

На основании представленных данных можно сделать выводы, что независимо от характера изменения относительного угла $\Delta\varphi$ снижается величина R_{zmax} , что положительно сказывается на качестве получаемых поверхностей.

Предлагаемый способ взаимодействия фрезерного дереворежущего инструмента с приводом механизма резания станка позволяет теоретически повысить качество получаемых поверхностей без снижения производительности деревообрабатывающего оборудования. Однако при использовании предлагаемой технологии необходимо конструктивно обеспечить изменение жесткости системы инструмент – шпиндель станка. Это обосновано тем, что эффективность подвижного взаимодействия будет зависеть от физико-механических характеристик обрабатываемого материала, влияющих в конечном итоге на амплитуду колебаний рассматриваемой системы инструмент – шпиндель станка.

Все это дает основания для проведения дальнейших расчетов и лабораторных испытаний экспериментальных образцов насадного фрезерного инструмента с использованием нового способа подвижного взаимодействия с приводом механизма резания деревообрабатывающего оборудования.

Библиографический список

1. Каталоги фирм: Leitz, Leuco, Guhdo, Stehle, Faba, Freud. 2008–2009.
2. Швырев Ф. А., Зотов Г. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учеб. для профтехучилищ – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная пром-сть, 1979. 240 с.
3. Амалицкий, В. В. Оборудование отрасли : учебник / В. В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М. ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.

УДК 674.05

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ГЕОМЕТРИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Сделан вывод формул для расчета средней толщины срезаемого слоя при фрезеровании древесины. Проведен анализ полученных формул, показано их применение на примере. Сделаны выводы и показано, что применение предложенных формул позволит повысить точность расчета режимов фрезерования.

При раскрое и обработке древесных материалов на фрезерных станках с ЧПУ используются концевые фрезы диаметром $D = 10 \dots 30$ мм. При этом глубина фрезерования может быть равной или меньше диаметра фрезы. Толщина срезаемого слоя серповидной формы изменяется от нуля, когда фреза врезается в древесину, до максимального значения при угле контакта $\varphi = 90^\circ$ и снова до нуля при угле контакта $\varphi = 180^\circ$ (рис. 1).

При расчете режимов резания используют среднее значения толщины срезаемого слоя. По ней находят величину средней силы резания на дуге контакта, по ней находят угол встречи (перерезания) лезвий фрезы с волокнами древесины [1].

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находят по формуле:

$$a = S_z \sin \varphi, \quad (1)$$

где S_z – величина подачи на один зуб фрезы, мм;

φ – центральный угол контакта, измеряемый от точки врезания.

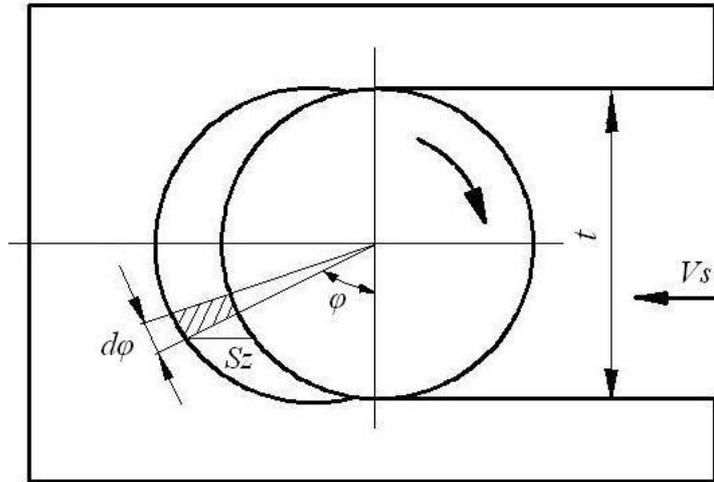


Рис. 1. Геометрия срезаемого слоя при фрезеровании концевой фрезой

Сделаем вывод формулы для определения среднего значения толщины срезаемого слоя. Для этого для некоторого угла поворота фрезы φ в срезаемом слое выделим элементарную площадку шириной $d\varphi$ и высотой a , равной мгновенной толщине срезаемого слоя. Элементарная площадь

$$dS = S_z \sin \varphi \cdot d\varphi.$$

Площадь срезаемого слоя

$$S = S_z \int_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вых}}} \sin \varphi \cdot d\varphi = S_z (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}),$$

