

5. Kompovopoulos K. Finite element modelling of orthogonal metal cutting / K. Kompovopoulos, S.A. Erpenbeck // Journal of engineering for industry. – 1991. – Pp. 253–267.

6. Raczy A. An eulerian finite element model of the metal cutting process / A. Raczy [et. al.] // 8th International LS-DYNA users conference. – URL: <http://www.dynalook.com/international-conf-2004/09-2.pdf>.

7. Experiments and FEM simulations of milling performed to identify material parameters / A. Maurel, M. Fontaine, S. Thibaud1 [et. al.] // Proceedings of the 11th ESAFORM conference on material forming, Lyon (France), 23–25 April 2008.

8. Медведев Ф.В. Моделирование динамики концевое фрезерования / В.Ф. Медведев, Б.Б. Пономарев, Е.А. Черемных. – URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Ptsm/2009_38/139-142.pdf.

УДК 674.053

И.Т. Рогожникова, В.И. Сулинов, В.Г. Новоселов, Т.В. Полякова
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), nauka-les@yandex.ru

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАЛИБРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

TO CALCULATION OF PRODUCTIVITY OF TECHNOLOGICAL SYSTEM OF CALIBRATION OF PRODUCTS FROM NATURAL WOOD

В статье приведена методика и результаты расчетов производительности технологической системы калибрования деревянных изделий. Показана существенная зависимость производительности от толщины снимаемого слоя.

The technique and results of calculations of productivity of technological system of calibration of wooden products is given in article. Essential dependence of productivity on thickness of the removed layer is shown.

Операция калибрования является финишной в механической обработке изделий из массивной древесины, обеспечивающей постоянный размер по толщине и одинаковый уровень шероховатости поверхности деталей (ламелей) 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.

Из этого можно предположить, что фактическая производительность на следующей операции – калибровки – может существенно меняться. В настоящее время нет единой установленной методики расчета производительности операции калибровки 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]:

$$Q = \frac{T_{см} K_{рв} K_{мв}}{t_u}, \quad (1)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин;
 $K_{рв}$ – коэффициент использования рабочего времени;
 $K_{мв}$ – коэффициент использования машинного времени;
 t_u – время шлифования одного изделия, мин;

Зная длину изделия l_u (мм) и скорость подачи V_s (мм/мин), определим t_u :

$$t_u = \frac{l_u}{V_s}. \quad (2)$$

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

$$H = A_n \frac{l_k}{V_s}, \quad (3)$$

где A_n – производительность процесса шлифования, г/мин;
 l_k – длина дуги контакта шлифовального цилиндра с древесиной, мм.

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

$$l_k = 2\sqrt{D\Delta}, \quad (4)$$

где D – диаметр шлифовального цилиндра, мм (рис. 1);

Δ – величина деформации шлифовального цилиндра в зоне контакта с древесиной, мм.

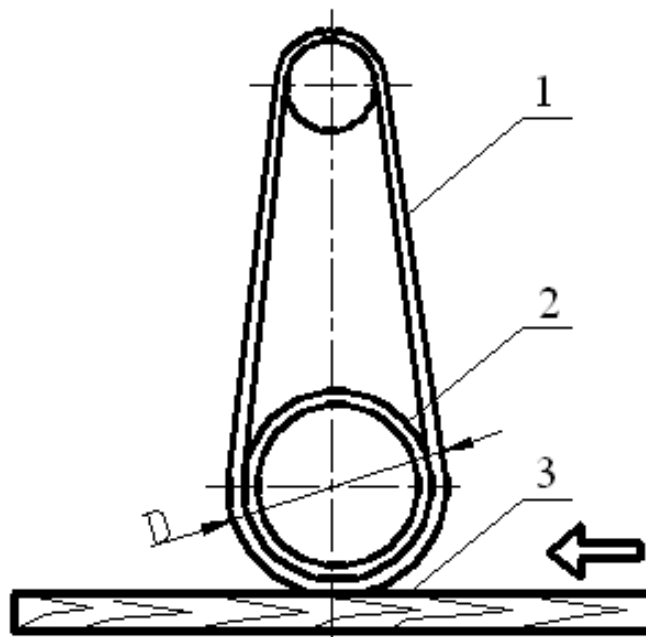


Рис. 1. Широколенточный шлифовальный станок с верхним расположением агрегата:
 1 – шлифовальная лента; 2 – шлифовальный цилиндр диаметром D ;
 3 – обрабатываемая древесина

