

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Л. М. МХОЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОШИВКЕ
ГИЛЬЗ НА ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ПОПЕРЕЧНО-
ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

В работе [1] область деформации при процессе прошивки гильз на двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки разделяется на три зоны. Исследование напряженного состояния I зоны (зоны поперечно-винтовой прокатки) дано там же [1].

Теперь перейдем к исследованию напряженного состояния зоны собственно прошивки (зона II) и раскатки прошитой заготовки (зона III).

Для удобства рассмотрим сначала III зону очага деформации — участок раскатки прошитой заготовки.

Деформирование гильзы осуществляется между калибрующим участком оправки и выходным конусом вала. Ввиду того, что угол конуса калибрующей части оправки мало отличается от угла наклона выходного конуса вала, равного в рассматриваемом случае 3, принимаем, что раскатка происходит между цилиндрическими поверхностями.

Граничные условия на контактных поверхностях при построении поля линий скольжения в зоне раскатки следующие: коэффициент трения на поверхностях контакта металла с инструментом при горячей прошивке принимается $\mu = 0.25$ [2], а на цилиндрической части оправки в окружном направлении трение отсутствует: $\mu = 0$, так как оправка вращается совместно с заготовкой.

Поле линий скольжения в данном случае строится аналогично полю для процесса поперечно-винтовой прокатки. Ввиду симметрии рассматривается поле раскатки только между одним валком и оправкой. Из граничных условий на поверхности контакта металла с валком определяется область равномерного напряженного состояния $A-B-II$ (рис. 1а). Дальнейшим решением вырожденных и характеристических задач заканчивается построение поля линий скольжения в точке OO на поверхности контакта металла с калибровочной частью оправки. Из граничных условий следует, что характеристики должны подходить к этой поверхности под углом 45 градусов.

Из построения полей линий скольжения для зоны раскатки при различных значениях отношения d/t (d — диаметр заготовки в пережиме, t — толщина стенки полученной гильзы) выявлено, что поле, показанное на рис. 1а, реализуется только при раскатке гильз, отношение d/t у ко-

торых находится в пределах $2 < d/t \leq 5.9$. Такие гильзы относятся к группе толстостенных.

