

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 торцевой 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.

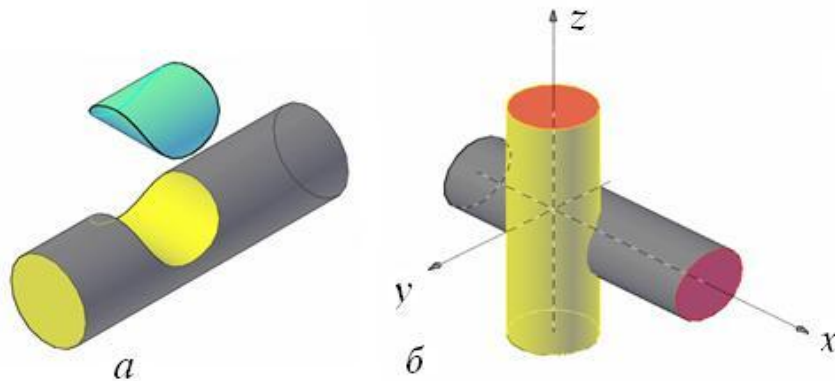


Рис.1. Объем древесины, удаляемый из бревна

Объем вырезанной части бревна можно определить с помощью двойного интеграла

$$v = 2 \int_{-R}^R \int_0^{\sqrt{R^2-x^2}} \sqrt{R^2 - (y-R)^2} dy dx = 2,323R^3 = 0,290375 d^3,$$

где v – объем чашки, см^3 ;

R, d – радиус и диаметр бревна, см.

Способ фрезерования чашки. Чашка в бревне формируется фрезой по схеме, приведенной на рис. 2.

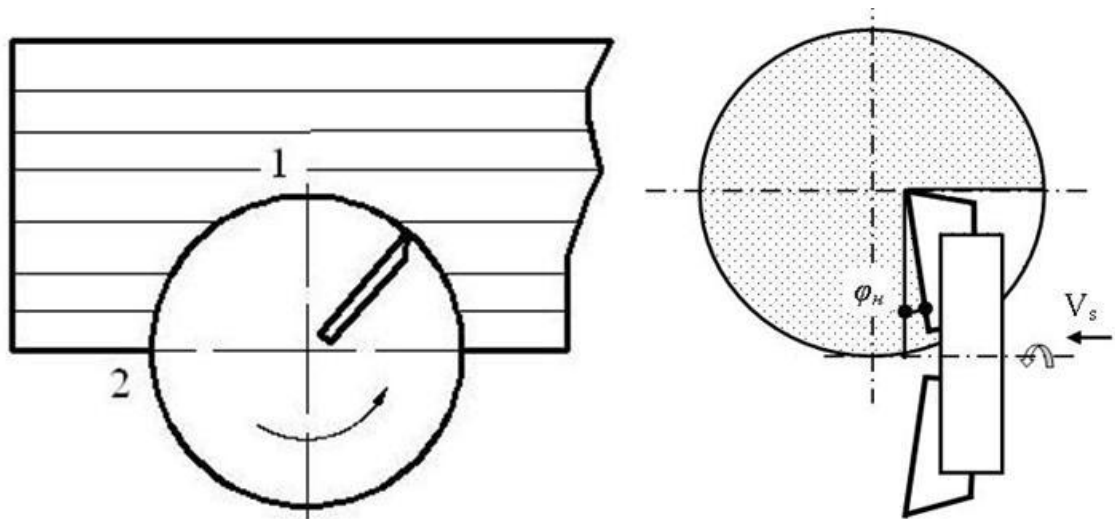


Рис. 2. Схема фрезерования чашки в бревне

Нож торцевой фрезы имеет главную (длинную) режущую кромку, которая наклонена к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы под углом $\varphi_n = 10^\circ$. Эта режущая кромка выполняет поперечно-продольно-торцовое резание, срезая широкие тонкие листы стружки. Короткая режущая кромка ножа формирует цилиндрическую поверхность чашки. При этом в точке 1 нож выполняет продольное резание, а в точке 2 – торцовое резание. В промежутке между этими точками выполняется продольно-торцовое резание. Таким образом, при формировании цилиндрической чашки выполняется поперечно-продольно-торцовое резание древесины.

Фреза для обработки цилиндрической чашки приведена на рис. 3. Фреза состоит из корпуса 1 с пазами, в которые вставлены ножи 2 и клинья 3. Контактные поверхности пазов и ножей снабжены зубчатыми нарезками, обеспечивающими надежность крепления ножей. Ножи фиксируются в корпусе клиньями с помощью винтов.

Торцевая фреза имеет наружный диаметр равный диаметру бревна, например, $D = 320$ мм, число зубьев $z = 2$, передний угол при вершине зуба $\gamma = 20^\circ$, угол резания торцовых и боковых лезвий $\delta = 70^\circ$. Главная режущая кромка наклонена к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы под углом $\varphi_n = 10^\circ$. Частота вращения шпинделя $n = 1500$ мин⁻¹, лезвия оснащены твердым сплавом ВК15.

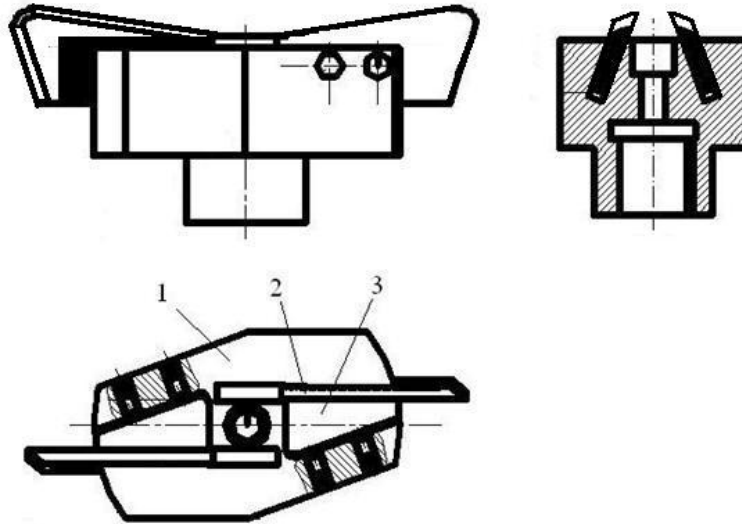


Рис. 3. Фреза для обработки цилиндрической чашки

Определение среднего угла перерезания волокон древесины. Заменим объем вырезанной чашки равновеликим объемом цилиндра длиной, равной диаметру бревна (рис. 4).

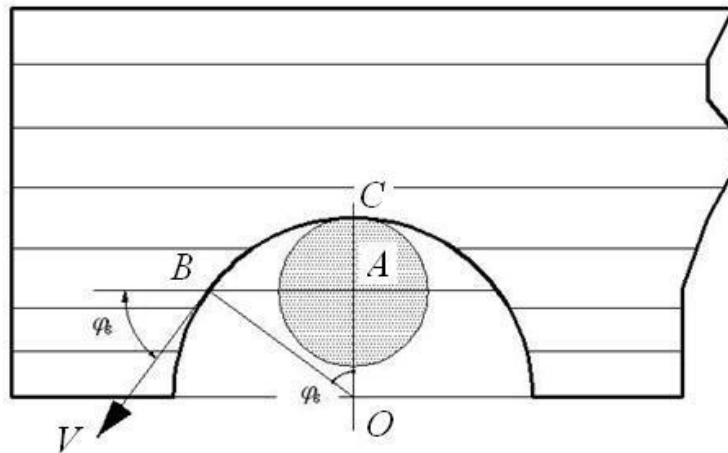


Рис. 4. Схема к расчету угла перерезания волокон

$$0,290375 d^3 = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot d, \quad (1)$$

где d – диаметр бревна, мм;

d_1 – диаметр цилиндра, мм.

Отсюда получим, диаметр цилиндра

$$d_1 = \sqrt{4d^2 \frac{0,290375}{3,14}} = 2d \cdot 0,3041. \quad (2)$$

Радиус цилиндра

$$r_1 = 0,3041 d. \quad (3)$$

Предполагается, что средняя точка B , определяющая средний угол встречи режущих кромок фрезы с волокнами древесины, выходящими на поверхность чашки,

расположена на уровне диаметральной плоскости цилиндра, то есть на уровне AB . Тогда средний угол встречи φ_6 лезвия с волокнами древесины можно найти так:

$$\cos \varphi_6 = \frac{d - r_1}{d} = \frac{d(1 - 0,3041)}{d} = 0,6959.$$

$$\varphi_6 = 0,8 \text{ рад.} = 45,9^\circ.$$

Мощность фрезерования. Мощность фрезерования можно найти по удельной работе резания по формуле, кВт:

$$P = \frac{Kv'}{1000}, \quad (4)$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³;

v' – секундный объём срезаемого слоя, см³/с.

Удельную работу резания находим по следующей формуле:

$$K = a_n a_w \left(k + \frac{\alpha_\rho p}{a} \right), \quad (5)$$

где a_n , a_w , α_ρ – поправочные коэффициенты соответственно на породу, влажность древесины, затупление лезвия;

p – фиктивная сила резания, Н/мм;

k – касательное давление срезаемого слоя на переднюю грань лезвия, МПа;

a – толщина срезаемого слоя, мм. Для приведенной схемы фрезерования торцовой режущей кромкой фрезы

$$a = \frac{1000V_s}{zn}, \quad (6)$$

где V_s – скорость подачи, м/мин;

z – количество зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, мин⁻¹.

При угле наклона главной режущей кромки $\varphi_H = 10^\circ$ ($\varphi_H = 0,1745$ рад.) происходит резание поперечно-продольно-торцовое.

Фиктивная сила резания

$$p_{\#-//\perp} = p_{\#-//} + (p_{//\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_H. \quad (7)$$

При этом:

– для продольно-торцового резания при угле встречи $\varphi_6 = 45,9^\circ$

$$p_{//\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_6 = 1,57 + 3,23 (\sin 45,9^\circ)^{1,25} = 3,7 \text{ Н/мм};$$

– для поперечно-продольного резания при угле скоса $\varphi_c = \varphi_6 = 45,9^\circ$

$$p_{\#-//} = 0,98 + 0,59 \cos^2 \varphi_c = 0,98 + 0,59 \cos^2 45,9^\circ = 1,27 \text{ Н/мм};$$

– для поперечно-продольно-торцового резания

$$p_{\#-//\perp} = p_{\#-//} + (p_{//\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_H = 1,27 - (3,7 - 1,27) (\sin 10^\circ)^{1,25} = 1,0 \text{ Н/мм}.$$

Касательное давление на переднюю грань

$$k_{\#-//\perp} = k_{\#-//} + (k_{//\perp} - k_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_H. \quad (8)$$

При этом:

– для продольно-торцового резания при угле встречи $\varphi_6 = 45,9^\circ$

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_g,$$

где δ – угол резания лезвия, град.;

V' – условная скорость главного движения, м/с, если скорость главного движения $V < 50$ м/с, то $V' = 90 - V$, иначе $V' = V$;

– для поперечно-продольного резания при угле скола $\varphi_c = \varphi_g = 45,9^\circ$

$$k_{\#-//} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,167\delta + (0,069 - C)V' - 4,81) \cos^2 \varphi_c;$$

– для поперечно-продольно-торцового резания

$$k_{\#-//-\perp} = k_{\#-//} + (k_{//-\perp} - k_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_H.$$

Преобразуя секундный объем срезаемой древесины в формуле (4), получим уравнение для мощности фрезерования, кВт,

$$P = \frac{Kv'}{1000} = \frac{KvV_s}{600d}. \quad (9)$$

где d – диаметр бревна, см;

v – объем измельченной древесины, см³/с;

V_s – скорость подачи, м/мин;

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины/И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. 256 с.
2. Глебов, И.Т. Резание древесины/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. 256 с.