

Ключові слова: малокаліберна прокатка, калібрівка валків, круглі профілі, уширення металу, система «круг–гладка бочка–круг».

Resource-saving small-gage rolling was considered. Question about using of caliber system «round–flat body–round» for rolling of round steel was elucidated. Advantages of this calibration and its usage in practice were shown. Formulas for calculation of round widening in flat rolls and width of area of metal contact with rolls were given. Universal calibration of rounds with diameter 20–40 mm at mill 390 was shown. Flat rolls usage allows to exclude six special calibers from technological scheme and reduces roll consumption. Experience of application of small-gage rolling increases mill capacity up to 8% and improves operation conditions of roll armature. Im.: 4 DBMS is drawn is developed.

Keywords: small-gage rolling, calibration of rolls, rounds, metal widening, system «round–flat body–round».

УДК 621.771.01

Е. А. РУДЕНКО, докт. техн. наук, проф., ГВУЗ «ДонНТУ», Донецк

Ю. В. КОНОВАЛОВ, докт. техн. наук, проф., ГВУЗ «ДонНТУ», Донецк

М. О. ФРОЛОВА, аспирант, ГВУЗ «ПГТУ», Мариуполь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ СЛЯБОВ ПОСЛЕ МНОГОКРАТНОГО ОБЖАТИЯ В СИСТЕМЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ – ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ВАЛКИ

Представлены результаты экспериментальных исследований параметров формоизменения концов раскатов в плане после разового и многократного обжатия при редуцировании в гладких и калиброванных вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных валках. Получены адекватные зависимости для расчета параметров формы слябов в плане после многократного обжатия в системе вертикальные – горизонтальные валки, учитывающие влияние ширины сляба и размеров ящичного калибра.

Ключевые слова: сляб, многократное обжатие, калиброванные вертикальные валки, параметры формоизменения, редуцирование, проглаживание.

Введение. Процесс редуцирования может быть реализован путем разового или многократного последовательного обжатия в вертикальных валках с последующим проглаживанием широкой грани раската в горизонтальных валках на исходную толщину после каждого обжатия в вертикальных валках или одного проглаживания в горизонтальных валках в последнем проходе. Обжатие высоких и сверхвысоких слябов в вертикальных валках с последующим проглаживанием в горизонтальных валках редуцирующей клетки широкополосного стана обуславливает значительные искажения формы концов раската в плане от прямоугольной и, как следствие, большие потери металла с концевой обрезью.

В ряде работ представлены результаты исследования параметров формоизменения концов раскатов в плане при разовых и многократных обжатиях узких [1] и широких [2-4] слябов при прокатке в системе вертикальные – горизонтальные валки универсальной черновой клетки широкополосного стана. Однако в литературе нет сведений по влиянию многократных обжатий в системах калиброванные вертикальные – горизонтальные валки на формоизменение концов раскатов в плане при их редуцировании.

Целью работы является получение зависимостей для расчета параметров формоизменения концов раската в плане в условиях разового и многократного обжатия в гладких и калиброванных вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных валках редуцирующей клетки широкополосного стана.

© Е. А. Руденко, Ю. В. Коновалов, М. О. Фролова, 2012

Экспериментальные исследования формоизменения раскатов в плане при многократной деформации в вертикальных валках и проглаживании в горизонтальных выполняли методом физического моделирования на лабораторном стане 100 ДонНТУ. Масштаб моделирования 1:30, моделирующий материал – свинец. Моделировали процесс редуцирования слябов толщиной $H = 240$ мм, шириной $B = 1350, 1800, 2250$ мм в вертикальных валках диаметром 1500 мм с гладкой бочкой и с тремя ящичными калибрами с шириной дна ручья $B_\delta = 240$ мм, шириной у разъема $B_p = 340, 320, 300$ мм, глубиной $H_p = 150, 195, 250$ мм и последующим проглаживанием в горизонтальных валках диаметром 1500 мм.

При исследовании влияния многократного обжатия в системе вертикальные – горизонтальные валки на формоизменение концов раскатов в плане три группы образцов толщиной 8 мм и шириной 40,3-48,2 мм, 56,5-62,5 мм, 70,3-75,8 мм обжимали в гладких и калиброванных вертикальных валках за один, два и три последовательных прохода с обжатием 1,5 мм. Часть образцов в каждой группе обжимали на гладкой бочке и в калибрах разово примерно на 1,5, 3 и 4,5 мм. Далее образцы проглаживали в горизонтальных валках диаметром 50 мм, а после измеряли параметры формоизменения раскатов в плане (рис. 1).

