

УДК 674.037.4

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-69-73

## ИМПУЛЬСНАЯ СУШКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ КЛЕНА ТОЛЩИНОЙ 50 ММ В КОНВЕКТИВНЫХ СУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

Г.Н. Курьшов<sup>1</sup>, А.А. Косарин<sup>2</sup><sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1<sup>2</sup>ООО «Форсклад», 121359, г. Москва, Партизанская улица, д. 40

kosarin2008@yandex.ru

Приведен обзор литературных источников по режимам и параметрам сушки пиломатериалов из древесины клена толщиной 50 мм. Указаны режимы сушки, которые зависят от текущей влажности пиломатериалов и отличаются начальной и конечной температурой агента сушки, а также степенью насыщения на начальном и конечном этапах процесса сушки. Процесс сушки в разных источниках включает в себя от 3 до 8 ступеней. Дано краткое описание импульсной сушки древесины, причем первые импульсные сушки пиломатериалов из древесины клена начались в 1996 г на ООО «Интар» (Москва) на модернизированной сушильной камере «Урал-72» с поперечно-горизонтальной циркуляцией агента сушки, а контроль за влажностью древесины и внутренними напряжениями в процессе сушки осуществлялся методом контрольных образцов. Начальная влажность древесины определялась в соответствии с ГОСТ 16588–91. Применение импульсных режимов при сушке клена позволяет снизить потребление электроэнергии до 60 %.

**Ключевые слова:** пиломатериал из древесины клена, импульсная сушка, режимы сушки

**Ссылка для цитирования:** Курьшов Г.Н., Косарин А.А. Импульсная сушка пиломатериалов из древесины клена толщиной 50 мм в конвективных сушильных камерах // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 1. С. 69–73. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-69-73

**К**лен (*Aser*) — представитель рода листопадных деревьев и кустарников семейства кленовых. Характеризуется следующими параметрами:

Высота дерева, м ..... 30–40

Диаметр ствола, см ..... 100–150

Продолжительность жизни, лет ..... 150...200

Крона клена — густая округло-цилиндрическая. Клен произрастает в различных климатических условиях. Корневая система включает в себя поверхностные горизонтальные корни. Цветки — желтовато-зеленые, обоеполые или раздельнополые, распускаются ранней весной до или одновременно с появлением листьев. Опыление осуществляется с помощью насекомых или ветра. Клен произрастает в Евразии, Северной Африке, Северной и Центральной Америке, всего — 150 видов. В России насчитывается 25 видов в европейской части страны, на Кавказе, Дальнем Востоке, в горах Средней Азии [1–3].

### Цель работы

Цель работы — разработка технологии импульсной сушки пиломатериалов из древесины клена в конвективных сушильных камерах.

### Материалы и методы исследования

Клен — безъядровая порода. Его древесина — блестящая, белая, или же с красноватым или буроватым оттенком. Годичные слои заметны на всех разрезах, а на поперечном выделяются узкой темной полоской. Сердцевинные лучи хорошо видны на радиальном разрезе в виде уз-

ких красноватых черточек, что дает древесине характерную рябоватость. Древесина клена обладает хорошими механическими свойствами, имеет красивую текстуру радиального разреза, поэтому применяется в мебельном производстве, производстве музыкальных инструментов и при изготовлении деталей машин [4–8].

Импульсная сушка пиломатериалов из древесины клена проводилась на ООО «Интар» (г. Москва) в период с апреля 1996 г. по октябрь 2002 г. в модернизированной аэродинамической сушильной камере. Модернизация заключалась в замене роторного вентилятора на два осевых и в установке блока трубчатых электронагревателей (ТЭН) общей мощностью 60 кВт.

Специально для использования импульсных режимов была разработана система автоматического управления на базе приборов, выпускаемых компанией «ОВЕН» (Москва) [5–14].

