

шему развитию производства деревообрабатывающих машин концентрированной обработки.

Актуальным представляется также вопрос более широкого внедрения систем точного позиционирования заготовок или режущего инструмента. Необходимы значительные исследования в области создания прогрессивных систем программного управления. Все возрастающие требования к рациональному использованию древесины и повышению производительности машин будут способствовать дальнейшей концентрации процессов обработки, а следовательно, усложнению машин и их линий.

В результате такого усложнения стоимость машин возрастает. Однако в связи с экономией древесины и повышением выработки машины и производительности труда применение все более сложных машин эффективно. К существенным недостаткам новых, более сложных машин относится снижение их мобильности. Многооперационные автоматы и автоматические линии с жесткой программой допускают переналадку, но она весьма трудоемка. Поэтому современное высокопроизводительное оборудование эффективно может использоваться без переналадки, т.е. только на крупных специализированных производствах с массовым выпуском однородных изделий.

Неизбежность существования производства с серийным выпуском изделий требует изыскания нового вида оборудования, сочетающего в себе как высокую производительность, так и хорошую мобильность. Этому требованию удовлетворяет оборудование, оснащенное специальными программными системами управления. В ближайшее время следует ожидать интенсивного развития станков, автоматических линий, цехов и заводов с программным управлением.

В.И. Микулинский

О КИНЕМАТИЧЕСКИХ НЕРОВНОСТЯХ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Высота воли при фрезеровании связана с радиусом фрезы и подачей на резец. Установим эти связи с учетом неточностей расположения резцов на окружности резания.

На рис. 1 приведена схема образования поверхностей резания для двухрезцовой фрезы. На ней даны следующие обозначения: $R_2 = R$ — радиус фрезы по 2-му выступающему резцу; R_1 — радиус 1-го резца, имеющего снижение $\Delta R_1 =$

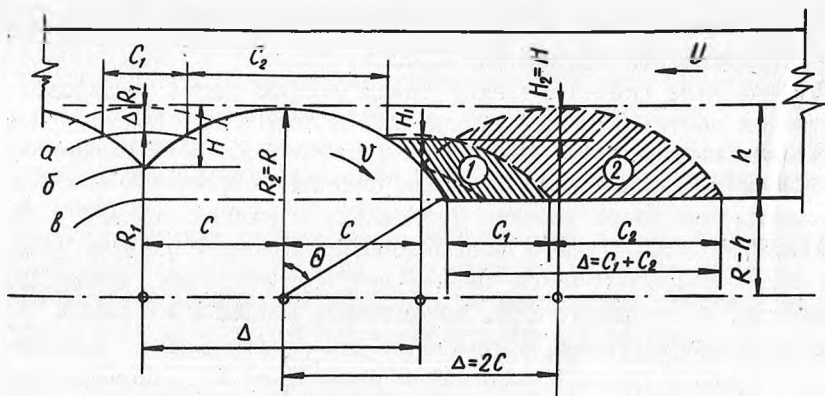


Рис. 1. Схема образования поверхностей резания для двух-резцовой фрезы.

$= R_2 - R_1$ ($\Delta R_2 = 0$); h - высота срезаемого слоя; $H_1 \cong H_2 = H$ - высота кинематических неровностей для 1-го и 2-го резцов, а также для всей обработанной поверхности; $C_1 + C_2 = \Delta = 2C$ - подача на 1-й и 2-й резцы и на один оборот инструмента ($C_1 \leq C_2$); $C = \frac{1000 U}{z n}$; а, б, в - траектории для первого резца в зависимости от величины ΔR_1 ; U , V - направления движения древесины и инструмента; θ - угол встречи.

