

ИМПУЛЬСНАЯ СУШКА ЗАГОТОВОК ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ИРОКО, МЕРБАУ И ВЕНГЕ В КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Д.И. Деянов^{1✉}, А.А. Косарин², С.А. Моисеев³, Г.Н. Курьшов

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Мытищинский филиал, Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
²ООО «Форсклад», Россия, 121359, г. Москва, ул. Партизанская, д. 40

³АО «Волга», Россия, 606407, Нижегородская обл., г. Балахна, ул. Горького, д. 1

d.dejanov@yandex.ru

Приведен обзор литературных источников по физико-механическим свойствам древесины ироко, мербау и венге. Указаны места произрастания данных пород. Изложено описание разновидности свойств рассматриваемых пород в зависимости от ареала распространения. Представлен обзор литературных источников по режимам и параметрам сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге. Рассмотрены режимы сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге параметры которых зависят от текущей влажности древесины, и принципы построения импульсных режимов сушки. Определены режимы импульсной сушки заготовок из древесины ироко толщиной 25 мм, мербау — толщиной 25 мм и венге — толщиной 45 мм. Показано, что использование импульсных режимов сушки заготовок позволяет сократить потребление электроэнергии и повысить качество продукции.

Ключевые слова: заготовки из древесины ироко, мербау и венге, импульсный режим, режимы сушки, показатели качества

Ссылка для цитирования: Деянов Д.И., Косарин А.А., Моисеев С.А., Курьшов Г.Н. Импульсная сушка заготовок из древесины ироко, мербау и венге в конвективной сушильной камере // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 3. С. 143–149. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-143-149

Ироко или Хлорофора высокая (*Chlorophora excels* Benth & Hook f и *C. regia* A. Chev) распространена в Африканской тропической зоне от Сьерра-Леоне на западе и до Танзании на востоке [1–3]. Мербау — ботаническое название породы древесины *Intsia palembanica*. Включает в себя виды деревьев, произрастающих во влажных тропических лесах Южной и Юго-Восточной Азии [4, 5]. Венге (*Millettia laurentii*) — вид африканских тропических деревьев из рода *Millettia* семейства Fabaceae.

Произрастает в тропических джунглях Западной Африки [6].

В табл. 1–4 приведены основные характеристики, макроскопические признаки, физико-механические и технологические свойства пород древесины ироко, мербау и венге [1–10].

Цель работы

Цель работы — разработка технологии импульсной сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге в конвективной сушильной камере.

Т а б л и ц а 1

Характеристики пород древесины

Characteristics of wood species

Порода	Ботаническое название	Ареал распространения	Коммерческое название породы
Ироко	<i>Chlorophora excels</i> Benth & Hook f и <i>C. regia</i> A. Chev	Африканский континент, Кот-д'Ивуар, Танзания, Сьерра-Леоне, Нигерия, Камерун, Ангола, Мозамбик	Odum (Гана и Кот-д'Ивуар), mvule (Восточная Африка), kambala (Заир), bang (Камерун), moreiga (Ангола), tule, intule (Мозамбик)
Мербау	<i>Intsia palembanica</i>	Южная и Юго-Восточная Азия, Андаманские и Никобарские острова, Тайланд, Малайзия, Индонезия, Филиппины	Тик Борнео (Borneo teak), Малаккский тик (Malacca teak), Покок мербау (Pokok merbau)
Венге	<i>Millettia laurentii</i>	Конго, Камерун, Габон, Гвинея, Нигерия	Панга-панга (Panga-panga), конголезский палисандр, дикела, миботу, боконге, авонг

