

новке ТВЧ при $t^{\circ} = 920^{\circ} + 20^{\circ}\text{C}$ и с выдержкой после расплавления припоя $t = 3$ с. Образцы подвергались срезу при статической нагрузке на разрывной машине Р10, после чего для каждого типа флюса вычислялось отношение среднеарифметического усилия $P_{\text{ср}}$ к площади паяного соединения S . Результаты исследования сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ флюса	$P_{\text{ср}}$ кг/мм ²	Тип соединения	Примечание
1	32	Сталь 10 — сталь 10	
2	27	"	
3	26	"	
1	46	Сталь 10 — тв. сплав ВК15	
2	26	"	
3	16	"	

По данным табл. 1 можно сделать вывод, что предлагаемый флюс более активен по отношению к окислам как железа, так и компонентов твердого сплава, способствует лучшему смачиванию поверхностей паяемых металлов и сплавов припоем. Образующиеся в результате протекания химических реакций легкоколлавные компоненты комплексных соединений окислов [3] легко вытесняются расплавленным припоем, в результате чего паяный шов становится более однородным, что положительно сказывается на прочности паяного соединения.

Л и т е р а т у р а

1. Высокопроизводительный режущий инструмент. Под ред. Н.С. Дегтяренко. М., 1961. 2. Методика испытаний на совместимость конструкционных и технологических материалов при пайке. М., 1971. 3. Петрунин И.Е. Физико-химические процессы при пайке. М., 1972.

В.И. Микулинский

РАСЧЕТ ЧИСЛА РЕЗЦОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕЗАНИИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Качество поверхности фрезерования во многом зависит от участия всех резцов в процессе резания. Это участие в свою

очередь зависит от числа резцов (Z шт.), погрешности их расположения на окружности резания (ΔR , мм), расчетной величины подачи на резец (c , мм), угла встречи на выходе резца (θ , град).

В общем случае участие каждого отдельного резца в работе может быть определено по формуле:

$$c_i = ic - (c_1 + c_2 + \dots + c_{i-1}) - \frac{\Delta R_i}{\sin \theta}. \quad (1)$$

1. Для фрез и ножевых валов с двумя резцами подачи на 1-й и 2-й (самый выступающий) резцы составят:

$$c_2 = 2c - c_1 - \frac{\Delta R_2}{\sin \theta} = c + \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}; \quad (2)$$

$$c = \frac{1000u}{zn}; \quad (3)$$

$$c_1 = 1c - 0 - \frac{\Delta R_1}{\sin \theta} = c - \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}, \quad (4)$$

где ΔR_1 — снижение 1-го резца относительно 2-го, для которого $\Delta R_2 = 0$ (в мм).

Угол встречи при известных радиусе фрезы R (мм), высоте срезаемого слоя h (мм), определяется:

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{2Rh - h^2}}{R}. \quad (5)$$

Сумма подач на один оборот фрезы при этом не изменяется

$$c_1 + c_2 = c - \frac{\Delta R_1}{\sin \theta} + c + \frac{\Delta R_1}{\sin \theta} = 2c. \quad (6)$$

Отношение меньшей подачи к большей:

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{c - \Delta R_1}{c + \Delta R_1} \neq \text{const}, \quad (7)$$

т.е. при увеличении расчетной подачи на резец качество поверхности ухудшается быстрее при больших значениях ΔR_1 .

Минимальная скорость подачи, при которой оба резца будут участвовать в резании, может быть получена из формул (3) и (4), положив в последней $c_1 = 0$:

$$u_{\min} = \frac{\Delta R_1 zn}{1000 \sin \theta}. \quad (8)$$

Если фактическая скорость подачи меньше этой величины, то первый резец древесины не касается и работает только второй резец.

Расчетная подача на зуб, соответствующая минимальной скорости подачи, определяется подстановкой из (8) в (3) или из (5) в (4) при $c_1 = 0$.

$$c = \frac{1000u_{\min}}{zn} = \frac{\Delta R_1 R}{\sqrt{2Rh - h^2}}. \quad (9)$$

Толщина снимаемого слоя в зависимости от R , c и ΔR_1 , при которой оба резца участвуют в резании, из последней формулы будет:

$$h = R - R \frac{\sqrt{c^2 - \Delta R_1^2}}{c}. \quad (10)$$

Практически отношение $\frac{\Delta R_1}{c}$ при толщине снимаемого слоя 4—6 мм должно быть не более 0,2. Например, при $c = 2$ мм/резец $\Delta R = 0,4$ мм.

Высота кинематической неровности поверхности резания (высота гребней волны):

$$H = R - \frac{\sqrt{4R^2 - c^2}}{2}. \quad (11)$$

С достаточной точностью решение этого уравнения по биному Ньютона дает

$$H = \frac{c^2}{8R} \text{ мм.} \quad (12)$$

Величину c следует принимать для расчетов по формуле (3), как наибольшую.

Участие двух резцов в формировании поверхности обработки может быть найдено, если приравнять (10) и (12)

$$\Delta R_1 = \frac{c^2}{2R}. \quad (13)$$

Участие резца в резании ($c_1 > 0$) не означает еще участие резца в формировании поверхности обработки ($c_1 > \sqrt{2RAR_1}$). Для средних условий резания для этого необходимо $\Delta R_1 \leq 0,05$ мм, что примерно в четыре раза больше, чем величина кинематической неровности.

2. Для фрез и ножевых валов с четырьмя резцами полученные закономерности сохраняются, но число возможных вариантов возрастает до величины

$$p = (z - 1)! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6. \quad (14)$$

Наибольший интерес представляют два варианта. Если за четвертым выступающим резцом расположить остальные по направлению вращения так, чтобы каждый последующий был ниже предыдущего, то максимальная подача на четвертый резец составит

$$c_4 = c - \frac{\Delta R_4 - \Delta R_3}{\sin \theta} = c + \frac{\Delta R_3}{\sin \theta}. \quad (15)$$

И если те же резцы расположить в обратном порядке, получим минимальную подачу на первом резце:

$$c_1 = c - \frac{\Delta R_1}{\sin \theta}. \quad (16)$$

При любом другом варианте расположения резцов величины подач на них не будут выходить за эти пределы.

Учитывая, что расчетная подача на резец при четырех резцах меньше, чем при двух (при равных прочих условиях), требования к точности расположения резцов соответственно возрастают для четырех резцовых фрез и ножевых валов. При сохранении тех же условий подготовки и установки фрез применение четырехрезцовых и более инструментов не дает существенных преимуществ, если учитывать условия формирования поверхности резания. Однако резцы, не участвующие непосредственно в формировании поверхности, уменьшают толщину стружек, а, следовательно, и вырывы на выходе резцов из древесины: при увеличении числа резцов качество поверхности обработки улучшается за счет уменьшения вырывов, а не за счет уменьшения волнистости поверхности резания.

Полученные выше аналитические зависимости открывают возможность количественного определения числа резцов, участвующих в резании, а также и количественного анализа состояния поверхности резания при фрезеровании.

А.Г. Лахтанов, В.И. Микулинский,
А.П. Клубков, Н.В. Бурносков

КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩИХ НОЖЕЙ ДЛЯ СПИРАЛЬНЫХ РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Конструкция известных режущих ножей (рис. 1,а) имеет существенные недостатки: короткая режущая кромка 1 формирует..