ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտութ. սերիա XXXIV, № 3, 1981 Серия технических наук

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Л. М. МХОЯН, Б. Ф. ВЫГОДНЕР, Л. Т. МАНАНДЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОШИВКИ ГИЛЬЗ НА ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНЫХ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВАЛОК И ОПРАВКУ

В работах [1, 2] на основе решения плоской задачи теории пластичности с использованием метода линий скольжений проведено теоретическое исследование процесса прошивки гильз на двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки и разработана методика расчета основных силовых параметров стана.

В настоящей статье, являющейся продолжением этих работ, для удобства сравнения теоретических расчетов с экспериментальными данными получены формулы для расчета полных усилий, действующих на валок и оправку с одновременной их экспериментальной проверкой.

Полное усилие, действующее на валок, при прошивке сплошных заготовок на двухвалковом стане состоит из составляющих усилий для всех трех зон: поперечно-винтовой прокатки (зона I), прошивки (зона II) и раскатки прошитой заготовки (зона III) [1]:

$$\frac{Q}{2k} = \frac{Q_I}{2k} + \frac{Q_{II}}{2k} + \frac{Q_{III}}{2k}, \qquad (1)$$

где k — пластическая постоянная.

На рис. показана схема расчета полного усилия, действующего на валок. Поверхность оправки представляет собой усеченный конус с диаметром нижнего основания $d_в$ (диамер калибрующей части оправки), и верхнего — $d_н$ (диаметр носика оправки).

Составляющая усилия для зоны поперечно-винтовой прокладки равна

$$\frac{Q_I}{2k} = \frac{q_I}{2k} h_I l_в, \qquad (2)$$

где $q_I/2k$, h_I — удельное безразмерное усилие на валок и длина зоны I при поперечно-винтовой прокатке [1]; $l_в$ — ширина контакта заготовки с валком.

Составляющая усилия для зоны III равна

$$\frac{Q_{III}}{2k} = \frac{q_{III}}{2k} h_{III} l_2, \qquad (3$$

где $q_{III}/2k$ — удельное безразмерное усилие на валок в зоне раскатки [2].

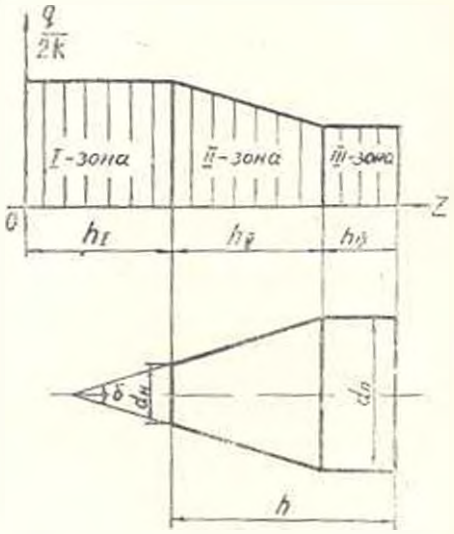

Рис. Схема расчета полного усилия, действующего на валок.

Для определения составляющей усилия в зоне II конусную часть оправки аппроксимируем цилиндрическими поверхностями, предполагая, что в ней происходит раскатка на оправках с различными диаметрами:

$$\frac{Q_{II}}{2k} = \sum_i \frac{q_{II\,i}}{2k} h_i l_2, \qquad (3$$

где h_i — i-я часть длины зоны прошивки; $q_{II\,i}/2k$ — усилие раскатки в i-ой части зоны прошивки [2].

Суммируя правую часть (3а), приблизительно получим

$$\frac{Q_{II}}{2k} = \frac{q_1 + q_{III}}{4k} h_{II} l_2, \qquad (4$$

где h_{II} — длина зоны прошивки.

Полное усилие, действующее на валок при прошивке гильз на двухвалковом стане с учетом (1)÷(4), будет

$$\frac{Q}{2k} = \frac{l_2}{2k} \left| q_1 h_1 + (q_1 + q_{III}) \frac{h_{II}}{2} + q_{III} h_{III} \right|. \qquad (5$$

Рассмотрим зону прошивки и определим полное усилие, действующее на оправку.

