



УДК 621.771.63

Поступила 21.01.2014

Л. А. ИСАЕВИЧ, В. А. КОРОЛЬ, М. И. СИДОРЕНКО, Д. М. ИВАНИЦКИЙ, В. И. ПУШКЕВИЧ, БНТУ

ОСОБЕННОСТИ ПРОКАТКИ ПОЛОС ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ С ЛОКАЛЬНЫМ ИЗГИБОМ

Рассмотрены схемы прокатки полосовых заготовок на калибрующей оправке при различных значениях их переднего натяжения.

Schemes of rolling of striped blanks on swage at various values of their front tension are considered.

В тормозных системах железнодорожного транспорта используют тормозные колодки, каждая из которых фиксируется в подвижном элементе с помощью чеки, представляющей собой полосу переменной по длине толщины с изгибом на утолщенном конце (рис. 1).

Получение полос переменной толщины возможно с помощью операций протяжки при свободной ковке или вальцовки. В случае свободнойковки требуется большое количество проходов и не обеспечивается требуемая точность получаемых изделий. При этом в обоих случаях необходима дополнительная операция изгиба утолщенного конца, выполняемая на отдельном рабочем месте, что удорожает процесс изготовления.

Наиболее приемлемой является прокатка полос переменной толщины на профилированной оправке с предварительным изгибом конца заготовки [1]. Однако и этому способу присущ такой существенный недостаток, как уширение концевой участка заготовки в зоне максимального обжатия, что требует последующей обрезки боковых сторон готовой детали на этом участке.

На рис. 2 показана схема прокатки чеки тормозной колодки на профилированной оправке, включающая рабочий 1 и опорный 2 валки, профилированную оправку 3, с размещенной на ней заготовкой 4. Согласно этой схеме, в очаге деформации возникают сила нормального давления N металла заготовки 4 на калибрующую оправку 3 и подпирательная сила fN , действующая на поверхности контакта заготовки и калибрующей оправки.

Поскольку рабочая поверхность калибрующей оправки выполнена с углом β к направлению прокатки, у силы N возникают составляющие: вертикальная P – усилие, действующее со стороны ме-

талла на валки, и горизонтальная $P \operatorname{tg} \beta$ – подпирательное усилие (рис. 2), а у силы контактного трения fN также возникает горизонтальная подпирательная сила $fN \cos \beta$. Здесь f – коэффициент контактного трения между заготовкой и калибрующей оправкой. Суммарное подпирательное усилие будет определено из выражения

$$Q = P \operatorname{tg} \beta + fN \cos \beta = P \operatorname{tg} \beta + fP, \quad (1)$$

где $N = P / \cos \beta$.

Величина подпирательного усилия существенно снизится тогда, когда рабочая поверхность кали-

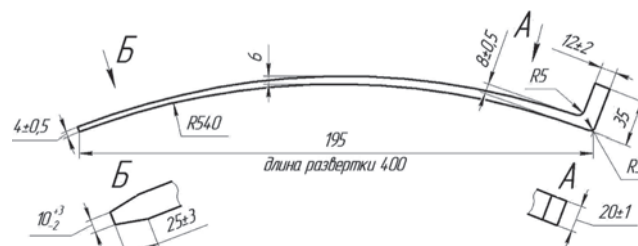


Рис. 1. Геометрические параметры чеки тормозной колодки

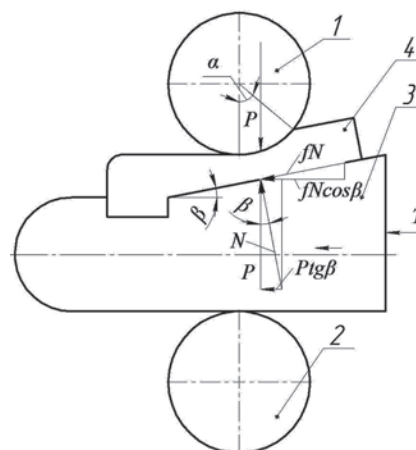


Рис. 2. Схема обжатия полосы на оправке с наклонной к направлению прокатки калибрующей поверхностью

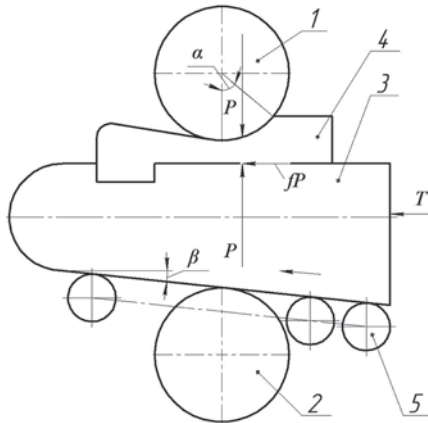


Рис. 3. Схема обжатия полосы на оправке с параллельной к направлению прокатки калибрующей поверхностью: 1 – рабочий валок; 2 – опорный валок; 3 – оправка; 4 – заготовка; 5 – направляющие ролики

брующей оправки будет параллельна направлению прокатки (рис. 3).

