

Ограничить рост кинематического коэффициента можно путем увеличения v_k . Колебательная скорость рабочих частей инструмента функционально связана с частотой его колебаний:

$$v_k = 2\pi f A \sin \omega t,$$

где A — амплитуда колебаний инструмента; $A > \frac{\pi d_0}{4}$; t — частота колебаний инструмента.

Значение коэффициента K_v обратно пропорционально частоте колебаний инструмента. Это значит, что с ростом f стабильность процесса и, следовательно, предельная степень обжатия заготовки за проход должны возрастать. В то же время, рассматривая кинематику процесса, можно отметить, что в каждый полупериод колебаний в моменты реверсирования вращения заготовки происходит ее "захват", сопровождаемый изменением геометрии поперечного сечения. При этом возрастает вероятность проскальзывания заготовки по контактным поверхностям инструмента, т.е. с увеличением частоты колебаний инструмента стабильность процесса снижается.

Таким образом, при изготовлении проволоки способом пластической обкатки с протяжкой заготовки наиболее рационально применение схем, обеспечивающих стационарный режим ведения процесса волочения и низкий кинематический коэффициент при высоких скоростях протяжки.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с.1061875 (СССР). А.В.Степаненко, В.Г.Войтов. Способ волочения микропроволоки и устройство для его осуществления. 2. С м и р н о в В.С. Теория обработки металлов давлением. — М., 1973. — 446 с.

УДК 621.771.29.07

В.А.ЛУПАЧЕВ, Т.А.МЕДВЕДЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА ЗАГОТОВКИ И ИНСТРУМЕНТА ПРИ ХОЛОДНОЙ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКЕ

Для определения технических возможностей холодной поперечно-клиновой прокатки (ХПКП) необходимо знать ее силовые параметры. Одним из важнейших параметров, используемых для расчета мощности привода прокатного стана, расчета на прочность отдельных его деталей, определяющих жесткость конструкции, является давление металла на валки, которое определяется по формуле

$$P = p A_n,$$

где p — среднее удельное давление в зоне контакта металла с валками; A_n — горизонтальная проекция площади контакта.

Как видно из формулы, точность расчета давления зависит от правильности определения площади контакта клинового инструмента с заготовкой.

Известные расчетные формулы предназначены для определения проекции площади контакта, нормальной к действующему давлению металла на инструмент, причем каждая формула выведена для определенного случая при тех или иных допущениях. При анализе этих формул и расчете площади контакта по ним с использованием ЭВМ применяется система обозначений: A_H — проекция площади контакта, нормальной к действующему давлению металла на инструмент, мм²; D — исходный диаметр заготовки, мм; d — диаметр заготовки после прокатки, мм; ϵ — степень обжатия заготовки: $\epsilon = (D - d)/D$; β — угол заострения клина, град; α — угол наклона боковой грани клина, град; D_B — диаметр валка, мм; r_K — относительный радиус качения: $r_K = 0,487 - 0,167\epsilon$; m — коэффициент овализации заготовки: $m = D_H/D$; k_1, k_2 — коэффициенты, учитывающие влияние местного упругого сжатия заготовки и инструмента: $k_1 = G + \sqrt{G + 2tg^2 \alpha tg \beta}$, $k_2 = 2G$, где $G = 4\rho \left(\frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2} \right)$;

ν_1 и E_1 — соответственно коэффициент Пуассона и модуль упругости материала валка; ν_2 и E_2 — коэффициент Пуассона и модуль упругости материала заготовки; μ — коэффициент трения между инструментом и заготовкой; c — шаг прокатки: $c = \pi tg \alpha \sin \beta (1 - \epsilon)^2 / \epsilon$.

