

УДК 621.771.26.001.57:621.771.014-424

НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛА И ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОКАТКЕ В УНИВЕРСАЛЬНОМ БАЛОЧНОМ КАЛИБРЕ

С.О. Непряхин, аспирант кафедры «Обработка металлов давлением»

В.А. Шилов, профессор кафедры «Обработка металлов давлением»

Д.Л. Шварц, доцент кафедры «Обработка металлов давлением»

Уральский федеральный университет (Екатеринбург, Россия)

Аннотация. На основе теоретического исследования с применением вариационных принципов механики деформируемого тела и с учетом геометрических соотношений в очаге деформации разработан новый метод расчета формоизменения металла и энергосиловых параметров прокатки двутавровых профилей в универсальном балочном калибре. Получены инженерные формулы для расчета основных технологических параметров процесса прокатки двутавровых профилей в универсальных балочных калибрах: приращение и коэффициент обжатия фланцев, контактное давление на горизонтальные и вертикальные валки, усилие и крутящий момент прокатки. Полученные формулы позволяют рассчитывать научно-обоснованные калибровки валков и технологические режимы прокатки двутавровых профилей на современных универсальных рельсобалочных станах.

Ключевые слова: вариационный принцип механики твердого тела, формоизменение, энергосиловые параметры, прокатка, двутавровая балка, универсальный балочный калибр, универсальный рельсобалочный стан.

E-MAIL: omd@mtf.ustu.ru

Современное развитие технологии прокатки двутавровых профилей базируется на применении универсальных рабочих клеток с четырехвалковым калибром. Поэтому актуальным является совершенствование методов расчета технологических параметров прокатки в универсальных балочных калибрах (УБК). Авторами на основе применения вариационных принципов механики деформируемого тела с учетом геометрических соотношений в очаге деформации [1] разработан новый метод расчета формоизменения металла и энергосиловых параметров прокатки двутавровых профилей в УБК.

Схема прокатки двутаврового профиля в универсальном калибре представлена на рисунке (в силу симметрии изображена половина калибра). В качестве исходной информации для расчета используются следующие безразмерные параметры: коэффициент обжатия шейки $1/\eta_{ш} = d'/d$; относительная длина шейки двутавра $\tilde{l}_{ш} = l_{ш}/d$; относительная ширина фланцев профиля $B_{\phi} = h_{\phi}/a$; наклон фланцев φ ; приведенный диаметр горизонтальных и вертикальных валков $A_{\Gamma} = D_{\Gamma}/d$ и $A_{В} = D_{В}/d$; показатель трения на контактной поверхности раската с валками ψ [2].

Особенностью и преимуществом разработанного метода расчетов является получение равномерной деформации металла по элементам двутаврового профиля, что достигается за счет равенства коэффициентов вытяжки шейки и фланцев $\lambda_{ш} = \lambda_{\phi} = \lambda$ при плоской деформации шейки, когда $\lambda_{ш} = 1/\eta_{ш}$, так как $l_{ш} = l'_{ш}$ (см. рисунок). В этих условиях коэффициент обжатия $1/\eta_{\phi}$ и приращение Δh_{ϕ} фланцев связаны геометрическими соотношениями [1]. В результате решения задачи с применением современных вычислительных пакетов

программ (Mathcad, MatLab) получены инженерные формулы для расчета следующих параметров:

– относительное приращение фланцев $\Delta \tilde{h}_{\phi} = \frac{\Delta h_{\phi}}{d} =$

$$= \frac{\lambda^{4,22} A_{\Gamma}^{0,13} B_{\phi}^{1,2}}{l_{ш}^{1,43} e^{1,21+0,93 \operatorname{tg} \varphi}};$$

– коэффициент обжатия фланцев $1/\eta_{\phi} = a'/a = 1,0073\lambda^{1,054}$;

– коэффициенты напряженного состояния шейки $n_{шш} = [1,28 + 0,12 \ln(m_{ш})](2,376\psi - 0,553)$ и фланцев

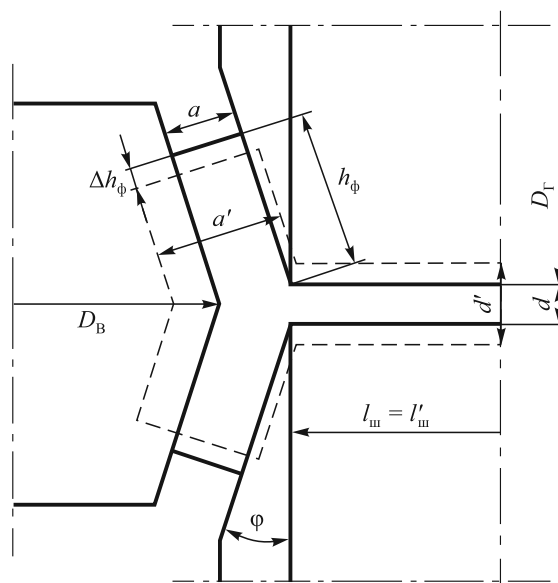


Схема прокатки двутаврового профиля в УБК (штриховыми линиями показан задаваемый профиль)

$n_{\sigma\phi} = [1,08 + 0,19 \ln(m_{\phi})](2,376\psi - 0,553)$, где $m_{\text{ш}}$ и m_{ϕ} – фактор формы очага деформации шейки и фланцев соответственно (отношение длины очага деформации к его средней толщине по шейке и фланцам);

– средние контактные давления по шейке и фланцам $p_{\text{ш}} = 1,15\sigma_s n_{\sigma\text{ш}}$; $p_{\phi} = 1,15\sigma_s n_{\sigma\phi}$, где σ_s – сопротивление металла деформации;

– коэффициент мощности (момента) прокатки

$$n_{\text{вал}} = 3,669 \frac{\lambda^{3,9} B_{\phi}}{A_r^{0,98}} (3,418\psi - 1,195);$$

– крутящий момент прокатки $M_{\text{кр}} = 0,287\sigma_s d^3 A_r^2 n_{\text{вал}}$.

Комплекс полученных формул позволит разрабатывать научно обоснованную методику расчета калибро-

вок валков и рациональные технологические режимы прокатки двутавровых профилей широкого сортамента на рельсобалочных и сортовых станах, снабженных универсальными балочными клетями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Непряхин С.О., Шилов В.А., Шварц Д.Л. // Изв. вуз. Черная металлургия. 2013. № 9. С. 67 – 68.
2. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков: Учеб. пособие для вуз. – М. Тепло-техник, 2008. – 490 с.

© 2014 г. С.О. Непряхин, В.А. Шилов, Д.Л. Шварц
Поступила 11 марта 2014 г.

NEW METHOD OF METAL FORMING AND POWER-ENERGY PARAMETERS CALCULATION UNDER ROLLING IN UNIVERSAL BEAM GROOVE

S.O. Nepryakhin, Postgraduate of the Chair "Metal Forming"
V.A. Shilov, Professor of the Chair "Metal Forming"
D.L. Schwartz, Assist. professor of "Metal Forming"

Ural Federal University named after the first President of Russia
Yeltsin B.N. (Ekaterinburg, Russia)

E-MAIL: omd@mtf.ustu.ru

Abstract. Based on the theoretical investigation by the variational principle of deformable body mechanics and taking into account the geometric relationships in deformation zone the new method for metal forming and power-energy parameters calculation under double-T section rolling in universal grooves was developed. Engineering formulas for calculation principal process-dependent parameters of double-T section

rolling in universal grooves: spread and reduction coefficient of flanges; contact pressure on horizontal and vertical rolls, force and torque of rolling were obtained. These formulas allow to calculate scientific evidence roll pass design and operating practices of double-T section rolling on modern universal rail-beam mill.

Keywords: variational principle of deformable body mechanics, forming, energy-power parameters, rolling, H-beam, universal beam groove, universal rail-beam mill.

REFERENCES

1. Nepryakhin S.O., Shilov V.A., Shvarc D.L. *Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya*. 2013. № 9. Pp. 67 – 68.
2. Smirnov V.K., Shilov V.A., Inatovich Ju.V. *Kalibrovka prokatnyh valkov. Uchebnoe posobie dlja vuzov* (Calibration of rolls. Textbook for universities). Moscow: Teplotehnik, 2008. 490 p.

Received March 11, 2014