



Прокопец Г. А.

Прокопец А. А.

Донской
государственный
технический
университет

УДК 621.9

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ОТПЕЧАТКА НА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ОТДЕЛОЧНО- УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКЕ ППД С УЧЕТОМ ФОРМЫ ОПОРНОЙ КРИВОЙ ИСХОДНОГО ПРОФИЛЯ

У статті запропоновано підхід та отримано залежності формування одиничного пластичного відбитку на поверхні деталей, оброблених лезним інструментом, при вібраційній оздоблювально-зміцнювальній обробці, які враховують форму опорної кривої мікропрофілю.

In the article offered approach and dependences of forming of single plastic imprint are got on-the-spot details, by a treated leznm instrument, at oscillation ozdobyval'no-zmichnyval'niy treatment, which take into account the form of supporting curve mikro to the type.

Вибрационная обработка ППД в металлических телах является одним из представителей класса ресурсосберегающих технологий, обладающая широкими технологическими возможностями и высокой производительностью. Она основана на применении колебаний низкочастотного спектра. Вибрационной отделочно-упрочняющей обработке ППД обычно подвергаются поверхности, обработанные лезвийным инструментом — фрезами, резцами и др. Такой инструмент имеет жесткую кинематическую связь с приводом, кроме того, четко определена геометрия рабочей части инструмента и режимы обработки. Анализ процесса формирования профиля микронеровностей при лезвийных методах обработки (точении, фрезеровании) показывает, что форма опорной кривой профиля практически полностью определяется геометрией режущей части инструмента и режимами резания.

При обработке цилиндрической поверхности резцом формирование опорной кривой определяется главным углом в плане φ , вспомогательным углом в плане φ_1 осевой подачей S и глубиной резания t (рисунок 1).

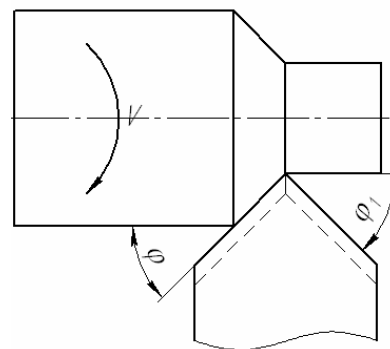


Рис. 1. Расчетная схема

При точении возможны два вида микрорельефа:

1. Формируется частично новый микрорельеф. При этом высота единичной неровности h , будет равна глубине резания t (рисунок 2а). Условие формирования такого микрорельефа можно получить на основании анализа схемы (рисунок 2).

$$\frac{S \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1} > t \quad (1)$$

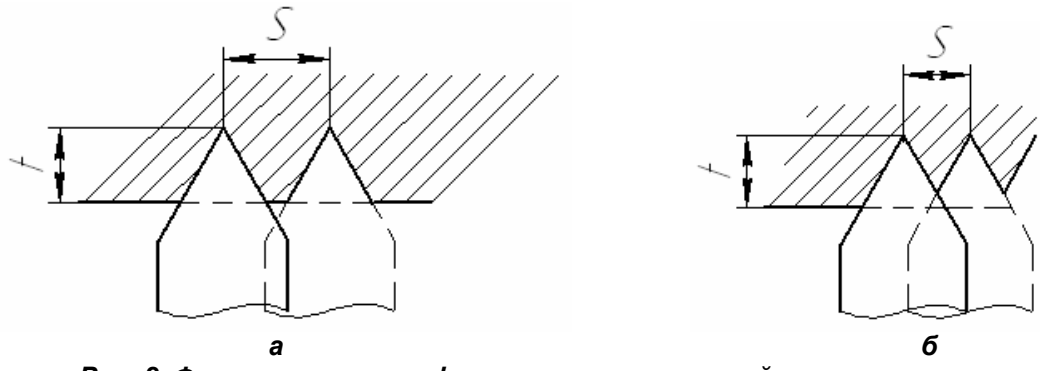


Рис. 2. Формирование профиля микронеровностей при точении

Однако такой случай встречается нечасто. Обычно при точении формируется полностью новый микрорельеф.

2. Формируется полностью новый микрорельеф (рисунок 2б). В этом случае $h < t$. Определим величину h из геометрических соображений (рисунок 3).

