

УДК 621.771.01: 621.771.23

Руденко Е.А., Танкин С.А. (Донецк, ДонНТУ)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫНУЖДЕННОГО УШИРЕНИЯ ПОСЛЕ МНОГОКРАТНОГО ОБЖАТИЯ СЛЯБА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ КЛЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО СТАНА

Приведен метод определения частных вынужденных уширений металла после каждого обжатия сляба в вертикальных валках и условного проглаживания в горизонтальных валках и суммарного вынужденного уширения после нескольких последовательных проходов.

The method of definition of individual enforced broaderings of metal after each slabbing action in vertical rolls and conditional adduce in horizontal rolls and general enforced broadening after several series passes is adduced.

В последнее время при реконструкции черновых групп клетей широкополосных станов горячей прокатки вместо вертикального окалиноломателя устанавливают мощную вертикальную клеть с целью реализации процесса редуцирования слябов. Редуцирование производится за 1-3 реверсивных проходов в ящичном калибре. В следующей клети раскат проглаживается и при возможности дополнительно обжимается по толщине в горизонтальных валках.

В работе [1] приведены данные по исследованию влияния на вынужденное уширение металла в горизонтальных валках многократности последовательных обжатий в вертикальных валках. Установлено, что дробность деформации в вертикальных валках увеличивает вынужденное уширение и, следовательно, уменьшает их эффективность по уменьшению ширины на 5...10)%.

Математического описания вынужденного уширения в условиях многократных последовательных обжатий в вертикальных валках в литературе нами не найдено.

В этой связи целью настоящей работы является выявление закономерностей и получение расчетной зависимости вынужденного уширения после многократного обжатия сляба в вертикальных валках.

Исследование выполнено методом моделирования многократного обжатия в ВВ с катающим диаметром 1000...1200мм на лабораторном стане с масштабом 1 : 30. Серии свинцовых образцов толщиной 8мм, шириной 45,60 и 75мм ($V/H = 5,63; 7,5$ и $9,38$) обжимали по ширине на гладкой бочке и в трех ящичных калибрах. Размеры ручьев следующие: глубина (b_p) 5, 5 и 3 мм, ширина у дна (h_o) 8, 8 и 8мм, ширина у разъема (h_p) 10, 12 и 11,5мм соответственно у калибров 1,2 и 3..

Был разработан план опытных прокаток, сущность которого заключалась в выявлении частных вынужденных уширений от каждого последнего из нескольких последовательных проходов в суммарной величине вынужденного уширения.

Часть партий из 2-3 образцов каждой серии прокатывали с одинаковыми обжатиями на гладкой бочке и в каждом калибре за два и три последовательных прохода, часть – в одном проходе с одинарным, двойным и тройным обжатием. Обжатия в последовательных проходах принимали одинаковыми с учетом ограничений по устойчивости раската и переполнению калибров. Часть образцов прокатали с разовыми обжатиями равными суммарным за два и три прохода.

На рис.1 показаны типовые графики зависимости вынужденного уширения от однократных и последних из двух и трех последовательных обжатий в гладких и калиброванных ВВ при различных условиях прокатки. Как видно из графиков, во всех диапазонах изменения V/H , обжатий в ВВ, параметров калибров вынужденное уширение в последовательных проходах с одинаковыми обжатиями уменьшается от первого к последнему проходу. Следовательно, эффективность обжатия по уменьшению ширины увеличивается от первого к последнему проходу. Степень уменьшения вынужденного уширения в последовательных проходах больше при прокатке в калиброванных ВВ, т.к.