Т а б л и ц а 2

Макроскопические признаки пород древесины**Macroscopic signs of wood species**

Порода	Ядро	Заболонь	Годичные слои	Сердцевинные лучи
Ироко	Желтого, золотисто-коричневого цвета	Ширина 50–75 мм, четко ограничена	Хорошо видны	Хорошо видны
Мербау	Оранжево-коричневое или красно-коричневое	Узкая, ширина 50–75 мм.	Хорошо видны	Слабо заметны
Венге	Золотисто-коричневое или темно-коричневое с черными прожилками	Ширина до 3 см, цвет темно-серый или палево-желтый	Хорошо видны	Узкие, слабо заметны

Т а б л и ц а 3

Физико-механические свойства пород древесины**Physical and mechanical properties of wood species**

Порода	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, МПа	Модуль упругости при изгибе, ГПа	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	Стоимость, тыс. руб./1м ³
Ироко	660	87,6	9,38	54,0	262
Мербау	815	145,2	15,93	73,2	467
Венге	880	151,7	18,59	80,7	520

Т а б л и ц а 4

Технологические свойства пород древесины**Technological properties of wood species**

Порода	Технологические характеристики	Область применения
Ироко	Хорошо обрабатывается режущим инструментом, хорошо склеивается, удерживает гвозди и шурупы, высококачественная отделка	Изготовление паркета, кораблестроение, токарные работы, изготовление скульптур
Мербау	Малая усушка, равномерно окрашивается и полируется, устойчива к воздействию влаги	Изготовление паркета, массивной мебели, музыкальных инструментов, дверей и лестниц
Венге	Использование без ограничений, не боится влажности, устойчива к гниению	Производство шпона, оформление лестниц, изготовление паркета и мебели

Материалы и методы исследования

В начале 1990-х годов на кафедре «Сушка и защита древесины» МГУЛ (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищинский филиал) были начаты исследования процесса импульсной сушки древесины.

Первые опытные сушки импульсными режимами пиломатериалов из сосны проведены в 1991–1992 гг. в сушильных камерах фирмы Hildebrand на Деревообрабатывающем комбинате (ДОК) № 160 г. Королев Московской обл. В 1992–1994 гг. исследование импульсных режимов сушки пиломатериалов из сосны, дуба и ясеня было продолжено на ДОК № 1 в г. Москва в сушильной камере периодического действия УЛ-2М и сушильной камере непрерывного действия ЦНИИМОД-32 [11].

В 1995 г. получен патент России на «Способ сушки пиломатериалов» [12].

В период с 1993 по 1995 гг. были выполнены реконструкции аэродинамических сушильных камер фирмы «ВЕЛД» на ООО «Дриада» в г. Долгопрудный и «УРАЛ-72» на ООО «ИНТАР» в г. Москва для сушки импульсными режимами хвойных и лиственных пород древесины [13].

С 1995 по 2008 гг. на ООО «ИНТАР» в г. Москва по технологии импульсной сушки были высушены пиломатериалы толщиной 50 мм из древесины дуба, бука, ясеня, ореха, груши, сосны и ольхи [14].

С 2008 по 2016 гг. в четырех одноштабельных сушильных камерах в строительных ограждениях периодического действия учебно-производственных мастерских МГУЛ импульсными режимами высушивались пиломатериалы из сосны, дуба, бука, ясеня, вишни, грецкого ореха, ольхи и березы [15].

В 2015 и 2016 гг. были поданы заявки на изобретения, а в 2017 г. получены три патента России на

«Способ импульсной сушки пиломатериалов» [16–18].

В это же время в лаборатории сушки кафедры «Древесиноведение и технологии деревообработки» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) были начаты сушки импульсными режимами тропических пород древесины (эбена, махагони, меранти, американского черного ореха, ироко, мербау, венге), мореного дуба и карельской березы [19]. В лаборатории была установлена опытно-экспериментальная сушильная камера периодического действия с поперечно-горизонтальной циркуляцией, которая осуществлялась осевым вентилятором № 6, расположенным в торцевой части камеры. Теплоносителем служила электроэнергия, полученная от трубчатых электронагревателей, общей мощностью 6 кВт. На боковой стене сушильной камеры находится психрометрический узел, состоящий из сухого и смоченного термометров, выполненных на базе термометров сопротивления ТСМ. Заслонки приточно-вытяжных каналов управляются исполнительным механизмом, установленным в верхней части камеры.

