

УДК 621.771

Николаев В. А.
Васильев А. А.**ПЕРЕКРЕЩИВАНИЕ ВАЛКОВ В КЛЕТИ КВАРТО ПРИ ПОМОЩИ КЛИНОВЫХ УСТРОЙСТВ**

Для обеспечения качественного поперечного профиля широких полос размеры и форму межвалкового зазора устанавливают различными способами, в том числе:

- 1 – раздельным регулированием положения нажимных устройств клетки кварто;
- 2 – станочным профилированием бочек рабочих и опорных валков;
- 3 – регулированием теплового профиля валков путем секционного охлаждения их бочек;
- 4 – противоизгибом (дополнительным изгибом) рабочих валков;
- 5 – осевым сдвигом рабочих валков с SVC – профилировкой;
- 6 – перекрещиванием, например, верхней пары валков клетки кварто относительно нижней пары на угол до 1,5 град.

Исследования и анализ способов 1–5 воздействия на межвалковый зазор и поперечный профиль полосы в достаточной степени освещены в работах [1–7]. Каждый из указанных способов (способы 1–5) имеет достоинства и недостатки. Первый способ инерционный позволяет корректировать исходную (шлифовочную) корректировку и постепенный симметричный износ поверхностей рабочих валков. Способность регулирования межвалкового зазора и неплоскостности полосы гидравлическим изгибом ограничена допустимой прочностью подшипников качения рабочих валков, а применение SVC – профилировки (*S*-образной) с осевым сдвигом рабочих валков обуславливает неравномерный износ опорных валков и сокращает срок их службы. SVC – профилировка позволяет регулировать поперечную разнотолщинность полос, но мало влияет на неплоскостность полос. Поэтому в клетях кварто, кроме SVC – профилировки применяют и противоизгиб рабочих валков.

Целью работы является разработка конструкции устройства клетки кварто, обеспечивающего регулирование межвалкового раствора в процессе прокатки для получения точного профиля полосы.

В последнее время для горячей прокатки полос начали применять клетки кварто с перекрещивающимися верхней и нижней парами валков [8–10]. В этих клетях регулирование межвалкового зазора выполняют, кроме изменения угла перекрещивания пар валков, еще противоизгибом и осевым сдвигом рабочих валков с цилиндрическим профилем образующей бочек, а также быстродействующей гидравлической системой нажимных механизмов и специальными коллекторами для управления тепловым режимом бочек валков. Перекрещиванием пар валков получают необходимую эквивалентную выпуклость валков, противоизгибом рабочих валков воздействуют на неплоскостность полосы, а осевым сдвигом рабочих валков уменьшают неравномерность выработки валков. Комплекс устройств и способов регулирования межвалкового зазора в нескольких клетях кварто широкополосного стана в процессе полубесконечной прокатки полос позволяет выдерживать на всей длине полосы допуск по толщине в пределах 1 %. При полубесконечной прокатке длина тонких литых слябов для ШСП составляет 180...270 м.

Уменьшение (увеличение) угла перекрещивания изменяет эквивалентную величину выпуклости валков, определяемую по формуле:

$$f_p = (L \cdot \theta)^2 / 2(D_p + S_k), \quad (1)$$

где f_p – суммарная эквивалентная выпуклость рабочих валков; θ – угол перекрещивания валков; L – длина бочки валков; S_k – зазор у края валков.

Количество клеток и величину угла перекрещивания валков устанавливают в зависимости от толщины прокатываемой полосы и размеров валков. При длине бочки $L = 2000$ мм и угле перекрещивания $\theta = 1,5^\circ$ величина смещения осей рабочих валков составляет $e \approx 26$ мм (на концах бочек валков).