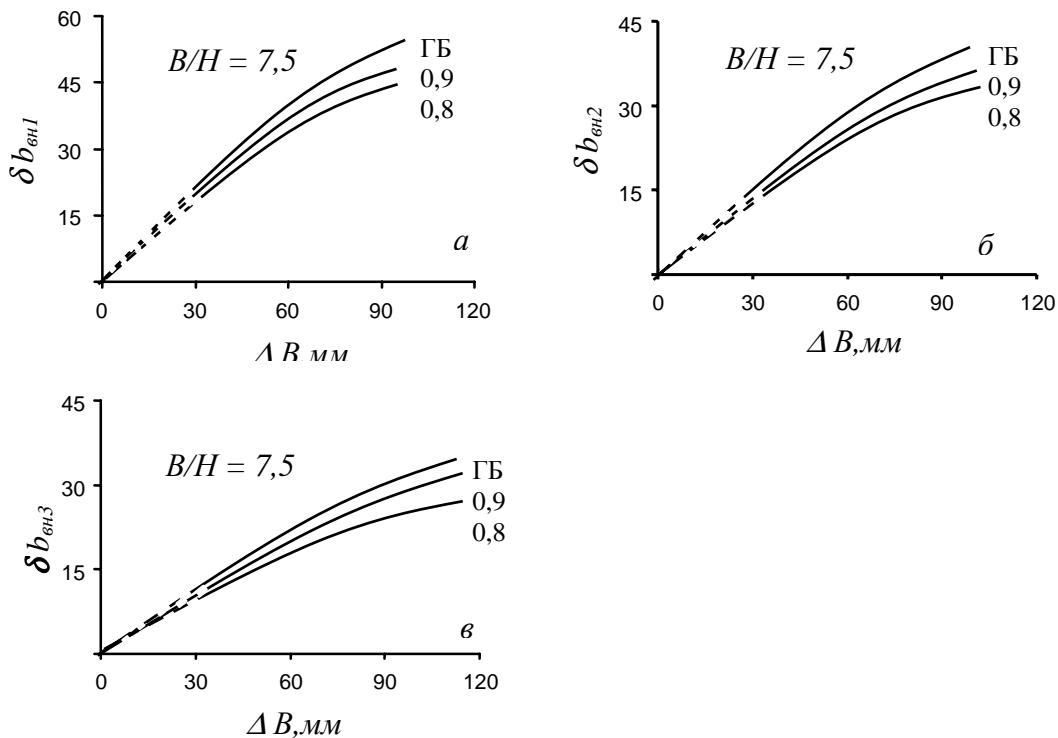


Рис.1 - Зависимость частных вынужденных уширений от обжатия ВВ: а- в первом проходе; б- во втором проходе; в- в третьем проходе; ГБ – гладкие ВВ; цифры у кривых- значения критерия K_k калибра

степень их заполнения и вытяжка раската увеличиваются. Из рисунков видно также, что при равенстве однократного обжатия сумме многократных вынужденное уширение после однократного обжатия меньше суммы вынужденных уширений после многократных обжатий. Из приведенного анализа следует, что при заданной сумме обжатий по проходам в ВВ для повышения эффективности уменьшения ширины максимальные обжатия следует делать в последних проходах.

Для расчета вынужденного уширения после двух, трех и более последовательных обжатий в ВВ разработан метод приведения каждого следующего обжатия, начиная от первого к предыдущему, т.е. второго к первому и третьего ко второму. Такой метод позволяет для расчетов использовать одно выражение для разового обжатия. Последовательность приведения позволяет так же учесть влияние предыдущего обжатия. Предложенный метод аналогичен методу расчета приведенных обжатий при определении силы прокатки в последовательных проходах в вертикальных валках [2].

На рис.2 показана схема приведения обжатий. Как видно, приведение производится по условию равенства вынужденных уширений во всех последовательных проходах: $\delta b'_{енi} = const.$ (показано стрелками). Одинаковое вынужденное уширение получено после первого обжатия $\Delta B'_1$, второго из двух $\Delta B'_2$ и третьего из трех $\Delta B'_3$. Каждому новому значению вынужденного уширения соответствуют новые вынужденные уширения по проходам. Соблюдая принцип последовательности получаем, что коэффициенты приведения по проходам таковы: $k'_2 = \Delta B'_2 / \Delta B'_1$, $k'_3 = \Delta B'_3 / \Delta B'_2$. Очевидно, что для приведения третьего обжатия к первому следует эти коэффициенты перемножить.

С применением графоаналитического метода обработки экспериментальных данных по многократным последовательным обжатиям в ВВ первой черновой клетки ШСП и проглаживаниям раската в ГБ получили следующие зависимости:

Для гладких ВВ

$$k_2 = 0,485(B/H)^{0,154} (\Delta B_1 / B)^{-0,0517}; \quad (1)$$

$$k_3 = 0,455(B/H)^{0,159} (\Delta B_2 / B)^{-0,052}. \quad (2)$$

Для калиброванных ВВ

$$k_2 = 0,333(B/H)^{0,169} (\Delta B_1 / B)^{-0,983} K_K^{-0,066}; \quad (3)$$

$$k_3 = 0,31(B/H)^{0,132} (\Delta B_2 / B)^{-0,105} K_K^{-0,0733}, \quad (4)$$

где K_K – обобщенный параметр, учитывающий влияние параметров ящичного калибра в вертикальных валках;

$$K_K = 1 / \left\{ 0,8 \sqrt{[1 + 0,1b_p / (h_p - h_d)] / (1 - 2b_p / B)} \right\}, \quad (5)$$

Средняя ошибка аппроксимации зависимостей (1)-(4) не превышает 6%, коэффициент множественной корреляции составляет 0,93...0,98.

