

ПАРАМЕТРЫ ВАЛКОВ И ПРИВОДА ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОСЕЙ ИХ ПОВОРОТА ДЛЯ ШАГОВОЙ ПРОКАТКИ ПРЯМЫМ И ОБРАТНЫМ ХОДОМ

Г.И. Коваль, М.И. Гасленко

PARAMETERS OF ROLLS AND DRIVE FOR RECIPROCATING MOVING OF THEIR PIVOTS FOR STEP-BY-STEP ROLLING IN STRAIGHT AND REVERSE MOTION

G.I. Koval, M.I. Gaslenko

Приведена методика расчета параметров рабочей поверхности взаимно перпендикулярных валков, деформирующих металл шаговой прокаткой прямым и обратным ходом, а также привода их возвратно-поступательного перемещения, обеспечивающего периодическую подачу заготовки.

Ключевые слова: шаговая прокатка, параметры валков, привод перемещения осей поворота валков.

The paper describes a procedure for calculating parameters of working surface of mutually perpendicular rolls deforming metal by step-by-step rolling in straight and reverse motion, as well as a drive for their reciprocating moving, providing periodic feed of work piece.

Keywords: step-by-step rolling, parameters of rolls, drive for reciprocating moving of roll pivots.

Проектирование технологии и оборудования прокатного производства невозможно без знания параметров валков, клетей и их привода. Рассмотрим методику расчета этих параметров для условий шаговой прокатки прямым и обратным ходом двумя парами взаимно перпендикулярных валков переменного по длине их рабочей поверхности радиуса. Особенности этого процесса прокатки и основные требования к его осуществлению изложены в работах [1, 2].

Рабочие поверхности пар прокатных валков (рис. 1, 2) включают несколько характерных участков, ограниченных центральными углами. Калибрующие участки, ограниченные углами $\delta_{\text{кал.1}}$, $\delta_{\text{кал.2}}$, имеют постоянные радиусы $R_{\text{кал.1}}$, $R_{\text{кал.2}}$, выполненные из осей O_1 , O_2 поворота валков. Обжимные участки, ограниченные углами $\delta_{\text{обж.1}} = \delta_{\text{отр.1}} - \frac{\delta_{\text{кал.1}}}{2}$,

$\delta_{\text{обж.2}} = \delta_{\text{отр.2}} - \frac{\delta_{\text{кал.2}}}{2}$, выполнены постоянными радиусами ρ_1 , ρ_2 , проведенными из центров O_{11} , O_{12} , расположенных эксцентрично осей O_1 , O_2 поворота валков с величинами эксцентриситетов e_1 , e_2 .

Холостые участки ограничены углами:

$$\delta_{\text{хол.1}} = 360^\circ - \delta_{\text{отр.1}} - \frac{\delta_{\text{кал.1}}}{2} - \varphi_{11} - \varphi_{21}; \quad (1)$$

$$\delta_{\text{хол.2}} = 360^\circ - \delta_{\text{отр.2}} - \frac{\delta_{\text{кал.2}}}{2} - \varphi_{12} - \varphi_{22}. \quad (2)$$

Исходными данными для расчета являются высота, ширина соответственно исходной и получаемой заготовок H_0 , B_0 и H_1 , B_1 , расстояния между осями пар валков D_{01} и D_{02} , величина подачи m , а также следующие параметры:

φ_{11} , φ_{12} – углы, характеризующие положения валков соответственно в начале и в конце обжатия обратным ходом (рис. 1);

φ_{22} , φ_{21} – углы, характеризующие положения валков соответственно в начале и в конце обжатия прямым ходом (рис. 2).

Радиусы валков на калибрующих участках $R_{\text{кал.1}}$, $R_{\text{кал.2}}$, углы $\delta_{\text{кал.1}}$, $\delta_{\text{кал.2}}$ определяются по формулам:

$$R_{\text{кал.1}} = \frac{D_{01} - H_1}{2}; \quad (3)$$

$$R_{\text{кал.2}} = \frac{D_{02} - B_1}{2}; \quad (4)$$

$$\delta_{\text{кал.1}} = \frac{km\lambda}{R_{\text{кал.1}}}; \quad (5)$$

$$\delta_{\text{кал.2}} = \frac{km\lambda}{R_{\text{кал.2}}}, \quad (6)$$

где k – коэффициент перекалибровки; λ – вытяжка.