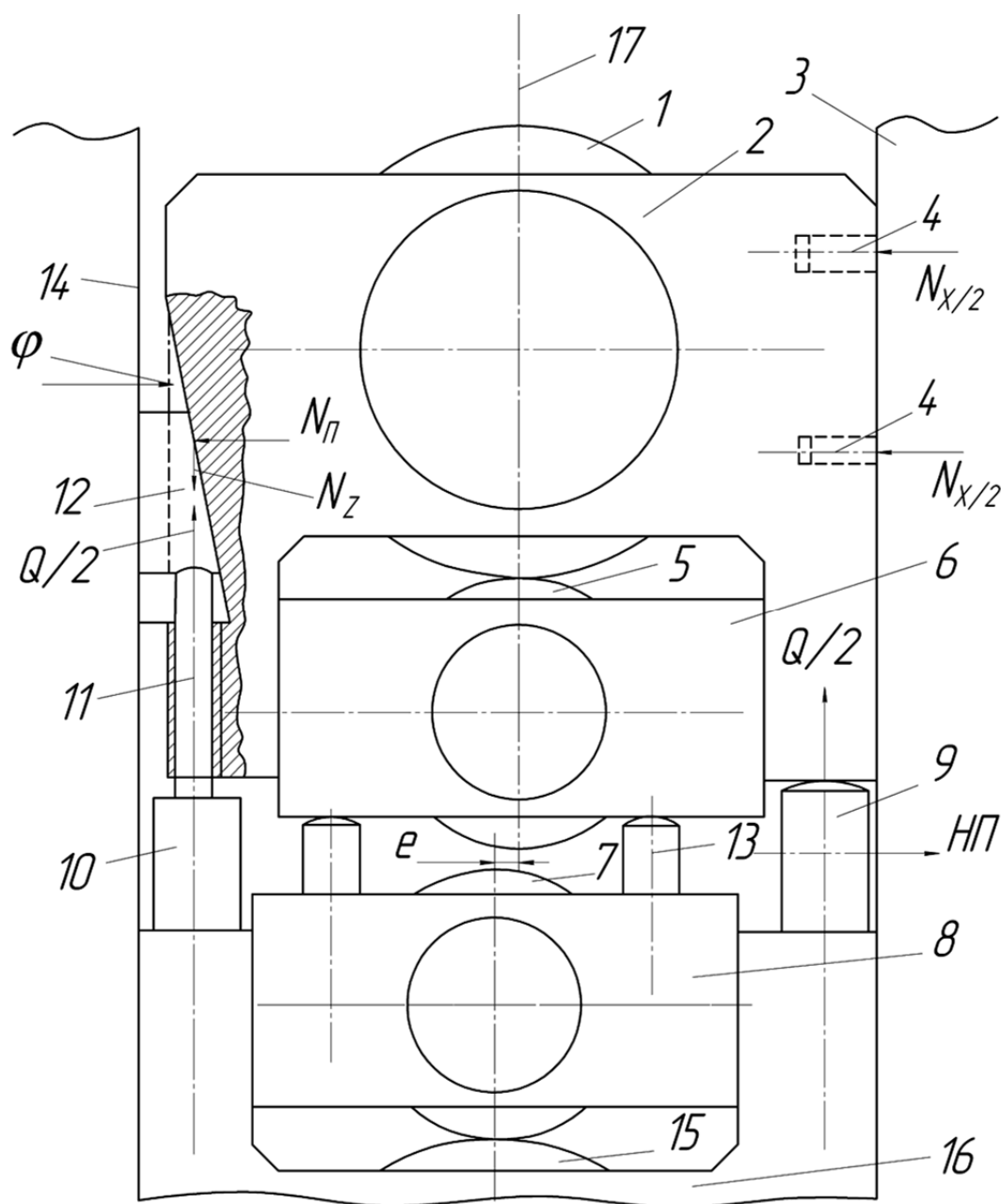


Рис. 1. Схема устройства для перекрещивания пары валков клетки кварто:

1 – верхний опорный валок; 2 – подушка верхнего опорного валка; 3, 14 – стойки станины; 4 – плунжеры для возврата подушки; 5 – верхний рабочий валок; 6 – подушка верхнего рабочего валка; 7 – нижний рабочий валок; 8 – подушка нижнего рабочего валка; 9, 10 – плунжеры уравнивания верхнего опорного валка; 11 – удлинитель плунжера; 12 – клин; 13 – плунжеры уравнивания верхнего рабочего валка; 15 – нижний опорный валок; 16 – подушка нижнего опорного валка; 17 – нажимное устройство

