

РАЗМЕРЫ ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРОКАТКЕ КОЛЬЦЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Яковченко А.В. (ДонГТУ)

Лоскутов А.Ю. (ДонГТУ)

Ивлева Н.И. (ДонГТУ)

Настоящая работа посвящена расчёту параметров исходных заготовок. Известно, что неправильное определение высоты и толщины заготовки и, соответственно, суммарных осевого и радиального обжатий при прокатке кольцевых изделий является причиной получения дефектов готового изделия и, прежде всего, утяжек по боковым и торцевым поверхностям кольца. Поэтому важно определить требуемое соотношение как между суммарными радиальным и осевым обжатиями, так и данное соотношение на каждом обороте кольца в процессе его прокатки. В данной работе основное внимание уделено первой из указанных задач.

В технической литературе известно решение [1], которое в ряде случаев было успешно использовано в условиях промышленного производства. Анализ данной работы показал, что при выводе формул для расчёта высоты B и толщины H (рис. 1) исходной кольцевой заготовки не учитывалось влияние уширения как в радиальном, так и в осевом очагах деформации. Поэтому на основе [1] приемлемые для практики результаты были получены при прокатке кольцевых изделий, у которых отношения b/h и B/H близки к единице. Аналогичные результаты были получены также и в работе [2].

Рис 1. Схема простановки размеров

а,б -сечения исходной кольцевой заготовки и готового кольца;
в,г -сечения промежуточных раскатов.

Известно, что важным условием бездефектной прокатки является отсутствие утяжек. Утяжка на поверхностях кольца образуется в том случае, если течение металла в вытяжку (а, соответственно, и в рост диаметра) по различным частям профиля происходит с неодинаковой интенсивностью. Следовательно, условие бездефектной прокатки колец можно записать в виде

$$\Delta D_p = \Delta D_o, \quad (1)$$

где ΔD_p и ΔD_o - приращения диаметра заготовки в радиальном и осевом очагах деформации соответственно.

На рис. 1в представлено промежуточное поперечное сечение кольца. Предположим, что оно получено в результате обжатия Δh_o заготовки только в осевом направлении. При этом её диаметр увеличился на величину ΔD_o , а толщина H также увеличилась на величину уширения Δb_o . Определим массу m готового кольца и массу m_o кольцевой заготовки, полученной после реализации данного осевого обжатия

$$m = \pi \rho (d + h) b h, \quad (2)$$

$$m_o = \pi\rho(d - \Delta D_o + h - \Delta b_o)(h - \Delta b_o)(b + \Delta h_o), \quad (3)$$

где ρ -плотность металла.

Приравнивая массы готового кольца и указанного промежуточного раската, получаем

$$(d - \Delta D_o + h - \Delta b_o)(h - \Delta b_o)(b + \Delta h_o) = (d + h)bh. \quad (4)$$

Увеличение диаметра заготовки за счёт осевого обжатия равно

$$\Delta D_o = d + h - \Delta b_o - \frac{(d + h)bh}{(h - \Delta b_o)(b + \Delta h_o)}. \quad (5)$$

На рис. 1г также представлено промежуточное поперечное сечение кольца. Предположим, что оно получено в результате обжатия Δh_p заготовки только в радиальном направлении. При этом её диаметр увеличился на величину ΔD_p , а высота B также увеличилась на величину уширения Δb_p . Приравнивая массы готового кольца и указанного промежуточного раската, получаем

$$(d - \Delta D_p + h + \Delta h_p)(h + \Delta h_p)(b - \Delta b_p) = (d + h)bh. \quad (6)$$

Увеличение диаметра заготовки за счет радиального обжатия равно

$$\Delta D_p = d + h + \Delta h_p - \frac{(d + h)bh}{(h + \Delta h_p)(b - \Delta b_p)}. \quad (7)$$

Приравнивая ΔD_o и ΔD_p в соответствии с условием (1), получаем первое соотношение для определения размеров исходной заготовки

$$-\frac{(d + h)bh}{(h - \Delta b_o)(b + \Delta h_o)} - \Delta b_o = -\frac{(d + h)bh}{(h + \Delta h_p)(b - \Delta b_p)} + \Delta h_p. \quad (8)$$