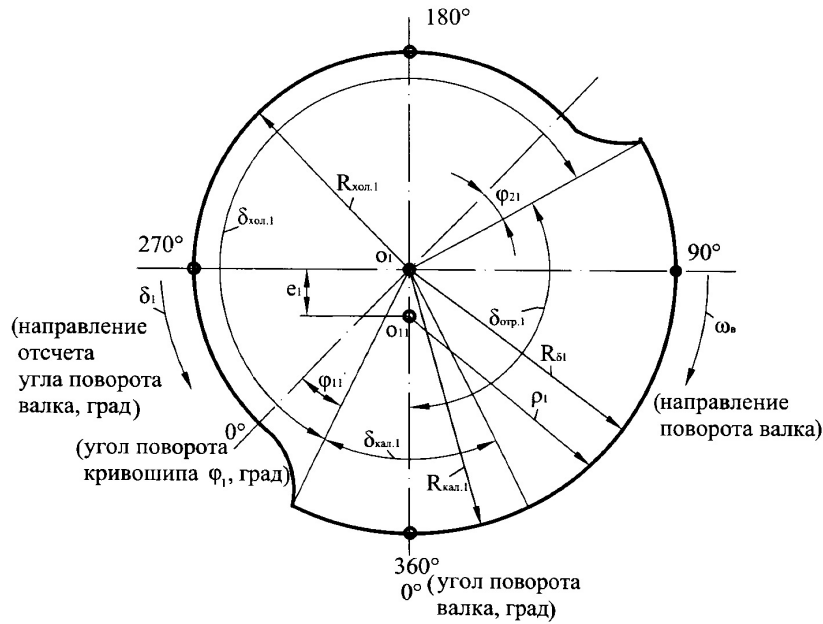


Рис. 1. Валок, деформирующий обратным ходом

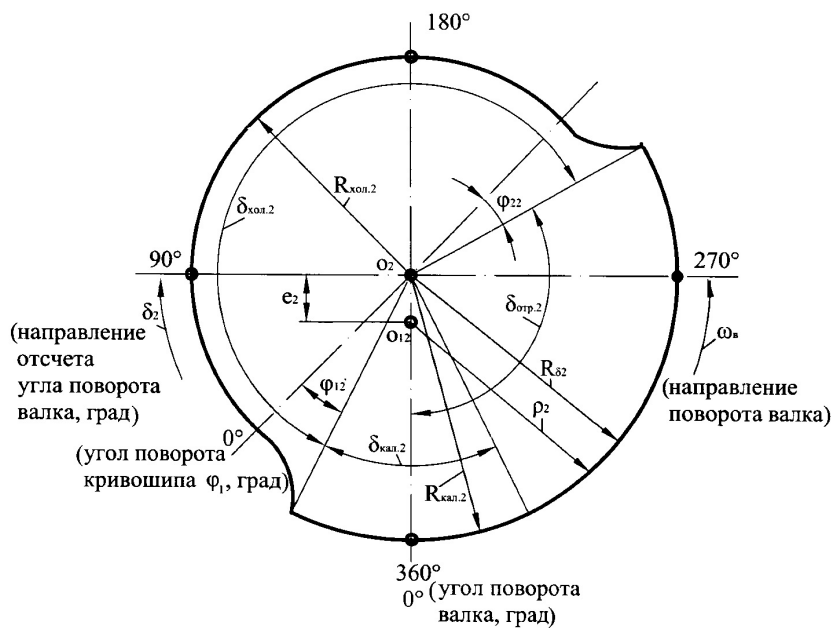


Рис. 2. Валок, деформирующий прямым ходом

Параметры валков на обжимных участках определяются по следующим формулам [3]:

$$R_{\delta 1} = \sqrt{\rho_1^2 - e_1^2 \sin^2 \delta_1} + e_1 \cos \delta_1; \quad (7)$$

$$e_1 = \frac{D_{01} - H_0 - 2\rho_1}{2 \cos \delta_{отр.1}}; \quad (8)$$

$$R_{\delta 2} = \sqrt{\rho_2^2 - e_2^2 \sin^2 \delta_2} + e_2 \cos \delta_2; \quad (9)$$

$$e_2 = \frac{D_{02} - B_0 - 2\rho_2}{2 \cos \delta_{отр.2}}. \quad (10)$$

Параметры валков $e_1, e_2, \rho_1, \rho_2, \delta_{отр.1}, \delta_{отр.2}$, входящие в зависимости (15)–(18), определяются с привлечением условий (см. рис. 1, 2), связываю-

щих угловые положения на их деформирующих участках:

$$\varphi_{11} + \varphi_{12} + \frac{\delta_{кал.1}}{2} + \delta_{отр.1} = \pi; \quad (11)$$

$$\varphi_{21} + \varphi_{22} + \frac{\delta_{кал.2}}{2} + \delta_{отр.2} = \pi \quad (12)$$

и значения радиусов валков на границах их калибрующих и обжимных участков:

$$R_{кал.1} = \sqrt{\rho_1^2 - e_1^2 \sin^2 \frac{\delta_{кал.1}}{2}} + e_1 \cos \frac{\delta_{кал.1}}{2}; \quad (13)$$

$$R_{кал.2} = \sqrt{\rho_2^2 - e_2^2 \sin^2 \frac{\delta_{кал.2}}{2}} + e_2 \cos \frac{\delta_{кал.2}}{2}. \quad (14)$$

Значения углов φ_{11} , φ_{12} задаются из условий «разгона» и «торможения» осей поворота валков, обеспечивая выравнивание окружной скорости валков и скорости поступательного перемещения осей их поворота в начале и в конце деформации обратным ходом, и принимаются из опытных данных равными 10...15 град. Значения углов φ_{22} , φ_{21} определяются из условия осуществления заданной величины подачи. Зависимости для определения этих углов приведены ниже.