В целях снятия или уменьшения остаточных напряжений и выравнивания влажности по толщине заготовок в сушильной камере была установлена система кондиционирования.

Система автоматического контроля и управления процессом импульсной сушки заготовок включает в себя психрометрический узел, двухканальный измеритель-регулятор температуры ТРМ202 (фирмы «ОВЕН», г. Москва), имеющего интерфейс для связи с ПК. Программа, разработанная фирмой «ОВЕН», позволяет вести контроль параметров сушки в режиме online и архивировать полученные данные. Продолжительность стадии «импульс» и «пауза» устанавливается с использованием таймера УТ-1 («ОВЕН»).

В целях предотвращения коробления заготовок в верхних рядах штабеля сушильной камеры они выкладываются из швеллеров, обеспечивающих давление на нижележащие ряды заготовок в пределах 100 кг/м² [20].

Подлежащие сушке заготовки из древесины ироко (при начальной влажности 30 %) имели размеры, мм:

Толщина.....25
Ширина.....100
Длина.....1200

Процесс импульсной сушки ироко включал в себя следующие технологические операции:

- прогрев заготовок (3 ч);
- многоступенчатую сушку (6 ступеней);
- кондиционирование заготовок (4 ч).

Продолжительность стадий «импульс» и «пауза» при сушке заготовок ироко составляла 2 ч соответственно. Температура сушильного агента

на стадии «импульс» поддерживалась в диапазоне 52...70 °С. В ходе процесса сушки температура ступенчато поднималась в зависимости от сушильных напряжений, характер изменения которых регулярно контролировался по силовым секциям. Текущая влажность заготовок ироко определялась по контрольным образцам влажности. Были проведены две сушки заготовок из древесины ироко. Заготовки были высушены до влажности 4...6 %.

Качество высушенного материала определялось по средней конечной влажности заготовок, отклонению влажности отдельных заготовок от средней влажности штабеля, перепаду влажности по толщине заготовок и условному показателю остаточных деформаций [21]. Заготовки из древесины ироко были высушены по первой категории качества. Продолжительность сушки составила 8 сут [22].

Подлежащие сушке заготовки из древесины мербау (при начальной влажности 40...45 %) имели размеры, мм:

Толщина.....25
Ширина.....180
Длина.....1500

Процесс импульсной сушки мербау включал в себя следующие технологические операции:

- прогрев заготовок (3 ч);
- многоступенчатую сушку (7 ступеней);
- кондиционирование заготовок (5 ч).

Продолжительность стадий «импульс» и «пауза» при сушке заготовок мербау составляла 1...3 ч. Температура сушильного агента на стадии «импульс» поддерживалась в диапазоне 50...70 °С. В ходе процесса сушки температура ступенчато поднималась в зависимости от сушильных напряжений, характер изменения которых регулярно контролировался по силовым секциям. Текущая влажность заготовок мербау определялась по контрольным образцам влажности. Было высушено 8 м³ заготовок из древесины мербау. Заготовки были высушены до влажности 6...8 %.

Качество высушенного материала определялось по средней конечной влажности заготовок, отклонению влажности отдельных заготовок от средней влажности штабеля, перепаду влажности по толщине заготовок и условному показателю остаточных деформаций [23]. Заготовки из древесины мербау были высушены по второй категории качества. Продолжительность сушки составила 13 сут.

