

УДК 674.055:539.4

С.С.Макаревич, доцент;

А.А.Клубков, аспирант

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДВУХСЛОЙНОЙ ЗАГОТОВКЕ ФРЕЗЕРНОГО НОЖА С НЕССИМЕТРИЧНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

The stresses which are arisen with cooling of a two-ply bar have been defined. The cross-section of the bar is unsymmetrical. The bar is manufactured by brazing a carbide tip and a steel substrate to produce carbide tipped knives for woodworking.

Одним из основных путей повышения производительности деревообрабатывающего оборудования и качества фрезерованной поверхности является применение прогрессивного твердосплавного инструмента. От правильного и качественного изготовления во многом зависит его долговечность, прочность, износостойкость и работоспособность.

Пайка является одним из технологических способов оснащения плоских ножей твердым сплавом для сборного фрезерного инструмента.

Основными факторами, от которых зависит качество пайки, являются материал и геометрические параметры корпуса ножа, припой и флюс, подготовка поверхностей корпуса и твердого сплава под пайку, режимы нагрева и способы охлаждения изделия после пайки.

Многие факторы, от которых зависит качество изготовления твердосплавного инструмента, можно прогнозировать и обосновать математическими методами.

Заготовка для ножа может иметь симметричное или несимметричное поперечное сечение с учетом упругих свойств материала подложки и твердосплавной пластины.

Задача определения остаточных напряжений в заготовке с симметричным поперечным сечением решена в работе [1]. Но в большинстве случаев заготовки для ножей продольно-фрезерных станков имеют несимметричное упругое поперечное сечение (рис.1).

Это сечение симметричное по геометрической форме, но несимметричное по упругим свойствам отдельных слоев. Для таких сечений вместо центра тяжести вводят понятие упругого центра, вместо главных осей - главных упругих осей [2]. Поперечное сечение заготовки, показанной на рис.1, состоит из твердосплавной пластины 1 и под-

ложки 2,3 (для удобства расчета подложка разбита на два прямоугольника).

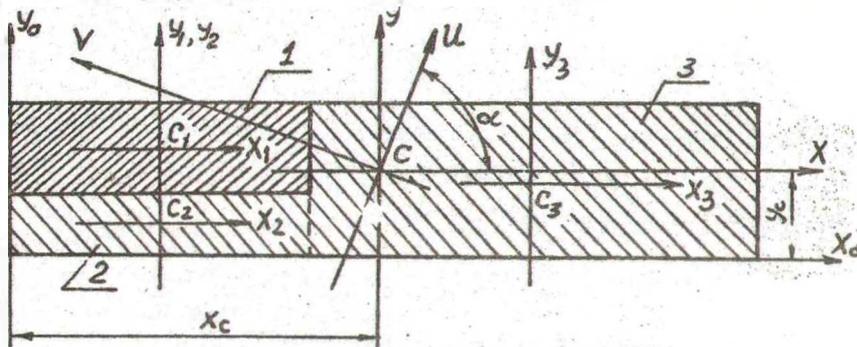


Рис.1. Поперечное сечение составного ножа

Выберем исходные оси x_0y_0 . Положение упругого центра C относительно этих осей определится по формулам:

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n E_i A_i x_i}{\sum_{i=1}^n E_i A_i}, \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^n E_i A_i y_i}{\sum_{i=1}^n E_i A_i},$$

где E_i , A_i - модуль упругости и площадь сечения i -го элемента;
 x_i , y_i - координаты центра тяжести i -го элемента относительно осей x_0 , y_0 .

Проведем через упругий центр произвольные оси x , y . Моменты инерции i -го элемента относительно этих осей будут равны:

$$I_{ix} = I_{xi} + a_i^2 A_i, \quad I_{iy} = I_{yi} + b_i^2 A_i, \quad I_{ixy} = I_{xiyi} + a_i b_i A_i,$$

где J_{xi} , J_{yi} , J_{xiyi} - моменты инерции i -го элемента относительно своих центральных осей x_i , y_i ;

$$a_i = y_i - y_c, \quad b_i = x_i - x_c$$

Упругие моменты инерции всего сечения относительно осей x , y определяются по формулам:

$$D_x = \sum_{i=1}^n E_i I_{ix}, \quad D_y = \sum_{i=1}^n E_i I_{iy}, \quad D_{xy} = \sum_{i=1}^n E_i I_{ixy}.$$

После этого можно определить положение главных упругих осей инерции и величину главных упругих моментов инерции:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2D_{xy}}{D_y - D_x}; \quad D_{u,v} = \frac{D_x + D_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(D_x - D_y)^2 + 4D_{xy}^2} \quad (1)$$

(Дальнейший расчет будем вести относительно главных упругих осей u и v).

Для произвольного i -го слоя напряжение с учетом изменения температуры будет равно [1]:

$$\sigma_i = E_i(\varepsilon_0 - \varkappa_v v_i - \varkappa_u u_i - \alpha_i \Delta T_i), \quad (2)$$

где ε_0 - деформация в упругом центре;

\varkappa_u, \varkappa_v - кривизна и направление осей U и V ;

α_i - коэффициент линейного расширения материала i -го слоя;

ΔT_i - изменение температуры в i -м слое.

Запишем уравнение равновесия:

$$\sum_{i=1}^n S_{A_i} \sigma_i dA_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n S_{A_i} \sigma_i v_i dA_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n S_{A_i} \sigma_i u_i dA_i = 0. \quad (3)$$

Подставляя в уравнение (3) значения напряжений согласно (2) и производя интегрирование, найдем

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_0 &= \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i E_i \int_{A_i} \Delta T_i dA_i \right) / \sum_{i=1}^n E_i A_i, \\ v &= \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i E_i \int_{A_i} \Delta T_i V_i dA_i \right) / D_u, \\ u &= \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i E_i \int_{A_i} \Delta T_i U_i dA_i \right) / D_v. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

После того, как определены $\varepsilon_0, \varkappa_v$ и \varkappa_u , напряжения в слоях определяются по формуле (2).

Прогиб заготовки в направлении осей U и V найдем по формулам:

$$f_u = -\frac{\varkappa_u l^2}{8}, \quad f_v = -\frac{\varkappa_v l^2}{8},$$

где l - длина заготовки (ножа).

Общий прогиб $f = \sqrt{f_u^2 + f_v^2}$ направлен под углом $\beta = \arctg(f_u/f_v)$ к оси V .

Тогда прогиб по оси u будет равен $f_y = \cos(\alpha - \beta)$.

Таким образом, полученные формулы позволяют определить как остаточные напряжения, так и остаточные деформации, возникающие в процессе остывания заготовки после пайки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаревич С.С., Клубков А.А. Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния в биметаллическом ин-

струменте после пайки//Лесной журнал -1992. -№6. -с.62-65. - (Изв.высш.учеб.заведений).

2. Миненков Б.В., Стасенко И.В. Прочность деталей из пластмасс. - М.: Машиностроение, 1977.-26 - с.

УДК 674.023

А.П.Клубков, доцент;

В.С.Вихренко, доцент

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ НЕРОВНОСТЕЙ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ГРЕБЁНЧАТЫМИ НОЖАМИ

The formulas for shape and dimensions of roughnesses which are produced in the process of cutting by crest-shaped knives have been deduced.

Продольно-фрезерные станки позволяют обрабатывать заготовки шириной до 1200 мм (рейсмусовые станки) и до 260 мм (четырёх-сторонние продольно-фрезерные станки). Режущим органом этих станков служит ножевой вал с прямыми ножами. Ножевые валы с прямыми ножами имеют основной недостаток - повышенный уровень шума. Так, по данным [1], изменение ширины фрезерования с 50 мм до 200 мм увеличивает уровень шума на 11 дБА.

При фрезеровании древесины ножевыми валами с прямыми ножами нож вступает в резание сразу по всей ширине обрабатываемой заготовки. В данном случае усилия и мощность резания пропорциональны ширине обработки.

В работе [2] приведен анализ конструкций ножевых валов с различными режущими элементами. Однако в данной работе отсутствуют сведения о режущих элементах в виде гребёнчатых ножей, рис.1, которыми могут оснащаться ножевые валы продольно-фрезерных станков.

Гребёнчатые ножи устанавливаются в ножевом валу или фрезерной головке друг за другом с перекрытием. При таком расположении ножей на обработанной поверхности будут образовываться чередующиеся продольные полосы:

- 1) шириной b , где работают либо нечетные, либо четные ножи;
- 2) шириной $(a-b)/2$ - где работают все ножи.

На обработанной детали резец шириной a формирует цилиндрическую поверхность с направляющей в виде участков укороченной гипоциклоиды.