

УДК 674.053

В. Г. Новоселов, И. Т. Рогожникова, В. И. Сулинов, Т. В. Полякова
Уральский государственный лесотехнический университет (Российская Федерация)

**ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК
ИЗ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАЛИБРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

Толщина снимаемого слоя в качестве припуска перед операцией калибрования является величиной переменной, зависимой от таких качественных показателей, как точность обработки и шероховатость поверхности после фрезерования заготовок. Эти показатели определяются точностью установки лезвий инструмента, степенью их остроты, жесткостью системы «станок – приспособление – инструмент – деталь». Проведенные ранее экспериментальные исследования выявили зависимости точности и шероховатости от степени затупления лезвий при продольном фрезеровании древесины. При использовании разрозненных сведений из различных источников составлена последовательная методика расчета производительности процесса калибрования. Были проведены исследования влияния толщины снимаемого слоя в диапазоне 0,05–0,25 мм при прочих фиксированных значениях на производительность процесса калибрования изделий из массивной древесины.

Ключевые слова: калибрование заготовок, древесина, производительность процесса, шлифование, толщина снимаемого слоя, точность, шероховатость поверхности.

V. G. Novoselov, I. T. Rogozhnikova, V. I. Sulinov, T. V. Polyakova
Ural State Forest Engineering University (Russian Federation)

**INFLUENCE OF QUALITY OF PROCESSING OF PREPARATIONS
FROM MASSIVE WOOD ON PRODUCTIVITY
OF TECHNOLOGICAL SYSTEM CALIBRATIONS OF PRODUCTS**

The thickness of the release layer in the form of allowance before calibration operation is variable; it depends on such quality indicators as the machining accuracy and surface roughness after milling blanks. These indicators are defined within the blade installation tool, the degree of their sharpness, the rigidity of the system “machine – fixture – tool – detail”. Earlier experimental studies have revealed the depending of accuracy on the degree of roughness and blunting blades for longitudinal milling of wood. Using separate data from various sources, it was made the consistent methodology of calculation of the performance of calibration process. There have been studies of influence of the thickness of the release layer in the range of 0.05–0.25 mm, with other fixed values of the performance of the process calibration products from massive wood.

Key words: calibration blanks, wood, performance, process, grinding, depth of cut, accuracy, surface roughness.

Введение. Использование калибрования методом шлифования в качестве финишной операции изготовления деталей из массивной древесины позволяет получать изделия с максимально высокими точностью и качеством поверхности. Однако разнотолщинность чистовых заготовок, получаемых на предшествующей операции, а также шероховатость поверхности после фрезерования, нарастающие с течением времени работы инструмента, могут вызывать увеличение толщины снимаемого слоя при последующем шлифовании.

Производительность процесса шлифования в силу своих особенностей образования и удаления стружки существенно зависит от объема удаляемого материала, который пропорционален толщине срезаемого слоя.

Представляет практический интерес зависимость производительности процесса калиб-

рования от качества обработки заготовок: точности и шероховатости поверхности.

Основная часть. Операция калибрования является финишной в механической обработке изделий из массивной древесины, обеспечивающей постоянный размер по толщине и одинаковый уровень шероховатости поверхности деталей (ламель) при изготовлении, например, клееных щитов. Разнотолщинность отдельных деталей по нормам точности на станки фрезерной группы может достигать до 0,2 мм [1], а шероховатость поверхности по параметру среднее арифметическое высот наибольших неровностей $R_{m \max}$ до 250 мкм [2]. Очевидно, что эти два фактора будут определять толщину слоя древесины, снимаемого в процессе операции калибрования изделия, которая, в свою очередь, окажет влияние на производительность данной технологической системы, состоящей

из средства технологического оснащения – цилиндрического шлифовально-калибровального станка, обрабатываемого изделия – клееного щита и исполнителя – станочника деревообрабатывающих станков.