Подлежащие сушке заготовки из древесины венге (при начальной влажности 50 %) имели размеры, мм:

Толщина.....45
Ширина.....100
Длина.....1500

Т а б л и ц а 5

Режим сушки заготовок из древесины ироко толщиной 25 мм**Drying mode for 25 mm thick merbau blanks**

Средняя влажность древесины, %	Температура агента сушки, °С	Психрометрическая разность, Δt °С	Степень насыщенности, %
>50	49	2,5	88
50–40	49	3,0	85
40–35	49	4,5	77
35–30	49	8,0	62
30–25	54,5	28	35
25–20	60,0	45	15
20–15	65,5	28	18
<15	82	27,5	26

Т а б л и ц а 6

Режим сушки заготовок из древесины мербау толщиной 25 мм**Drying mode for 25 mm merbau blanks**

Средняя влажность древесины, %	Температура агента сушки, °С	Психрометрическая разность, Δt °С	Степень насыщенности, %
>40	43,5	2,5	87
40–35	43,5	3,5	84
35–30	43,5	4,5	76
30–25	49,0	8	62
25–20	54,5	17	35
20–15	60	28	15
<15	71	27,5	21

Т а б л и ц а 7

Режим сушки заготовок из древесины венге толщиной 45 мм**Drying mode for 45 mm thick blank wood**

Средняя влажность древесины, %	Температура агента сушки, °С	Психрометрическая разность, Δt °С	Степень насыщенности, %
>50	43,5	2,0	90
50–40	43,5	2,5	87
40–35	43,5	3,5	81
35–30	43,5	6,0	70
30–25	49,0	14,0	40
25–20	54,5	22,5	22
20–15	60,0	28	15
<15	71	27,5	21

Процесс импульсной сушки венге включал в себя следующие технологические операции:

- прогрев заготовок (4 ч);
- многоступенчатую сушку (8 ступеней);
- кондиционирование заготовок (6 ч).

Продолжительность стадий «импульс» и «пауза» при сушке заготовок венге составляла 1...4 ч. Температура сушильного агента на стадии «импульс» поддерживалась в диапазоне 40...68 °С. В ходе процесса сушки температура ступенчато поднималась в зависимости от сушильных напряжений, характер изменения которых регулярно контролировался по силовым секциям. Текущая влажность заготовок венге определялась по контрольным образцам влажности. Из древесины венге было высушено 8 м³ заготовок до влажности 6...7 %.

Качество высушенного материала определялось по средней конечной влажности заготовок, отклонению влажности отдельных заготовок от средней влажности штабеля, перепаду влажности по толщине заготовок и условному показателю остаточных деформаций [21]. Заготовки из древесины венге были высушены по второй категории качества. Продолжительность сушки составила 18 сут.

Следует отметить, что определение категории качества высушенного материала после каждой сушки делает необходимым наличие в сушильном производстве специальной лаборатории. В ее состав должно входить следующее оборудование [24]: сушильный шкаф, технические весы с пределом взвешивания до 500 г, торговые весы с пределом взвешивания до 25 кг, влагомеры электрические, анемометры (термоанемометры), лабораторные термометры, фонари электрические, настольная ленточная пила с электродвигателем, измерительные приборы (рулетки, складные метры), а также техническая литература по сушке древесины.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования физико-механических свойств древесины ироко, мербау и венге приведены в работах [3, 5, 6]. Режимы сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге для камер периодического действия в отечественной технической литературе по сушке древесины не приводятся.

Режимы сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге приведены в табл. 5–7 [25]

Применение импульсных режимов для сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге предпочтительнее, так как при одинаковой продолжительности процесса по сравнению с традиционными режимами, представленными в табл. 5–7 существенно экономятся энергозатраты, идущие на циркуляцию сушильного агента.

