

ре роста подачи. При высокой скорости резания, подаче и глубине наблюдался скол по всей радиусной поверхности резца (рис. 4).

Анализ полученных данных позволяет определить область наиболее благоприятного характера износа резцов из гексани-та-Р: $v = 80 \dots 100$ м/мин, $t = 0,08 \dots 0,12$ мм, $s = 0,06 \dots 0,08$ мм/об.

Л и т е р а т у р а

1. Белькевич Б.А., Николаев В.А. Новое в технологии точения материалов синтетическим инструментом. Минск, 1975.

УДК 621.919

П.С. Чистосердов, канд.техн.наук

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ И ППД

Производительность процесса формообразования поверхности может определяться объемной (Q_v , мм³/мин) или поверхностной (Q_f , мм²/мин) производительностью. Эти значения для токарной обработки рассчитываются по следующим зависимостям:

$$Q_v = 1000 v s t, \quad (1)$$

$$Q_f = 1000 v s, \quad (2)$$

где v — скорость резания (скорость обкатывания), м/мин; s — подача, мм/об; t — глубина резания, мм.

Интенсивность процессов чистовой и отделочной обработки целесообразнее характеризовать поверхностной производительностью. Она может быть выражена через линейную производительность Q_1 , характеризуемую минутной подачей:

$$Q_f = A Q_1, \quad (3)$$

где $Q_1 = sn$ и $A = \pi D$. Здесь n — число оборотов в минуту шпинделя станка; D — диаметр обрабатываемой детали.

Штучная производительность по машинному времени для совмещенной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием (ППД) равна

$$П_{м.с} = \frac{1}{t_{м.с}} = \frac{1}{\frac{L}{ns}} = \frac{ns}{L} = \frac{Q_{1с}}{L}, \quad (4)$$

где t_M — машинное время обработки детали, мин; L — длина обрабатываемой поверхности детали, мм.

Штучная производительность раздельной обработки сначала резанием, а затем ППД определяется следующим образом

$$\Pi_{\text{м.р.}} = \frac{1}{t_{\text{мр}} + t_{\text{мд}}} = \frac{1}{\frac{L}{Q_{1\text{р}}} + \frac{L}{Q_{1\text{д}}}} = \frac{Q_{1\text{р}} Q_{1\text{д}}}{L(Q_{1\text{р}} + Q_{1\text{д}})}, \quad (5)$$

где $t_{\text{м.р}}$ и $t_{\text{м.д}}$ — машинное время раздельной обработки соответственно резанием и ППД; $Q_{1\text{р}}$ и $Q_{1\text{д}}$ — линейная производительность соответственно резанием и ППД.

Для сопоставления производительности совмещенной и раздельной обработки резанием и ППД составим отношение:

$$\frac{\Pi_{\text{м.р.}}}{\Pi_{\text{м.с}}} = \frac{Q_{1\text{р}} Q_{1\text{д}}}{(Q_{1\text{р}} + Q_{1\text{д}}) Q_{1\text{с}}} = \frac{Q_{\text{фр}} Q_{\text{фд}}}{(Q_{\text{фр}} + Q_{\text{фд}}) Q_{\text{фс}}}. \quad (6)$$

Поверхностная производительность обработки резанием может быть меньше, больше и равной производительности совмещенной обработки, а поверхностная производительность ППД $Q_{\text{фд}}$ — меньше и равной производительности совмещенной обработки.

Если обозначить $Q_{\text{фр}} / Q_{\text{фс}} = \alpha$; $Q_{\text{фд}} / Q_{\text{фс}} = \beta$, то величина α может быть больше и равна единице, а величина β — меньше и равна единице. Используя коэффициенты α и β , отношение (6) можно записать в виде

$$\frac{\Pi_{\text{мр}}}{\Pi_{\text{мс}}} = \frac{\alpha \beta}{\alpha + \beta} = \frac{\alpha}{\frac{\alpha}{\beta} + 1}. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что при всех указанных значениях коэффициентов α и β отношение штучной производительности по машинному времени к штучной производительности совмещенного процесса резанием и ППД всегда меньше единицы, а это значит, что $\Pi_{\text{м.р.}} < \Pi_{\text{м.с.}}$.

На рис. 1 показана зависимость величины отношения $\frac{\Pi_{\text{мр}}}{\Pi_{\text{мс}}}$ от коэффициента β при различных значениях коэффициента α .

