

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАТОЧКИ (ПЕРЕТОЧКИ) ЗУБЬЕВ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Г.Ф. Прокофьев✉, О. Л. Коваленко

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), 163002, Россия,
г. Архангельск, Наб. Северной Двины, д. 17

g.prokofjev@narfu.ru

Рассмотрены преимущества и недостатки ленточнопильных станков по сравнению с другими лесопильными станками. Подчеркнута необходимость своевременной заточки (переточки) ленточных пил при их эксплуатации. Предложена методика расчета времени между переточками ленточной пилы, при котором обеспечивается: требуемая долговечность пилы – время между переточками ленточной пилы определяется с учетом величины предела ограниченной выносливости пилы, определенной при заданном коэффициенте запаса прочности; требуемое качество получаемых пиломатериалов и снижение энергозатрат — время между переточками ленточной пилы определяется с учетом величины затупления зубьев ленточной пилы, характеризуемой радиусом закругления их главной режущей кромки. Отмечено, что из двух полученных значений времени между переточками пилы, необходимо принимать наименьшее значение. Рекомендуется использовать предложенную в статье методику при расчетах режимов пиления древесины на делительных и бревнопильных ленточнопильных станках.

Ключевые слова: ленточная пила, усталостные трещины, затупление зубьев, переточка

Ссылка для цитирования: Прокофьев Г.Ф., Коваленко О.Л. Определение времени периодичности заточки (переточки) зубьев ленточных пил // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 1. С. 134–138.
DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-134-138

Ленточнопильные станки имеют некоторые существенные преимущества по сравнению с другими лесопильными станками [1–3]: низкий расход древесины в опилки вследствие малой толщины пил; возможность распиливать бревна большого диаметра в отличие от лесопильных станков других типов; малая шероховатость получаемых пиломатериалов в связи с большой скоростью резания и малыми подачами на зуб; индивидуальный раскрой бревен с учетом характерных участков их строения; нет необходимости в тяжелом фундаменте, так как значительные инерционные силы при работе такого станка не возникают.

Наряду с указанными преимуществами ленточнопильные станки обладают и серьезными недостатками. Прежде всего это низкая долговечность ленточных пил [1–9]. Во время работы в межзубовых впадинах ленточной пилы возникают усталостные трещины [10–16]. Если своевременно не удалять их вместе с дефектным слоем путем стачивания, то трещины могут развиться и привести к разрушению пилы. Таким образом, заточку зубьев ленточной пилы следует осуществлять не при достижении определенной степени затупления зубьев, как это часто делают на практике, а заранее. Коэффициент случайной убыли ленточных пил, как отмечается в справочной литературе [17], составляет 2,5...3,5. Это самый

высокий показатель аварийного расхода дерево-режущего инструмента.

При эксплуатации ленточные пилы периодически затачиваются, выполняя две функции: устраняя затупление зубьев путем уменьшения радиуса закругления главной режущей кромки зубьев и удаления дефектного слоя, вызванного усталостными явлениями в межзубовых впадинах. Для качественного и безаварийного пиления необходимо определить время между переточками (термин взят из работы [18]) из условия обеспечения прочности пилы и из условия устранения затупления зубьев. Из двух значений времени между переточками принимаем наименьшее. В этом случае обеспечивается требуемая долговечность пил и восстанавливается острота зубьев для достижения требуемого качества получаемых пиломатериалов и снижения энергозатрат.

Долговечность детали считается обеспеченной, если коэффициент запаса прочности не меньше требуемого. В процессе распиловки древесины в ленточных пилах возникают напряжения от инерционных сил, сил резания, поворота шкивов, от вальцевания, от натяжения и изгиба пил на пильных шкивах, а также температурные напряжения. Наиболее значимыми напряжениями, влияющими на долговечность ленточной пилы являются изгибающие и растягивающие напряжения, действующие на пилу во время ее работы [1]. Эти напряжения можно уменьшить, если распиловку древесины осуществлять

высокотехнологичными лесопильными станками нетрадиционной конструкции [19]. Пренебрежение остальными напряжениями дает погрешность в расчетах, и это учитывается путем принятия требуемого коэффициента запаса прочности ленточных пил $[n] = 2$ [1].

