

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОШИВКИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

А. А. Боровиков

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Современный уровень развития трубного производства характеризуется большим разнообразием применяемых способов и технологий для производства бесшовных труб, каждому из которых присущи свои особенности, достоинства и недостатки.

Наибольшее распространение в трубном производстве получили двухвалковые станы винтовой (косой) прокатки с бочковидными, грибовидными и дисковыми валками, где в качестве направляющего инструмента используют линейки, диски (приводные, неприводные) и ролики.

В большинстве известных источников, описывающих процесс прошивки полой заготовки, рассматривается схема очага деформации с бочковидными прокатными валками. Но при рассмотрении валков грибовидной формы основным отличием которых является наличие угла раскатки, необходимо учитывать данный параметр при расчете основных параметров прошивки трубной заготовки.

Для очага деформации с грибовидными валками (рис. 1) в известных литературных источниках не представлен в полном объеме расчет основных параметров рабочих валков и оправки прошивного стана.

При расчете энергосиловых параметров прошивки используются такие параметры как: давление прокатки, общая площадь контакта заготовки с валками, усилие

прокатки, осевое усилие на оправку, момент прокатки на одном валке и осевое усилие на валке.

Далее рассмотрим данные параметры и способ их расчета применительно к грибовидным валкам.

1. Давление прокатки p , Н:

$$p = n_{\sigma} \cdot \sigma_{\phi},$$

где n_{σ} – коэффициент напряженного состояния очага деформации;

$$n_{\sigma} = 1,25 \cdot \ln\left(\frac{d_{\text{cp}}}{b_{\text{cp}}}\right) + 1,25 \cdot \frac{d_{\text{cp}}}{b_{\text{cp}}} - 0,25,$$

где d_{cp} – средний диаметр заготовки, мм; b_{cp} – средняя ширина контактной поверхности, мм; σ_{ϕ} – сопротивление пластической деформации обрабатываемого металла в очаге деформации, МПа;

$$\sigma_{\phi} = 10 \cdot k \cdot \sigma_0 \cdot U^a \cdot (10 \cdot \varepsilon)^b \cdot \left(\frac{T}{1000}\right)^c,$$

где k , σ_0 , a , b , c – экспериментальные коэффициенты обрабатываемого металла; T – температура деформации, °С.

$$U = \frac{\varepsilon}{t} c^{-1}; \varepsilon = \frac{D_3^2 - D_I^2 + D_{\text{оп}}^2}{D_3^2}; t = \frac{\sum l_i}{V_{\text{хз}}} c; V_{\text{хз}} = \frac{\pi \cdot n_3 \cdot d_{\text{cp}}}{60} \text{ мм/с.}$$

2. Общая площадь контакта F_k , мм²:

$$F_k = \frac{b_0 + b_1}{2} \cdot L_{01} + \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot L_{12} + \frac{b_2 + b_3}{2} \cdot L_{23} + \frac{b_3 + b_4}{2} \cdot L_{34},$$

где b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 – ширина контактных поверхностей в конце участков сечений, соответственно; $L_{01}, L_{12}, L_{23}, L_{34}$ – длина очага деформации от одного сечения до другого, соответственно.

3. Усилие прокатки P , Н (рис. 1):

$$P = p \cdot F_k.$$

4. Осевое усилие на оправку Q , Н:

$$Q = \frac{P}{2}.$$

5. Момент прокатки на одном валке M , Н · мм:

$$M = P \cdot \left(R_2 \cdot \sin \psi \cdot \cos \beta + \frac{b_{\text{cp}}}{2} \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi_k \right) + \frac{Q}{2} \cdot R_2 \cdot \sin \beta,$$

где ψ – угол определяющий положение равнодействующей, град; β – угол подачи, град; φ_k – угол конуса раскатки оправки, град.

$$\psi = \arctan\left(\frac{b_3}{B}\right).$$

6. Осевое усилие на валке U_v , Н:

$$U_v = Q \cdot \cos \varphi_k + P \cdot (\cos \psi \cdot \sin \varphi_k - \sin \beta \cdot \sin \psi).$$

На рис. 1 представлен поперечный разрез очага деформации при винтовой прокатке.