В этом случае сила давления со стороны металла на оправку P является нормальной к ее рабочей поверхности. На плоскости контакта между заготовкой 4 и калибрующей оправкой 3 действует только подпирательная сила fP . Тогда суммарное подпирательное усилие будет

$$Q = fP. \quad (2)$$

Анализ выражений (1), (2) показывает, что предлагаемый способ изготовления заготовок изделий с переменным по длине профилем и устройство для его осуществления позволяют уменьшить подпирательное усилие, действующее на поверхности контакта металла с инструментом, и, тем самым, снизить уширение при прокатке.

Значение толкающего усилия на профилированной оправке можно найти из выражения [2]

$$T = P \operatorname{tg}((\alpha/2) + f_1(d/D)), \quad (3)$$

где f_1 – коэффициент контактного трения в шейках рабочего валка; d – диаметр шейки валка; D – диаметр бочки валка.

Усилие натяжения полосовой заготовки при прокатке по первой схеме (см. рис. 2) можно определить как:

$$F = T - P \operatorname{tg} \beta - fP. \quad (4)$$

Подставляя в (4) значение T из выражения (3), получаем

$$F = P \operatorname{tg}((\alpha/2) - f_1(d/D)) - P(\operatorname{tg} \beta + f). \quad (5)$$

По второй схеме усилие натяжения прокатываемой заготовки можно определить из совместного решения уравнений (2) и (3). В результате получим

$$F = P \operatorname{tg}((\alpha/2) - f_1(d/D)) - fP. \quad (6)$$

Таким образом, усилие натяжения F полосовой заготовки при прокатке по обеим схемам меньше толкающего усилия на оправке. При этом в случае обжатия по второй схеме данное усилие несколько больше, чем по первой, что и обеспечивает снижение уширения полосовой заготовки на участке ее наибольшего обжатия.

Согласно принципу наименьшего сопротивления [3], величина уширения существенно зависит от диаметра бочки валков. Чем меньше этот диаметр, тем ниже значение уширения.

На рис. 4 показана схема обжатия полосы на подвижной оправке. В соответствии с [2]

$$\Delta h_b = \frac{D}{2}(1 - \cos \alpha), \quad (7)$$

где D – диаметр бочки валка; α – угол прокатки.

В то же время минимальное значение диаметра бочки валка ограничено условием захвата полосы [2, 4]. При установившемся процессе прокатки вращение неприводного валка обеспечивается в случае, когда $\operatorname{tg} \alpha \leq 2f_2$, где f_2 – коэффициент контактного трения между полосой и валком. Однако данное условие справедливо при отсутствии трения в шейках валка, хотя на самом деле оно имеет место и оказывает тормозящее действие на валок. Это равносильно уменьшению контактного трения на бочке валка на величину $f_1 d/D$, которая определяется из равенства моментов $f_1 d = f_2 D$.

Тогда условие вращения валка запишется в виде

$$\operatorname{tg} \alpha \leq 2f - f_1 \frac{d}{D}. \quad (8)$$

При горячей прокатке стали в сухих валках, согласно [5], коэффициент контактного трения составляет в среднем $f = 0,3$. Коэффициент трения в подшипниках скольжения шеек валка со смазкой при бронзовых вкладышах не превышает $f = 0,1$.

Тогда на основании (8) можно записать, что

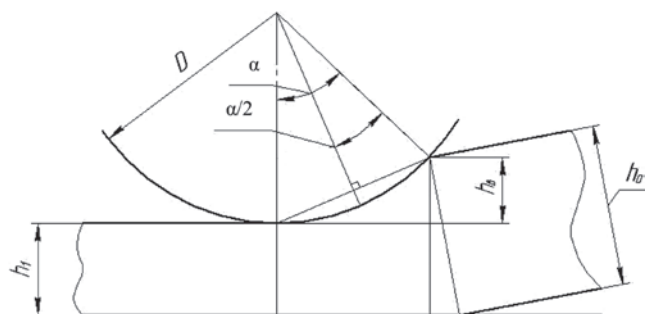


Рис. 4. Схема обжатия полосы на оправке

$$\operatorname{tg} \alpha \leq 0,6 - 0,1 \frac{d}{D}. \quad (9)$$

Решив выражение (9) совместно с (4), легко найти минимальное значение диаметра бочки валка, при котором возможно достичь наименьшего уширения.

Таким образом, изменяя направление движения рабочей поверхности оправки по отношению к плоскости рабочего и опорного валков, а также диаметр рабочего валка, можно минимизировать уширение полосы.

Литература

1. Способ изготовления изделий переменного по длине профиля: а. с. 1839121 СССР, МПК5 В 21 Н 8/00 / А. В. Степаненко, В. А. Король, Л. А. Исаевич; заявитель Белорусский политехнический ин-т. – заявка 4340833/27; заявл. 22.12.87; опубл. 30.12.93 // Официальный бюл. / Госпатент СССР. 1993. № 48–47.
2. И с а е в и ч Л. А. Прокатка полос переменной толщины на профилированной оправке / Л. А. Исаевич, М. И. Сидоренко // Наука и техника. 2013. № 1. С. 39–45.
3. Г р о м о в Н. П. Теория обработки металлов давлением. М.: Metallургия, 1978.
4. Ц е л и к о в А. И. Теория продольной прокатки / А. И. Целиков, Г. С. Никитин, С. Е. Рокотян. М.: Metallургия, 1980.