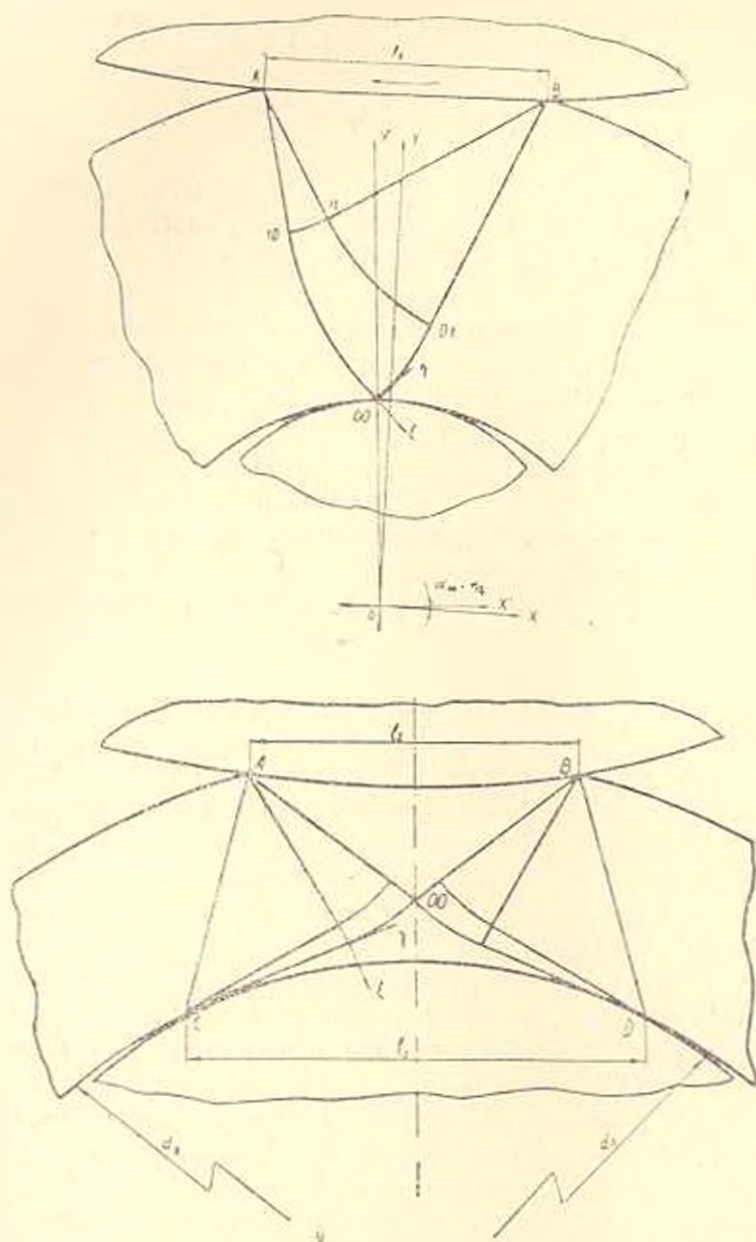


Рис. 1. Поле линий скользя при раскатке: а) толстостенных гильз; б) тонкостенных гильз.

Из условия равновесия жесткой области, свободной от внешних сил, после несложных преобразований можно найти гидростатическое давление в точке 00:

$$\frac{\tau_{00}}{2k} = \frac{1}{y_B + y_A} \{ \beta_{00} + \beta_{01} (y_B - y_{c1}) - \beta_{02} (y_B - y_{c2}) + \tau_{03} + \tau_{04} (x_A - y_{10}) - \tau_{05} (y_A + y_{20}) - 0,5 (x_B - x_A) \}, \quad (1)$$

где

$$\tau_{0i} = \int_0^{10} \tau_i dy'; \quad \beta_{0i} = \int_0^{0,5} \beta_i dy';$$

$$x', y'; \quad \xi = -x - x_{c0} + \frac{\pi}{4}; \quad \beta = \alpha + x_{c0} + \frac{\pi}{4} \pi$$

индексами представляют собой, соответственно, координаты характерных точек и углы между касательными к жестко-пластической границе в этих точках и осью x' . Новое положение оси абсцисс x' выбрано таким образом, чтобы направление ее совпало с направлением главного напряжения σ_1 в точке O .

По найденному значению гидростатического давления в точке OO с использованием соотношения Генки [1] можно определить нормальное контактное напряжение и, следовательно, безразмерное удельное усилие на валок при $2 < d/t \leq 5,9$.

Гильзы, у которых $d/t > 5,9$, условно названы тонкостенными. В зоне раскатки таких гильз поле линий скольжения существенно отличается от случая раскатки полустенных гильз. Для построения ее нужно установить ширины контактных поверхностей l_1 и l_2 , соответственно, на внутренней и наружной частях заготовки. В работах [3—5] экспериментально установлено, что при раскатке тонкостенных кольцевых заготовок l_1 и l_2 имеют неодинаковые величины. В работе [5] с использованием известной методики академика А. И. Целикова получена следующая зависимость между l_1 и l_2 :

$$l_1^2 + l_2^2 R^2 - \frac{\Delta R \cdot l_2 \cdot d_n \cdot d_s}{d_n - d_n} = 0, \quad (2)$$

где ΔR — суммарное обжатие на сторону; d_n — диаметр калибрующей части оправки; d_s — внутренний диаметр полученной гильзы.

Обработка существующих экспериментальных данных при прошивке гильз на двухвалковом стане показала, что отношение d_n/d_n , учитывающее овализацию полученных гильз, для различных толщин стенок и диаметров прошиваемой заготовки остается постоянным и равным $d_s/d_n = 1,07$. Имея ввиду это обстоятельство и определив ширину l_2 , из геометрических соображений для заданного значения ΔR можно по формуле (2) определить величины значения l_1 для отношения d/t , изменяющегося в интервале $5,9 < d/t \leq 11$, где $t = 0,5 (d - 1,07 d_n)$.