Необрезные кленовые пиломатериалы, подвергаемые сушке, имели следующие показатели:

Толщина, мм ..... от 50 до 60

Длина, м ..... от 4 до 4,5

Начальная влажность, % ..... от 63,9 до 80

Импульсная сушка включала в себя следующие технологические операции:

– прогрев пиломатериалов продолжительностью от 5 до 10 часов;

– многоступенчатую сушку — от 5 до 13 ступеней;

– кондиционирование в течение 9...12 ч.

Т а б л и ц а 1

**Трехступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Three-stage drying mode for lumber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 30                | 52                           | 3                              | 84                      |
| 30–20                  | 55                           | 5                              | 76                      |
| Ниже 20                | 70                           | 21                             | 35                      |

Т а б л и ц а 3

**Пятиступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Five-stage drying mode of lumber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 35                | 56                           | 3                              | 84                      |
| 35–25                  | 59                           | 5                              | 77                      |
| 25–20                  | 63                           | 6                              | 74                      |
| 20–15                  | 69                           | 11                             | 58                      |
| Ниже 15                | 78                           | 21                             | 36                      |

Т а б л и ц а 5

**Семиступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Seven-step drying mode of lumber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 40                | 49                           | 4                              | 80                      |
| 40–30                  | 51                           | 5                              | 75                      |
| 30–25                  | 54                           | 6                              | 70                      |
| 25–20                  | 57                           | 8                              | 65                      |
| 20–15                  | 60                           | 11                             | 55                      |
| 15–10                  | 63                           | 15                             | 45                      |
| Ниже 10                | 65                           | 21                             | 30                      |

Непосредственно процесс сушки характеризовался параметрами:

- Температура сушильного агента, °С ..... от 35 до 75
- Продолжительность стадий «работа», ч ..... от 1 до 3
- Продолжительность стадий «пауза», ч ..... от 1 до 4
- Продолжительность всего процесса, сут. .... от 20 до 46

Т а б л и ц а 2

**Трехступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Three-stage drying mode for lumber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 30                | 57                           | 3                              | 85                      |
| 30–20                  | 61                           | 6                              | 74                      |
| Ниже 20                | 77                           | 22                             | 34                      |

Т а б л и ц а 4

**Шестиступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Six-step drying mode of lumber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 40                | 56                           | 3,5                            | 83                      |
| 40–30                  | 60                           | 5                              | 77                      |
| 30–20                  | 63                           | 9                              | 62                      |
| 20–15                  | 67                           | 12                             | 54                      |
| 15–10                  | 69                           | 16                             | 44                      |
| Ниже 10                | 71                           | 22                             | 31                      |

Т а б л и ц а 6

**Восьмиступенчатый режим сушки пиломатериалов толщиной 50 мм из древесины клена**

Eight-stage drying of sawn timber 50 mm thick from maple wood

| Влажность древесины, % | Температура агента сушки, °С | Психрометрическая разность, °С | Степень насыщенности, % |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Выше 40                | 50                           | 2,5                            | 87                      |
| 40–35                  | 52                           | 3                              | 84                      |
| 35–30                  | 54                           | 4                              | 80                      |
| 30–25                  | 57                           | 6                              | 73                      |
| 25–20                  | 59                           | 8                              | 65                      |
| 20–15                  | 61                           | 11                             | 56                      |
| 15–10                  | 63                           | 15                             | 45                      |
| Ниже 10                | 66                           | 20                             | 33                      |

В процессе импульсной сушки по специальным образцам контролировалась текущая влажность и величина сушильных напряжений в пиломатериале. Всего было высушено около 120 м<sup>3</sup> кленовых пиломатериалов по I и II категориям качества до конечной влажности 6,0...7,5 %. С 2005 по 2015 г. сушка импульсными режимами кленовых пиломатериалов проводилась в сушильных камерах учебно-производственных мастерских МГУЛ [15–19].