Как показали наши исследования [3, 4], в процессе фрезерования при остром лезвии инструмента происходит перерезание волокон древесины с минимальными неровностями разрушения, мшистостью и ворсистостью получаемой поверхности. В дальнейшем из-за затупления лезвий происходит смятие и разрыв волокон древесины и увеличение шероховатости обработанных поверхностей. Кроме этого, из-за укорочения радиуса поверхности резания происходит изменение размеров получаемых деталей. Можно предположить, что фактическая производительность на следующей операции – калибрования может существенно меняться. В настоящее время нет единой установленной методики расчета производительности операции калибрования и ее связи с изменением толщины снимаемого слоя. Используя имеющиеся разрозненные сведения попытаемся предложить данную методику.

Штучную производительность операции шлифования Q за смену определяем по формуле [5]

$$Q = \frac{T_{\text{см}} K_{\text{р.в}} K_{\text{м.в}}}{t_{\text{и}}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены; $K_{\text{р.в}}$ – коэффициент использования рабочего времени; $K_{\text{м.в}}$ – коэффициент использования машинного времени; $t_{\text{и}}$ – время шлифования одного изделия.

Зная длину изделия $l_{\text{и}}$ и скорость подачи V_s , определим $t_{\text{и}}$:

$$t_{\text{и}} = \frac{l_{\text{и}}}{V_s}. \quad (2)$$

Используя методику, изложенную в работе [6], проведем расчет параметров процесса шлифования изделий из древесины. Толщина сошлифованного слоя H определяется из формулы

$$H = A_n \frac{l_{\text{к}}}{V_s}, \quad (3)$$

где $l_{\text{к}}$ – длина дуги контакта шлифовального цилиндра с древесиной; A_n – производительность процесса шлифования.

Для шлифования с цилиндрическим контактом длина дуги с учетом жесткости по источнику [7] рассчитывается по формуле

$$l_{\text{к}} = 2\sqrt{D\Delta}, \quad (4)$$

где D – диаметр шлифовального цилиндра (рис. 1); Δ – величина деформации шлифовального цилиндра в зоне контакта с древесиной.

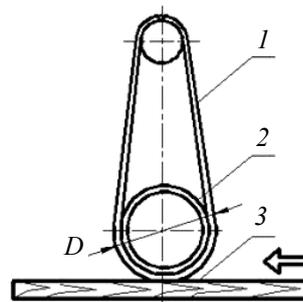


Рис. 1. Широколенточный шлифовальный станок с верхним расположением агрегата:

1 – шлифовальная лента; 2 – шлифовальный цилиндр диаметром D ; 3 – обрабатываемая древесина

Производительность процесса шлифования (A_n) рассчитывается по формуле

$$A_n = A_{\text{ш}} V b l_{\text{к}}, \quad (5)$$

где V – скорость шлифования; b – длина шлифовальной ленты; $A_{\text{ш}}$ – удельная производительность шкурки:

$$A_{\text{ш}} = 0,7 \cdot 10^{-6} q \left(\frac{d_i}{0,14} \right)^{0,5} \frac{0,6}{\gamma} a_{\text{м}} a_{\text{с}} a_{\text{р}}, \quad (6)$$

где q – удельное давление; d_i – размером зерен основной фракции; γ – плотность древесины; $a_{\text{м}}$ – поправочный коэффициент на материал абразивных зерен; $a_{\text{с}}$ – поправочный коэффициент на способ нанесения абразивных зерен; $a_{\text{р}}$ – поправочный коэффициент на остроту шкурки.

В силу ограниченной работоспособности шлифовальной шкурки по критерию засаливаемости, лимитирующими факторами производительности технологической системы калибрования будут толщина снимаемого слоя и производительность процесса шлифования. Преобразуя формулу (3), получаем скорость подачи изделия V_s , допустимую с точки зрения производительности процесса шлифования

$$V_s = \frac{A_n l_{\text{к}}}{H}. \quad (7)$$

По данной методике был произведен расчет штучной производительности технологической системы калибрования при переменной толщине снимаемого слоя в диапазоне 0,05–0,25 мм и при фиксированных значениях заданных параметров:

- диаметр контактного цилиндра станка Costa 70CT $D = 250$ мм;
- длина клееного щита $l_{\text{и}} = 1000$ мм;
- шлифовальная лента длиной $b = 2620$ мм на тканевой основе с номером зернистости 16, абразив – электрокорунд ($a_{\text{м}} = 1$) с размером

зерен основной фракции зернистости $d_i = 0,20$ мм, насыпка – гравитационная ($a_c = 1$), средней затупленности ($a_p = 1$) [8];

– коэффициент использования рабочего времени, $K_{р.в} = 0,85$;

– коэффициент использования машинного времени, $K_{м.в} = 0,8$;

– удельное давление $q = 35$ кПа;

– плотность древесины сосны $\gamma = 0,5$ г/см³;

– величина деформации контактного цилиндра Δ по опытным данным находится в пределах 0,2–0,3 мм, принято 0,2 мм.

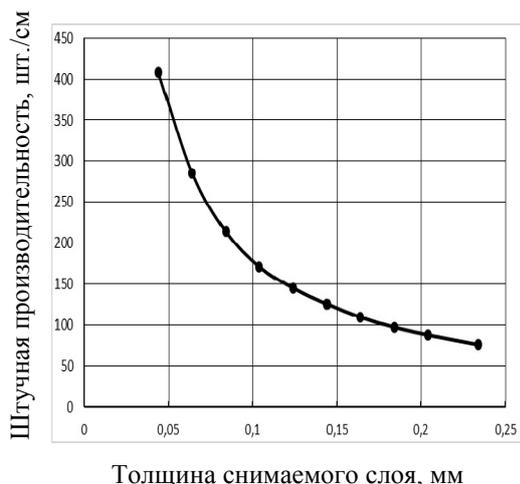


Рис. 2. Зависимость производительности от толщины снимаемого слоя

Как видно на графике, производительность технологической системы калибрования существенно зависит от толщины снимаемого слоя. Наиболее резкое снижение производительности наблюдается в диапазоне толщин снимаемого слоя 0,05–0,10 мм, в дальнейшем это снижение

менее выражено. Количественно это демонстрируется падением производительности в 4,5 раза, например, при увеличении шероховатости исходных деталей с $R_{m \max} = 60$ мкм до $R_{m \max} = 250$ мкм и при требованиях к шероховатости поверхности клееного щита под прозрачную отделку $R_{m \max} \leq 16$ мкм.

Заключение. Предложенная методика расчета производительности технологической системы операции калибрования интегрирует сведения, содержащиеся в различных источниках, и позволяет учесть различные факторы процесса шлифования. Кроме того, толщина снимаемого слоя древесины при калибровании, формируемая неточностями изготовления отдельных деталей и шероховатостью их поверхности после предварительной обработки, существенно влияет на производительность финишной операции.

Снижения негативного влияния можно достичь, обратив более пристальное внимание на организацию подготовки режущего инструмента сборных фрез и, в первую очередь, на тщательность установки сменных ножей и поддержания остроты их лезвий.

Хороших результатов можно добиться также за счет своевременной заточки ножей и использования такой технологической операции, как динамическая прифуговка лезвий резцов, благодаря которой достигается и максимально возможная точность инструмента, и требуемая острота лезвий.

Предлагаемая методика позволяет дать конкретные рекомендации для производителей при использовании ими (в качестве финишной операции калибрования) обработки деталей методом шлифования.

Литература

1. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Основные параметры. Нормы точности и жесткости: ГОСТ 7228-93. Минск: Изд-во стандартов, 1995. 14 с.
2. Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности: ГОСТ 7016-82. М.: Изд-во стандартов, 1983. 5 с.
3. Полякова Т. В., Новоселов В. Г. Влияние различных факторов на формирование погрешностей обработки древесины // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 4–4. С. 838–842.
4. Новоселов В. Г., Рогожникова И. Т. Экспериментальное исследование изменения шероховатости поверхности в процессе фрезерования древесины // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2011. № 6. С. 70–75.
5. Глебов И. Т., Новоселов В. Г., Швамм Л. Г. Справочник по резанию древесины: справочник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1999. 190 с.
6. Попов Ю. П. Расчет оптимальных режимов работы шлифовальных станков // *Деревообрабатывающая промышленность*. № 4. 1965. С. 12–14.
7. Манжос Ф. М. Дереворежущие станки. М.: Лесная промышленность, 1974. 456 с.
8. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины. Минск: Выш. шк., 1975. 304 с.

