

4. Совершенствование технологического процесса производства подшипниковых марок стали на стане 370/150 / В. С. Путеев, С. А. Савченко, И. А. Панковец [и др.] // Литье и металлургия. – 2021. – № 3. – С. 65–73. – DOI 10.21122/1683-6065-2021-3-65-73
5. Особенности формирования мелкодисперсной структуры бунтового проката подшипниковой стали / С. А. Савченко, И. А. Ковалева, И. В. Астапенко, А. Б. Сычков // Черные металлы. – 2024. – № 4. – С. 32–38. – DOI 10.17580/chm.2024.04.05

ЗАВИСИМОСТЬ ДЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЛОЧЕНИЯ В ДЕФОРМИРУЮЩЕЙ ЗОНЕ ВОЛОКИ

Д. В. Деревянко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Отмечено, что при проектировании и совершенствовании процессов волочения металлической проволоки и прутков необходимо иметь возможность аналитического расчета значения усилия волочения. Традиционно при расчете величины усилия волочения основной упор делается на определение усилия волочения через основную деформирующую зону волоки. Однако величина практического усилия волочения также зависит и от сопротивления протяжки металла через цилиндрическую калибрующую зону волоки. Представлена зависимость для аналитического расчета напряжения волочения через коническую деформирующую зону волоки.

Ключевые слова: волочение, волока, деформирующая зона волоки, формула для напряжения волочения.

Величина напряжения волочения в деформирующей зоне волоки используется для аналитического определения значения усилия проволоки и прутков [1–3]. Усилие волочения зависит от сопротивления протяжки металла через деформирующую, чаще коническую, зону волоки и через цилиндрическую калибрующую зону волоки. Основная доля величины усилия волочения приходится на деформирующую зону волоки. Поэтому аналитическая оценка значения напряжения волочения в деформирующей зоне волоки является актуальной.

Для получения зависимости для расчета напряжения волочения в деформирующей зоне волоки рассмотрим схему волочения заготовки круглого сечения через коническую деформирующую зону волоки (рис. 1).

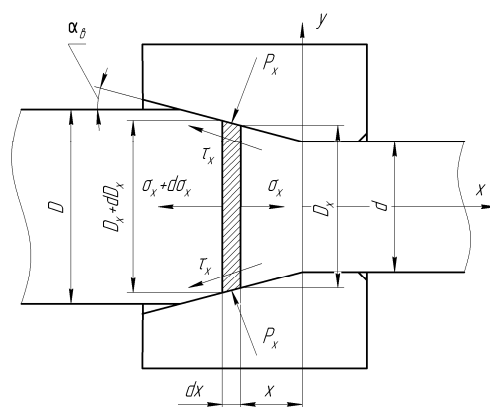


Рис. 1. Схема напряженного состояния в деформирующей
конической зоне волоки

На выделенный элементарный объем очага деформации длиной dx (рис. 1) действуют осевые напряжения σ_x и $(\sigma_x + d\sigma_x)$, нормальное контактное напряжение P_x и касательное контактное напряжение τ_x . Диаметр заготовки перед волочением D , после волочения – d , α_b – полуугол деформирующей зоны волоки.

Получено дифференциальное уравнение равновесия приведенных сил, действующих на выделенный элементарный объем очага деформации длиной dx в очаге деформации волочения:

$$\sigma_x dD_x + \frac{D_x}{2} d\sigma_x + P_x \cdot dD_x + \tau_x \cdot \frac{dD_x}{\operatorname{tg}(\alpha_b)} = 0. \quad (1)$$

Выполнено решение уравнения (1) с учетом зависимости для контактного трения при волочении:

$$\tau_x = f \cdot P_x. \quad (2)$$

Исходя из условия пластичности для очага деформации:

$$P_x = \sigma_T - \sigma_x, \quad (3)$$

где σ_T – пред текучести металла проволоки.

В результате интегрирования уравнения (1) определена константа интегрирования из граничного условия при $D_x = D$, $\sigma_x = \sigma_0$:

$$C = \frac{\sigma_0 \cdot a - \sigma_T \cdot (1+a)}{D^{2a}}, \quad (4)$$

$$a = f \cdot \operatorname{ctg}(\alpha_b),$$

где σ_0 – напряжение противонапряжения волочения; f – коэффициент контактного трения.

В результате решения уравнения (5) получена зависимость для напряжения волочения в деформирующей зоне волоки:

$$\sigma_x = \frac{\sigma_T \cdot (1+a)}{a} \left[1 - \left(\frac{D_x}{D} \right)^{2a} \right] + \sigma_0 \cdot \left(\frac{D_x}{D} \right)^{2a}. \quad (5)$$

Зависимость (5) описывает закон распределения осевых напряжений вдоль очага деформации. Если в формулу подставить условие $D_x = D$, то получим значение напряжений волочения заготовки через деформирующий канал волоки без учета волочения в калибрующей зоне.

Литература

1. Перлин, И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин, И. З. Ерманок. – М. : Металлургия, 1971. – 448 с.
2. Теория и технология волочения : учеб. пособие / Б. Н. Марьин, С. Б. Марьин, В. В. Куриный, Е. А. Тютина. – 2-е изд., доп. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУ ВПО «КнАГТУ», 2006. – 85 с.
3. Коковихин, Ю. И. Технология сталепроволочного производства : учеб. для вузов / Ю. И. Коковихин. – Киев, 1995. – 608 с.