Т а б л и ц а 7

**Сводная таблица различий в режимах сушки пиломатериалов  
толщиной 50 мм из древесины клена**

Pivot table of differences in drying modes of sawn timber 50 mm thick from maple wood

| Литературный источник              | Температура агента сушки, °С |          | Степень насыщенности, % |          | Режим сушки       | Сочетание пород               |
|------------------------------------|------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------------------|
|                                    | Начальная                    | Конечная | Начальная               | Конечная |                   |                               |
| Серговский П.С. [12]               | 52                           | 70       | 84                      | 35       | Трехступенчатый   | Бук, клен                     |
| РТМ [13]                           | 57                           | 77       | 85                      | 34       | «»                | «»                            |
| ГОСТ 19773–84 [14]                 | 56                           | 78       | 84                      | 36       | Пятиступенчатый   | «»                            |
| Кречетов И.В. [18]                 | 56                           | 71       | 83                      | 31       | Шестиступенчатый  | Бук, ясень, клен, лиственница |
| Справочник по сушке древесины [20] | 49                           | 65       | 8                       | 3        | Семиступенчатый   | Бук, клен                     |
| Соколов П.В. [21]                  | 50                           | 66       | 87                      | 33       | Восьмиступенчатый | Бук, клен, лиственница        |

## Результаты и обсуждение

Физико-механические свойства древесины клена приведены в работах Л.М. Перельгина и Б.Н. Уголева [7, 8].

В отечественной и зарубежной литературе по технологии камерной сушки древесины клена рассматриваются режимы, отличающиеся уровнем температуры, относительной влажности агента сушки, количеством ступеней сушки и сочетанием с разными породами древесины (табл. 6).

П.С. Серговский [12] представляет трехступенчатый режим сушки пиломатериалов из древесины клена толщиной 50 мм (табл. 1).

В руководящих технических материалах по технологии камерной сушки пиломатериалов приводится трехступенчатый режим сушки клена, отличающийся от предыдущего [13] (табл. 2).

Пятиступенчатое изменение параметров агента сушки предусмотрено ГОСТ 19773–84 для кленовых пиломатериалов толщиной 50 мм [14] (табл. 3).

Шестиступенчатое изменение параметров агента сушки приводит И.В. Кречетов для кленовых пиломатериалов толщиной 50 мм [18] (табл. 4).

Семиступенчатое изменение параметров агента сушки приведено в «Справочнике по деревообработке» для кленовых пиломатериалов толщиной 50 мм [20] (табл. 5).

Восьмиступенчатое изменение параметров агента сушки приведено в работе Соколова П.В. [21] для пиломатериалов из древесины клена (табл. 6).

Как видно из табл. 7 представленные режимы отличаются один от другого начальными и конечными температурой агента сушки, степенью насыщенности, количеством ступеней, а также сочетанием пород древесины (бук, ясень, клен,

Т а б л и ц а 8

**Режим импульсной сушки пиломатериалов  
толщиной 50 мм из древесины клена**  
Impulse drying mode of sawn timber 50 mm thick  
from maple wood

| Продолжительность сушки, сут. | Температура агента сушки, °С | Режим сушки, ч    |                  | Текущая влажность, % |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|
|                               |                              | Операция «работа» | Операция «пауза» |                      |
| 1                             | 40                           | 1                 | 3                | 63,85                |
| 2                             | 45                           | 1,5               | 3                | 57,6                 |
| 6                             | 48                           | 2                 | 3                | 46,7                 |
| 10                            | 50                           | 2                 | 3                | 37,4                 |
| 14                            | 53                           | 2                 | 3                | 28,8                 |
| 17                            | 55                           | 2                 | 3                | 21,9                 |
| 19                            | 58                           | 2                 | 3                | 17,8                 |
| 23                            | 60                           | 2                 | 3                | 12,5                 |
| 27                            | 62                           | 2                 | 3                | 9,4                  |
| 30                            | 63                           | 2                 | 3                | 8,1                  |
| 32                            | 65                           | 2                 | 3                | 7,03                 |

лиственница). Все упомянутые выше режимы использовались в паровых сушильных камерах периодического действия, которые в настоящее время не применяются вследствие высокой стоимости технологического водяного пара.

