

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ПРИ ВОЛОЧЕНИИ-ПРОКАТКЕ МИКРОПРОВОЛОКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТА КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ

При изготовлении микропроволоки методом волочения-прокатки (ВП) с использованием составного деформирующего инструмента криволинейной формы [1] горизонтальная проекция пятна контакта круглой заготовки с поверхностью валка за полупериод колебаний имеет вид, представленный на рис.1.

Для определения площади контакта очаг деформации условно разделим на три зоны: I — отставания, II и III — опережения. Протяженность каждой из зон в направлении выхода готового изделия зависит от скорости ВП.

С учетом того что диаметр заготовки бесконечно мал по отношению к диаметру валков, определим горизонтальную проекцию длины дуги захвата для каждой зоны очага деформации. Тогда для зоны, ограниченной углом захвата α ,

$$l = \sqrt{R \Delta d}, \quad (1)$$

где R — радиус валка; Δd — абсолютное обжатие.

Заменив в выражении (1) диаметр изделия на вытяжку $\lambda = d_0^2/d^2$, получим

$$l = \sqrt{R d_0 \left(\frac{\sqrt{\lambda} - 1}{\sqrt{\lambda}} \right)}.$$

Так как протяженность зон очага деформации зависит от скорости ВП, введем понятие кинематического коэффициента скорости ($0 < K_v \leq 1$). Тогда горизонтальная проекция дуги захвата для зон I и II с учетом K_v выражается следующими зависимостями:

$$l_1 = K_v l; \quad l_2 = (1 - K_v) l$$

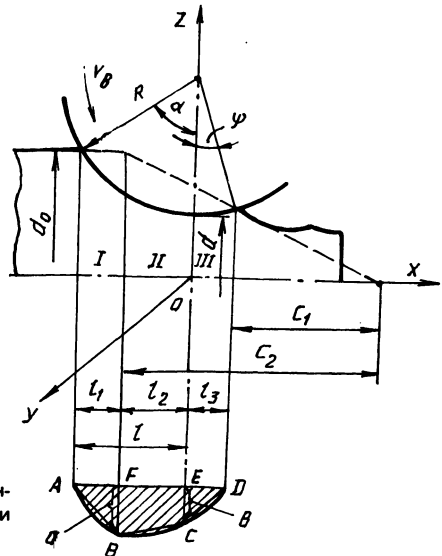


Рис. 1. Схема для определения площади контакта заготовки с валком при осуществлении ВП микропроволоки

При достаточно высоких скоростях ВП, если принять, например, $K_v = 1$, очаг деформации будет состоять только из двух зон I и III. На практике же процесс ВП с такой скоростью осуществлять нецелесообразно, так как при этом нарушаются условия его стабильности (условие полного обкатывания заготовки в поперечном направлении, взаимосвязь скоростных параметров перемещения заготовки в поперечном и продольном направлениях), которые обеспечивают качество получаемых изделий.

Как видно из рис. 1, протяженность зоны III (зоны за плоскостью центров валков) зависит от протяженности зоны I. Практически без особой погрешности можно принять

$$l_3 = l_1 = K_v l.$$

При ВП микропроволоки с использованием инструмента криволинейной формы контактная поверхность образована пересечением поверхностей валка и круглой заготовки.

Площадь поверхности валка в координатах xuz выражается следующей зависимостью:

$$x^2 + \left[z - \left(R + \frac{d_0}{2\sqrt{\lambda}} \right) \right]^2 = R^2. \quad (2)$$

Соответственно площадь поверхности заготовки в зоне I выражается зависимостью

$$y^2 + z^2 = d_0^2/4, \quad (3)$$

а в зонах II и III

$$\frac{y^2 + z^2}{d_0^2/4} - \frac{(x - c_1)^2}{c_2^2} = 0. \quad (4)$$

При совместном решении уравнений (2) и (3), а также (2) и (4) получим уравнения линий, ограничивающих площадь контакта. Для горизонтальной проекции площадки ABF (зона I) уравнение линии AB имеет вид:

$$y_1^2 = \frac{d_0^2}{4} - \left[\sqrt{R^2 - x^2} - \left(R + \frac{d_0}{2\sqrt{\lambda}} \right) \right]^2. \quad (5)$$

Уравнение линий BC и CD , ограничивающих горизонтальные проекции площадок контакта в зонах II и III, запишется в виде

$$y_{II,III}^2 = \frac{d_0^2 \{ (\sqrt{\lambda} - 1)x - l [K_v(\sqrt{\lambda} - 1) + 1] \}^2}{4l} - \left[\sqrt{R^2 - x^2} - \left(R + \frac{d_0}{2\sqrt{\lambda}} \right) \right]^2. \quad (6)$$

Ширину площадок контакта (a и b) на границах условно выделенных зон определим, подставляя значения $x = l_2$ в уравнение (5) и $x = 0$ в уравнение (6). После их решения получим:

$$a = 0,5 \sqrt{d_0^2 - 4 \left[\sqrt{R^2 - l_2^2} - \left(R + \frac{d_0}{2\sqrt{\lambda}} \right) \right]^2}; \quad (7)$$

$$b = 0,5 d_0 \sqrt{\frac{[K_v(\sqrt{\lambda} - 1) + 1]^2 - 1}{\lambda}}. \quad (8)$$

Анализ уравнений (7) и (8) показал, что их решение представляет значительные трудности. С целью упрощения практических расчетов кривые, ограничивающие горизонтальную проекцию контактной площадки, заменим прямыми линиями. Погрешность при этом не превышает 2–3%. С учетом принятого допущения уравнения прямых принимают вид:

$$y_{I} = \frac{a}{K_v} \left(1 - \frac{x}{l} \right);$$

$$y_{II} = b - \frac{(a-b)x}{l};$$

$$y_{III} = b \left(1 - \frac{x}{K_v l} \right).$$

Площадь контакта можем определить как сумму площадей простых геометрических фигур в зонах I, II и III, т.е.

$$F_k = F_{kI} + F_{kII} + F_{kIII}. \quad (9)$$

Подставляя в уравнение (9) значения величин и решая его, окончательно получим

$$F_k = 0,25l \left\{ \sqrt{d_0^2 - 4 \left[\sqrt{R^2 - l_2^2} - \left(R + \frac{d_0}{2\sqrt{\lambda}} \right) \right]^2} + d_0 \sqrt{\frac{[K_v(\sqrt{\lambda} - 1) + 1]^2 - 1}{\lambda}} \right\}.$$

Полученное выражение позволяет определить площадь контакта при ВП микропроволоки с использованием инструмента криволинейной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выдрин В.Н., Агеев Л.М., Судаков Н.В. Основы процесса прокатки-волочения. — Челябинск, 1975. — 48 с.