Коэффициент запаса прочности ленточной пилы с учетом периодической заточки может быть определен по следующей формуле [1]

$$n = \frac{1}{\frac{k_3 \sigma_B \left(\frac{\sigma_n}{2} + \Delta\sigma_n \right) + \left(\frac{\sigma_n}{2} + \sigma_n \right)}{\beta \sigma_{-1N}}}, \quad (1)$$

где σ_B — предел прочности материала пилы,

$\sigma_B = 1500$ МПа;

k_3 — эквивалентный коэффициент концентрации напряжений, определяемый

по формуле $k_3 = \frac{k_n \sigma_n + k_n \sigma_n}{\sigma_n + \sigma_n}$;

k_n, k_n — коэффициенты концентрации напряжений соответственно при изгибе и натяжении пилы;

σ_n — напряжения от изгиба пилы на шкивах,

$\sigma_n = \frac{s}{D} E$, МПа;

s — толщина пилы, мм;

D — диаметр пильных шкивов (удвоенный радиус криволинейных аэростатических опор [19], мм);

E — модуль упругости материала пилы,

$E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

σ_n — напряжения от натяжения пилы, принимается для делительных пил, выпускаемых по ГОСТ 6532–77 [20], равным 50...100 МПа [18], а для ленточных пил, выпускаемых по ГОСТ 10670–77 [21], равным 100...150 МПа [22];

$\Delta\sigma_n$ — изменение натяжения пилы, вызванное радиальным биением шкивов, определяется

по выражению $\Delta\sigma_n = \frac{\Delta L}{L} E$, МПа;

L — расстояние между осями шкивов, мм;

ΔL — радиальное биение шкивов, мм;

σ_{-1N} — предел ограниченной выносливости, МПа;

β — коэффициент, учитывающий влияние качества обработки поверхности впадин между зубьями, $\beta = 0,6 \dots 0,9$.

Предел ограниченной выносливости может быть получен по формуле [1]

$$\sigma_{-1N} = 1665 - 204 \lg \frac{120\,000 t v}{L_n}, \quad (2)$$

где t — время работы пилы между переточками, мин;

v — скорость движения пилы (скорость резания), м/с;

L_n — длина пилы, мм.

Предел ограниченной выносливости можно также выразить в соответствии с формулой (1), приняв коэффициент запаса прочности $n = 2$, что отвечает требуемой долговечности ленточной пилы. Имеем

$$\sigma_{-1N} = \frac{k_3 \sigma_B \left(\frac{\sigma_n}{2} + \Delta\sigma_n \right)}{\beta \left(\frac{\sigma_B}{2} - \frac{\sigma_n}{2} - \sigma_n \right)}. \quad (3)$$

Приравняв значения σ_{-1N} , полученные по формулам (2) и (3) и выполнив соответствующие преобразования, выражаем значение времени между переточками, при котором обеспечивается требуемая долговечность ленточной пилы.

Пример. Ленточная пила толщиной $s = 1,2$ мм работает на делительном ленточнопильном станке. Межосевое расстояние пильных шкивов $L = 2000$ мм. Максимальная длина пилы $L_n = 7925$ мм. Шкивы станка имеют диаметр $D = 1250$ мм. Скорость резания $v = 40$ м/с. Пила изготовлена из стали марки 9ХФ, имеющей предел прочности $\sigma_B = 1500$ МПа. Модуль упругости при изгибе $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа. Коэффициент, учитывающий качество заточки зубьев, принимается $\beta = 0,7$. Напряжение изгиба $\sigma_n = 266,4$ МПа, напряжение от натяжения пилы $\sigma_n = 100$ МПа, напряжение, вызванное радиальным биением шкивов $\Delta\sigma_n = 10$ МПа, эквивалентный коэффициент концентрации напряжений при $k_n = 1,23$ [23] и $k_n = 1,53$ [24] получается равным $k_3 = 1,4$. Коэффициент запаса прочности принимаем $n = 2$, что обеспечивает безаварийную работу пилы. Зубья пилы периодически затачиваются и удаляется дефектный слой, вызванный усталостными явлениями.

Подставив значения $k_3, \sigma_B, \sigma_n, \sigma_n, \Delta\sigma_n, \beta$ в формулу (3), имеем предел ограниченной выносливости $\sigma_{-1N} = 621,3$ МПа. Затем находим величину $\frac{\sigma_{-1N} - 1665}{-204}$, равную 5,116 и, используя таблицу антилогарифмов, получаем число, стоящее под знаком логарифма $N = 130617$. Находим время переточек для удаления дефектного слоя и обеспечения прочности пилы:

$$t_n = \frac{NL_n}{120\,000v} = \frac{130\,617 \cdot 7925}{120\,000 \cdot 40} = 215,7 \text{ мин} = 3,6 \text{ ч.}$$

Заточка зубьев ленточной пилы выполняется также для повышения остроты зубьев, характеризующейся радиусом закругления их главной режущей кромки. В справочнике по лесопилению [17] отмечается, что величина затупления зубьев ленточных пил ρ находится в пределах 0,02...0,05 мм. С увеличением затупления пил ухудшается качество пиломатериалов и растут энергозатраты. Принимаем наименьшее допустимое значение $\rho = 0,02$ мм при котором обеспе-

чивается требуемое качество пиломатериалов и пиление выполняется с минимальными энергозатратами.

Приращение затупления зубьев ленточной пилы определяется по формуле, приведенной в работе А.Л. Бершадского и Н.И. Цетковой [25]

$$\Delta\rho = \varepsilon \frac{h n T}{1 + 2 \frac{L}{\pi D}} k_{\text{ст}},$$

где ε — приращение затупления зубьев ленточных пил на пути резания 1 м, мкм;

h — высота пропила, м;

n — частота вращения пильных шкивов, об./мин;

T — время работы станка, мин;

L — расстояние между осями шкивов, мм;

D — диаметр пильных шкивов, мм;

$k_{\text{ст}}$ — коэффициент использования станка.

Затупление за время работы станка между переточками t_3 , мкм, составляет

$$\rho = \varepsilon \frac{h n t_3}{1 + 2 \frac{L}{\pi D}} k_{\text{ст}}. \quad (4)$$

Время (мин) между переточками, при затуплении зубьев меньше допустимой величины, определяется по выражению

$$t_3 = \frac{\rho \left(1 + 2 \frac{L}{\pi D} \right)}{\varepsilon h n k_{\text{ст}}}. \quad (5)$$

Пример. На делительном ленточнопильном станке с диаметром пильных шкивов $D = 1250$ мм при частоте их вращения $n = 500$ об./мин распиливается древесина сосны с высотой пропила $h = 0,4$ м. Расстояние между осями шкивов $L = 2000$ мм. Коэффициент использования станка $k_{\text{ст}} = 0,7$. Коэффициент $\varepsilon = 0,001$. Подставив в выражение (5) принятые значения, находим

$$t_3 = \frac{20 \left(1 + 2 \frac{2000}{3,14 \cdot 1250} \right)}{0,001 \cdot 0,4 \cdot 500 \cdot 0,7} = 288,4 \text{ мин} = 4,8 \text{ ч.}$$

Из двух значений $t_{\text{п}}$ и t_3 принимаем наименьшее $t = 3,6$ ч.

Выводы

Предложенная методика позволяет рассчитать время между переточками ленточной пилы, при котором обеспечивается долговечность пилы и требуемое качество получаемых пиломатериалов. Таким образом, для делительных и бревнопильных ленточнопильных станков предложенная методика может применяться при расчетах режимов распиловки древесины на этих станках.

Список литературы

- [1] Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами. М.: Лесная пром-сть, 1990. 240 с.
- [2] Феоктистов А.Е. Ленточнопильные станки. М.: Лесная пром-сть, 1976. 152 с.
- [3] Фергин В.П. Интенсификация процессов пиления древесины. М.: Лесная пром-сть, 1988. 114 с.
- [4] Санев В.И. К вопросу о запасе прочности полотен ленточных пил. Л.: Изд-во ЛТА, 1981. 8 с.
- [5] Феоктистов А.Е. Подготовка ленточных пил к работе. М.: Лесная пром-сть, 1971. 71 с.
- [6] Малышев Ю.В. Влияние некоторых факторов на долговечность полотен ленточных делительных пил. Л.: Изд-во ЛТА, 1974. 10 с.
- [7] Добрынин Е.Д. Исследование причин аварийного расхода ленточных пил // Механическая технология древесины: межвуз. сб. науч. тр. Л.: Изд-во ЛТА, 1976. С. 45–46.
- [8] Швамм Л.Г. Исследование и разработка методов повышения долговечности ленточных пил для распиловки древесины: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л.: Изд-во ЛТА, 1982. 20 с.
- [9] Веселкова Б.А. Исследование и разработка рекомендаций по повышению работоспособности ленточных пил для распиловки древесины: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л.: Изд-во ЛТА. 1978 - 16 с.
- [10] Трубников И.И. Напряжения в полотне ленточных пил, подвергнутых поверхностному наклепу // ИзВУЗ Лесной журнал, 1965. № 2. С. 104–108.
- [11] Добрынин Е.Д. Концентрация напряжений в полотнах пил от насечки зубьев // Деревообрабатывающая промышленность, 1962. № 4. С. 10–11.
- [12] Лейхтлинг К.А., Кузнецов А.М., Сияговская М.С. Исследования характера трещин в ленточных пилах // Механическая обработка древесины: науч. техн. реф. сб. ВНИПИЭИлеспром, 1971. № 10. С. 7–8.
- [13] Малышев Ю.В. Исследование некоторых условий, обеспечивающих рациональную эксплуатацию ленточных делительных пил с твердым сплавом для распиловки древесины: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинград, 1974. 20 с.
- [14] Печкуров Г.П. Причины образования трещин в полотнах ленточных пил при их подготовке // Механическая обработка древесины: науч. техн. реф. сб. ВНИПИЭИлеспром, 1976. № 8. С. 12–13.
- [15] Трубников И.И. Усталостное разрушение полотен ленточных пил // ИзВУЗ Лесной журнал, 1965. № 6. С. 91–93.
- [16] Феоктистов А.Е. Причины появления трещин в полотнах ленточных пил // Деревообрабатывающая промышленность, 1960. № 5. С. 12–14.
- [17] Варфоломеев Ю.А., Дружин И.С., Дьячков Ю.А. Справочник по лесопилению / Под ред. А.М. Копейкина. М.: Экология, 1991. 496 с.
- [18] Настенко А.А., Веселков В.И. Технологические режимы РИ 04–00. Подготовка делительных ленточных пил. Архангельск: Изд-во ЦНИИМОД, 1976. 66 с.
- [19] Прокофьев Г.Ф. Создание высокотехнологичных лесопильных станков. Архангельск: Изд-во АО «СОЛТИ», 2018. 157 с.
- [20] ГОСТ 6532–77. Пилы ленточные для распиловки древесины. Технические условия. Введ.1977-25-05. М.: Изд-во стандартов. 1977. 6 с.
- [21] ГОСТ 10670–77 Пилы ленточные для распиловки бревен и брусьев Технические условия. Введ.1978-01-07. М.: Изд-во стандартов. 1977. 6 с.

- [22] Власов В.П., Жернокуй М.А., Кузнецов А.М. Технологические режимы РИ 05-00. Подготовка ленточных пил для распиловки бревен и брусьев. Красноярск: Изд-во СибНИИЛП, 1980. 106 с.
- [23] Прокофьев Г.Ф., Коваленко О.Л., Черепанов С.А. Определение коэффициента концентрации напряжений в межзубовых впадинах ленточных пил при изгибе // ИзВУЗ Лесной журнал, 2015. № 4. С. 50–56.
- [24] Прокофьев Г.Ф., Коваленко О.Л. Определение коэффициента концентрации напряжений в межзубовых впадинах ленточной пилы при ее натяжении // ИзВУЗ Лесной журнал, 2016. № 3. С. 117–123.
- [25] Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышэйш. шк., 1975. 303 с.

Сведения об авторах

Прокофьев Геннадий Федорович [✉] — профессор, д-р техн. наук, академик РАЕН, заслуженный изобретатель РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, g.prokofjev@narfu.ru

Коваленко Олег Леонидович — ст. преп. кафедры инжиниринга транспортно-технологических средств и оборудования ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), o.kovalenko@narfu.ru

Поступила в редакцию 17.05.2022.

Одобрено после рецензирования 30.09.2022.

Принята к публикации 16.11.2022.

FREQUENCY DETERMINATION OF BAND SAW TEETH GRINDING (REGRINDING)

G.F. Prokof'ev [✉], **O.L. Kovalenko**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia

g.prokofjev@narfu.ru

The advantages and disadvantages of band saws in comparison with other sawmills are considered. The necessity of timely grinding (regrinding) of band saws during their operation is emphasized. A method for calculating the time between regrindings of a band saw is proposed, which ensures the required service life of the saw - the time between regrindings of a band saw is determined taking into account the value of the limited endurance of the saw, determined for a given safety factor; the required quality of the lumber output and the reduction of energy consumption - the time between regrinding of the band saw is determined taking into account the amount of blunting of the band saw teeth, characterized by the radius of curvature of their main cutting edge. It is noted that of the two obtained values of the time between saw regrindings, it is necessary to take the smallest value. It is recommended to use the method proposed in the article when calculating the modes of sawing wood on separating and log band saw machines.

Keywords: band saw, fatigue cracks, tooth dulling, regrinding

Suggested citation: Prokof'ev G.F., Kovalenko O.L. *Opredelenie vremeni periodichnosti zatochki (peretochki) zub'ev lentochnykh pil* [Frequency determination of band saw teeth grinding (regrinding)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 134–138. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-134-138

References

- [1] Prokof'ev G.F. *Intensifikatsiya pileniya drevesiny ramnymi i lentochnymi pilami* [Intensification of sawing wood with frame and band saws]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1990, 240 p.
- [2] Feoktistov A.E. *Lentochnopil'nye stanki* [Band saw machines]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1976, 152 p.
- [3] Fergin V.P. *Intensifikatsiya protsessov pileniya drevesiny* [Intensification of wood sawing processes]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1988, 114 p.
- [4] Sanev V.I. *K voprosu o zapase prochnosti poloten lentochnykh pil* [To the question of the margin of safety of band saw blades]. Leningrad: LTA, 1981, 8 p.
- [5] Feoktistov A.E. *Podgotovka lentochnykh pil k rabote* [Preparing band saws for work]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1971, 71 p.
- [6] Malyshev Yu.V. *Vliyaniye nekotorykh faktorov na dolgovechnost' poloten lentochnykh delitel'nykh pil* [Influence of some factors on the durability of band saw blades]. Leningrad: LTA, 1974, 10 p.
- [7] Dobrynin E.D. *Issledovanie prichin avariynogo raskhoda lentochnykh pil* [Investigation of the causes of emergency consumption of band saws]. *Mekhanicheskaya tekhnologiya drevesiny: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Mechanical technology of wood: Interuniversity. Sat. scientific tr.]. Leningrad: LTA, 1976, pp. 45–46.

- [8] Shvamm L.G. *Issledovanie i razrabotka metodov povysheniya dolgovechnosti lentochnykh pil dlya raspilovki drevesiny* [Research and development of methods to improve the durability of band saws for sawing wood]. Dis. Cand. Sci. (Tech.). Leningrad: LTA, 1982, 20 p.
- [9] Veselkova B.A. *Issledovanie i razrabotka rekomendatsiy po povysheniyu rabotosposobnosti lentochnykh pil dlya raspilovki drevesiny* [Research and development of recommendations for improving the performance of band saws for sawing wood]. Dis. Cand. Sci. (Tech.). Leningrad: LTA, 1978, 16 p.
- [10] Trubnikov I.I. *Napryazheniya v polotne lentochnykh pil, podvergnutykh poverkhnostnomu naklepu* [Stresses in the blade of band saws subjected to surface work hardening]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 1965, no. 2, pp. 104–108.
- [11] Dobrynin E.D. *Kontsentratsiya napryazheniy v polotnakh pil ot nasechki zub'ev* [Stress concentration in saw blades from notching teeth]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Woodworking Industry], 1962, no. 4, pp. 10–11.
- [12] Leykhtling K.A., Kuznetsov A.M., Sinyagovskaya M.S. *Issledovaniya kharaktera treshchin v lentochnykh pilakh* [Investigation of the nature of cracks in band saws]. *Mekhanicheskaya obrabotka drevesiny: nauch. tekhn. ref. sb. VNIPIEIllesprom* [Mechanical processing of wood: scientific. tech. ref. Sat. VNIPIEIllesprom], 1971, no. 10, pp. 7–8.
- [13] Malyshev Yu.V. *Issledovanie nekotorykh usloviy, obespechivayushchikh ratsional'nyuyu ekspluatatsiyu lentochnykh delitel'nykh pil s tverdyim splavom dlya raspilovki drevesiny* [Study of some conditions that ensure the rational operation of band saw blades with hard alloy for sawing wood]. Dis. Cand. Sci. (Tech.). Leningrad, 1974, 20 p.
- [14] Pechkurov G.P. *Prichiny obrazovaniya treshchin v polotnakh lentochnykh pil pri ikh podgotovke* [The reasons for the formation of cracks in the blades of band saws during their preparation]. *Mekhanicheskaya obrabotka drevesiny: nauch. tekhn. ref. sb. VNIPIEIllesprom* [Mechanical processing of wood: scientific. tech. ref. Sat. VNIPIEIllesprom], 1976, no. 8, pp. 12–13.
- [15] Trubnikov I.I. *Ustalostnoe razrushenie poloten lentochnykh pil* [Fatigue failure of band saw blades]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 1965, no. 6, pp. 91–93.
- [16] Feoktistov A.E. *Prichiny poyavleniya treshchin v polotnakh lentochnykh pil* [Causes of Cracks in Band Saw Blades]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Woodworking Industry], 1960, no. 5, pp. 12–14.
- [17] Varfolomeev Yu.A., Druzhin I.S., D'yachkov Yu.A. *Spravochnik po lesopileniyu* [Handbook of sawmilling]. Ed. A.M. Kopeikin. Moscow: Ecology, 1991, 496 p.
- [18] Nastenka A.A., Veselkov V.I. *Tekhnologicheskie rezhimy RI 04–00. Podgotovka delitel'nykh lentochnykh pil* [Technological modes RI 04–00. Preparation of dividing band saws]. Arkhangelsk: TsNIIMOD, 1976, 66 p.
- [19] Prokof'ev G.F. *Sozdanie vysokotekhnologichnykh lesopil'nykh stankov* [Creation of high-tech sawmills]. Arkhangelsk: JSC «SOLTI», 2018, 157 p.
- [20] GOST 6532–77 *Pily lentochnye dlya raspilovki drevesiny. Tekhnicheskie usloviya. Vved.1977-25-05* [Band saws for cutting wood. Specifications. Introduced 1977-25-05]. Moscow: Publishing house of standards, 1977, 6 p.
- [21] GOST 10670–77 *Pily lentochnye dlya raspilovki breven i brus'ev Tekhnicheskie usloviya. Vved.1978-01-07* [Band saws for sawing logs and beams Specifications. Introduced 1978-01-07]. Moscow: Publishing house of standards, 1977, 6 p.
- [22] Vlasov V.P., Zhernokuy M.A., Kuznetsov A.M. *Tekhnologicheskie rezhimy RI 05-00. Podgotovka lentochnykh pil dlya raspilovki breven i brus'ev* [Technological modes RI 05-00. Preparation of band saws for sawing logs and beams]. Krasnoyarsk: SibNIILP, 1980, 106 p.
- [23] Prokof'ev G.F., Kovalenko O.L., Cherepanov S.A. *Opredelenie koeffitsienta kontsentratsii napryazheniy v mezhzubovykh vpadinakh lentochnykh pil pri izgibe* [Determination of the stress concentration factor in the interdental cavities of band saws during bending]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2015, no. 4, pp. 50–56.
- [24] Prokof'ev G.F., Kovalenko O.L. *Opredelenie koeffitsienta kontsentratsii napryazheniy v mezhzubovykh vpadinakh lentochnoy pily pri ee natyazhenii* [Determination of the stress concentration factor in the interdental cavities of a band saw when it is tensioned], 2016, no. 3, pp. 117–123.
- [25] Bershadskiy A.L., Tsvetkova N.I. *Rezanie drevesiny* [Cutting wood]. Minsk: Highest school, 1975, 303 p.

Authors' information

Prokof'ev Gennadiy Fedorovich  — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, g.prokofjev@narfu.ru

Kovalenko Oleg Leonidovich — Senior Lecturer of the Department of Engineering of Transport and Technological Means and Equipment of SAFU, o.kovalenko@narfu.ru

Received 17.05.2022.

Approved after review 30.09.2022.

Accepted for publication 16.11.2022.

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