Режимы импульсной сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге представлены в табл. 8–10

Т а б л и ц а 8

Режим импульсной сушки заготовок из древесины ироко толщиной 25 мм
Pulse-drying mode for 25 mm thick African teak

Продолжительность сушки, сут	Температура агента сушки, °С	Режим сушки по стадиям, ч		Текущая влажность, %
		«импульс»	«пауза»	
1	52	2	2	30,0
3	55	2	2	24,1
4	59	2	2	21,0
5	62	2	2	18,3
7	66	2	2	11,4
8	70	2	2	4–6

Т а б л и ц а 9

Режим импульсной сушки заготовок из древесины мербау толщиной 25 мм
Pulse-drying mode for 25 mm merbau wood

Продолжительность сушки, сут	Температура агента сушки, °С	Режим сушки по стадиям, ч		Текущая влажность, %
		«импульс»	«пауза»	
1	50	1	3	45,0
3	52	1,5	3	37,1
5	55	2	3	31,4
7	59	2,5	2,5	25,7
9	63	3	2,5	18,7
11	66	3	2	11,2
13	70	3	2	6–8

Т а б л и ц а 10

Режим импульсной сушки заготовок из древесины венге толщиной 45 мм
Pulse drying mode for 45 mm thick wenge wood

Продолжительность сушки, сут	Температура агента сушки, °С	Режим сушки по стадиям, ч		Текущая влажность, %
		«импульс»	«пауза»	
1	40	1	4	50,0
4	44	1,5	4	42,1
6	48	1,5	3,5	35,6
9	52	2,0	3,5	29,4
11	57	2,0	3,0	23,3
13	60	2,5	3,0	17,2
15	64	2,5	2,5	11,5
18	68	2,0	2,0	6–7

Выводы

Проведенные импульсные сушки заготовок из древесины ироко, мербау и венге в опытно-экспериментальной сушильной камере подтвердили возможность применения импульсной технологии сушки в условиях производства для этих пород древесины.

Список литературы

- [1] Древесные породы мира. Т. 1. М.: Лесная пром-сть, 1982. 328 с.
- [2] Энциклопедия древесных пород. Справочник сортов древесины. М.: Кладезь-букс, 2008. 192 с.
- [3] Фабрика «Мебель и интерьеры», Ироко. 2006–2022. URL: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/iroko/> (дата обращения 25.09.2022)
- [4] Курышов Г.Н., Косарин А.А. Импульсная сушка заготовок из древесины махагоны и мербау // Науч. труды МГУЛ. Вып. 349. М.: МГУЛ, 2010. С. 46–48.
- [5] Фабрика «Мебель и интерьеры», Мербау. 2006–2022. URL: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/merbau/> (дата обращения 25.09.2022)
- [6] Фабрика «Мебель и интерьеры», Венге. 2006–2022. URL: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/wenge/> (дата обращения 25.09.2022)
- [7] Косарин А.А., Курышов Г.Н. Импульсные режимы сушки для заготовок из древесины ироко // Науч. труды МГУЛ. Вып. 353. М.: МГУЛ, 2011. С. 27–28.
- [8] WOODSTOCK. Эксперт по дереву. Пиломатериалы Ироко // 2006–2022 WoodStock — Шпон и пиломатериалы ценных пород. URL: https://www.woodstock.su/products/iroko_iroko_p/ (дата обращения 25.09.2022).
- [9] WOODSTOCK. Эксперт по дереву. Пиломатериалы Мербау // 2006–2022 WoodStock — Шпон и пиломатериалы ценных пород. URL: https://www.woodstock.su/products/merbau_merbau_p/ (дата обращения 25.09.2022).
- [10] WOODSTOCK. Эксперт по дереву. Пиломатериалы Венге // 2006–2022 WoodStock — Шпон и пиломатериалы ценных пород. URL: https://www.woodstock.su/products/wenge_wenge_p/ (дата обращения 25.09.2022).
- [11] Расев А.И., Курышов Г.Н., Ляшенко С.В. Прерывистые режимы сушки пиломатериалов и заготовок // Деревообрабатывающая пром-сть, 1993. № 3. С. 15–16.
- [12] Расев А.И., Курышов Г.Н., Ляшенко С.В. Способ сушки пиломатериалов. Патент №2027127 РФ. Опубл. 20.01.1995. Бюл. № 2.
- [13] Расев А.И., Курышов Г.Н. Технология сушки пиломатериалов в аэродинамических сушильных камерах // Деревообработка в России, 1998. № 1. С. 3–4.
- [14] Курышов Г.Н. Сушка пиломатериалов из груши импульсными режимами // Науч. труды МГУЛ. Вып. 319. М.: МГУЛ, 2003. С. 20–21.
- [15] Косарин А.А., Курышов Г.Н. Импульсная сушка пиломатериалов из древесины ольхи // Науч. труды МГУЛ. Вып. 368. М.: МГУЛ, 2013. С. 25–27.
- [16] Курышов Г.Н., Косарин А.А., Расева Е.А. Способ импульсной сушки пиломатериалов. Патент №2607923 РФ. Опубл. 11.04.2017. Бюл. № 2.
- [17] Курышов Г.Н., Косарин А.А., Расева Е.А. Способ импульсной сушки пиломатериалов. Патент №2615854 РФ. Опубл. 11.04.2017. Бюл. № 11.
- [18] Курышов Г.Н., Косарин А.А., Косарина А.А. Способ импульсной сушки. Пат. №2637288 РФ. Опубл. 01.12.2017. Бюл. № 34.
- [19] Косарин А.А. Технология импульсной сушки пиломатериалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук, 2012. 22 с.
- [20] Серговский П.С., Расев А.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1987. 360 с.
- [21] Расев А.И. Сушка древесины. СПб.: Лань, 2010. 416 с.
- [22] Косарин А.А., Курышов Г.Н. Импульсные режимы сушки для заготовок из древесины Ироко // Науч. труды МГУЛ. Вып. 353. М.: МГУЛ, 2011. С. 27–28.