где $\varphi_{\text{вх}}$ – угол входа фрезы в древесину, рад.;

$\varphi_{\text{вых}}$ – угол выхода фрезы из древесины, рад.;

Среднюю толщину срезаемого слоя найдем путем деления площади срезаемого слоя на угол контакта [2], мм

$$a_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}). \quad (2)$$

При фрезеровании $\varphi_{\text{вх}} = 0$. В зависимости от заданной глубины фрезерования t возможно:

$$\text{– при } t < D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r};$$

$$\text{– при } t = D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = 0$$

$$\text{– при } t > D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r};$$

$$\text{– при } t = D \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = 1.$$

Пример. Дано: диаметр фрезы $D = 10$ мм (радиус $r = 5$ мм); подача на зуб $S_z = 1$ мм.

Определить среднюю толщину срезаемого слоя при глубине фрезерования $t = 2,0; 5; 7,0; 10,0$ мм.

Решение: при $t = 2,0$ мм $\cos\varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r} = \frac{5-2}{5} = 0,6$.

$\varphi_{\text{вых}} = 0,9273$.

$a_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos\varphi_{\text{вх}} - \cos\varphi_{\text{вых}}) = \frac{1}{(0,6 - 0)} (1 - 0,6) = 0,4314$ мм.

Остальные результаты расчетов сведены в таблицу.

S_z , мм	1	1	1	1
r , мм	5	5	5	5
t , мм	2	5	7	10
$\cos\varphi_{\text{вх}}$	1	1	1	1
$\cos\varphi_{\text{вых}}$	0,6	0	-0,4	-1
$\varphi_{\text{вх}}$, рад.	0	0	0	0
$\varphi_{\text{вых}}$, рад.	0,9273	1,5708	1,9823	3,1416
$\varphi_{\text{вых}}$, град.	53,1	90	113,6	180
a_c , мм	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
$\sin\varphi$	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
φ , рад.	0,4460	0,6901	0,7842	0,6901
φ , град	25,6	39,5	44,9	39,5

Для определения средней толщины срезаемого слоя можно получить другую формулу (рис. 2).

На глубине фрезерования t_1 в срезаемом слое выделим элементарную площадку dt шириной, равной подаче на зуб S_z , и найдем ее площадь

$$dS = S_z dt.$$

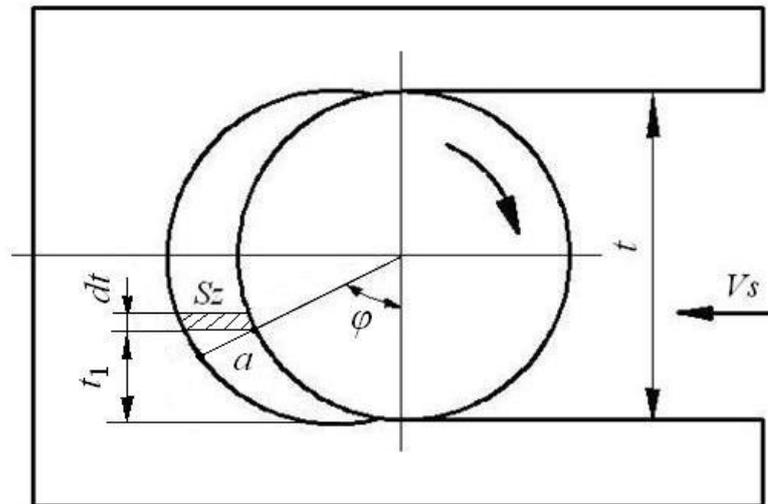


Рис. 2. Схема к определению средней толщины срезаемого слоя
Площадь срезаемого слоя равна

$$S = \int_0^t S_z dt = S_z t,$$

где t – глубина фрезерования, $0 < t \leq 2r$.

Длина дуги контакта определяется так:

$$l_k = r\varphi,$$

где φ – центральный угол контакта.

Из рис. 2 следует

$$\varphi = \arccos \frac{r-t}{r},$$

где r – радиус фрезы.

Средняя толщина срезаемого слоя может быть найдена путем деления площади срезаемого слоя на дугу контакта:

$$a_c = \frac{S_z t}{r \arccos \frac{r-t}{r}}. \quad (3)$$

Результаты расчетов, полученных по формулам (2) и (3) получаются абсолютно одинаковыми (см. таблицу расчетов).