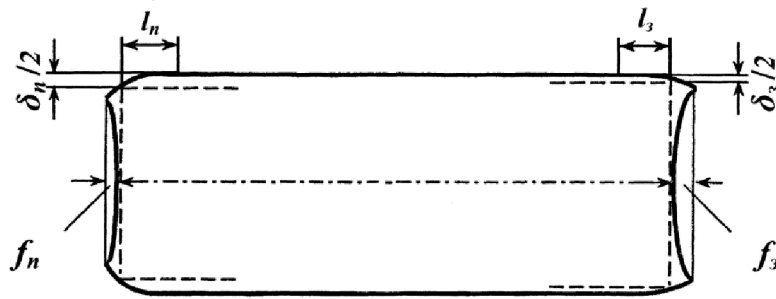


Рис. 1 – Параметры формоизменения концов раската в плане после обжатия сляба в вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных.

В качестве параметров формы концов раската в плане (рис. 1) приняли: f_n, f_3 – стрела вогнутости переднего и заднего торцов раската; δ_n, δ_3 – утяжка ширины переднего и заднего концов раската; l_n, l_3 – длина утянутого по ширине переднего и заднего концов раската.

В качестве независимых переменных формоизменения раската в плане приняли: отношение ширины к толщине сляба B_0/H_0 – показатель поперечного сечения сляба, $\Sigma\Delta B_i/B_0$ – возрастающее относительное обжатие по проходам при редуцировании; $\Sigma\Delta B_i/B_{cp}$ – условный показатель суммарного обжатия (количество проходов при равномерном обжатии), $K_{кал}$ – обобщенный показатель размера ящичного калибра, определяемый по формуле [4]:

$$K_{кал} = \sqrt{\frac{1 + (0,1 H_p / (B_p - B_\delta))}{1 - (2 H_p / B_0)}} \quad (1)$$

При обжатии в гладких вертикальных валках $K_{кал} = 1,0$ (ГБ)

Диапазоны изменения независимых переменных составили: $B_0/H_0 = 5,1 - 9,44$; $\Sigma\Delta B_i/B_0 = 0,02 - 0,13$; $\Sigma\Delta B_i/B_{cp} = 1 - 3$; $K_{кал} = 1,14 - 1,46$.

На рис. 2 показано влияние переменных $B_0/H_0, \Sigma\Delta B_i/B_{cp}, K_{кал}$ на параметры формоизменения концов раската в плане $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3$.

Аналогичные графики получены для длины утянутого по ширине переднего l_n и заднего l_3 концов раската.

На графиках рис. 2 цифры у кривых 1, 2, 3 означают количество последовательных обжатий в вертикальных валках, а цифры у кривых при разовом обжатии 1 (2), 1 (3) в скобках – величину разового обжатия равного обжатию за два и три прохода.

Как видно из графиков, что при многократном обжатии (2-3 прохода) в гладких и калиброванных вертикальных валках и проглаживании в горизонтальных значения параметров формоизменения концов раската в плане $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$ больше, чем при разовом обжатии при равных условиях.

Увеличение отношения ширины к толщине образца B_0/H_0 приводит к росту стрел вогнутости f_n, f_3 , утяжки ширины δ_n, δ_3 и длины утянутого по ширине переднего l_n и заднего l_3 концов раската, причем при многократной деформации в гладких и калиброванных вертикальных валках с последующим проглаживанием в горизонтальных валках искажение формы концов раската в плане больше, чем при разовой с одинаковым суммарным обжатием. Стрела вогнутости заднего конца раската больше переднего в 1,5-2 раза. Утяжка ширины и длина утянутых участков переднего конца больше заднего в 2-3 раза.

Наименьшие значения параметров формы концов раската в плане $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$ наблюдается при многократном обжатии слябов на гладкой бочке $K_{кал} = 1,0$ с последующим проглаживанием в горизонтальных валках; в калибрах наименьшие значения отмечено при $K_{кал} = 1,14 - 1,18$, а наибольшие при $K_{кал} = 1,33 - 1,46$.

Для определения параметров формы концов раската в плане после многократных обжатий слябов в системе вертикальные – горизонтальные валки выбрана регрессионная модель вида:

$$Y/B_0 = f \{ (B_0/H_0); (\Sigma \Delta B_i/B_0); (\Sigma \Delta B_i/B_{cp}); K_{кал} \}, \quad (2)$$

где $Y = f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$.