- [23] Курьшов Г.Н., Косарин А.А. Импульсная сушка заготовок из древесины махагони и мербау // Науч. труды МГУЛ. Вып. 349. М.: МГУЛ, 2010. С. 46–48.
- [24] Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов. Архангельск: Изд-во ОАО «НАУЧдревпром-ЦНИИМОД», 2000. 125 с.
- [25] Boone R.S., Kozlik C.J., Bois P.J., Wengert E.M. Dry kiln schedules for commercial woods-temperate and tropical. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-57. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1988, 158 p.

Сведения об авторах

Деянов Дмитрий Игоревич — аспирант ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Мытищинский филиал, d.dejanov@yandex.ru

Косарин Анатолий Александрович — канд. техн. наук, доцент, заместитель директора ООО «Форсклад», Kosarin2008@yandex.ru

Моисеев Сергей Андреевич — магистрант МГТУ им Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), сотрудник АО «Волга», rf-baf2@mail.ru

Курьшов Григорий Николаевич — канд. техн. наук, доцент

Поступила в редакцию 05.12.2022.

Одобрено после рецензирования 18.01.2023.

Принята к публикации 21.03.2023.

IMPULSE DRYING OF AFRICAN TEAK, MERBAU AND WENGE WOOD BLANKS IN A CONVECTION DRYING CHAMBER

D.I. Deyanov¹, A.A. Kosarin², S.A. Moiseev³, G.N. Kuryshov

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²ООО «Форсклад», 40, Partizanskaya st., 121359, Moscow, Russia

³Volga JSC, 1, Gorky st., 606407, Balakhna, Nizhny Novgorod reg., Russia

d.dejanov@yandex.ru

A review of literature sources on the physical and mechanical properties of iroko, merbau and wenge wood is given. The places of growth of these breeds are indicated. The description of the varieties of properties of the rocks under consideration, depending on the distribution area, is presented. A review of literature sources on the modes and parameters of drying of iroko, merbau and wenge wood blanks is presented. The drying modes of iroko, merbau and wenge wood blanks are considered, the parameters of which depend on the current moisture content of the wood and the principles of constructing pulse drying modes. The modes of pulse drying of iroko wood blanks with a thickness of 25 mm, merbau with a thickness of 25 mm and wenge with a thickness of 45 mm are determined. It is shown that the use of pulsed drying modes of workpieces can reduce electricity consumption and improve product quality.