Граничные условия для рассматриваемой задачи следующие: трение на поверхности оправки в осевом направлении $\mu = 0{,}25$ [3], а в окружном — $\mu = 0$, т. к. оправка вращается вместе с заготовкой. Внедрению оправки препятствует сила, действующая со стороны деформируемой заготовки, и трение на поверхности контакта оправки с заготовкой, поэтому

$$Q_n = Q_1 + Q_2. \tag{6}$$

Первая составляющая Q_1 определяется, используя параметры напряженного состояния деформируемой заготовки методом [2]. Определим величину второй составляющей по следующей формуле:

$$Q_2 = 2k\mu\left(F' \cos\frac{\delta}{2} + F''\right), \tag{7}$$

где F' — площадь соприкосновения материала заготовки с конической частью оправки; F'' — площадь пластического контакта заготовки с цилиндрической частью оправки; δ — угол раствора конической части оправки.

Для случая толстостенных гильз ($2 < d/t \leqslant 5.9$) [2] площадь F' равна боковой поверхности усеченного конуса

$$F' = \frac{\pi(d_n^2 - d_m^2)}{4\sin\delta/2}, \tag{8}$$

а F'' — длине пластического контакта на этом участке l на ширину рассматриваемой части оправки h_{III}. Исследование процесса раскатки показало, что величина l_1 для толстостенных гильз равна нулю, т. к. поле линий скольжения при этом выходит на поверхность калибровочной части оправки точкой [2]. Следовательно, полное усилие, действующее на оправку, при прошивке толстостенных гильз с учетом (6) ÷ (8), будет

$$Q_n = Q_1 + 0{,}5k\pi\mu\,(d_n^2 - d_m^2)\operatorname{tg}\delta/2. \tag{9}$$

В случае прошивки тонкостенных гильз ($5{,}9 < d/t \leqslant 11$) [2] площадь соприкосновения заготовки с конической частью оправки имеет более сложную конфигурацию. Полное соприкосновение происходит только до того сечения оправки, где диаметр оправки становится равным $d_к$. Это соответствует критическому отношению $d/t = 5{,}9$, которое разграничивает толстостенные и тонкостенные гильзы. Величина $d_к$ с учетом коэффициента раскатки заготовки ($d_n/d_n = 1{,}07$) [2] определяется

$$d_к = \frac{1}{1{,}07}\left(d - \frac{2d}{5{,}9}\right). \tag{10}$$

Площадь F' при прошивке тонкостенных гильз будет

$$F' = \pi \frac{d_в^2 - d_н^2}{4 \sin \delta/2} + \frac{d_в - d_н}{2 \sin \delta/2} l_1. \quad (11)$$

Площадь контакта заготовки с калибровочной части оправки F'' для таких гильз равна

$$F'' = 2 l_1 h_{III}. \quad (12)$$

Полное усилие, действующее на оправку при прошивке тонкостенных гильз с учетом (6), (7), (11) и (12) будет

$$Q_п = Q_1 + 2 k_T \left| \frac{\pi}{4} (d_к^2 - d_н^2) \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2} + \frac{1}{2} (d_в - d_н) l_1 \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2} + 2 l_1 h_{III} \right|. \quad (13)$$

Для оценки полученных результатов во ВНИИМЕТМАШе на лабораторном стане ЦКБММ-30 проведены опыты по поперечно-винтовой прокатке сплошных заготовок и прошивке гильз. Исходной заготовкой служил пруток диаметром 60 *мм* из стали 3 длиной 250 *мм*. Нагрев заготовок производился в электропечи с силитовыми нагревателями. Методами тензометрии определены усилия, возникающие в процессе прошивки.

В результате прошивки получены гильзы $d \times t = (60 \times 14)$ *мм*, (60×12) *мм* и (60×10) *мм*.

