

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ И СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЕМ И ППД

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Для формирования и упрочнения поверхности деталей используются комбинированные способы, сочетающие резание (точение, фрезерование, шлифование) и поверхностное пластическое деформирование (ППД).

Совмещение или комбинирование предварительной обработки резанием с ППД позволяет значительно повысить производительность за счет сокращения количества операций и переходов [1, 2]. Основным недостатком этих разработок – сложность реализации в условиях поточного производства.

Этого недостатка лишены способы, сочетающие обработку шлифованием и ППД [3, 4]. Ограничением применения в этом случае являются возможные дефекты обрабатываемой поверхности, возникающие при шлифовании.

Нами были выполнены исследования, результаты которых легли в основу создания совмещенного и комбинированного способов обработки иглофрезерованием и ППД.

В существующих устройствах режущие и деформирующие элементы работают с равными минутными подачам. При этом деформирующие инструменты являются регламентирующими

Применение в качестве режущих инструментов иглофрез характеризуется значительной разницей контакта этих и деформирующих инструментов с обрабатываемой поверхностью. Следствием этого является существенное различие подач, обеспечивающих требуемое качество поверхности. Выбор подачи, допускаемой деформирующим инструментом, в этом случае снижает производительность обработки. Кроме этого, невысокие круговые подачи иглофрез регламентируют скорости обкатывания деформирующих инструментов. Учитывая, что величина круговой подачи иглофрез меньше скорости обкатывания в 20–40 раз, применение в рассматриваемом случае традиционных зависимостей режимов комбинированной обработки резанием и ППД не обеспечивает высокой производительности процесса.

В связи с этим для разработки способа совмещенной обработки были установлены зависимости оптимального сочетания режимов обработки указанных процессов, позволяющих устранить отмеченные недостатки.

Для определения зависимости, согласующей движение иглофрез и деформирующих инструментов относительно детали, исходя из равенства минутных подач иглофрез и деформирующих элементов, можно записать

$$S_{ou} \cdot n_{ou} \cdot Z_u = S_{od} \cdot n_{od} \cdot Z_d, \quad (1)$$

где S_{ou} и S_{od} – подача на одну иглофрезу и один деформирующий инструмент, мм/ои; мм/од, соответственно; и n_{ou} и n_{od} – частота вращения иглофрезы и деформирующего инструмента, соответственно в движении круговой подачи иглофрезы и главном движении деформирующего инструмента, мин⁻¹; Z_u и Z_d – количество иглофрез и деформирующих инструментов, шт.

Тогда частота вращения n_{od} деформирующего инструмента будет равна

$$n_{od} = (S_{ou} \cdot n_{ou} \cdot Z_u) / (S_{od} \cdot Z_d) \quad (2)$$

Минимально возможная частота вращения деформирующего инструмента определяется его максимально возможной подачей, превышение которой приведет к появлению на поверхности детали необработанных участков

$$n_{od, \text{мин}} = (S_{ou} \cdot Z_u \cdot n_u) / (S_{od, \text{макс}} \cdot Z_d) \quad (3)$$

Максимально возможную подачу деформирующего инструмента $S_{od, \text{макс}}$ определяли на основе зависимости, приведенной в работе [5]

$$S_{od, \text{макс}} = \sqrt{4R_{np} \cdot i \cdot i^2} \quad (4)$$

где i – натяг в системе обрабатываемая поверхность – деформирующий элемент, мм; R_{np} – профильный радиус деформирующего инструмента в продольном сечении, мм.

Упругое последствие, высота и неравномерность исходного микрорельефа учитываются в величине подачи коэффициентом коррекции $K = 0,6-0,7$ [5]:

$$S_{od, \text{мин}} = (0,6-0,7) \sqrt{4R_{np} \cdot i \cdot i^2}. \quad (5)$$

Величину подачи одной иглофрезы S_{ou} целесообразно принимать равной

$$S_{ou} = (0,2...0,4) \cdot H_u \quad (6)$$

где H_u – ширина рабочей части иглофрезы, мм.