References

1. GOST 7228-93. Woodworking equipment. Thicknessing machines. Main settings. Standards of accuracy and rigidity. Minsk, Izd-vo standartov Publ., 1995. 14 p. (In Russian).

2. GOST 7016-82. Products from wood and wood materials. Parameters of surface roughness. Moscow Izdatel'stvo standartov Publ., 1983. 5 p. (In Russian).
3. Polyakova T.V., Novoselov V. G. Influence of various factors on the errors of the wood processing. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2013, no. 4–4, pp. 838–842 (In Russian).
4. Novoselov V. G., Rogozhnikova I. T. Experimental research of changes in the surface roughness of the milling timber. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [News of higher educational institutions. Forestry journal], 2011, no. 6, pp. 70–75 (In Russian).
5. Glebov I. T., Novoselov I. T., Shvamm L. G. *Spravochnik po rezaniyu drevesiny: spravochnik* [Manual cutting of wood. Handbook]. Ekaterinburg, Ural. gos. lesotekhn. acad. Publ., 1999. 190 p.
6. Popov Yu. P. The calculation of the optimal modes of grinding. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Woodworking industry], 1965, no. 4, pp. 12–14 (In Russian).
7. Manzhos F. M. *Derevorezhushchie stanki* [Woodcutting machines]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1975. 456 p.
8. Bershadskiy A. L., Tsvetkov N. I. *Rezanie drevesiny* [Cutting wood]. Minsk, Vysheyschaya shkola Publ., 1975. 304 p.

Информация об авторах

Новоселов Владимир Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой инновационных технологий оборудования деревообработки. Уральский государственный лесотехнический университет (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Российская Федерация). E-mail: stanki-in@yandex.ru

Рогожникова Ирина Тихоновна – доцент кафедры инженерной графики и начертательной геометрии. Уральский государственный лесотехнический университет (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Российская Федерация). E-mail: nauka-les@yandex.ru

Сулинов Вячеслав Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры инновационных технологий оборудования деревообработки. Уральский государственный лесотехнический университет (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Российская Федерация). E-mail: nauka-les@yandex.ru

Полякова Татьяна Валентиновна – старший преподаватель кафедры инновационных технологий оборудования деревообработки. Уральский государственный лесотехнический университет (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Российская Федерация). E-mail: nauka-les@yandex.ru.

Information about the authors

Novoselov Vladimir Gennad'yevich – PhD (Engineering), Assistant professor, Head of the Department of Innovative Technologies and Equipment of a Woodworking. Ural State Forest Engineering University (37, Sibirskiy trakt, 620100, Ekaterinburg, Russian Federation). E-mail: stanki-in@yandex.ru

Rogozhnikova Irina Tikhonovna – Assistant Professor, the Department of Engineering Graphics and Descriptive Geometry. Ural State Forest Engineering University (37, Sibirskiy trakt, 620100, Ekaterinburg, Russian Federation). E-mail: nauka-les@yandex.ru

Sulinov Vyacheslav Ivanovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Innovative Technologies and Equipment of a Woodworking. Ural State Forest Engineering University (37, Sibirskiy trakt, 620100, Ekaterinburg, Russian Federation). E-mail: nauka-les@yandex.ru

Polyakova Tat'yana Tikhonovna – Senior Lecturer, the Department of Innovative Technologies and Equipment of a Woodworking. Ural State Forest Engineering University (37, Sibirskiy trakt, 620100, Ekaterinburg, Russian Federation). E-mail: nauka-les@yandex.ru

Поступила 16.02.2016