

Секция 1.

Процессы механической обработки

**29 мая 2002 г.,
14.00 – 18.00**

**Главный учебный корпус БНТУ
аудитория 202**

Председатель секции: Кочергин А.И. – к.т.н., профессор

Секретарь: Бачанцев А.И. – ст. преподаватель

УДК 621.924.8+621.787.4

И.Л. Баршай

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОВОЛОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ИГЛОФРЕЗЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЕДИНИЧНОГО СРЕЗА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Иглофрезерование - один из перспективных методов обработки для формирования и упрочнения поверхности деталей машин. Схема иглофрезерования представлена на рис. 1. Особенности обработки иглофрезерованием является дискретный контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью и многократное воздействие проволочных элементов на локальные участки поверхности. На первом этапе проволочные элементы, вступающие в контакт поверхностью, осуществляют микрореза-ние. В результате удаления слоя материала происходит предварительное формирование поверхностного слоя. При последующем воздействии проволочные элементы

осуществляют микровыглаживание поверхности и окончательно формируют поверхность детали.

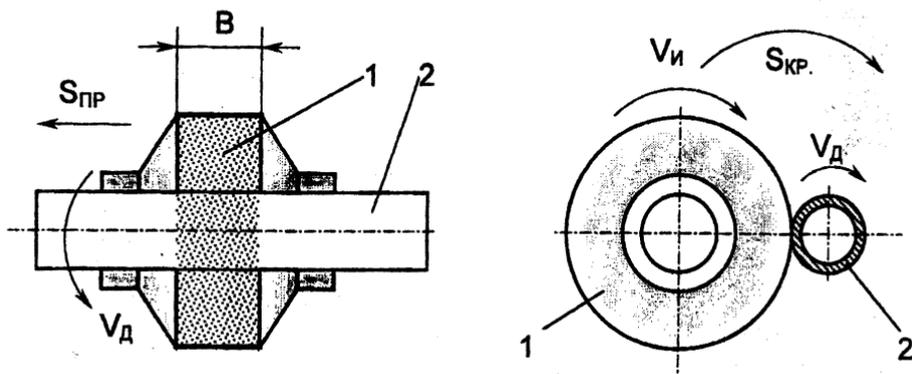


Рис. 1. Схема иглофрезерования: 1 – иглофреза; 2 – обрабатываемая деталь

Таким образом, формирование поверхности при иглофрезеровании происходит в результате микрорезания и последующего поверхностного пластического деформирования (микровыглаживания) поверхности

Имеющиеся данные о процессах в зоне обработки при иглофрезеровании недостаточны и требуют дополнения. Исследование формирования качества поверхности при иглофрезеровании предопределяет необходимость изучения этого процесса при воздействии на поверхность проволочного элемента и его взаимодействия с поверхностью единичного среза.

Проведенные различными авторами исследования [1-3] не позволили выявить механизм и особенности взаимодействия единичного проволочного элемента иглофрезы с поверхностью единичного среза.

При формировании микропрофиля единичного среза в зоне контакта проволочного элемента с обрабатываемой поверхностью возникает течение металла вдоль цилиндрической поверхности элемента с образованием краевых напылов и стружки. Кроме указанных процессов, имеет место также фрикционный контакт площадки износа на торце проволочного элемента с впадиной единичного среза.

Приложение нормальной P_1 и тангенциальной P_2 сил приводит к упругой деформации проволочного элемента. Вследствие наличия указанного выше фрикционного контакта площадки износа с впадиной единичного среза в тангенциальном

направлении действует сила $P = P_z - F$, где F - сила трения на площадке износа (рис. 2).