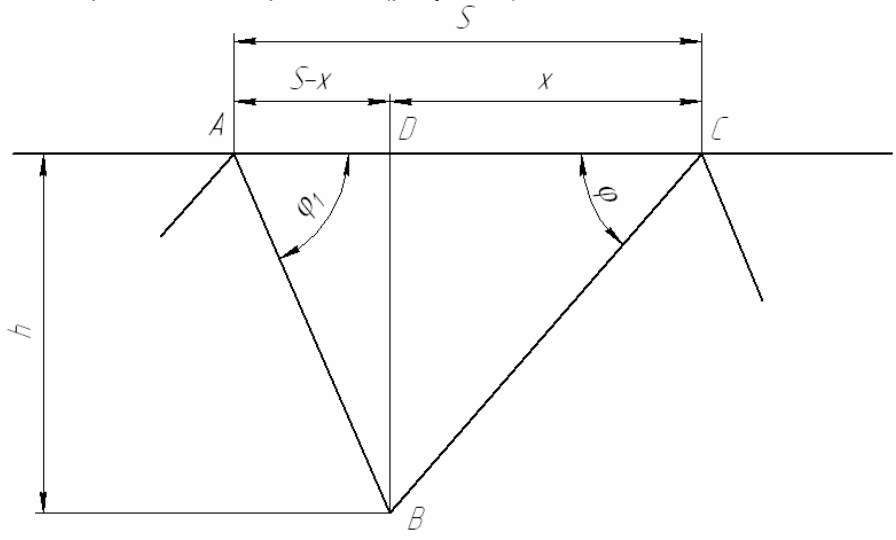


Рис. 3. Расчетная схема для определения высоты микронеровностей h

$$h = \frac{S \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1} \quad (2)$$

Построение опорной кривой производится на интервале h . На промежуточных уровнях опорную длину профиля можно найти из схемы, представленной на рисунке 4.

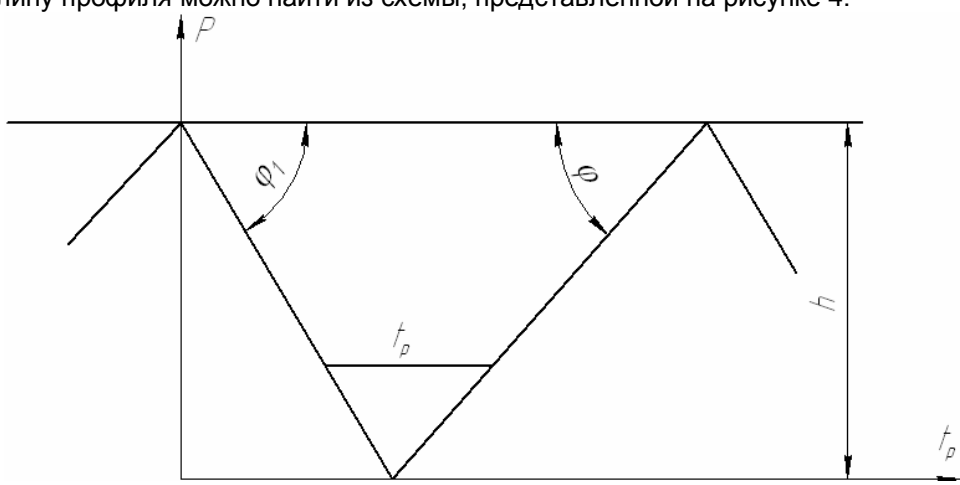


Рис. 4. Расчетная схема для определения опорной длины профиля на уровне p



$$t_p = p \cdot h \cdot (\operatorname{ctg} \varphi_1 + \operatorname{ctg} \varphi) \quad (3)$$

где P - в долях единицы, или

$$t_p = 0.01 p \cdot h \cdot (\operatorname{ctg} \varphi_1 + \operatorname{ctg} \varphi), \quad (4)$$

где P – в процентах от максимальной высоты профиля h (R_{max}).