Для перекрещивания верхней и нижней пар валков в клетке кварто используют специальные устройства, о конструкциях которых в литературе сведений недостаточно. В данной статье с использованием известных уже разработок [11–15] предложен способ перекрещивания верхней пары валков относительно нижней пары. В предлагаемом способе клиновые

устройства устанавливаются между подушками опорных валков и стойками станины со стороны входа (выхода) полосы в валки непрерывного стана. При этом нижняя пара валков выполняется такой же конструкции или как и в известных клетях кварто. Клиновые устройства устанавливаются в теле подушек верхнего опорного валка, как показано на рис. 1 (со стороны стоек, на которые опираются подушки во время прокатки). Оба клина устанавливаются в нейтральном положении при угле $\theta = 0,5 \dots 0,7$ град. Однако правая часть бочки верхней пары валков смещена по направлению прокатки (НП) (см. рис. 1) относительно оси нижней пары валков, а противоположная сторона торцов бочек смещена против направления прокатки относительно нижней пары валков (влево от оси нижних валков). При такой установке верхней пары валков и необходимости смещения правой стороны верхних валков по направлению прокатки (см. рис. 1) под действием реактивных сил, действующих в очаге деформации, подушки верхнего опорного валка поджимаются к поверхностям клиновых устройств, а гидроплунжеры 4 с силой N_X фиксируют верхние подушки опорного валка в требуемом положении (при определенных значениях « e » и θ). Опорные поверхности клиньев 12 и плунжеров 4 выполнены с криволинейной формой. Подушка верхнего опорного валка воздействует на клин с силой N_{II} , которая создает соответствующую вертикальную силу N_Z . В процессе прокатки сила $N_Z \approx Q/2$ и клин удерживается в заданном состоянии, фиксируя, таким образом параметры « e » и θ . Плунжеры 10 воздействуют на клиновые устройства через удлинители 11, которые проходят через специальные отверстия в подушках. Таким образом, регулирование параметра « e » выполняется при помощи соответствующей установки клиновых устройств 12 и определяется из выражения (1) через угол θ [10]:

$$\theta = \sqrt{2f_p(D_p + S_k)/L^2}. \quad (2)$$

В свою очередь имеем:

$$\operatorname{tg} \theta = 2e/L. \quad (3)$$

Решая совместно выражения (2) и (3) получим:

$$e = \sqrt{\frac{f_p}{2}(D_p + S_k)}. \quad (4)$$

Для определения параметра « e » в первую очередь необходимо рассчитать известными методами величину f_p , которая необходима для компенсации прогиба валков и их теплового профиля. Например, если $D_p = 800$ мм, $S_k = 30$ мм и $f_p = 0,3$ мм из выражения (4) получим $e \approx 18,6$ мм ($\theta \approx 1,1^\circ$) (здесь f_p – эквивалентная выпуклость валков относительно края бочки). В процессе выработки преимущественно середины длины бочек рабочих валков параметр « e » соответствующим образом увеличивают, увеличивая при этом толщину полосы на кромках и, следовательно, уменьшают поперечную разнотолщинность. При необходимости уменьшить эквивалентную выпуклость f_p (то есть « e » и θ) уменьшают силу Q на гидроплунжерах 10 и под действием силы N_Z клин опускается вниз, а верхняя пара валков под действием горизонтальной составляющей силы N_{II} в очаге деформации и сил N_X от плунжеров 4 перемещается против направления прокатки (в сторону левой стойки станины). Перемещение этой части подушки вниз препятствуют гидроплунжер 9, полоса, находящаяся между валками и гидроуравновешивание (противоизгиб) рабочих валков 13.