Ниже приведены формулы, полученные различными авторами на основании экспериментальных и теоретических исследований:

$$1. F_H = \frac{(mD)^2}{2} \sqrt{\pi r_K tg \beta tg \alpha \left(\frac{1-\epsilon}{m} \right)^3} \times \left[\frac{m}{1-\epsilon} + \left(\frac{m}{1-\epsilon} - 1 \right) ctg \alpha - \pi r_K tg \beta \right].$$

Е. М. Макушок,
В. А. Клушин

$$2. F_H = D^2 \left\{ \frac{2m}{3} \sqrt{\pi r_K tg \beta tg \alpha} \frac{1-\epsilon}{m} \left[\frac{0,75\epsilon}{tg \alpha} + 0,5\pi r_K tg \beta \right] + k_1 m \frac{\epsilon^2 - 2\epsilon}{8tg \alpha} + 5,5k_2 \pi r_K tg \beta \right\}.$$

В. С. Малинкин,
Л. Н. Никольский

$$3. F_H = \frac{D^2}{12 \cos \beta} \sqrt{\frac{2D_B \epsilon}{D + D_B / (1 - \epsilon)}} \times \left[4,71 (2 - \epsilon) \sin \beta + \frac{\epsilon}{tg \beta} \right].$$

Б. В. Садовников
и др.

$$4. F_H = \frac{0,277}{tg \alpha} [1 - (1 - \epsilon)^2] \times \frac{1}{tg \alpha \sin \beta + 0,36 \mu \frac{1}{\cos \alpha}} \times \sin \left[1,15 \arctg \left(\frac{1}{1 + \mu tg \alpha} \right) \right].$$

И. А. Сапрыкин и др.

$$5. F_H = \frac{D^2}{12 tg \alpha} [\pi r_K tg \alpha tg \beta + 3\epsilon] \times$$

Г. А. Дулов

$$\times \sqrt{\frac{\pi r_k \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{2}} (1 + \sqrt{1 - \epsilon}).$$

$$6. F_H = \frac{D^2}{6 \operatorname{tg} \alpha \cos^3 \beta} \sqrt{\frac{2}{1 + D/D_B}} \left\{ \sqrt{[(1 - \epsilon) \cos \beta + 0,5c\epsilon] (c\epsilon)^2 +} \right.$$

$$+ \sqrt{c\epsilon [\epsilon + (1 - \epsilon) \cos \beta]^3} - \sqrt{c\epsilon [c\epsilon + (1 - \epsilon) \cos \beta]^3} +$$

Н.Т.Удовин

$$+ \sqrt{(c\epsilon)^3 \cos \beta}.$$

По каждой из предложенных формул произведен расчет горизонтальной проекции площади контакта при изменении степени обжатия заготовки от 0,1 до 0,6 с шагом 0,1 и исходных диаметрах заготовки 3, 6, 10 мм, углах наклона боковых граней $30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ и углах заострения клина $2^\circ, 3^\circ, 4^\circ$. По полученным результатам построены зависимости горизонтальных проекций площадей контакта от степени обжатия заготовки при соответствующих углах β и α . На рис. 1, а, б приведены эти зависимости для заготовок диаметром 3 и 10 мм при $\alpha = 40^\circ, \beta = 3^\circ$.

При любой степени обжатия заготовки наибольшее значение A_H дает формула 1. При обжатии свыше $\epsilon = 0,4$ наименьшие ее значения получаются по формуле 6. С увеличением угла α максимум на кривых смещается в сторону меньших обжатий. При изменении диаметра заготовки точка максимума смещается незначительно. Площади контакта, определенные по различным формулам, отличаются на 30 % и больше.