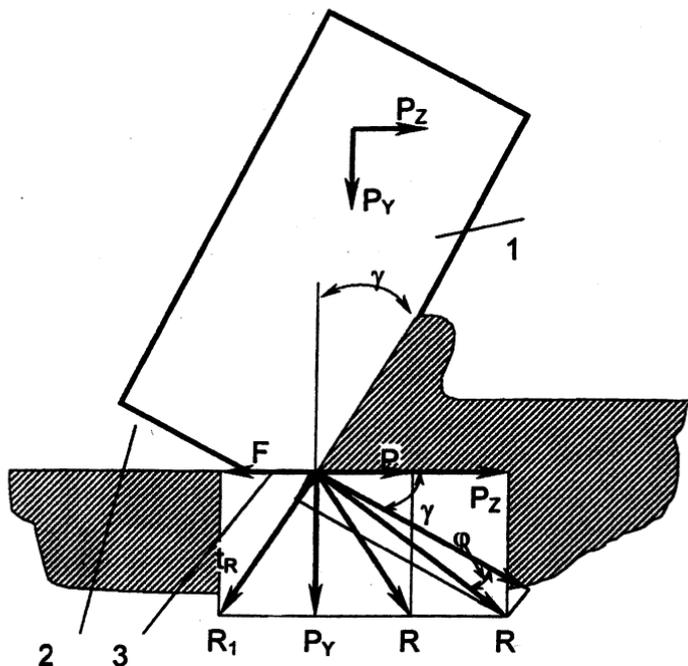


Рис. 2. Схема взаимодействия проволочного элемента с поверхностью единичного среза: 1 - передняя поверхность элемента; 2 - задняя поверхность элемента; 3 - площадка износа

В этом случае в результате действия указанных сил проволочный элемент получает прогиб

$$f = \frac{f_0}{1 - \alpha},$$

где f_0 - прогиб, вызываемый действием только одной тангенциально направленной силой P_z ;

α - коэффициент, определяемый отношением нормальной силы P_y к ее критическому значению $P_y^{кр}$ [4].

В соответствии с [4] критическое значение нормальной силы определяется из выражения

$$P_y^{кр} = \frac{\pi^2 EI_x}{2L^2},$$

где E - модуль упругости материала проволочного элемента, МПа;
 I_x - момент инерции поперечного сечения проволочного элемента иглофрезы относительно главной центральной оси, мм⁴;

L - свободная длина (вылет) проволочного элемента, мм.

Коэффициент α определяется по формуле

$$\alpha = \frac{P_y}{P_y^{\text{сп}}} = \frac{4 P_y L^2}{\pi^2 E I_x}.$$

Согласно [5] прогиб f_0 можно определить из выражения

$$f_0 = \frac{P_z L^3}{3 E I_x}.$$

Тогда прогиб проволочного элемента под действием нормальной P_y и тангенциальной сил P_z сил равен

$$f = \frac{P_z L^3}{3 E I_x} \cdot \frac{1}{1 - \frac{4 P_y L^2}{\pi^2 E I_x}}.$$

После преобразования получим

$$f = \frac{\pi^2 P_z L^3}{3 \cdot [E I_x - 4 P_y L^2]}.$$

Результирующая сила R (см. рис. 2), действующая на проволочный элемент, определяется из выражения

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2}; \quad (1)$$

$$P_z = T - F; \quad (2)$$

$$T = P_y \operatorname{tg}[90^\circ - (\gamma + \varphi)] = P_y \cdot \operatorname{ctg}(\nu + \varphi); \quad (3)$$

$$F = \mu P_y, \quad (4)$$

где μ - коэффициент трения.

Зависимость (1) с учетом зависимостей (2) - (4) может быть записана

$$R = \sqrt{[P_y \cdot \operatorname{ctg}(\nu + \varphi) - \mu P_y]^2 + P_y^2} = P_y \sqrt{1 + [\operatorname{ctg}(\nu + \varphi) - \mu]^2}. \quad (5)$$

Согласно [6] коэффициент трения

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi. \quad (6)$$

Так как

$$\operatorname{ctg}(\gamma + \varphi) = \frac{1 - \operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \varphi}, \quad (7)$$

то

$$R = P_y \sqrt{1 + \left(\frac{1 - \mu \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \gamma + \mu} - \mu \right)^2} \quad (8)$$

Для определения коэффициента трения был рассмотрен контакт проволочного элемента с поверхностью без отделения стружки, т.е. по площадке износа на торце проволочного элемента. В результате измерения нормальной силы P_y и силы трения F установлено, что коэффициент трения μ в зоне контакта проволочного элемента с поверхностью образцов из сталей марок 45 и ст. 10 равен 0,39-0,40 [8].