Производительность процесса шлифования (A_n) рассчитывается по формуле:

$$A_n = A_{uu} V b l_k, \quad (5)$$

где A_{uu} – удельная производительность шкурки;
 V – скорость шлифования, м/с;
 b – длина шлифовальной ленты, мм.

$$A_{uu} = 0,7 \cdot 10^{-6} q \left(\frac{d_i}{0,14} \right)^{0,5} \frac{0,6}{\gamma} a_m a_c a_p, \quad (6)$$

где q – удельное давление, кПа;
 d_i – размер зерен основной фракции, мкм;
 γ – плотность древесины, г/см³;
 a_m – поправочный коэффициент на материал абразивных зерен;
 a_c – поправочный коэффициент на способ нанесения абразивных зерен;
 a_p – 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:

$$V_s = \frac{A_n l_k}{H}. \quad (7)$$

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 70СТ», $D = 250$ мм;
- длина условного клееного щита принята $l_u = 1000$ мм, что дает размерность производительности в погонных метрах в смену (м/смен);
- шлифовальная лента длиной $b = 2620$ мм на тканевой основе с номером зернистости 16, абразив – электрокорунд ($a_m = 1$) 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, $K_{pv} = 0,85$;
- коэффициент использования машинного времени, $K_{mv} = 0,8$;
- удельное давление $q = 35$ кПа;
- плотность древесины сосны $\gamma = 0,5$ г/см³;
- величина деформации Δ по опытным данным находится в пределах 0,2–0,3 мм, принято 0,2 мм.

Результаты выполненных расчетов представлены графиком на рис. 2.