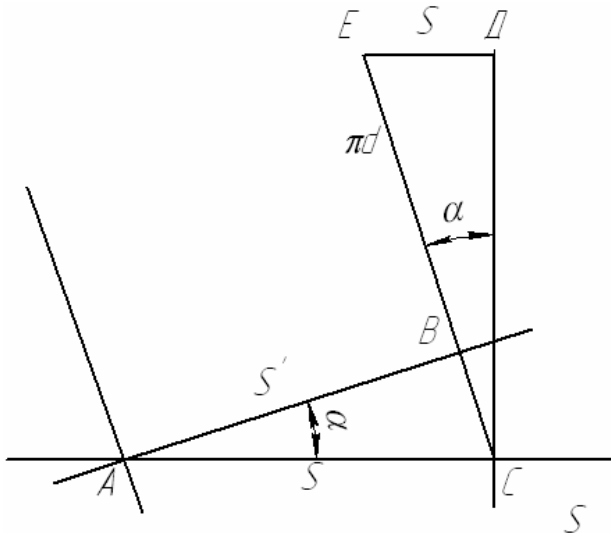


Рис. 5. Расчетная схема для определения величины искажения профиля в осевом направлении

Полученная зависимость описывает форму опорной кривой в сечении, проходящем через ось детали. Рассмотрим проекцию подачи на направление перпендикулярное направлению впадины микрорельефа (винтовой линии) (рисунок 5). Из расчетной схемы видно, что CE – это длина пути вершины инструмента при одном обороте детали:

$$CE = \pi \cdot d, \quad (5)$$

где d - диаметр детали.

Из геометрических соображений получаем следующую зависимость

$$S' = \frac{S \cdot \sqrt{\pi^2 d^2 - S^2}}{\pi \cdot d} \quad (6)$$

Анализ полученных выражений показывает, что отличие величины S' и S очень мало и им можно пренебречь, приняв S' = S. Покажем это на примере.

Исходя из зависимостей (3) или (4), можно получить площадь полости, доступной для заполнения перетекающим в результате пластической деформации металлом микронеровности вибрационной обработке в стальных шарах. В общем виде такую зависимость можно записать:

$$S_n = h \cdot S - \int_0^1 ph(\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi_1) dp \quad (7)$$

если p выражено в долях единицы и

$$S_n = h \cdot S - \int_0^{100} ph(\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi_1) dp, \quad (8)$$

если p выражено в %.

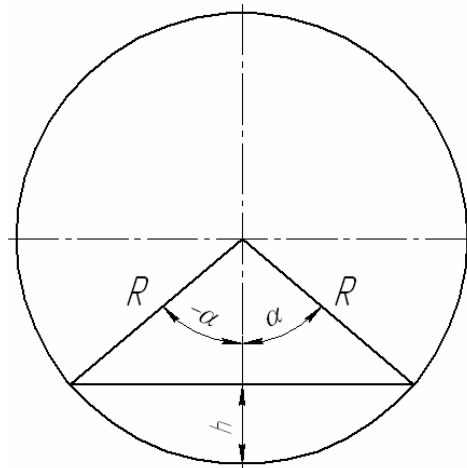
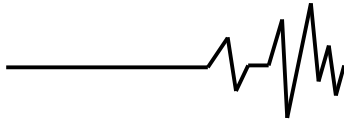


Рис. 6. Расчетная схема для определения формирования цилиндрической поверхности

Вдоль оси витка в результате его пластической деформации получается сферическая поверхность. Однако, так как радиус рабочего тела R на несколько порядков выше величины подачи S, определяющей ширину микронеровностей у основания, то форму поверхности деформации можно принять как цилиндрическую.

Из геометрических соображений (рисунок 6) получаем следующую зависимость для определения объема полости, доступной для заполнения пластически деформируемым металлом единичной микронеровности при вибрационной отделочной обработке рабочими телами радиуса R:



$$V = h \cdot \left(S - \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \varphi_1) \cdot \int_{-\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)}^{+\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)} (R \cdot (\cos \alpha - 1) + h) d\alpha \right)$$

Аналогично можно получить зависимости для поверхностей деталей, обработанных фрезерованием. Таким образом, предлагаемый подход и полученные зависимости позволяют учитывать форму опорной кривой микропрофиля при формировании единичного пластического отпечатка на поверхности, обработанной лезвийным инструментом, при вибрационной отделочно-упрочняющей

обработке ППД в рабочей среде с формой рабочих тел близкой к сферической.

Литература

1. Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. М.: Машиностроение. 1979.