Keywords: iroko, merbau and wenge wood blanks, impulse drying, drying mode, quality indicators

Suggested citation: Deyanov D.I., Kosarin A.A., Moiseev S.A., Kuryshov G.N. *Impul'snaya sushka zagotovok iz drevesiny iroko, merbau i venge v konvektivnoy sushil'noy kamere* [Impulse drying of african teak, merbau and wenge wood blanks in a convection drying chamber]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 3, pp. 143–149. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-143-149

References

- [1] *Drevesnye porody mira* [Timber species of the world], in 3 t. T. 1. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Timber industry], 1982, 328 p.
- [2] *Entsiklopediya drevesnykh porod. Spravochnik sortov drevesiny* [Encyclopedia of Wood Species. Directory of Wood Varieties.]. Moscow: Kladez'-buku [Kladez'-Books], 2008, 192 p.
- [3] *Fabrika «Mebel' i inter'yery», Iroko* [Factory «Furniture and interiors», Iroko] 2006–2022. Available at: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/iroko/> (accessed 25.09.2022).
- [4] Kuryshov G.N., Kosarin A.A. *Impul'snaya sushka zagotovok iz drevesiny makhagony i merbau* [Impulse drying of blanks from mahogany and merbau wood]. *Nauchnye trudy MGUL* [Scientific works of MSFU], 2010, iss. 349, pp. 46–48.
- [5] *Fabrika «Mebel' i inter'yery», Merbau* [Factory «Furniture and Interiors», Merbau] 2006–2022. Available at: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/merbau/> (accessed 25.09.2022).
- [6] *Fabrika «Mebel' i inter'yery», Venge* [Factory «Furniture and interiors», Wenge] 2006–2022. Available at: <https://www.mebelib.ru/wood-tree/wenge/> (accessed 25.09.2022).