После определения геометрических параметров очага деформации можно перейти к рассмотрению напряженного состояния тонкостенной гильзы в процессе раскатки.

Построение поля линий скольжения в случае раскатки тонкостенных гильз (рис. 1б) аналогично построению поля процесса осадки полосы с отношением ширины к высоте, близким к единице [6]. Из условия равновесия области равномерного напряженного состояния определяется гидростатическое давление в этой области: $\alpha = -k$, а затем с помощью соотношения Генки [1] определяется напряжение в каждой точке пластической области. Распределение напряжений на поверхности контакта AB металла с валком определяется продолжением решения в жесткую зону по известным значениям σ , α на характеристиках $A-00$ и $00-B$.

Из построенных полей линий скольжения для различных отношений d/t как для толстостенных (рис. 1а), так и для тонкостенных гильз (рис. 1б) определено удельное безразмерное усилие на валок $q_{\text{ш}}/2k$. На основании этих расчетов получен график зависимости $q_{\text{ш}}/2k$ от отношения d/t (рис. 2).

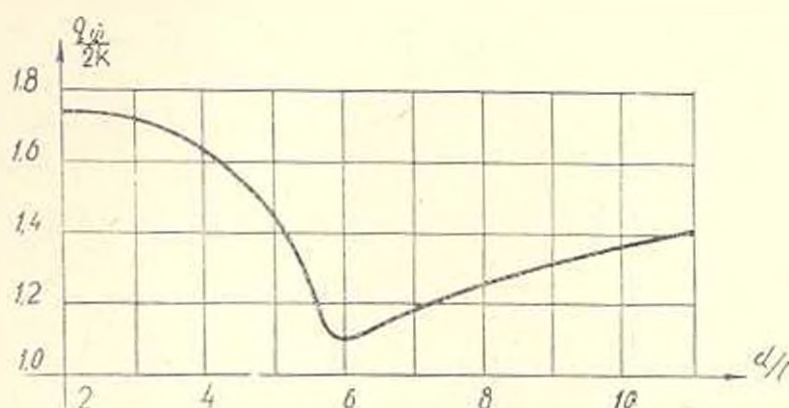


Рис. 2. Зависимость удельного безразмерного усилия, действующего на валок, от отношения d/t в зоне раскатки.

Из графика (рис. 2) видно, что с уменьшением толщины стенки удельное усилие на валок сначала падает (в случае толстостенных гильз), а затем возрастает (в случае тонкостенных гильз).

Осевое усилие на оправку определяется из рассмотрения зоны собственно прошивки сплошной заготовки (зона II, см. [1]). Внедрению оправки препятствует сила, действующая со стороны деформируемой заготовки и определяемая напряженным состоянием поперечно-винтовой прокатки.

Для определения осевого усилия Q на оправку построение поля линий скольжения для зоны поперечно-винтовой прокатки [1] по известным характеристикам $A-10$, $00-C$ и $B-10$, $00-D$ продолжается в правой и левой жестких зонах. С помощью соотношения Генки [1] в каждой узловой точке сетки линий скольжения определяется гидростатическое давление, имеющее для плоскодеформированного состояния осевое направление: $\alpha = (\varepsilon_x - \varepsilon_y)/2 = \varepsilon_z$.

Криволинейные стороны четырехугольников сетки линий скольжения, находящиеся в области, ограниченной диаметром оправки (оправка обозначена на рис. 1б [1] штрих-пунктирной линией), аппроксимируем прямыми линиями. В каждом из четырехугольников гидростатическое давление p постоянно и равно среднгарифметическому из значений гидростатического давления в узловых точках четырехугольника.

Усилие, действующее на оправку, будет

$$Q = \sum_{i=1}^m q_i = \sum_{i=1}^m p_i \cdot S_i, \quad (3)$$

где q_i — усилие на оправку со стороны каждого четырехугольника, m — число четырехугольников в области, ограниченной диаметром оправки, S_i — площадь четырехугольника, которая равна

$$S_i = \frac{1}{2} \left[(x_{i,1} \cdot y_{i,4} - x_{i,4} \cdot y_{i,1}) + \sum_{n=1}^3 (x_{i,n+1} \cdot y_{i,n} - x_{i,n} \cdot y_{i,n+1}) \right]. \quad (4)$$

На основании этих вычислений получен график зависимости удельного осевого усилия $Q/2kS$ (S — площадь поперечного сечения калибрующей части оправки) от отношения d/l (рис. 3).