Из рис. 1 можно записать :

$$H_1 = R_1 - \frac{\sqrt{4R_1^2 - C_1^2}}{2}; \quad (1)$$

$$H_2 = R_2 - \frac{\sqrt{4R_2^2 - C_2^2}}{2}. \quad (2)$$

Здесь $C_1 = C - \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}$ ($C_1 < 0 = 0$); (3)

$$C_2 = \Delta - C_1 = C + \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}. \quad (4)$$

Тогда

$$H = R - \frac{\sqrt{4R^2 - \left(C + \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}\right)^2}}{2}, \quad (5)$$

где

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{2Rh - h^2}}{R} \quad (6)$$

В зависимости от величины ΔR_1 (рис.1 траектории а, б, в) условия формирования поверхностей резания изменяются:

а) $\Delta R_1 = 0$, тогда $R_1 = R_2 = R$ и $C_1 = C_2 = C$, т.е.

$$H_1 = H_2 = H = R - \frac{\sqrt{4R^2 - C^2}}{2} \approx \frac{C^2}{8R} \quad (7)$$

При данных C и R высота неровности H будет иметь минимальные значения, так как оба резца в равной степени участвуют в формировании обработанной поверхности и в срезании слоя h :

б) $\Delta R_1 = H$, в этом случае (рис.1) $C_1 = 0$, $C_2 = 2C$,

$$H = R - \sqrt{R^2 - C^2} \approx \frac{C^2}{2R} \quad (8)$$

При тех же значениях C и R высота неровности H будет в четыре раза больше и достигнет максимума. Резец, имеющий снижение, участвует в резании, но в формировании обработанной поверхности не участвует, хотя и касается вершины гребня. Высота неровности не зависит от толщины снимаемого слоя. Однако, если $h < H$, то на обработанной поверхности появятся гребни высотой h с плоской вершиной, длина которой l будет равна

$$l = \Delta - C_2; \quad (9)$$

в) $\Delta R_1 = h$, здесь также $C_1 = 0$ и $C_2 = 2C = \Delta$ и мы получим предыдущее выражение. Из этого следует, что с увеличением ΔR_1 высота неровности не увеличивается, но 1-й резец постепенно перестает участвовать в резании и при некоторых условиях он вообще не касается древесины. Из (3) и (6) можно получить максимальное значение снижения ΔR_1 ; при котором резец перестает участвовать в резании (при данных C и R):

$$\Delta R_1 = \frac{2C^2 R}{R^2 + C^2} \quad (10)$$

Проиллюстрируем полученные зависимости числовыми примерами при условиях:

$$R_1 = 59,9; R_2 = R = 60; \Delta R_1 = 0,1; C = 2; h = 5 \text{ (размеры в мм)}.$$

Тогда по соответствующим формулам получим:

$$C_1 = 1,75(3); C_2 = 2,25(4); H = 0,016(5); \sin\theta = 0,3987;$$

$$\theta = 23^\circ 30'(6); H = 0,0083(7); H = 0,033(8); l = 1,75(9);$$

$$\Delta R_1 = 0,1(10); H_1 = 0,002(1); H_2 = 0,011(2).$$

На основании вышеизложенного можно заключить:

1. Обрабатываемая поверхность при фрезеровании формируется, как правило, одним из двух резцов. В связи с этим для продольно-фрезерных станков с ручной подачей, а также когда к качеству поверхности не предъявляются повышенных требований, возможно применение однорезцовых инструментов. (Один из резцов может быть специально утоплен в корпус инструмента.)

2. Участие резцов в резании еще не означает их участия в формировании обрабатываемой поверхности. При работе обоими резцами объем стружки, срезаемой выступающим резцом, несколько уменьшается (см. заштрихованные площади на рис. 1), что косвенно улучшает качество обработанной поверхности.

3. Уровень подготовки и установки двухрезцовых фрезерных инструментов предопределяет оптимальное значение подачи на резец, при которой оба резца участвуют в резании. Иначе говоря, качество инструмента, режим резания и качество поверхности резания взаимосвязаны.

Для инструментов с числом резцов более двух теоретическое определение кинематических неровностей усложнится, но общие закономерности, отмеченные выше, не потеряют своего значения.