- [7] Kosarin A.A., Kuryshov G.N. *Impul'snye rezhimy sushki dlya zagotovok iz drevesiny iroko* [Impulse drying modes for Iroko wood products]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific works of MSFU], 2011, iss. 353, pp. 27–28.
- [8] WOODSTOCK. *Ekspert po derevu. Pilomaterialy Iroko 2006–2022 WoodStock — Shpon i pilomaterialy tsennykh porod* [WOODSTOCK. Wood Expert. Iroko Lumber // 2006–2022 WoodStock — Veneer and lumber of valuable wood species] Available at: https://www.woodstock.su/products/iroko_iroko_p/ (accessed 25.09.2022).
- [9] WOODSTOCK. *Ekspert po derevu. Pilomaterialy Merbau 2006–2022 WoodStock — Shpon i pilomaterialy tsennykh porod* [WOODSTOCK. Wood Expert. Merbau Lumber // 2006–2022 WoodStock — Veneer and lumber of valuable wood species] Available at: https://www.woodstock.su/products/merbau_merbau_p (accessed 25.09.2022).
- [10] WOODSTOCK. *Ekspert po derevu. Pilomaterialy Venge // 2006–2022 WoodStock — Shpon i pilomaterialy tsennykh porod* [WOODSTOCK. Wood Expert. Wenge Lumber // 2006–2022 WoodStock — Veneer and lumber of valuable wood species] Available at: https://www.woodstock.su/products/venge_wenge_p/ (accessed 25.09.2022).
- [11] Rasev A.I., Kuryshov G.N., Lyashenko S.V. *Preryvisty rezhimy sushki pilomaterialov i zagotovok* [Intermittent drying of sawnwood and blanks]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Wood industry], 1993, no. 3, pp. 15–16.
- [12] Rasev A.I., Kuryshov G.N., Lyashenko S.V. *Sposob sushki pilomaterialov* [Method of drying]. Pat. no. 2027127 RF. Publ. 20.01.1995. Bull. no. 2.
- [13] Rasev A.I., Kuryshov G.N. *Tekhnologiya sushki pilomaterialov v aerodinamicheskikh sushil'nykh kamerakh* [Technology of drying lumber in aerodynamic drying chambers]. *Derevoobrabotka v Rossii* [Wood processing in Russian], 1998, no. 1, pp. 3–4.
- [14] Kuryshov G.N. *Sushka pilomaterialov iz grushi impul'snymi rezhimami* [Drying of lumber pear with impulse modes]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific works of MSFU], 2003, iss. 319, pp. 20–21.
- [15] Kosarin A.A., Kuryshov G.N. *Impul'snaya sushka pilomaterialov iz drevesiny ol'khi* [Impulse drying of alder lumber]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific works of MSFU], 2013, iss. 368, pp. 25–27.
- [16] Kuryshov G.N., Kosarin A.A., Raseva E.A. *Sposob impul'snoy sushki pilomaterialov* [Impulse drying method for lumber]. Pat. no. 2607923 RF. Publ. 11.04.2017. Bull. no. 2.
- [17] Kuryshov G.N., Kosarin A.A., Raseva E.A. *Sposob impul'snoy sushki pilomaterialov* [Impulse drying method for lumber]. Pat. no. 2615854 RF. Publ. 11.04.2017. Bull. no. 11.
- [18] Kuryshov G.N., Kosarin A.A., Kosarina A.A. *Sposob impul'snoy sushki pilomaterialov* [Impulse drying method for lumber]. Pat. no. 2637288 RF. Publ. 01.12.2017. Bull. no. 34.
- [19] Kosarin A.A. *Tekhnologiya impul'snoy sushki pilomaterialov* [Technology of pulsed drying of lumber]. Diss. Cand. Sci. (Tech.), 2012, 22 p.
- [20] Sergovskiy P.S., Rasev A.I. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovanie drevesiny* [Hydrothermal treatment and preservation of wood]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1987, 360 p.
- [21] Rasev A.I. *Sushka drevesiny* [Drying wood]. St. Petersburg: Lan', 2010, 416 p.
- [22] Kosarin A.A., Kuryshov G.N. *Impul'snye rezhimy sushki dlya zagotovok iz drevesiny iroko* [Impulse drying modes for Iroko wood products]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific works of MSFU], 2011, iss. 353, pp. 27–28.
- [23] Kuryshov G.N., Kosarin A.A. *Impul'snaya sushka zagotovok iz drevesiny makhagoni i merbau* [Impulse drying of blanks from mahogany and merbau wood]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific works of MSFU], 2010, iss. 349, pp. 46–48.
- [24] *Rukovodnyashchie tekhnicheskie materialy po tekhnologii kamernoy sushki pilomaterialov* [Guiding technical materials on the technology of chamber drying of sawn timber]. Arkhangelsk: Nauchdrevprom-TsNIIMOD, 2000, 125 p.
- [25] Boone R.S., Kozlik C.J., Bois P.J., Wengert E.M. *Dry kiln schedules for commercial woods-temperate and tropical*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-57. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1988, 158 p.

Authors' information

Deyanov Dmitriy Igorevich ✉ — pg. of the BMSTU (Mytishchi branch), d.dejanov@yandex.ru

Kosarin Anatoliy Aleksandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Deputy Director of the LTD «Forcklad», kosarin2008@yandex.ru

Moiseev Sergey Andreevich — Master graduand of the BMSTU (Mytishchi branch), employee of Volga JSC, rf-baf2@mail.ru

Kuryshov Grigoriy Nikolaevich — Cand. Sci. (Tech.), kuryshov@mgul.ac.ru

Received 05.12.2022.

Approved after review 18.01.2023.

Accepted for publication 21.03.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest