

IV. ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.028

В.И.МИКУЛИНСКИЙ, канд.техн.наук (БТИ)

О ФОРМИРОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ ШИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Зубчатые клеевые соединения нашли широкое применение для сращивания коротких брусков по длине. Прочность такого соединения зависит от многих факторов, в том числе от точности формы и размеров шипов, которые в свою очередь зависят от инструмента и кинематики фрезерования, а также от точности сборки.

Чтобы получить шип в форме равнобедренного треугольника, необходим инструмент, режущие кромок которого были бы расположены на поверхности конуса, вращающегося вокруг своей высоты (рис. 1).

В этом случае режущая кромка резца будет частью гиперболы, расположенной между точками А и В.

Уравнение гиперболы

$$\frac{x^2}{R^2 \sin^2 \gamma \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}} - \frac{y^2}{R^2 \sin^2 \gamma} = 1, \quad (1)$$

где полуоси гиперболы $a = R \sin \gamma \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ по оси X и

$$b = R \sin \gamma \quad \text{по оси Y.}$$

Координаты точек гиперболы в тех же осях:

$$A [x_1 = (R - h) \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}; y_1 = (R - h) \cos \gamma_n]; \quad (2)$$

$$B [x_2 = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}; y_2 = R \cos \gamma], \quad (3)$$

где

$$\cos \gamma_n = \frac{\sqrt{(R-h)^2 - R^2 \sin^2 \gamma}}{R - h}. \quad (4)$$

Уравнение прямой АВ

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) = \frac{h_n}{h \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} (x - x_1); \quad (5)$$

$$h_n = R \cos \gamma - \sqrt{(R - h)^2 - R^2 \sin^2 \gamma}. \quad (6)$$

После подстановки значений x_1 и y_1 из (2) в (5) и соответствующих преобразований уравнение (5) в нормальном виде переписется

$$h_n x - h \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} y + h \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \sqrt{(R - h)^2 - R^2 \sin^2 \gamma} - h_n \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} (R - h) = 0. \quad (7)$$

Координаты точки касания $C(x_0, y_0)$ можно определить, если приравнять производную $y'(x)$ из (1) и угловой коэффициент прямой из (5). После решения найдем:

$$x_0 = \frac{h_n R \sin \gamma \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{\sqrt{h_n^2 - h^2}}; \quad (8)$$

$$y_0 = \frac{h R \sin \gamma}{\sqrt{h_n^2 - h^2}}. \quad (9)$$

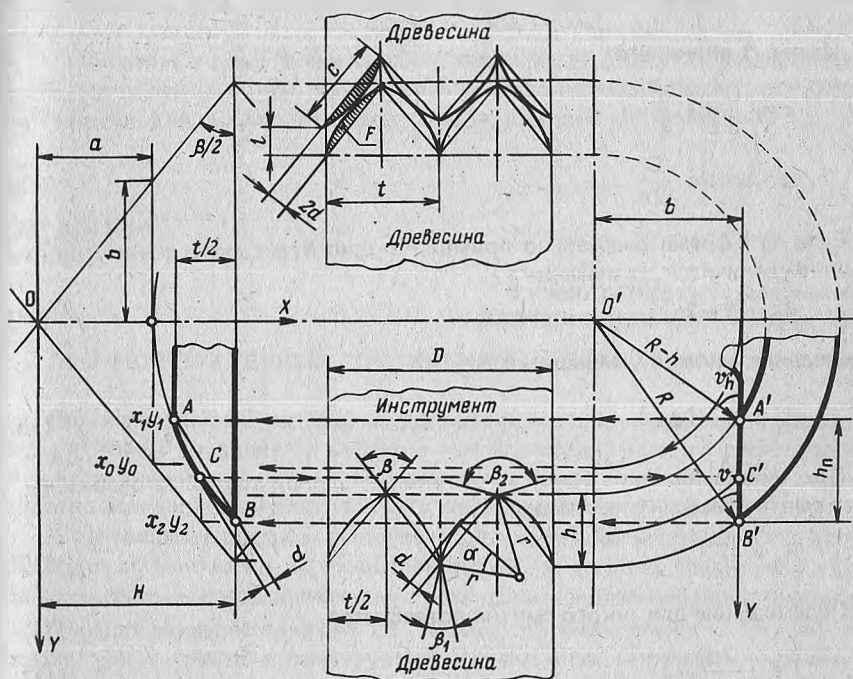


Рис. 1. Схема формирования зубчатых шипов.

Подставив эти значения в (7) и разделив на коэффициент $\sqrt{A^2 - B^2}$, вычисленный из этого уравнения, можно получить

$$d = \frac{R \sin \gamma \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} (h_n^2 + h^2) + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \sqrt{h_n^2 - h^2} [\ln \sqrt{(R-h)^2 - R^2 \sin^2 \gamma} - h_n (R-h)]}{\sqrt{h_n^2 - h^2} \sqrt{h_n^2 + h^2} \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (10)$$

d =

$$\sqrt{h_n^2 - h^2} \sqrt{h_n^2 + h^2} \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}$$

Предположим теперь обратное, что боковые кромки зуба очерчены не по гиперболе АСВ, а по прямой АВ, тогда боковые поверхности шипа будут иметь в нормальном сечении форму гиперболы, касательная к которой будет отстоять от прямой на то же самое расстояние d.

Зная расстояние d и длину хорды $C = \frac{r}{\cos \frac{\beta}{2}}$, определим площадь сег-

мента, которая в первом приближении равна площади, заключенной между гиперболой и хордой:

$$F = \frac{\pi r^2 a}{180} - \frac{C(r-d)}{2} \approx \frac{Cd}{2} \quad (11)$$

Из рис. 1 видно, что

$$r = \frac{C^2}{8d} + \frac{d}{2}; \quad (12)$$

$$a = \arcsin \frac{C}{2r} \quad (13)$$

Если зуб фрезы очерчен по прямой, то шип будет скруглен и угол при вершине увеличится до значения

$$\beta_2 = \beta + 2a, \quad (14)$$

а во впадине шипа он уменьшится

$$\beta_1 = \beta - 2a. \quad (15)$$

При смыкании шипа одной заготовки с впадиной другой заготовки надо будет смять древесину на площади

$$F_0 = 4F. \quad (16)$$

Перемещение для такого смятия потребуется

$$l = \frac{2d}{\sin \frac{\beta}{2}}. \quad (17)$$

Эта величина показывает, насколько важно при сборке зубчатых соединений, особенно мелких, избегать перекосов между соединяемыми заготовками.

Хотя величина F невелика, однако для мелкозубчатых шиповых соединений суммарное сборочное усилие будет значительным

$$P = \frac{D}{t} F_0 q = \frac{4DFq}{t}, \quad (18)$$

где q — удельное давление смятия древесины; t — шаг зубьев. Очевидно, что дальнейший рост сборочного усилия не повлияет на распределение напряже-

ний: на середине боковых граней оно в нашем случае всегда будет больше, чем на краях.

Таким образом, если режущие кромки зубьев зубчатых фрез очерчены по прямой, то шипы на древесине получатся по гиперболической кривой вследствие того, что при вращении скрещающейся прямой вокруг некоторой оси получается однополостный гиперboloид вращения.

Это обстоятельство полезно с двух точек зрения. Во-первых, упрощается изготовление зубчатых фрез, а во-вторых, увеличивается сборочная прочность соединяемых кусков древесины, так как во время сборки происходит дополнительное взаиморасклинивание шипов. Недостаток этого способа заключается в том, что потребуются дополнительное усилие для сборки, причем для мелкозубчатых соединений оно будет больше.

Приведенные графоаналитические зависимости дают повод для анализа и окажутся полезными при проектировании как зубчатых фрез, так и сборочных прессов для склеивания древесины по длине на зубчатый шип.

УДК 674.028

В.И. МИКУЛИНСКИЙ, канд. техн. наук,
Ф.В. БУЙВИДОВИЧ, канд. техн. наук (БТИ)

О ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЗУБЧАТЫХ МИНИШИПАХ

При изготовлении изделий из древесины все шире применяется сращивание заготовок по длине на зубчатое клеевое соединение, которое обеспечивает достаточную прочность и способствует более полному использованию короткомерных и низкосортных заготовок древесины.

К настоящему времени выполнено ряд исследований по разработке конструкции и технологии изготовления зубчатых клеевых соединений [1—3]. Однако в большинстве случаев они посвящены соединениям на зубчатых шипах больших размеров (длиной 25—50 мм) применительно к производству строительных деталей и конструкций. Однако в ряде случаев, например при изготовлении деталей мебели, целесообразно использовать соединения на зубчатых шипах малых размеров (длиной 5—10 мм), так называемых минишипях, которые исследованы еще недостаточно.

Авторами статьи проведен теоретический анализ влияния основных параметров (площади склеивания, расхода древесины, степени перерезания волокон древесины и др.) на прочность зубчатых клеевых соединений. Основой для разработки конструкции зубчатых шипов является усоевое соединение, имеющее такой же угол наклона, как и зубчатые шипы. Площадь склеивания и соответственно прочность зубчатого соединения всегда меньше площади склеивания и соответственно прочности усоевого соединения за счет затупления вершин зубьев шипов. Прочность соединений возрастает при уменьшении числа зубчатых шипов. Однако путем изменения размеров и формы таких шипов можно регулировать монтажную и эксплуатационную прочность, расход древесины и технологию изготовления соединений.