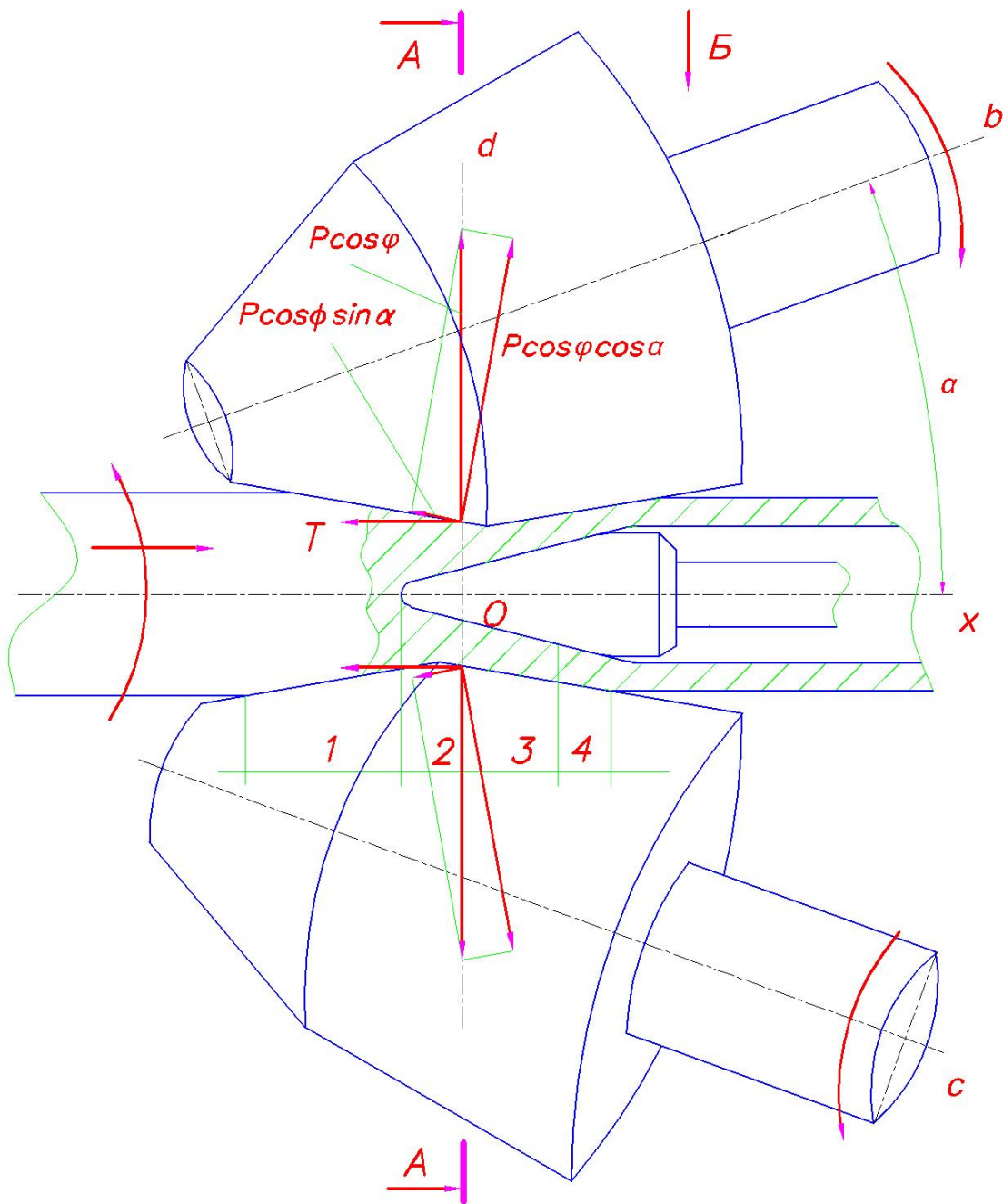


Рис. 1. Поперечный разрез очага деформации при винтовой прокатке

На рис. 2 показан поперечный разрез очага деформации винтовой прокатки с обозначенными сечениями по очагу деформации: 0 – сечение очага деформации при контакте заготовки с валками; I – сечение очага деформации перед носком