Это связано с тем, что при подаче равной ширине иглофрезы в результате упругой деформации проволоочных элементов снижается эффективность процесса резания и преобладает процесс пластического деформирования.

Используя формулы (5) и (6) получим

$$n_{od, \text{мин}} = [(0,28...0,66) H_u Z_u n_u] / (\sqrt{4R_{np} \cdot i \cdot i^2} \cdot Z_d) \quad (7)$$

При этой частоте вращения деформирующих элементов обеспечивается обработка поверхности без пропуска локальных участков. Однако шероховатость и волнистость поверхности будут максимальными. Для снижения шероховатости поверхности следует уменьшить подачу на оборот детали деформирующих инструментов в 3,3–

3,5 раза [6]. Это приведет к соответствующему увеличению частоты вращения деформирующих инструментов без уменьшения минутной подачи, а, следовательно, производительности обработки.

Окончательно формула (7) примет вид

$$n_{\text{од.мин}} = [(0,92...2,31) H_u Z_u n_u] / (\sqrt{4R_{np} \cdot i - i^2} \cdot Z_u) \quad (8)$$

Для реализации метода совмещенной обработки разработан способ (рис. 1) [7]. В корпусе 1 размещены механизмы привода с качающимся редуктором 2, на выходных валах 3, которого установлены иглофрезы 4. Приводные валы 5 через жестко закрепленные на них шестерни 6 связаны с неподвижной шестерней 7. Эта шестерня закреплена на неподвижном кожухе 8. В отверстии шестерни 7 в подшипниках установлена втулка 9, соединенная с корпусом 1. На втулке 9 на подшипнике установлен диск 10 с выполненным на нем зубчатым венцом 11. В диске 10 закреплены держатели 12 с деформирующими элементами 13. Зубчатый венец 11 диска 10 соединен с шестерней 14, установленной на валу 15, на котором расположена сменная шестерня 16. Эта шестерня связана со сменной шестерней 17, установленной на валу 18. Сменные шестерни 16 и 17 представляют собой гитару сменных колес привода деформирующих элементов 13. На валу 18 установлена сменная шестерня 19, соединенная со сменной шестерней 20, размещенной на валу 21, на котором закреплен шкив 22 ременной передачи привода. Сменные шестерни 19 и 20 представляют собой гитару сменных шестерен общего привода устройства.

На корпусе 1 закреплена шестерня 23, которая связана с шестерней 24, установленной на валу 18. Для направления обрабатываемой детали 25 после выхода ее из зоны деформирующих инструментов 13 используется втулка 26. Для подачи детали 25 применяются две пары тянущих роликов, установленных со сторон входа и выхода детали (не показаны). Совокупность шестерен может быть иной.

Устройство для реализации способа совмещенной обработки работает следующим образом. От шкива 22 вращение через вал 21 передается шестерням 20 и 19. От шестерни 19 вращение передается валу 18 и расположенным на нем шестерням 24 и 17. От шестерни 24 вращение сообщается шестерне 23 и связанному с ней корпусу 1, который сообщает планетарное движение иглофрезам 4. При планетарном движении шестерни 6, обкатываясь по неподвижной шестерне 7, приводят во вращение приводные валы 5 и через качающийся редукторы 2 – выходные валы 3 с иглофрезами 4. Режущим инструментам сообщается вращательное движение. Одновременно через шестерни 17 и 16 вращение сообщается валу 15 с установленной на нем шестерней 14, от которой через зубчатый венец 11 вращение передается диску 10 с деформирующими инструментами 13. Последним сообщается планетарное движение с частотой вращения большей, чем частота вращения планетарного движения иглофрез 4. Частота вращения планетарного движения деформирующих инструментов 13 может изменяться с помощью шестерен 16 и 17.