Какими же режимами лучше сушить пиломатериалы из древесины клена? Для сушки кленовых пиломатериалов выходом из сложившейся ситуации, с нашей точки зрения, является использование режимов импульсной сушки [15]. Суть этих режимов заключается в том, что тепловая энергия древесине передается импульсами с определенной последовательностью, а режим сушки включает в себя две циклически повторяющиеся операции — «работа» и «пауза». В процессе операции «работа» происходит передача тепла материалу и удаление испаряемой

из древесины влаги. При операции «пауза» прекращается подача тепловой энергии в сушильную камеру, что приводит к снижению температуры поверхностных слоев древесных сортиментов и появлению положительного градиента температуры. При этом влага, испаряемая из древесины, остается в сушильной камере, увеличивая степень насыщенности сушильного агента, а движением влаги из внутренних зон древесных сортиментов к поверхностным — ускоряется. Таким образом, при операции «пауза» сушильный процесс продолжается и одновременно частично снимаются внутренние напряжения в древесине.

Операции «работа» и «пауза» повторяются до тех пор, пока древесина не достигнет конечной влажности. При этом промежуточная влаготеплообработка не проводится вовсе [16].

В табл. 8 приводится пример режима импульсной сушки пиломатериалов из древесины клена толщиной 50 мм.

## Выводы

Многолетний опыт применения режимов импульсной сушки для пиломатериалов из древесины клена подтвердил возможность их использования на деревоперерабатывающих предприятиях.

## Список литературы

- [1] Лесная энциклопедия / Под ред. Г.И. Воробьева. М.: Сов. Энциклопедия, 1985. 563 с.
- [2] Древесные породы мира. В 3 т. Т. 2 / Под ред. Г.И. Воробьева. М.: Лесная пром-сть, 1982. 352 с.
- [3] Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л.: Гослестехиздат, 1934. 616 с.
- [4] Ванин С.И. Древесиноведение. Л.: Гослестехиздат, 1940. 460 с.
- [5] Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учебник для вузов. М.: МГУЛ, 2002. 340 с.
- [6] Джонс В.С. Древесные породы, их строение и отличительные признаки. М.: Гослестехиздат, 1932. 171 с.

- [7] Перельгин Л.М. О физико-механических свойствах древесины клена // Сб. работ по исследованию физико-механических свойств древесины / отв. ред. М.П. Смирнов-Чубриков. М.: Гослестехиздат, 1933. 132 с.
- [8] Шувалов С.В. Текстура и анатомическое строение древесины различных форм кленов Северного Кавказа // Матер. Международного симпозиума имени Б. Н. Уголева «Строение, свойства и качество древесины». М.: МГУЛ, 1990. 373 с.
- [9] Богданов Е.С., Козлов В.А., Кунтыш В.Б., Мелехов В.И. Справочник по сушке древесины. М.: Лесная пром-сть, 1990. 304 с.
- [10] Богданов Е.С. Расчет, проектирование и реконструкция лесосушильных камер. М.: Экология, 1993. 352 с.
- [11] Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1968. 448 с.
- [12] Серговский, П.С. Режимы и проведение камерной сушки пиломатериалов. М.: Лесная пром-сть, 1976. 136 с.
- [13] Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов. Архангельск: Научдревпром – ЦНИИМОД, 2000. 125 с.
- [14] ГОСТ 19773–84. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия. М.: Изд-во стандартов 1990. 446 с.
- [15] Косарин А.А. Технология импульсной сушки пиломатериалов: автореф. дис. ... канд. тех. наук, 2012. 22 с.
- [16] Курышов Г.Н., Косарин А.А., Косарина А.А. Способ импульсной сушки. Пат. № 2637288. Российская Федерация. Опубл. 01.12.2017.
- [17] Расев А.И., Курышов Г.Н. Технология сушки пиломатериалов в аэродинамических камерах // Деревообработка в России, 1998. № 1. С. 3–4.
- [18] Кречетов И.В. Сушка древесины. М.: Лесная пром-сть, 1972. 440 с.
- [19] Серговский П.С. Исследование реологических свойств и режимов сушки древесины бука и лиственницы // Матер. науч.-техн. конф. по итогам научно-исследовательских работ 1965 года. Рефераты докладов. Секция технологии деревообработки. Москва, 11–27 апреля 1966 г. М.: МЛТИ, 1966. 42 с.
- [20] Справочник по деревообработке / под ред. В.Г. Осадчиева. М.; Л.: Гослестбумиздат, 1955. 519 с.
- [21] Соколов П.В. Сушка древесины. М.: Гослестехиздат, 1955. 418 с.