После регрессионной обработки данных получены зависимости в виде многочлена:

$$Y/B_0 = B_0 + B_1 (B_0/H_0) + B_2 (\Sigma \Delta B_i/B_0) + B_3 (\Sigma \Delta B_i/B_{cp}) + B_4 K_{кал} \quad (3)$$

Значения коэффициентов в зависимостях (3) приведены в табл. 1.

Таблица. – Значения коэффициентов

Y/B_0	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
f_n/B_0	-0,0007	0,0009	0,18	0,007	-
f_3/B_0	-0,0025	0,0005	0,42	0,012	-
δ_n/B_0	-0,0098	0,003	0,18	0,0056	-
δ_3/B_0	0,0370	-0,005	0,39	0,008	-
l_n/B_0	0,0360	0,0024	1,03	0,035	-
l_3/B_0	-0,033	0,007	0,59	0,018	-
f_n/B_0	-0,1	0,005	0,37	0,0054	0,06
f_3/B_0	-0,123	0,0038	0,53	0,0083	0,09
δ_n/B_0	-0,082	0,003	0,31	0,0033	0,068
δ_3/B_0	-0,07	0,0032	0,23	0,006	0,05
l_n/B_0	-0,13	-0,0002	0,93	0,016	0,19
l_3/B_0	-0,064	-0,0001	0,50	0,0083	0,11