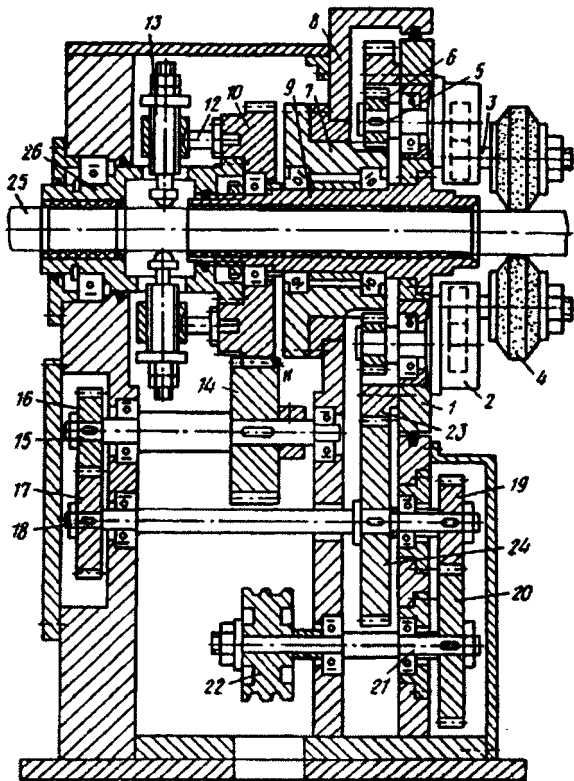


Рис. 1. Схема реализации способа совмещенной обработки иглофрезерованием и ППД: 1 – корпус, 2 – качающийся редуктор, 3 – выходной вал, 4 – иглофреза, 5 – приводной вал, 6 – шестерня, 7 – шестерня, 8 – кожух, 9 – втулка, 10 – диск, 11 – зубчатый венец, 12 – держатель, 13 – деформирующий элемент, 14 – шестерня, 15 – вал, 16 – сменная шестерня, 17 – сменная шестерня, 18 – вал, 19 – сменная шестерня, 20 – вал, 21 – вал, 22 – шкив, 23 – шестерня, 24 – шестерня. 25 – обрабатываемая заготовка, 26 – втулка

Использование предлагаемого способа обуславливает повышение производительности процесса за счет обеспечения возможности совмещенной обработки с большими подачами. Кроме этого, повышается качество обработанной поверхности в результате использования подач на оборот планетарного движения, равных оптимальным при раздельном использовании процессов иглофрезерования и обкатки.

Сочетание процессов иглофрезерования и ППД возможно также в результате разработанного способа комбинированной обработки [8]. На рис. 2а изображена схема

реализации способа комбинированной обработки с принудительной подачей детали при обработке иглофрезами; на рис. 2б – схема способа с самоподачей детали при обработке иглофрезами.

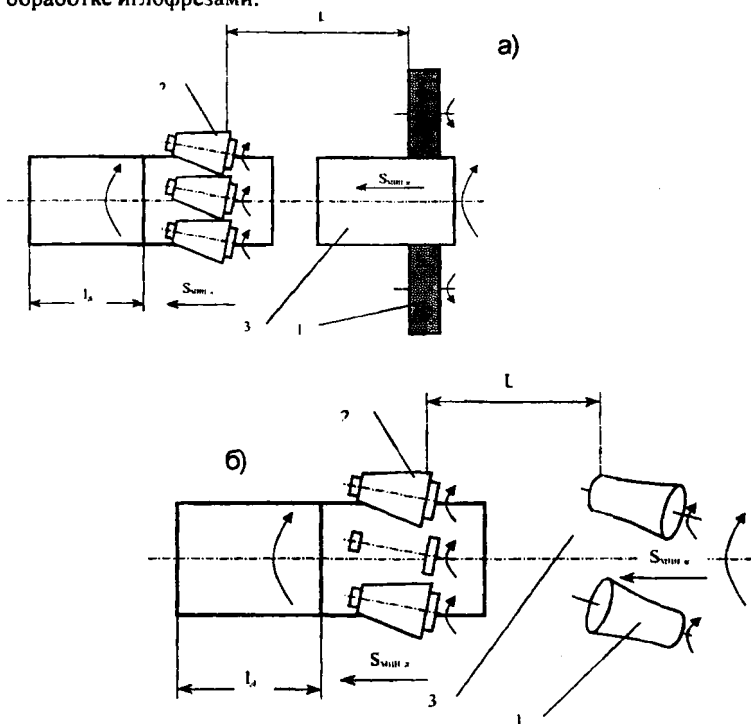


Рис. 2. Схема реализации способа комбинированной обработки иглофрезерованием и ППД: (1 – иглофреза, 2 – деформирующий элемент, 3 – обрабатываемая заготовка): а – с принудительной подачей при обработке иглофрезами; б – с самоподачей при обработке иглофрезами

Способ заключается в том, что иглофрезы 1 и деформирующие элементы 2 установлены на расстоянии L , большем длины l_1 детали 3. Иглофрезам 1 сообщается движение вокруг своей оси и планетарное движение вокруг детали 3 (см. рис. 2а). При обработке с самоподачей иглофрезы 1 вращаются вокруг своей оси и приводят во вращение деталь 3. Деформирующим элементам 2 сообщают планетарное движение вокруг детали 3. За счет контакта деформирующих элементов 2 с деталью 3 им сообщается вращение вокруг своей оси. Деформирующие инструменты 2 установлены под углом к оси детали 3. Заготовка 3 подается в зону иглофрез 1 с помощью подаю-

шего устройства (не показано) с минутной подачей (см. рис 2а). При самоподаче (см. рис. 2б) иглофрезы 1 изготавливают гиперболоидной формы и их оси устанавливают под углом друг к другу. После обработки иглофрезами 1 заготовки потоком двигаются с той же подачей до захвата их деформирующими инструментами 2. Эти инструменты в результате установки под углом к оси заготовки 3 производят ее самоподачу с минутной подачей $s_{д.мин}$. Минутная подача при обкатывании деформирующими инструментами 2 $s_{д.мин}$ больше на 20%, чем минутная подача при иглофрезеровании. Это обеспечивает определенное расстояние между деталью 3, обрабатываемой деформирующими инструментами 2, от детали, обрабатываемой иглофрезами 1. Последнее исключает влияние колебаний минутных подач на качество обработанной поверхности и надежность при реализации способа.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1180247 СССР. Устройство для совмещенной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием/ Я.М. Сургунт, А.М. Довгалеv. – Оpubл. в БИ № 36. 1985. 2. А.с. 1247249 СССР. Способ комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием/ Я.М. Сургунт, А.М. Довгалеv. – Оpubл. в БИ № 28, 1986. 3. А.с. 1243935 СССР. Способ комбинированной обработки шлифованием и поверхностным пластическим деформированием/ Я.М. Сургунт, А.М. Довгалеv. – Оpubл. в БИ № 26, 1986. 4. А.с. 1279801 СССР. Способ комбинированной обработки шлифованием и поверхностным пластическим деформированием и инструмент для его осуществления/ Я.М. Сургунт, А.М. Довгалеv, Э.А. Свиdерский. – Оpubл. в БИ № 26. 1986. 5. Шнейдер Ю.Г. Чистовая обработка металлов давлением. – М.: – Л.: Mashгиз, 1963. – 272 с. 6. Баршай И.Л., Абугов А.Л. Кинематические зависимости при совмещенной обработке иглофрезерованием и поверхностным пластическим деформированием//Машиностроение. – Мн.: Вышэйшая школа, 1987. – Вып. 12. – С. 20-22. 7. А.с. 1310182 В 24 В 39/04 СССР. Способ совмещенной обработки иглофрезерованием и ППД/А.Л. Абугов, И.Л. Баршай. – Оpubл. в БИ № 44, 1987. 8. А.с. 1355476 В 24 В 39/00 СССР. Способ комбинированной обработки/А.Л. Абугов, И.Л. Баршай. – Оpubл. в БИ № 44, 1987.