оправки; II – сечение очага деформации в месте пережима; III – сечение очага деформации в месте перехода с конуса раскатки на цилиндрическую часть оправки; IV – сечение очага деформации в месте прекращения контакта заготовки с валками.

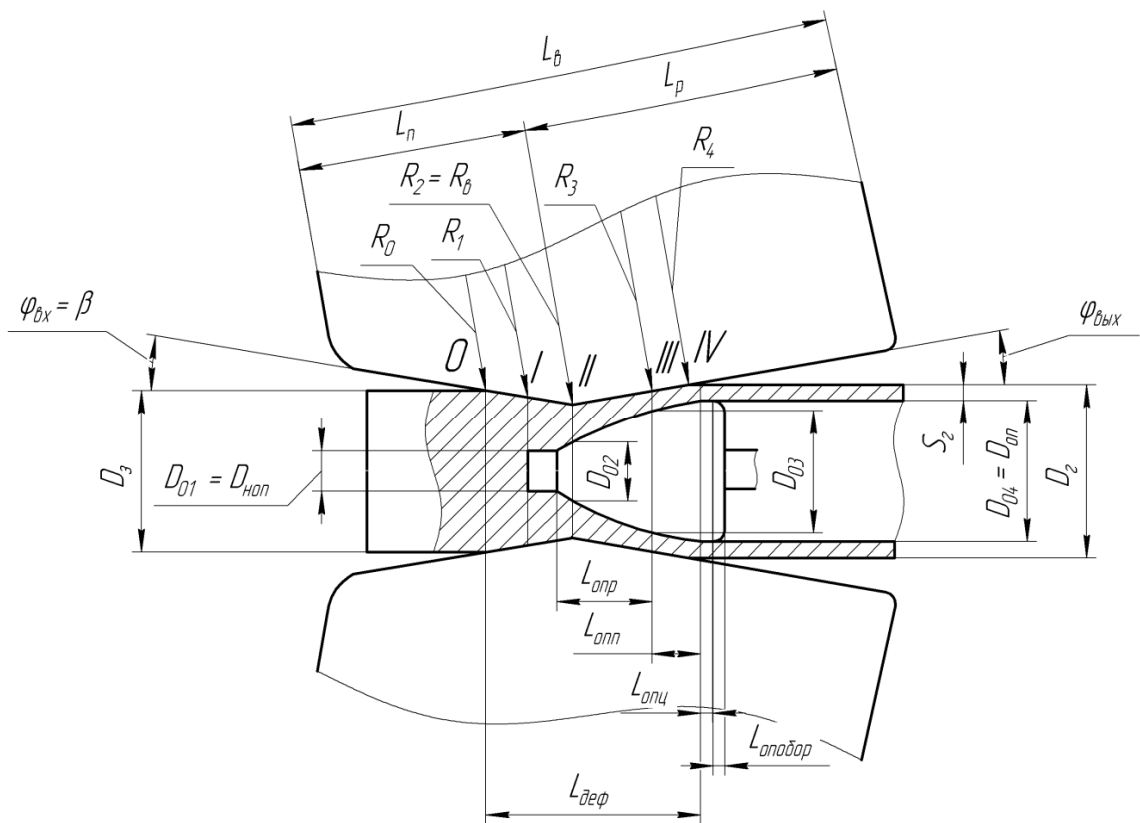


Рис. 2. Схема очага деформации с грибовидными валками