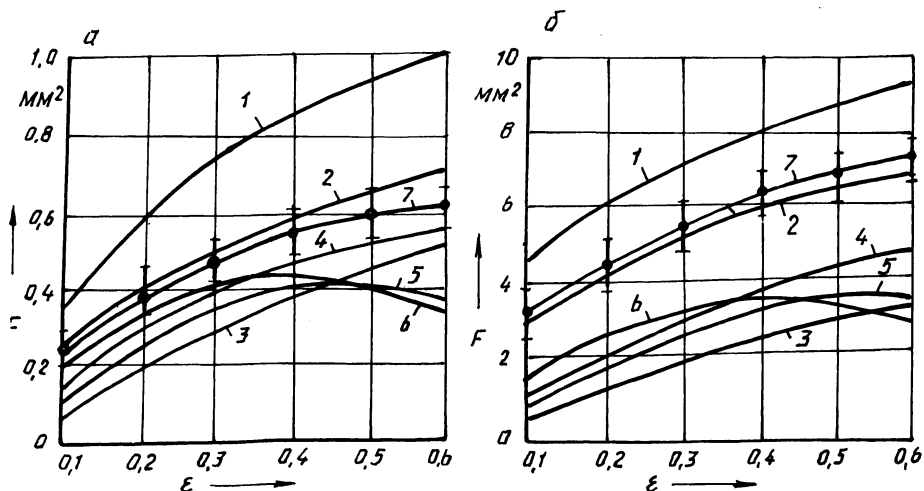


Рис. 1. Зависимости горизонтальных проекций площадей контакта от обжатия при $\alpha = 40^\circ, \beta = 3^\circ$:

а - $D = 3$ мм; б - $D = 10$ мм; 1-6 - расчетные кривые; 7 - экспериментальная кривая

Учитывая вышеизложенное, без дополнительных исследований нельзя рекомендовать для расчетов какую-либо формулу при ХПКП. Поэтому были проведены экспериментальные исследования по определению условий в зоне контакта инструмента с заготовкой.

На лабораторном оборудовании по двухвалковой схеме осуществляли прокатку деталей диаметром 3, 6, 10 мм при степени их обжатия от 0,1 до 0,6, т.е. в пределах возможностей ХПКП. Углы заострения клина принимали соответственно 2°, 3°, 4°, углы наклона его боковых граней – 30°, 40°, 50°.

Для экспериментов использовали материалы с разными механическими свойствами: сталь 20, сталь 40Х и латунь Л62. Горизонтальная проекция площади контакта определялась на заторможенных образцах, прокатанных до различных степеней обжатия. По экспериментальным данным для всех приведенных выше вариантов были построены кривые, отражающие изменения площади контакта в зависимости от степени обжатия заготовок. Одна из этих кривых приведена на рисунке.

Сравнение расчетных и экспериментальной кривых показывает, что наиболее приемлемой из приведенных формул для расчетов при ХПКП является формула (2).

УДК 621.762.4

Л.Е.РЕУТ, Л.С.БОГИНСКИЙ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ОБЖАТИЕ ПОРИСТОЙ ТРУБЫ В УСЛОВИЯХ ГИДРОДИНАМИКИ И ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ

Гидростатическое (гидродинамическое) формование порошков является в настоящее время наиболее распространенным способом обработки давлением крупногабаритных пористых изделий. Однако он связан со значительными энергосиловыми затратами, с использованием громоздкого оборудования, с высокими требованиями к технике безопасности.

Наиболее экономичным и перспективным является способ последовательного прессования порошков в эластичных оболочках (рис. 1), осуществляемый в условиях гидродинамического напора и жидкостного трения [1]. При этом эластичную оболочку 2 с установленной в ней цилиндрической оправкой 3 и порошком 4 протягивают через рабочий конический инструмент 1 с калибрующим диаметром, меньшим наружного диаметра оболочки. В результате на калибрующем участке инструмента (дюзы) происходит радиальное деформирование оболочки и уплотнение порошка на оправку.

В обычных условиях при протягивании эластичной оболочки через металлический рабочий инструмент [2] имеет место возникновение значительных сил трения, что связано с особенностью молекулярного строения эластомеров [3] и не устраняется даже при наличии смазочного материала на контактирующих поверхностях (на коническом участке дюзы смазочный материал выдавливается из очага деформации). Это снижает качество прессуемого изделия, так как под действием сил трения эластичный материал оболочки выте-