Уширение заготовки в радиальном направлении Δb_o вследствие обжатия Δh_o металла в осевом очаге деформации и уширение заготовки в осевом направлении Δb_p вследствие обжатия Δh_p металла в радиальном очаге деформации определим через коэффициенты K_o и K_p осевого и радиального уширения, соответственно

$$\Delta b_o = K_o \Delta h_o, \quad \Delta b_p = K_p \Delta h_p. \quad (9)$$

Здесь коэффициенты K_p и K_o определены как функции фактора формы сечения кольца h/b , а также температуры металла, коэффициента трения, и других параметров очага деформации.

Величины осевого и радиального обжатий (см. рис.1) определены следующим образом

$$\Delta h_o = B - b + \Delta b_p, \quad \Delta h_p = H - h + \Delta b_o. \quad (10)$$

С учётом соотношений (9) данные величины равны

$$\Delta h_o = \frac{B - b + K_p(H - h)}{1 - K_o K_p}, \Delta h_p = \frac{H - h + K_o(B - b)}{1 - K_o K_p}. \quad (11)$$

Подставляя функции (11) в условие (8), в окончательном виде получаем первую зависимость для определения параметров Н и В исходной кольцевой заготовки

$$\begin{aligned} & [(H + K_o(B - b) - hK_o K_p)(b - K_p(H - h) - BK_o K_p)]^{-1} - \\ & - [(h - K_o(B - b) - hK_o K_p)(B + K_p(H - h) - bK_o K_p)]^{-1} = \\ & = \frac{2K_o(B - b) + (H - h)(1 - K_o K_p)}{(1 - K_o K_p)^3 (d + h)bh} \\ & - [(h - K_o(B - b) - hK_o K_p)(B + K_p(H - h) - bK_o K_p)]^{-1} = \\ & = \frac{2K_o(B - b) + (H - h)(1 - K_o K_p)}{(1 - K_o K_p)^3 (d + h)bh}. \end{aligned} \quad (12)$$

Вторую зависимость найдём, приравняв массы исходной кольцевой заготовки М и готового кольца m (2). Масса исходной кольцевой заготовки равна

$$M = \pi \rho (D + H)BH. \quad (13)$$

Решая полученное уравнение относительно высоты В, окончательно получаем

$$B = (d + h)bh / (DH + H^2). \quad (14)$$

Система уравнений (12) и (14) определяет параметры заготовки В и Н. Внутренний диаметр исходной кольцевой заготовки D, как правило, определяется существующей технологией на прессопрокатной линии и равен диаметру пуансона прессы по прошивке заготовок. Система уравнений (11) определяет соотношения между осевым и радиальным обжатиями, обеспечивающими течение металла в вытяжку и соответственно в рост диаметра с одинаковой интенсивностью в осевом и радиальном направлениях, что является определяющим условием прокатки колец без образования утяжек на его боковых и торцевых поверхностях. Очевидно, что система (11) определяет наиболее рациональные суммарные радиальные и осевые обжатия. Задача определения соотношения между ними на каждом обороте кольца в процессе его раскатки должна рассматриваться отдельно.

Для расчёта указанных выше величин была разработана программа на языке Turbo Pascal 7.0. На её основе применительно к условиям прессопрокатной линии кольцебандажного цеха ОАО “Нижнеднепровский трубопрокатный завод” были выполнены расчёты требуемых параметров кольцевых заготовок для производства прямоугольного в сечении кольца для Челябинского завода дорожных машин ($\varnothing 2959 \times \varnothing 2568 \times 99$ мм, масса $m = 1256$ кг). Наружный диаметр и масса данного кольца близки к предельным по сортаменту прессопрокатной линии, причём по фактору формы $b/h = 2$ данное кольцо является “шайбой”, прокатка которых традиционно сопряжена с трудностями. Следует отметить, что расчёт размеров заготовки по методике [1] и