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находится по формуле (1). Приравняем формулы (1) и (2) и из равенства найдем значение угла контакта φ , при котором толщина срезаемого слоя достигает средней величины:

$$\varphi = \arcsin \frac{(\cos \varphi_{ex} - \cos \varphi_{вых})}{(\varphi_{вых} - \varphi_{ex})}. \quad (4)$$

Расчетные данные для примера добавим в приведенную таблицу.

Найденный по формуле (4) центральный угол контакта равен углу скорости подачи, а также углу встречи при перерезании волокон древесины.

Выводы.

1. При расчете режимов фрезерования древесины среднюю толщину срезаемого слоя следует находить по формулам (2) или (3).

2. В современной теории резания древесины принято считать, что при небольших глубинах фрезерования средняя толщина срезаемого слоя находится на середине дуги контакта. Это ошибочное утверждение, особенно если глубина фрезерования близка по величине радиусу фрезы или больше радиуса фрезы. Расчетные данные таблицы показывают, что при радиусе фрезы $r = 5$ мм и $t = 2$ мм угол выхода фрезы из заготовки $\varphi_{вых} = 53,1^\circ$, а центральный угол для средней толщины срезаемого слоя $\varphi = 25,6^\circ$. Ясно, что средняя толщина срезаемого слоя находится не на середине дуги $\varphi_{вых}$. Для $t = 5$ мм $\varphi_{вых} = 90^\circ$, $\varphi = 39,5^\circ$, это подтверждает, что $\varphi < 0,5\varphi_{вых}$.

3. Центральный угол, при котором толщина срезаемого слоя достигает среднего значения, следует находить по формуле (4).

4. Использование в расчетах предлагаемых формул позволит повысить точность выполняемых режимов резания.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Резание древесины /И.Т. Глебов. – СПб: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.

2. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины /И.Т. Глебов. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 256 с.

УДК 674.026

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧАШЕК В БРЕВНАХ СРУБА ДОМА

В статье определен геометрический объем цилиндрических чашек, вырезаемых в бревнах срубов деревянных домов. Описан также способ формирования чашки торцовой фрезой, направление движения подачи которой перпендикулярно продольной оси бревна. Приведена конструкция фрезы, состоящей из корпуса с пазами в которые вставлены режущие ножи, фиксируемые клиньями и винтами.

Показано, что главные торцовые режущие кромки ножей выполняют поперечно-продольно-торцовое резание. Угол перерезания волокон равен углу скоса лезвий и равно примерно 45° . Приведена методика расчета удельной работы резания и мощности, затрачиваемой на обработку чашки.

Справочные данные. Срубы деревянных домов изготавливают из оцилиндрованных бревен диаметром 18...32 см зимней заготовки. Для сборки сруба в бревнах выполняют цилиндрические чашки. Идеальная чашка вырезается в половину диаметра укладываемого бревна. Чашки формируются на чашкорезных станках [1].

Для определения мощности механизма главного движения чашкорезного станка необходимо знать объем древесины удаляемой при формировании чашки, а также удельную работу резания.

Соединение бревен сруба дома и объем вырезанной части бревна показаны на рис. 1.

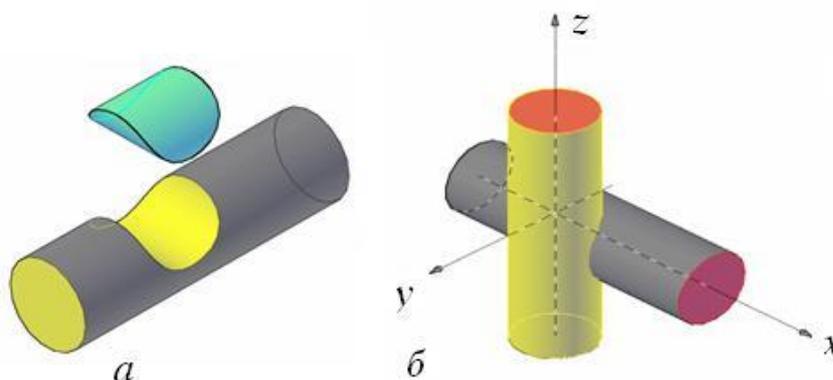


Рис.1. Объем древесины, удаляемый из бревна

Объем вырезанной части бревна можно определить с помощью двойного интеграла