

фрез (обычно $v_{Si} = 4 \dots 14$ м/мин) снижается производительность процесса обработки при их равенстве со скоростями главного движения деформирующих элементов $v_d = 50 \dots 80$ м/мин. Кроме того, выбор одинаковых для иглофрез ($S_{o,и}$) и деформирующих элементов ($S_{o,д}$) подач на оборот соответственно для движений D_{Si} и D_d также не обеспечивает высокой производительности обработки. Это вызвано разницей площадей контакта инструментов с обрабатываемой поверхностью и значительным различием их подач, обеспечивающих требуемые параметры шероховатости поверхности.

Для повышения производительности обработки необходимо скорость главного движения деформирующих элементов v_d принимать большей, чем

скорость движения круговой подачи иглофрез v_{Si} . Подачи этих инструментов $S_{o,и}$ и $S_{o,д}$ на один оборот целесообразно принимать равными оптимальным при отдельной обработке иглофрезерованием и поверхностным пластическим деформированием (ППД). При этом должно быть обеспечено равенство минутных подач для иглофрез и деформирующих элементов. Исходя из последнего требования можно записать

$$S_{o,и} Z_{и} N_{и} = S_{o,д} Z_{д} N_{д} ,$$

где $S_{o,и}$ и $S_{o,д}$ — оптимальная подача (мм/об) соответственно на одну иглофрезу и деформирующий элемент; $Z_{и}$ и $Z_{д}$ — количество иглофрез и деформирующих элементов; $N_{и}$ и $N_{д}$ — частота вращения иглофрез и деформирующих элементов соответственно при круговой подаче иглофрез и главном движении деформирующих элементов, об/мин.

Тогда

$$N_{д} = \frac{S_{o,и} Z_{и} N_{и}}{S_{o,д} Z_{д}} .$$

Минимальная частота вращения деформирующих элементов определяется их максимально возможной подачей, превышение которой приведет к появлению на поверхности детали необработанных участков:

$$N_{дmin} = \frac{S_{o,и} Z_{и} N_{и}}{S_{o,дmax} Z_{д}} . \quad (1)$$

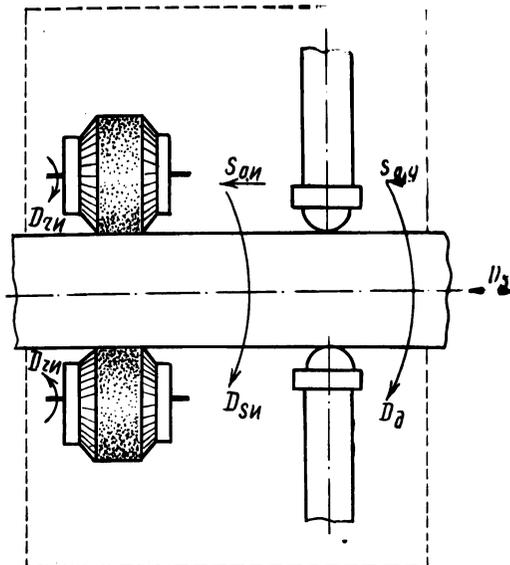


Рис. 1. Схема совмещенной обработки иглофрезерованием и ППД

Максимально возможная подача деформирующего элемента определяется из зависимости

$$i = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{S_{o.д.макс}}{R}\right)^2},$$

где i — натяг деформирующего элемента, мм; R — радиус профиля деформирующего элемента в продольном сечении, мм.

Тогда

$$S_{o.д.макс} = R\sqrt{2Ri - i^2}.$$

Упругое последствие, высота и неравномерность исходного микрорельефа учитываются коэффициентом коррекции $K = 0,6 \dots 0,7$ [3]:

$$S_{o.д.макс} = (0,6 \dots 0,7) R\sqrt{2Ri - i^2}. \quad (2)$$

Для одной иглофрезы целесообразно принимать

$$S_{o.и} = (0,2 \dots 0,4) H_{и}, \quad (3)$$

где $H_{и}$ — ширина режущей части иглофрезы, мм.

Используя формулы (1) ... (3), получим

$$N_{д.мин} = (0,28 \dots 0,57) \frac{H_{и} Z_{и}}{R\sqrt{2Ri - i^2} Z_{д}} N_{и}.$$

При этой частоте вращения деформирующих элементов обеспечивается сплошность обработки поверхности без пропуска локальных участков. Однако параметры шероховатости и высота волнистости поверхности будут максимальными. Для снижения параметров шероховатости обработанной поверхности следует уменьшить подачу деформирующих элементов в 3,3 ... 3,5 раза. Это приведет к соответствующему увеличению частоты вращения деформирующих элементов. Окончательно

$$N_{д} = (0,9 \dots 2) \frac{H_{и} Z_{и}}{R\sqrt{2Ri - i^2} Z_{д}} N_{и}. \quad (4)$$

По частоте вращения деформирующих элементов, определяемой по формуле (4), выбирают минутную подачу комбинированного устройства, исходя из подачи иглофрезы, обеспечивающей заданные параметры шероховатости. Такой способ выбора режима резания повышает производительность процесса по сравнению с традиционными способами совмещенной обработки, при которых минутную подачу выбирают исходя из подачи, допускаемой деформирующими элементами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистосердов П.С. Комбинированные инструменты для отделочно-упрочняющей обработки. — Минск, 1977. — 127 с. 2. А.с. 1206071 (СССР). Устройство для совмещенной обработки резанием и обкаткой/В.В.Бабук, А.Л.Абугув. 3. Шнейдер Ю.Г. Чистовая обработка металлов давлением. — М., Л., 1963. — 272 с.

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПРОТЯГИВАНИЕМ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ РЕЗАНИЯ

Переход на высокие скорости протягивания ($v = 70...80$ м/мин) различных материалов является актуальной задачей. С повышением скорости протягивания обеспечивается значительное увеличение производительности процесса обработки и улучшение качества обработанной поверхности. Расширяется также область применения протяжного твердосплавного инструмента.

Ниже приводятся результаты исследований относительной обрабатываемости протягиванием материалов, представляющих три основные группы: спеченного порошкового материала ЖГр1, 5Д, конструкционной стали 40 ($HВ = 1800...1900$ МПа) и серого чугуна СЧ15 ($HВ = 1900...2200$ МПа).

Опыты осуществлялись как быстрорежущими, так и твердосплавными одно- и многозубыми протяжками. Геометрические параметры зубьев протяжек изменялись в широких пределах: $\gamma = 0...25^\circ$; $a = 3...10$. При выборе критерия затупления зубьев учитывались такие технологические факторы, как допустимое увеличение параметров шероховатости обработанных поверхностей, нарушение размерной точности обработки и т. д. В качестве критерия затупления зубьев протяжек в зависимости от лимитирующего затупления был принят линейный износ зубьев h_z до 0,5 мм по задней поверхности или округление режущих кромок зубьев до 25...30 мкм.

Опыты производились на модернизированных вертикально-протяжных стандах-станках, а также имитировался процесс протягивания на продольно- и поперечно-строгальных станках.

В зависимости от свойств обрабатываемого материала, материала режущей части протяжек и режимов резания наблюдались различные виды лимитирующего износа зубьев протяжек из быстрорежущей стали и твердого сплава.

При протягивании со сравнительно невысокой скоростью резания ($v = 20...30$ м/мин) имело место адгезионно-абразивное изнашивание по задней поверхности зубьев быстрорежущих протяжек. При обработке с более высокими скоростями ($v > 30...40$ м/мин) стали 40 наряду с линейным износом зубьев протяжек по задней поверхности на их передней поверхности образовывалась лунка.

Кривые зависимости линейной стойкости L протяжек, изготовленных из различных материалов, от скорости резания v (рис. 1) имеют немонотонный характер. При этом максимум на кривых $L = f(v)$ для твердосплавных протяжек смещен в зону более высоких скоростей резания по сравнению с быстрорежущими протяжками, что связано с повышенной износостойкостью твердого сплава в сравнении с быстрорежущей сталью. Анализируя графические зависимости, следует также отметить, что протяжки имеют более высокую стойкость при обработке серого чугуна СЧ15 по сравнению со сталью 40 и промежуточную стойкость при обработке железистографитового спеченного сплава ЖГр1,5Д.

Наибольшую линейную стойкость L , равную 1400 и 1000 м, имеют про-