последующие опытные прокатки не дали положительных результатов при освоении этого профиля. Анализ полученных результатов позволил разработать мероприятия по совершенствованию технологии. Наряду с необходимостью совершенствования системы управления процессом раскатки по постоянной скорости роста диаметра кольца возникла задача учёта уширения в радиальном и осевом направлениях при расчёте параметров исходной и промежуточных заготовок и соотношения между суммарными радиальным и осевым обжатиями. Причём следует отметить, что в данном случае, во-первых, требуются значительные осевые обжатия, соизмеримые по величине с радиальными, и, во-вторых, коэффициенты осевого K_o и радиального K_p уширений являются различными. Результаты расчётов по полученным в настоящей работе формулам представлены в таблице 1. Значения коэффициентов осевого и радиального уширения, используемые при расчётах, получены на основе практических данных.

Таблица 1. Результаты расчётов параметров формоизменения

Параметры	Дн,мм	Дв,мм	В,мм	Н,мм	K_o	K_p	Hi-Hi-1	Bi-Bi-1
Пресс усилием 20/40 МН	984	250	235	367	---	---	---	---
Черновой стан	1516	1120	203	198	0,15	0,05	169/188	32/16
Пресс усилием 60 МН	1704	1100	126	302	---	---	---	---
Чистовой стан	2960	2568	99	196	0,08	0,14	106/87	27/37

В таблице 1, кроме параметров заготовки, представлены также величины, характеризующие суммарные изменения высоты и толщины заготовки. В знаменателе представлены результаты аналогичных расчётов по методике [1] (без учёта уширений). Расчёты, выполненные по формулам, полученным в настоящей работе, показали существенные отличия параметров исходных заготовок, по отношению к данным, полученным по методике [1]. Существенно также изменились соотношения между суммарными осевым и радиальным обжатиями.

Список использованных источников.

1. А.с. 1773538 СССР, МКИ В21 Н 1/06. Способ изготовления колец / А.В.Яковченко, В.М.Озимин, Е.А.Безбатченко и др. (СССР).- №4883256/27; Заявлено 19.11.90; Оpubл. 07.11.92, Бюл. №31.
2. Микульчик С.А., Макаров Ю.Д., Раскопина Г.И. Разработка стратегии бездефектной прокатки крупногабаритных колец // Сталь. –1998. -№9. – С. 32-37.

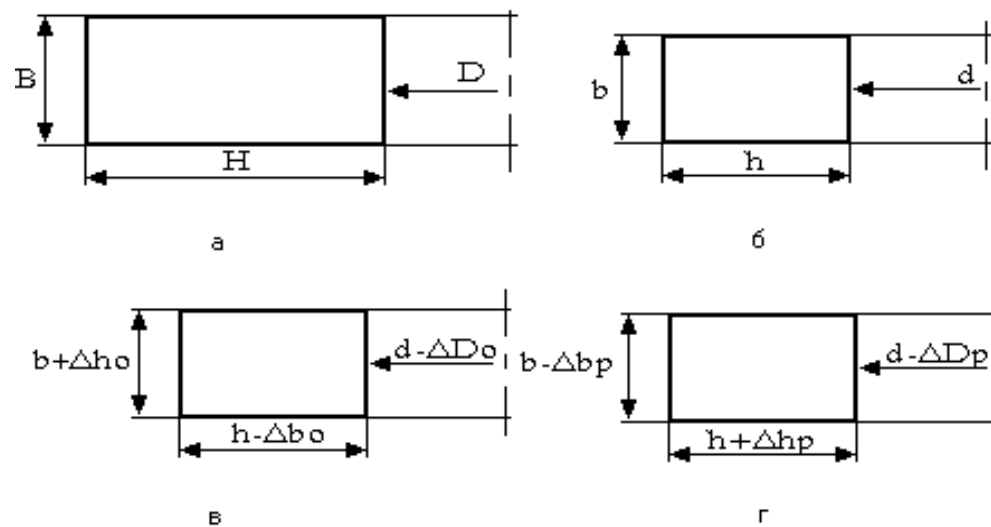


Рис 1. Схема постановки размеров

а,б -сечения исходной кольцевой заготовки и готового кольца;
 в,г -сечения промежуточных раскатов.