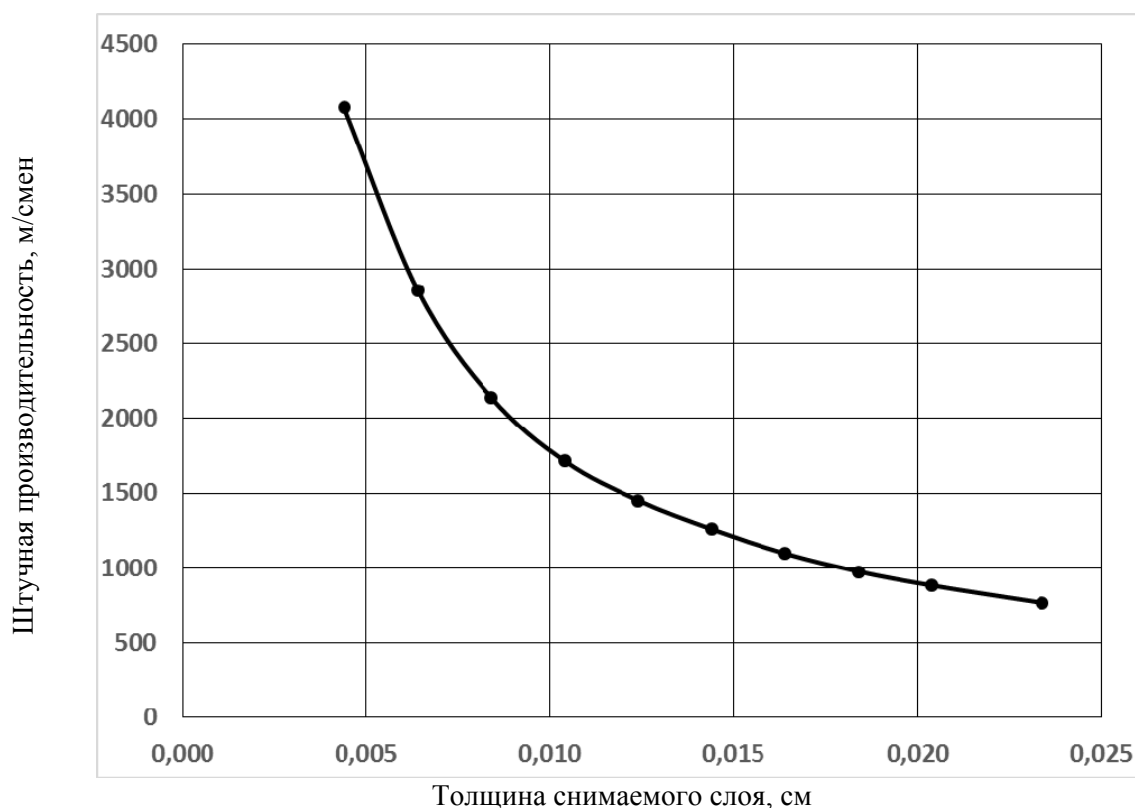


Рис. 2. Зависимость производительности от толщины снимаемого слоя

Как видно на графике, производительность технологической системы калибрования существенно зависит от толщины снимаемого слоя. Наиболее резкое снижение производительности наблюдается в диапазоне толщин снимаемого слоя 0,005–0,01 см, в дальнейшем это снижение менее выражено. Количественно это выражается 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.

Выводы:

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

Библиографический список

1. ГОСТ 7228-93. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Основные параметры. Нормы точности и жесткости. – Минск: Изд-во стандартов, 1995. – 14 с.
2. ГОСТ 7016-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 5 с.
3. Полякова Т.В. Влияние различных факторов на формирование погрешностей обработки древесины / Т.В. Полякова, В.Г. Новоселов // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 44. – С. 838–842.

4. Новоселов В.Г. Экспериментальное исследование изменения шероховатости поверхности в процессе фрезерования древесины / В.Г. Новоселов, И.Т. Рогожникова // Известия высших учебных заведений; Лесной журнал. – 2011. – № 6. – С. 70–75.
5. Глебов И.Т. Справочник по резанию древесины: справочник / И.Т. Глебов, В.Г. Новоселов, Л.Г. Швамм. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. универ. – 1999. – 190 с.
6. Попов Ю.П. Расчет оптимальных режимов работы шлифовальных станков / Ю.П. Попов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1965. – № 4. – С. 12–14.
7. Манжос Ф.М. Дереворежущие станки / Ф.М. Манжос. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 456 с.
8. Бершадский А.Л. Резание древесины / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – Минск: Вышэйшая шк., 1975. – 304 с.

УДК 674:006: [621.928.9+621.867.8 621]

С.П. Трофимов

(БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь), tsp46@mail.ru

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ И ПНЕВМОТРАНСПОРТА В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

NORMS OF DESIGNING ASPIRATION AND PNEUMATIC CONVEYING SYSTEMS IN WOODWORKING PRODUCTION

Отражены результаты разработки норм проектирования систем аспирации и пневмотранспорта измельченной древесины в деревообрабатывающей промышленности. Они имеют статус технического кодекса установившейся практики (ТКП) и предназначены для использования в Республике Беларусь.

It reflects the results of the development norms of design aspiration and pneumatic conveying systems crushed wood in the woodworking production. It has the status of a technical code of practice (TCP) and intended for use in the Republic of Belarus.

Системы аспирации и пневмотранспорта (САП) в деревообработке выполняют функции удаления измельченных отходов, образующихся при пилении, фрезеровании, сверлении, шлифовании, выполнении других технологических операций, а также вытяжной вентиляции помещений и обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий труда. Они являются важной составляющей транспортного обеспечения многих производств.

К преимуществам САП относятся: автоматизация удаления измельченных материалов от режущих головок и других мест их образования; компактность конструктивных элементов; возможность сложной пространственной трассировки и размещения в стесненных условиях; простота изготовления, управления и регулирования; высокая производительность; небольшие затраты на монтаж, ремонт и обслуживание.

Наряду с положительным САП характеризуются: высоким потреблением электрической и тепловой (в отопительный период) энергии; повышенной (в некоторых производствах) взрывопожарной опасностью и факторами вредного воздействия на окружающую среду (шум и выбросы загрязнителей в атмосферу). Низкая эффективность аспирации может явиться причиной ухудшения работы режущих головок и качества обработки материала.

Как правило, САП требуют индивидуального проектирования с учетом состава, режима работы обслуживаемого оборудования и условий конкретных производств [1–4].