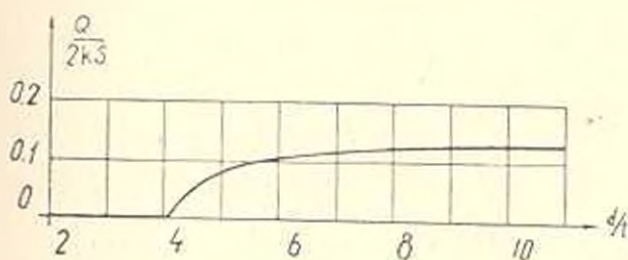


Рис. 3. Зависимость удельного безразмерного осевого усилия от отношения d/l .

С увеличением отношения d/l осевое усилие возрастает. При $d/l < 4$ оно равняется нулю. Это явление объясняется полем линий скольжения в зоне поперечно-винтовой прокатки. При подсчете напряжений в этой зоне оказалось, что в центральной части заготовки, в окрестности точки сопряжения 00, возникают растягивающие напряжения. В точке 00 сходятся жестко пластические границы. Они являются линиями разрывов скоростей, вдоль которых возникают большие деформации. Следовательно, центральная зона при двухзавалковой поперечно-винтовой прокатке является зоной больших накопленных деформаций, в связи с чем там исчерпывается пластичность материала, происходит разрыхление и образование центральной полости. Наличие растягивающих напряжений и перемена знака их при вращении заготовки усиливает эффект разрыхления.

Вскрытие полости в заготовке уменьшает осевое усилие на оправку, что приводит к обеспечению устойчивости стержня оправки, а следова-

тельно, и к уменьшению разностенности полученных гильз. С другой стороны, оно дает такой локальный эффект, как образование плен на внутренней поверхности готового изделия, что весьма нежелательно.

Лен. фил. ЕрПИИ
им. К. Маркса

Поступило 26.VI.1974

Լ. Մ. ՄԽՈՅԱՆ

ՈՒՅԱՅԻՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐՆԵՐԻ ԱՐՈՇՈՒՄԸ ԼԱՅՆԱԿԱՆ-ՊՏՈՒՏԱԿԱՅԻՆ,
ԴԱՆՄԱՆ ԵՐԿՐԱՆԱՅԻՆ ՀԱՍՏՈՆԻ ՎՐԱ ՊԱՐԿՈՒՃՆԵՐԻ
ԱՆՑՔԱՀԱՆՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ս. Վ Փ Ր Ո Փ Ո Ւ Վ

Երկգլանային հաստոնի վրա պարկուճների անցրաճանձան դեպքում մշակված և հաշվարկի մեթոդ ճիշդորի որոշման համար, որոնք դործում են դաշնիկի և կաշիկի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мхоян Л. М. Напряжение состояние, возникающее при поперечно-винтовой дуго-валяковой прокатке. «Известия АН АрмССР (серия Г. II)», т. XXXI, № 4, 1978.
2. Голубев Т. М., Зайков М. А. Коэффициент трения при горячей прокатке. «Сталь», 1950, № 3, с. 237—241.
3. Подухин П. И. и др. Распределение удельного давления по длине очага деформации при прокатке колец. «Известия вузов. Черная металлургия», 1970, №11, с. 77—80.
4. Тестерия Н. К., Лукьянов Б. И. Определение деформирующих усилий при раскатке кольцевых заготовок на оправке. «Кузнечно-штамповочное производство», 1964, № 6, с. 9—14.
5. Остроушкин Г. И. Особенности пластического напряженного состояния при раскатке колец. «Кузнечно-штамповочное производство», 1973, № 4, с. 5—8.
6. Толянов А. Д. Теория пластического деформирования металлов. М. «Металлургия», 1972.