (In Russian).
7. Babich D. P., Mazanik N. V. The role of uncontrollable factors in the lumber moisture content variability after the kiln drying. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, series 2, Forest and Woodworking Industry, pp. 206–211 (In Russian).
8. Yanushkevich A. A., Babich D. P. Improving of the technology of sawing logs for the railway sleepers production. *Visnik KhNTUSG* [Proceedings KhNTUSG], issue 169, pp. 74–79 (In Russian).
9. GOST 16483.7-71. Wood. Methods for determination of moisture content. Moscow, FGUP “Standartinform” Publ., 2006. 3 p. (In Russian).
10. Sergovskiy P. S. Rasev A. I. *Gidrottermicheskaya obrabotka i konservirovaniye drevesiny* [Hydrothermal treatment and conservation of wood]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1987. 360 p.
11. *Tekhnologicheskiye protsessy propitki drevesiny na shpalopropitochnykh zavodach* [Technological processes of impregnation of wood in sleeper impregnated factories]. Moscow, MPS SSSR Publ., 1988. 48 p.
12. GOST 20022.5-93. Wood protection. Pressure treatment by oily protective means. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2001. 5 p. (In Russian).
13. Research of processes and development of resource-saving technologies for production of sawmill products, hydrothermal processing and protection of wood: report on research (interim) / BSTU; Head of research V. B. Snopkov. Minsk, 2016, 49 p. (In Russian).
14. Gorshin S. N. *Atmosfernaya sushka pilomaterialov* [Atmospheric drying of sawn timber]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1971. 295 p.
15. GOST 3808.1-80. Coniferous sawn timber. Atmospheric drying and storage. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2009. 12 p. (In Russian).
16. GOST 7319-80. Sawn timber blanks of broad-leaved species. Atmospheric drying and storage. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2009. 15 p. (In Russian).

Информация об авторах

Бабич Дмитрий Павлович – ассистент кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: d_babich@list.ru

Божелко Игорь Константинович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bikbstu@mail.ru

Снопков Василий Борисович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sertificatbstu@mail.ru

Information about the authors

Babich Dmitriy Pavlovich – assistant lecturer, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus). E-mail: d_babich@list.ru

Bozhelko Igor' Konstantinovich – PhD (Engineering), Head of the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus). E-mail: bikbstu@mail.ru

Snopkov Vasilii Borisovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus). E-mail: sertificatbstu@mail.ru

Поступила 20.04.2017