Геометрические параметры оправок и поверхности контакта заготовок, необходимые при расчете процесса, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр оправки, *мм*	$d_н$	32	36	40
Диаметр носика оправки, *мм*	$d_н$	10	10	10
Длина зоны поперечно-винтовой прокатки, *мм*	h_1	39	40,9	37,4
Длина конической части оправки, *мм*	h	41	48,5	56
Длина калибровочной части оправки, *мм*	h_{III}	13,6	16,2	18,6
Угол наклона конусной части оправки, *рад*	$\operatorname{ctg} \frac{\delta}{2}$	2,49	2,49	2,49
Площадь контакта заготовки с валком, *мм*^{2}	F	1200	1340	1400
Ширина контакта заготовки с валком, *мм*	l_2	15	15	15

Для расчета полных усилий, действующих на валок и оправку, по найденным формулам определялся предел текучести материала заготовки k, использовав при этом экспериментальные данные процесса поперечно-винтовой прокатки. Удельное давление на валок при таком про-

цессе составляло $q_1 = 100$ *Мн/м²*, а расчетное безразмерное удельное усилие при $\mu = 0{,}25$ равно $q_1/2k = 1.70$ [1]. Следовательно

$$\frac{q_1}{2k} = \frac{100}{2k} = 1{,}70,$$

а $k = 29{,}4$ *Мн/м²*.

Затем по формулам (9), (13) и данным табл. 1 определялось полное усилие, действующее на оправку в процессе прошивки гильз.

Для расчета полного усилия, действующего на валок по формуле (5), сначала вычисляется полная длина контакта заготовки с валком по экспериментально установленным значениям площадей F и ширин контакта l_s, приведенным в табл. 1. Затем по этим данным и размером оправки определяются длины: зоны поперечно-винтовой прокатки h_I, прошивки h_{II} и раскатки h_{III}.

Таблица 2

Отношение d/t	Усилие на валок, *кН*		Усилие на оправку, *кН*		Удельное усилие на валок, *МН/м²*	
	эксп.	расч.	эксп.	расч.	эксп.	расч.
4,3	115	114	37	29	95	95
5	114	116,8	40	39	85	87,1
6	117	123	43	57	92	88
Прокатка без оправок	80	80	—	—	100	100

Результаты расчетных и экспериментальных данных усилий, действующих на валок и оправку, приведены в табл. 2, откуда видно, что предлагаемые расчетные зависимости удовлетворительно согласуются с опытными данными.

Лен. фил. ЕрПИ
им. К. Маркса

Поступило 17.III.1980

Լ. Մ. ՄԽՈՅԱՆ, Բ. Ֆ. ՎԻԳՈԴՆԵՐ, Լ. Թ. ՄԱՆԱՆԴՅԱՆ

ԵՐԿԳՐՏՆԱԿՄԱՆ ՀԱՍՏՈՆԻ ՎՐԱ ՊԱՐԿՈՒՃՆԵՐԻ ԱՆՑՔԱՀԱՏՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ԳՐՏՆԱԿԻ ՈՒ ԿԱԼԱԿԻ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ՃԻԳԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ամփոփում

Լայնական-պարուրակային գլանման երկգրտնակման հաստոնի վրա հոծ նախապատրաստվածքների անցքահանման դեպքում մշակված է մեթոդիկա

և ստացված են բանաձևեր գրտնակի ու կալակի վրա ազդող լրիվ ճիգերի որոշման համար։

Կատարված է ստացված տեսական լուծումների փորձնական ստուգում։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мхоян Л. М.* Напряженное состояние, возникающее при поперечно-винтовой двухвалковой прокатке. «Известия АН АрмССР (серия Т. Н.)», т. XXXI, № 4, 1978.
2. *Мхоян Л. М.* Определение силовых параметров при прошивке гильз на двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки. «Известия АН АрмССР (серия Т. Н.)», т. XXXII, № 2, 1979.
3. *Голубев Т. М., Зайков М. А.* Коэффициент трения при горячей прокатке «Сталь», 1950, № 3.