Все сказанное относится к правой по ходу прокатки подушке опорного валка (рис. 1). Клиновое устройство на левой по ходу прокатки подушке опорного валка работает в противоположном режиме. То есть при максимальном значении угла θ клин со стороны левой

подушки находится в нижнем положении, в отличие от клина на правой подушке, который в исходном состоянии установлен в верхнем положении. При наклоне поверхности клина на $\varphi = 20^\circ$ возможная величина $e = 36,4$ мм при его вертикальном ходе в 100 мм (для валков с $L = 2000$ мм обеспечивается угол $\theta = 3,63$ град).

Клиновидность полосы устраняют путем смещения одной из подушек верхнего опорного валка. Возможен вариант, когда нижняя пара валков устанавливается стационарно с осями перпендикулярными оси прокатки или под небольшим углом θ в противоположном направлении относительно осей верхней пары валков.

ВЫВОДЫ

Таким образом, предложен способ перекрещивания верхней и нижней пары валков, который может быть применен в клетях непрерывного широкополосного стана независимо от наличия других устройств и способов воздействия на межвалковый зазор и, следовательно, на поперечный профиль полосы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полухин П. И. Тонколистовая прокатка и служба валков / П. И. Полухин, Ю. Д. Железнов, В. П. Полухин. – М. : Металлургия, 1967. – 388 с.
2. Полухин В. П. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ листовых прокатных станов / В. П. Полухин. – М. : Металлургия, 1972. – 512 с.
3. Коновалов Ю. В. Повышение точности листов и полос / [Ю. В. Коновалов, Е. А. Руденко, П. С. Гринчук и др.]. – К. : Техніка, 1987. – 144 с.
4. Николаев В. А. Профилирование и износостойкость листовых валков / В. А. Николаев. – К. : Техніка, 1992. – 158 с.
5. Кламма К. Технология CVC на полосовых станах холодной прокатки : пер. с нем. / К. Кламма // Черные металлы. – 1984. – № 22. – С. 44–47.
6. Николаев В. А. Повышение эффективности работы полосовых станов с профилированием валков / В. А. Николаев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 34–37.
7. Николаев В. А. Прокатка широкополосной стали / В. А. Николаев, А. Ю. Путнюки. – К. : Освіта України, 2009. – 268 с.
8. Даниели: новая прокатная клеть для полубесконечной прокатки // Сталь. – 2000. – № 10. – С. 71–73.
9. Стелла Ф. Совершенствование прокатки сверхтонкой полосы из непрерывно-литых тонких слябов / Ф. Стелла, А. Карбони, П. Бобиг, И. Фарук // Сталь. – 2003. – № 11. – С. 58–65.
10. Грот И. Новый способ горячей прокатки тонких полос / [И. Грот, Л. Сьеревогель, М. Корниелсен и др.] // Черные металлы. – 2004. – Июнь-август. – С. 36–42.
11. Николаев В. А. Устройство клинового типа для регулирования межвалкового зазора в клетях кварто / В. А. Николаев // Металл и литье Украины. – 2004. – № 11. – С. 30–32.
12. Николаев В. А. Устройство для регулирования межвалкового зазора в четырехвалковой клетях / В. А. Николаев // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2006. – № 7. – С. 35–38.
13. Пат. України на корисну модель (винахід) № 63215. Комплект подушек кліті листового стана / Ніколаєв В. О., Васильєв О. Г. – № 2003031845; заявл. 03.03.2003; опубл. 15.01.2004, Бюл. № 1.
14. Пат. України на корисну модель (винахід) № 4221. Подушки робочих валків листового стана / Ніколаєв В. О. – № 2004031936; заявл. 16.03.2004; опубл. 17.01.2005, Бюл. № 1.
15. Пат. України на корисну модель (винахід) № 4951. Комплект подушек кліті кварто / Ніколаєв В. О. – № 20040604204; заявл. 01.06.2004; опубл. 15.02.2005, Бюл. № 2.

Николаев В. А. – д-р техн. наук, проф. ЗНТУ;

Васильев А. А. – соискатель ЗНТУ.

ЗНТУ – Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье.

E-mail: senator0023@hotmail.ru

Статья поступила в редакцию 16.10.2012 г.