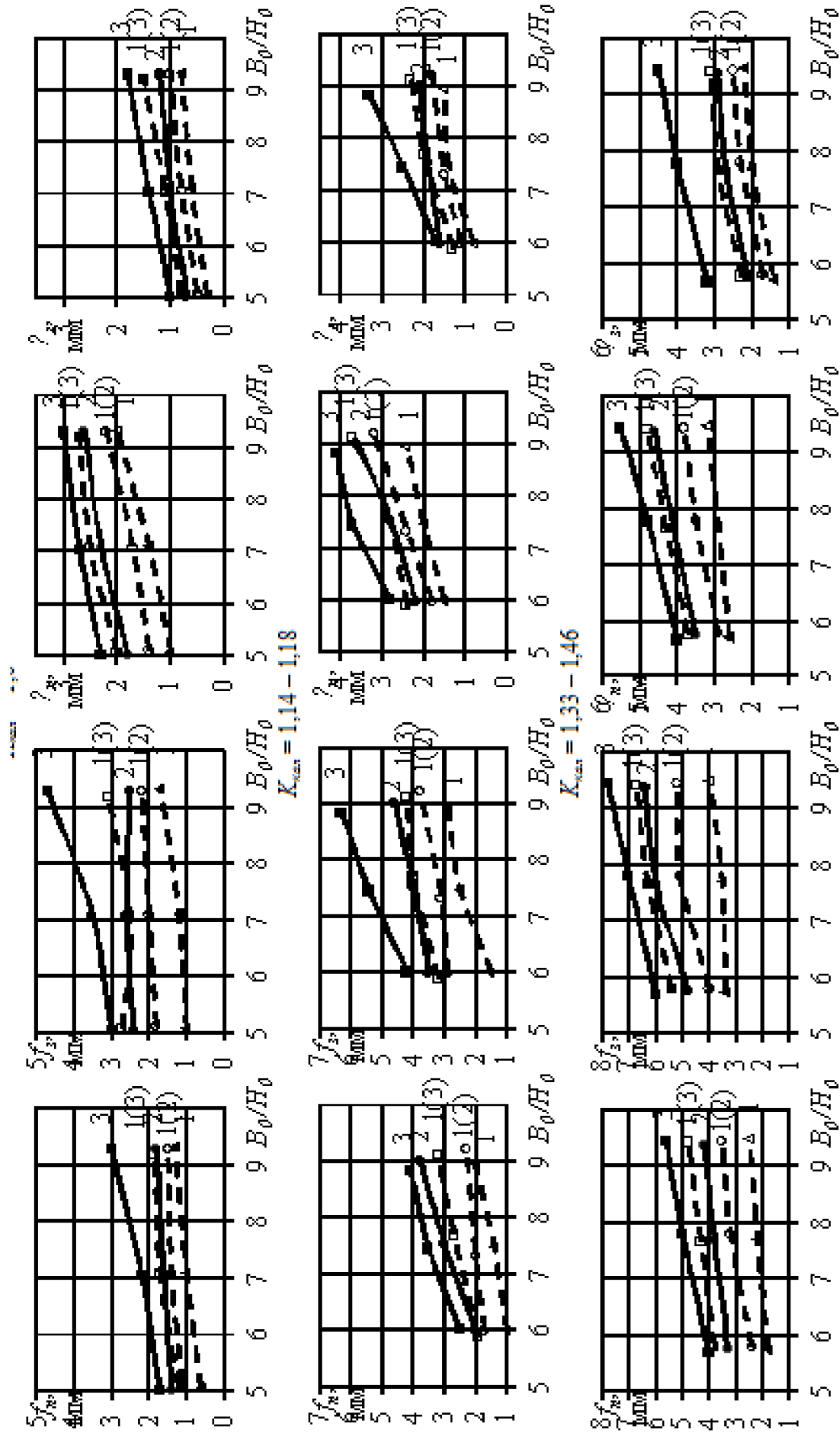


Рис. 2. – Зависимость параметров формы концов раската в плане от переменных процесса редуцирования слэбов.
 Обозначения – в тексте

Полученные математические модели (3) адекватны, средняя ошибка аппроксимации и коэффициент множественной корреляции составили $\varepsilon = 10-20\%$ и $R = 0,85-0,97$.

Выводы.

1. При многократном обжатии (2-3 прохода) в гладких и калиброванных вертикальных валках с последующим проглаживанием в горизонтальных значения параметров формоизменения концов раската в плане $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$ больше, чем при разовом обжатии при равных условиях.

2. С увеличением отношения ширины к толщине образца B_0/H_0 все параметры формоизменения концов раската в плане $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$ увеличиваются.

3. Стрела вогнутости заднего конца f_3 раската больше переднего f_n в 1,5-2 раза. Утяжка ширины и длина утянутых участков переднего конца δ_n, l_n больше заднего δ_3, l_3 в 2-3 раза.

4. Наименьшие значения $f_n, f_3, \delta_n, \delta_3, l_n, l_3$ получили при многократном обжатии на гладкой бочке. При обжатии в калибрах наименьшие значения параметров формы концов раскатов получены в мелких пологих ручьях при малых значениях B_0/H_0 ($K_{\text{кал}} = 1,14 - 1,18$), наибольшие – в глубоких узких ручьях при больших значениях B_0/H_0 ($K_{\text{кал}} = 1,33 - 1,46$).

Список литературы: 1. Шевцов В.К. Некоторые особенности расчета параметров прокатки в универсальной клетке широкополосного стана / В.К. Шевцов, Е.А. Руденко, Ю.В. Коновалов // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1990. – №8. – С. 31-34. 2. Тишков В.Я. Особенности расчёта режима обжатий при реверсивной прокатке сляба / В.Я. Тишков, Г.И. Набатов, Ю.А. Ерёмин // Теория и технология производства толстого листа: Темат. сб. научн. трудов (МЧМ УССР) – М.: Металлургия. – 1986. – С. 115-118. 3. Барышев В.В. Моделирование пластической деформации сляба в вертикальных и горизонтальных валках реверсивной клетки / В.В. Барышев, С.В. Кудинов, М.О. Седых // Производство проката. – 2003. – №9. – С. 11-13. 4. Корохов В.Г. Осевая вытяжка при редуцировании сляба / В.Г. Корохов, Р.А. Черковер, А.Е. Лонцкий // Обработка материалов давлением: Сб. научн. трудов. – Краматорск: ДГМА. – 2008. – №1(19). – С. 289-291.

Надійшла до редколегії 12.10.2012

УДК 621.771.01

Исследование параметров формоизменения слябов после многократного обжатия в системе вертикальные – горизонтальные валки / Руденко Е. А., Коновалов Ю. В., Фролова М. О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №46(952). – С. 164-168 – Бібліогр.: 4 назв.

Представлені результати експериментальних досліджень параметрів формозміни кінців розкатів у плані після разового і багаторазового обтиску при редукуванні у гладких і каліброваних вертикальних валках і прогладжування у горизонтальних валках. Отримані адекватні залежності для розрахунку параметрів форми слябів у плані після багаторазового обтиску в системі вертикальні-горизонтальні валки, що враховують вплив ширини сляба та розмірів ящиківого калібру.

Ключові слова: сляб, багаторазовий обтиск, калібровані вертикальні валки, параметри формозміни, редукування, прогладжування.

The results of experimental researches of the parameters of forming ends of rolls in a plan are presented after single and multiple deformation at reducing in smooth and calibrated vertical rolls and ironing in horizontal rolls. Adequate dependences are obtained for the calculation of parameters of slabs form in a plan after multiple deformation in the system vertical – horizontal rolls, taking into account influence of the slabs width, sizes of caliber groove.

Keywords: slab, multiple deformation, calibrated vertical rolls, the parameters of deformation, reduction, ironing