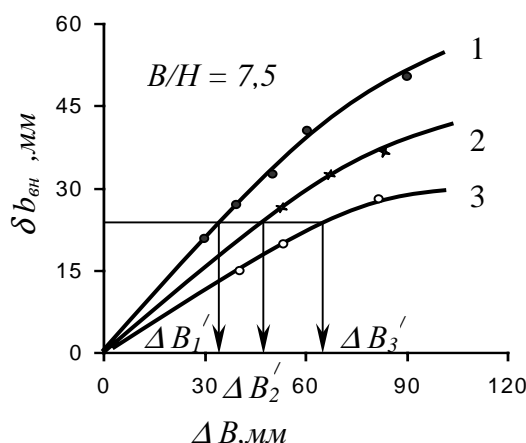


Рис.2- Влияние последовательных обжатий в гладких ВВ на частные вынужденные уширения: 1- разовое обжатие; 2- второе обжатие их двух последовательных; 3- третье обжатие из трех последовательных.

При заданных обжатиях по проходам ΔB_1 , ΔB_2 и ΔB_3 приведенные к первому обжатия во втором и третьем проходах будут равны

$$\Delta B_{2 \text{ пр}} = k_2 \Delta B_2, \quad (6)$$

$$\Delta B_{3 \text{ пр}} = k_3 k_2 \Delta B_3. \quad (7)$$

Вынужденное уширение за три прохода равно сумме

$$\delta b_{вн1-3} = \delta b_{вн1} + \delta b_{вн2} + \delta b_{вн3}. \quad (8)$$

В выражении (8) величины вынужденных уширений во втором и третьем проходах можно определить по той же зависимости, что и для первого прохода, подставляя в него соответствующие приведенные обжатия.

На рис.3 приведены экспериментальные зависимости влияния параметров

многопроходовой прокатки для условий редуцирования слябов в первой черновой клетке ШСПП типа 2000 ($B/H = 4...9$, $D_k/H_c = 4...5$) в гладких и калиброванных ВВ на значения коэффициентов k_2 и k_3 .

Как видно, коэффициент k_3 незначительно (на 5...10%) меньше чем коэффициент k_2 . С увеличением обжатия и обобщенного параметра калибра (увеличением глубины и уменьшении выпуска) оба коэффициента уменьшаются в связи с уменьшением частных вынужденных уширений. Наоборот, при увеличении отношения B/H оба коэффициента

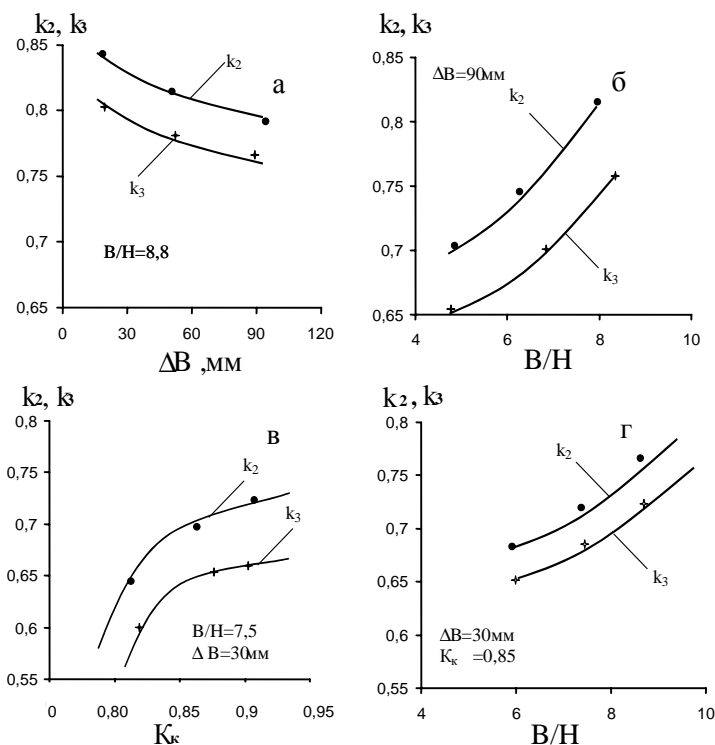


Рис. 3 - Зависимость коэффициентов k_2 и k_3 от параметров многопроходной прокатки для условий редуцирования слябов в черновой клетке стана 2000 в гладких (а, б) и калиброванных (в, г) валках

ВЫВОДЫ

В статье приведен анализ частных вынужденных уширений после трех одинаковых последовательных обжатий сляба в вертикальных валках и методика их расчета, основанная на приведении каждого частного обжатия в вертикальных валках к первому, когда сляб имеет прямоугольное поперечное сечение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долженков Ф.Е., Годсков В.П., Полторава Ю.В. Исследование эффективности использования клетки с вертикальными валками // Усовершенствование технологии производства толстолистовой стали: Темат. отрасл. сб.-М.: Металлургия. -1981.-С. 49-52.
2. Руденко Е.А., Митьев А.П., Гриненко А.А. Методика определения приведенных обжатий в последовательных проходах при прокатке слябов в вертикальных валках // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: Зб. наук. пр.- Краматорськ: ДДМА.-2001.-С. 665-667.