## Сведения об авторах

**Курышов Григорий Николаевич** — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), kuryshov@mgul.ac.ru

**Косарин Анатолий Александрович** — канд. техн. наук, доцент, заместитель директора ООО «Форсклад», kosarin2008@yandex.ru

Поступила в редакцию 05.11.2019.

Принята к публикации 12.12.2019.



# IMPULSE MAPLEWOOD LUMBER DRYING OF 50 MM THICKNESS IN CONVECTIVE DRYING KILNS

G.N. Kuryshov<sup>1</sup>, A.A. Kosarin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, Mytishchi, Moscow reg., 141005, Russia

<sup>2</sup>ООО «Форклад», 40 st. Partizanskaya, Moscow, 121359, Russia

kosarin2008@yandex.ru

A review of literary sources on the modes and parameters of drying maple wood with a thickness of 50 mm is given. Drying modes are indicated, which depend on the current moisture content of the sawn timber and differ in the initial and final temperature of the drying agent, as well as the degree of saturation at the initial and final stages of the drying process. The drying process in different sources includes from 3 to 8 steps. A brief description of impulse drying of wood is given, and the first impulse drying of maple wood began in 1996 at Intar LLC (Moscow) on a modernized Ural-72 drying kiln with transverse-horizontal circulation of the drying agent, and control of wood moisture and internal stresses during the drying process was carried out by the method of control samples. The initial moisture content of wood was determined in accordance with GOST 16588–91. The application of pulsed modes when drying maple can reduce energy consumption up to 60%.

**Keywords:** maple wood lumber, impulse drying, drying modes

**Suggested citation:** Kuryshov G.N., Kosarin A.A. *Impul'snaya sushka pilomaterialov iz drevesiny klena tolshchiny 50 mm v konvektivnykh sushil'nykh kamerakh* [Impulse maplewood lumber drying of 50 mm thickness in convective drying kilns]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 69–73. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-69-73