Как видно, при значениях коэффициентов $\alpha = 0,8 \dots 1,2$ и $\beta = 0,7 \dots 1$, которые наиболее часто имеют место при замене раздельной обработки резанием и ППД совмещенным процессом, производительность раздельной обработки составляет 40...55% от производительности совмещенной обработки.

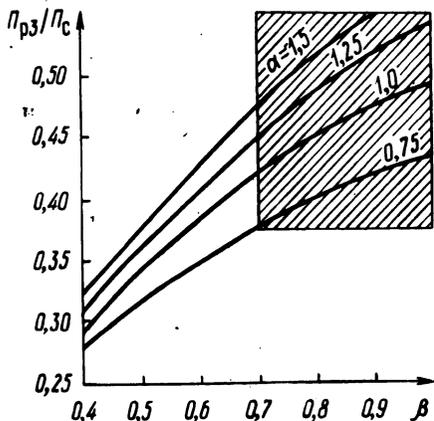


Рис. 1. Влияние коэффициентов α и β на отношение $\frac{P_{рз}}{P_{с}}$.

Фактическая штучная производительность P_{ϕ} выражается через штучную производительность по машинному времени P_M и коэффициент производительности K следующей зависимостью:

$$P_{\phi} = P_M K = P_M \frac{t_M}{t_M + \sum t_n} \quad \text{шт/мин}, \quad (8)$$

где t_M — непроизводительные потери времени, связанные с установкой и снятием детали, измерением, холостыми ходами, техническим и организационным обслуживанием и т.д.; $K = \frac{t_M}{t_M + \sum t_n}$ — коэффициент производительности, характеризующий степень непрерывности процесса обработки.

Коэффициент производительности раздельной обработки

$$K_p = \frac{t_{mp}}{t_{mp} + \sum t_{np}} = \frac{t_{mp} + t_{md}}{t_{mp} + t_{md} + \sum t_{np}} =$$

$$= \frac{Q_{lp} + Q_{ld}}{Q_{lp} + Q_{ld} + Q_{lp} \frac{Q_{ld}}{L} \sum t_{np}} \quad (9)$$

Аналогично для совмещенной обработки

$$K_c = \frac{t_{MC}}{t_{MC} + \Sigma t_{nc}} = \frac{1}{1 + Q_{1c} \frac{\Sigma t_{nc}}{L}} \quad (10)$$

Разделив (9) на (10), получим

$$\frac{K_p}{K_c} = \frac{(Q_{1p} + Q_{1d}) \left(1 + Q_{1c} \frac{\Sigma t_{nc}}{L}\right)}{Q_{1p} + Q_{1d} + Q_{1p} Q_{1d} \frac{\Sigma t_{np}}{L}} \quad (11)$$

Заменяя в (11) $\frac{Q_{1p}}{Q_{1d}} = \alpha$ и $\frac{Q_{1d}}{Q_{1c}} = \beta$, найдем

$$\frac{K_p}{K_c} = \frac{(\alpha + \beta) \left(1 + Q_{1c} \frac{\Sigma t_{nc}}{L}\right)}{\alpha + \beta + \alpha \beta Q_{1c} \frac{\Sigma t_{np}}{L}} \quad (12)$$

Как видно из (9) и (10), величины коэффициентов производительности зависят не только от величины соответствующих линейных производительностей, но и от отношения $\Sigma t_n / L$, причем чем меньше величина этого отношения, тем меньше влияние его на коэффициент производительности, так как при малых значениях $\Sigma t_n / L$ величина K стремится к единице. Из этого следует, что наибольший эффект, связанный с повышением производительности при замене отдельной обработки резанием и ППД совмещенным процессом будет иметь место при обработке деталей большой длины.

Если принять $\alpha = 1$ и $\beta = 1$, а $\Sigma t_{np} = 2 \Sigma t_{nc}$, то величина отношения (12) будет близка 1, т.е. фактическая производительность совмещенной обработки в два раза выше производительности отдельной, так как $P_{fc} = 2 P_{фрз}$, что следует из формул (7) и (11).

Таким образом, производительность процесса совмещенной обработки резанием и ППД всегда выше производительности отдельной обработки, причем наибольший эффект достигается при обработке деталей большой длины.