Из схемы, приведенной на рис. 2, следует, что

$$P_z / P_y = \operatorname{ctg}(\gamma + \varphi) = \frac{1 - \mu \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \gamma + \mu}$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P_y - \mu T}{P_z + \mu N}$$

Учитывая, что $T = P_z + F = P_z + \mu P_y$, получаем

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P_y - \mu(P_z + \mu P_y)}{P_z + \mu P_y + \mu P_y} = \frac{P_y - \mu(P_z + \mu P_y)}{P_z + 2\mu P_y}$$

Используя результаты исследования микрорезания единичным проволочным элементом [8], можно рассчитать значение угла γ . В случае обработки стали ст. 10 со скоростью резания $V = 125$ м/мин, натяге $i = 1,0$ мм, вылете проволочного элемента $L = 25$ мм — $P_z = 0,9$ Н; $P_y = 0,75$ Н,

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,75 - 0,39(0,9 + 0,39 \times 0,75)}{0,9 + 0,585} \approx 0,191.$$

Полученное значение $\operatorname{tg} \gamma$ соответствует углу $\gamma \approx 10^\circ$. Угол $\gamma = 10^\circ$ для стали аналогичной по свойствам стали ст. 10 соответствует полученному экспериментально значению [9, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Wolf P. Bearbeitungsverfahren "Nadtfriasen" // Ind. — Anz. — 1979. — 101. — № 23. — S. 32-33.
2. Жоров Ю.С., Балдаев В.А. Качество поверхности при иглофрезеровании // Механизация тяжелых и трудоемких процессов в судостроении. — Л.: Румб, 1987. — С. 125-132.
3. Одинцов Л.Г. Применение проволочных инструментов // Технология автомобилестроения. — М., 1982. — № 5. — С. 6-10.
4. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого тела. — М.: Наука, 1988. — 712 с.
5. Федосьев В.И. Сопротивление материалов. — М.: Наука, 1974. — 560 с.
6. Кашеев В.Н. Процессы в зоне фрикционного контакта металлов. — М.: Машиностроение, 1978. — 213 с.
7. Турчак Л.И. Основы численных методов. — М.: Наука, 1987. — 320 с.
8. Абугов А.Л., Баршай И.Л., Фельдштейн

Е.Э. Экспериментальные исследования динамики микрорезания при иглофрезеровании // Известия вузов. Машиностроение. – 1989. - № 8. - С. 140-142. 9. Ватанабэ Ю., Нагао Т., Стефферле. Исследование механизма резания игольчатыми и фрезами // Сэм и цу кикай. – 47. - № 10. – С. 1198-1202. 10. Wamecke N.J., Przyklenk K. Grundlagenversuche Zum Verhalten von Stahldrahtbusten // Werkstatttechnik. – 1984. – 74. - № 3. – S. 171-174.

УДК 621.9

А.И. Бачанцев, В.И. Туромша

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДИК НАЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из показателей эффективности процесса обработки материалов резанием является производительность [1], т.е. количество обработанных деталей за определенный промежуток времени.

Приведенные в литературе [2-4] различные методики назначения параметров режима резания обычно решают задачу повышения производительности обработки. Однако используемые в них алгоритмы решения задачи не позволяют достичь максимума производительности при съеме как относительно малых, так и больших припусков. Это объясняется несколькими причинами:

- данные методики рекомендуют снимать припуск с максимально большой глубиной резания, вплоть до глубины резания, равной величине припуска [1 - 4];
- при наличии ограничений, например, по мощности привода главного движения, алгоритм корректировки первоначально выбранных параметров режима резания предусматривает чаще всего изменение одного из них (обычно скорости резания) [1];
- рекомендуется значительно увеличивать только один из параметров режима резания, например, скорость резания или подачу, не изменяя других [5]

В качестве показателя производительности обработки Q может быть принят объем снятого материала за единицу времени, который равен произведению скорости резания v , подачи s и глубины резания t , т.е.

$$Q = v \times s \times t \quad (1)$$

Связь между параметрами режима резания v , s и t , определяется известными зависимостями