## References

- [1] *Lesnaya entsiklopediya* [Forest Encyclopedia]. Ed. G.I. Vorobyov. Moscow: Sov. Encyclopedia, 1985, 563 p.
- [2] *Drevesnye porody mira. V. 3 t. T. 2* [Wood species of the world, in 3 vol. V. 2.]. Ed. G.I. Vorob'ov. Moscow: Lesnaya prom-st' Publ. [Forest Industry], 1982, 352 p.
- [3] Sukachev V.N. *Dendrologiya s osnovami lesnoy geobotaniki* [Dendrology with the basics of forest geobotany]. Leningrad: Gosleshtekhizdat, 1934, 616 p.
- [4] Vanin S.I. *Drevesinovedenie* [Wood science]. Leningrad: Goslestekhizdat, 1940, 460 p.
- [5] Ugolev B.N. *Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood science with the basics of forest commodity science]. Moscow: MGUL, 2002, 340 p.
- [6] Jons V.S. *Drevesnye porody, ikh stroenie i otlichitel'nye priznaki* [Tree species their structure and distinctive features]. Moscow: Gosleshtekhizdat [State Forest Technical Publishing], 1932, 171 p.
- [7] Pereygin L.M. *O fiziko-mekhanicheskikh svoystvakh drevesiny klena* [On the physical and mechanical properties of maple wood]. Collection of works on the study of physical and mechanical properties of wood. Moscow: Gosleshtekhizdat [State Forest Technical Publishing], 1933, 132 p.
- [8] Shuvalov S.V. *Tekstura i anatomicheskoe stroenie drevesiny razlichnykh form klenov Severnogo Kavkaza* [Texture and anatomical structure of wood of various forms of maples of the North Caucasus]. Materials of the International Symposium named after B.N. Ugolev «Structure, Properties and Quality of Wood». Moscow: MGUL, 1990, 337 p.
- [9] Bogdanov E.S., Kozlov V.A., Kuntyshev V.B., Melekhov V.I. *Spravochnik po sushke drevesiny* [Handbook of wood drying]. Moscow: Lesnaya prom-st' Publ. [Forest Industry], 1990, 304 p.
- [10] Bogdanov E.S. *Rashchet, projektirovanie i rekonstruktsiya lesosushil'nykh kamer* [Calculation, design and reconstruction of timber drying chambers]. Moscow: Ecology Publ., 1993, 352 p.
- [11] Sergovskiy P.S. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovanie drevesiny* [Hydrothermal treatment and preservation of wood]. Moscow: Lesnaya prom-st' Publ. [Forest Industry], 1968, 448 p.
- [12] Sergovskiy P.S. *Rezhimy i provedenie kamernoy sushki pilomaterialov* [Modes and chamber drying of lumber]. Moscow: Forest industry, 1976, 136 p.
- [13] *Rukovodyashchie tekhnicheskie materialy po tekhnologii kamernoy sushki pilomaterialov* [Guidance technical materials on the technology of chamber drying of sawn timber]. Arkhangelsk: Nauchdrevprom – TsNIIMOD Publ., 2000, 125 p.
- [14] GOST 19773–84. *Pilomaterialy khvoynykh i listvennykh porod. Rezhimy sushki v kamerakh periodicheskogo deystviya* [Softwood and hardwood sawn timber. Drying modes in batch chambers]. Moscow: Publishing house of standards 1990, 446 p.
- [15] Kosarin A.A. *Tekhnologiya impul'snoy sushki pilomaterialov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk* [Technology of pulsed drying of lumber: author. Dis. ... Cand. Sci. (Tech.)], 2012, 22 p.
- [16] Kuryshov G.N., Kosarin A.A., Kosarina A.A. *Sposob impul'snoy sushki* [Pulse drying method]. Pat. No. 2637288. Russian Federation. Publ. 12.01.2017.
- [17] Rasev A.I., Kuryshov G.N. *Tekhnologiya sushki pilomaterialov v aerodinamicheskikh kamerakh* [Technology of drying sawn timber in aerodynamic chambers]. *Woodworking in Russia*, 1998, no. 1, pp. 3–4.
- [18] Krechetov I.V. *Sushka drevesiny* [Wood drying]. Moscow: Forest industry, 1972, 440 p.
- [19] Sergovskiy P.S. *Issledovanie reologicheskikh svoystv i rezhimov sushki drevesiny buka i listvennitsy* [Investigation of rheological properties and modes of drying of beech and larch wood]. Scientific and technical conference, abstracts of reports. Section of technology of wood processing. Moscow: MLTI, 1966, 42 p.
- [20] Osadchikov V.G. *Spravochnik po derevoobrabotke* [Handbook of woodworking]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1955, 551 p.
- [21] Sokolov P.V. *Sushka drevesiny* [Drying of wood]. Moscow: Gosleshtekhizdat, 1955, 418 p.

## Authors' information

**Kuryshov Grigoriy Nikolaevich** — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), kuryshov@mgul.ac.ru

**Kosarin Anatoliy Aleksandrovich** — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Deputy Director «Форклад», kosarin2008@yandex.ru

Received 05.11.2019.

Accepted for publication 12.12.2019.