На холостых участках, ограниченных углами $\delta_{хол.1}$ и $\delta_{хол.2}$, радиусы валков $R_{хол.1}$ и $R_{хол.2}$ могут выполняться постоянными из условия свободного вращения без соприкосновения смежных прокатных валков. Соотношения для определения этих радиусов имеют вид:

$$R_{хол.1} \leq \frac{D_{01} - B_{в2}}{2}, \quad (15)$$

$$R_{хол.2} \leq \frac{D_{02} - B_{в1}}{2}, \quad (16)$$

где $B_{в1}$ и $B_{в2}$ – максимальная ширина валков, деформирующих соответственно обратным и прямым ходом.

Радиус кривошипа привода возвратно-поступательного перемещения осей поворота валков $r_{кр}$ определяется из условия осуществления перемещения заготовки валками в сторону готового профиля на величину $\frac{m(\lambda+1)}{2}$ [2] при деформации заготовки обратным ходом

$$\frac{m(\lambda+1)}{2} = \int_{\varphi_{11}}^{\pi-\varphi_{21}} \frac{V_{n1}}{\omega} d\delta. \quad (17)$$

В этом выражении скорость перемещения заготовки при ее деформации обратным ходом определяется по формуле

$$V_{n1} = V_{11} - V_{кл}. \quad (18)$$

Скорость выхода металла из валков, деформирующих обратным ходом,

$$V_{11} = \omega R_{к1}. \quad (19)$$

Скорость перемещения осей поворота валков

$$V_{кл} = \omega \left(r_{кр} \sin \varphi_1 - \frac{0,5r_{кр} \sin \varphi_1 + d \cos \varphi_1}{L_{ш} \sqrt{1 - (d/L_{ш})^2}} \right). \quad (20)$$

В формулах (17), (18), (20) обозначено: ω – угловая скорость валков и кривошипа; $R_{к1}$ – катающий радиус валков, деформирующих обратным ходом; d – дезаксиал кривошипно-шатунного механизма; φ_1 – угол поворота кривошипа привода возвратно-поступательного перемещения осей поворота валков.

Угловые положения валков, деформирующих обратным ходом, и кривошипов связаны соотношением

$$\delta_1 = 360^\circ - \varphi_{11} - \frac{\delta_{кал.1}}{2} + \varphi_1. \quad (21)$$

Длина шатуна определяется известным соотношением, применяемым при проектировании станков ХПТ,

$$L_{ш} = (6...7)r_{кр}. \quad (22)$$

При определении параметров пары валков, деформирующей прямым ходом, необходимо привлечь условие

$$\int_{\varphi_{12}}^{\pi-\varphi_{22}} \frac{V_{n2}}{\omega} d\delta = 0, \quad (23)$$

в которое входят значения углов φ_{22} , φ_{21} , определяющих заданную величину подачи заготовки.

В этом выражении скорость перемещения заготовки при ее деформации прямым ходом определяется по формуле

$$V_{n2} = V_{кл} - V_{12}. \quad (24)$$

Скорость выхода металла из пары валков, деформирующей прямым ходом,

$$V_{12} = \omega R_{к2}, \quad (25)$$

где $R_{к2}$ – катающий радиус пары валков, деформирующей прямым ходом.

С использованием приведенных зависимостей и уравнений могут быть рассчитаны параметры пар валков, одна из которых деформирует прямым, а вторая обратным ходом, а также параметры привода возвратно-поступательного перемещения осей их поворота. Эти параметры обеспечивают получение шаговой прокаткой сортового проката с высокой вытяжкой, с требуемыми геометрическими характеристиками при подаче заготовки прокатными валками в заданном режиме.

Литература

1. Пат. № 2252830 Российская Федерация, МПК⁷ В 21 В 1/42. Способ шаговой прокатки / Г.И. Коваль, Т.Г. Каримова. – № 2004110352/02; заявл. 05.04.2004; опублик. 27.05.2005, Бюл. № 5. – 12 с.
2. Коваль, Г.И. Основы нового способа шаговой прокатки / Г.И. Коваль // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2005. – Вып. 6. – № 10(50). – С. 72–76.
3. Выдрин, В.Н. Геометрические параметры процесса прокатки-ковки широких полос / В.Н. Выдрин, Е.Н. Березин, Г.И. Коваль // Теория и технология прокатки: сб. науч. тр. – Челябинск: ЧПИ, 1979. – № 230. – С. 82–96.

Поступила в редакцию 29 марта 2011 г.