

мерно в 72 раза) меньше скорости главного движения резания. Поэтому импульс движения подачи без ухудшения условий резания может происходить с опережением, т. е. до момента, когда один зуб фрезы придет в точку a . При этом будет лишь незначительно уменьшаться мгновенная скорость резания. Главное, чтобы в момент импульса зуб 4 еще не начал резание.

Минутная подача заготовки или фрезы

$$S_{\text{мин}} = l n_{\text{имп}} = l n_0 \frac{z_0}{K}$$

Для предложенного нами устройства к станку 5В312 при $K = 3$ $n_0 = 100$ об/мин, $S_{\text{мин max}} = 26$ мм/мин, $S_{\text{мин min}} = 3$ мм/мин, т. е. можно обеспечить увеличение $S_{\text{мин}}$ по сравнению с принятыми в настоящее время режимами обработки ($S_0 = 1,5 \dots 2,5$ мм/об, $v_c = 30$ м/мин) почти в 5 раз.

Рассмотренный способ фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес был реализован в условиях Минского завода шестерен и подтвердил свою высокую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овумян Г.Г., Адам Л.И. Справочник зубореза. – М., 1983. – 223 с. 2. Аленин М.П. Осуществление прерывистых осевых подач на зубофрезерных станках//Станки и инструмент. – 1967. – № 3. – С. 32. 3. А.с. 729928 (СССР). Система управления приводом подач зубофрезерного станка/С.Б.Фраймович, В.И.Шляхецкий, Ю.А.Лукашев. 4. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. – М., 1977. – 304 с.

УДК 621.923.77(088.8)

И.Л.БАРШАЙ, канд.техн.наук,
А.Л.АБУГОВ (БПИ)

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЕМ И ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Применение комбинированных устройств, сочетающих иглофрезы и деформирующие элементы, требует решения задачи, связанной с определением оптимальных параметров режима обработки. В частности, необходимо определить минутную подачу такого устройства, зависящую от подачи деформирующих элементов и обеспечивающую требуемые параметры шероховатости поверхности [1]. Работа указанных совмещенных устройств [2] основана на выполнении следующих кинематических движений (рис. 1): главное движение резания иглофрез $D_{rн}$, движение круговой подачи иглофрез $D_{Sн}$, главное движение деформирующих элементов D_d , движение продольной подачи детали D_S . Направления движений $D_{Sн}$ и D_d совпадают. Указанные кинематические движения обеспечивают требуемое качество обработанной поверхности цилиндрических деталей.

Вместе с тем при невысоких скоростях движения круговой подачи игло-

фрез (обычно $v_{Sи} = 4 \dots 14$ 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 ($S_{о.и}$) и деформирующих элементов ($S_{о.д}$) 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 $S_{о.и}$ и $S_{о.д}$ 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

$$S_{о.и} Z_{и} N_{и} = S_{о.д} Z_{д} N_{д} ,$$

где $S_{о.и}$ и $S_{о.д}$ — 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

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

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

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

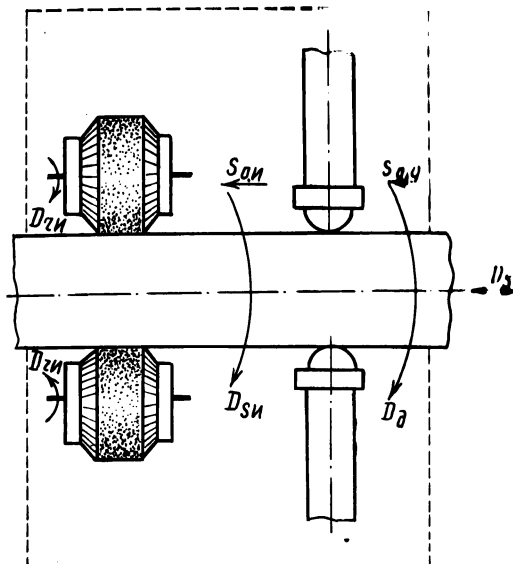


Рис. 1. Схема совмещенной обработки иглофрезерованием и ППД

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.