

УДК 621.771

Николаев В. А.
Николенко А. Г.
Мацко С. В.
Васильев А. А.
Васильев А. Г.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ УРАВНОВЕШИВАНИЯ (ПРОТИВОИЗГИБА) ВАЛКОВ С НОВОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ПЛУНЖЕРОВ

Для регулирования формы и размеров межвалкового зазора и получения качественного поперечного профиля полос в клетях широкополосных станков используют несколько каналов регулирования межвалкового зазора:

- станочное профилирование валков, в том числе и CVC – профилировка;
- тепловое профилирование размеров валков путем секционированного охлаждения;
- противоизгиб (дополнительный изгиб) рабочих валков;
- перекрещивание верхней и нижней пар валков относительно друг друга на угол до $1,5^\circ$;
- раздельное изменение положения левого и правого нажимных устройств клетки.

Остановимся подробнее на возможностях регулирования положения валков (межвалкового зазора) относительно вертикальной оси клетки. Ранее отмечали [1–3], что эффективность регулирования положения рабочих валков обусловлена степенью защемления в подушках шеек опорных валков. Защемление шеек опорных валков во многом обусловлено характером контакта гидроплунжеров уравнивания верхнего опорного валка. Известно, что в существующих клетях кварто опорные (контактные) торцы плунжеров имеют плоскую поверхность [4]. При изгибе валков плоская поверхность плунжеров с диаметром $d = 75 \dots 180$ мм препятствует повороту подушек, а, следовательно, и шеек валков вследствие повышения жесткости контакта. При этом сам прогиб валков несколько уменьшается, если, к тому же, отсутствует достаточный зазор между шейками валков и подшипниками качения. Кроме того, высокая жесткость системы плунжера – валок для обеспечения необходимого регулирования межвалкового зазора вынуждает применять значительные силы противоизгиба, что оказывает отрицательное влияние на подшипники качения рабочих валков [5]. Снижение жесткости в конструкции узла плунжер – подушка улучшает способность клетки к регулированию поперечных параметров полосы [1–3].

Целью работы является повышение качества поперечного профиля полосы путем применения новых конструкций плунжеров гидравлических устройств противоизгиба валков.

Применение новой конструкции опорного узла со сферическими поверхностями контакта плунжера и подушки, на наш взгляд, позволяют улучшить воздействие на межвалковый зазор [3]. На рис. 1, 2 представлены два варианта исполнения устройств со сферическими опорами в контакте плунжеров и подушек опорных и рабочих валков [6, 7].

На рис. 1 показана схема узла подушек 2 нижнего опорного валка 3 с плунжерами 10, которые имеют торцы со сферическими или параболическими поверхностями. Нижние поверхности подушек опираются на прокладки 7 с параболической формой контакта. Таким образом нижние подушки имеют свободу перемещения по оси опорного валка 3. Тогда, при прокатке под действием силы P происходит изгиб опорного валка и его ось получает кривизну, соответствующую линии 13. Вследствие наличия ограниченного размера контакта («точечного») на участках A_1, A_2 плунжеры 10 имеют возможность проворачиваться относительно участков B_1 и B_2 по радиусу с размером D . При таком контакте в опорах подушек отсутствует защемление шеек опорных валков в подушках подшипников даже при отсутствии зазоров, и это повышает чувствительность опорного валка к регулированию межвалкового зазора путем воздействия нажимными устройствами.

Плунжеры устройств уравнивания (гидравлического противоизгиба) верхнего рабочего валка также имеют плоские поверхности контакта с верхними подушками. Кроме того плунжеры (гидроцилиндры) располагают по оси шеек рабочих валков, на расстоянии $0,5l_{ш}$ от торца бочки рабочего валка ($l_{ш}$ – длина шейки валка). Для получения эффекта противоизгиба рабочих валков необходимо применить значительные силы Q , величина которых ограничена прочностью подшипников качения на шейках валков.

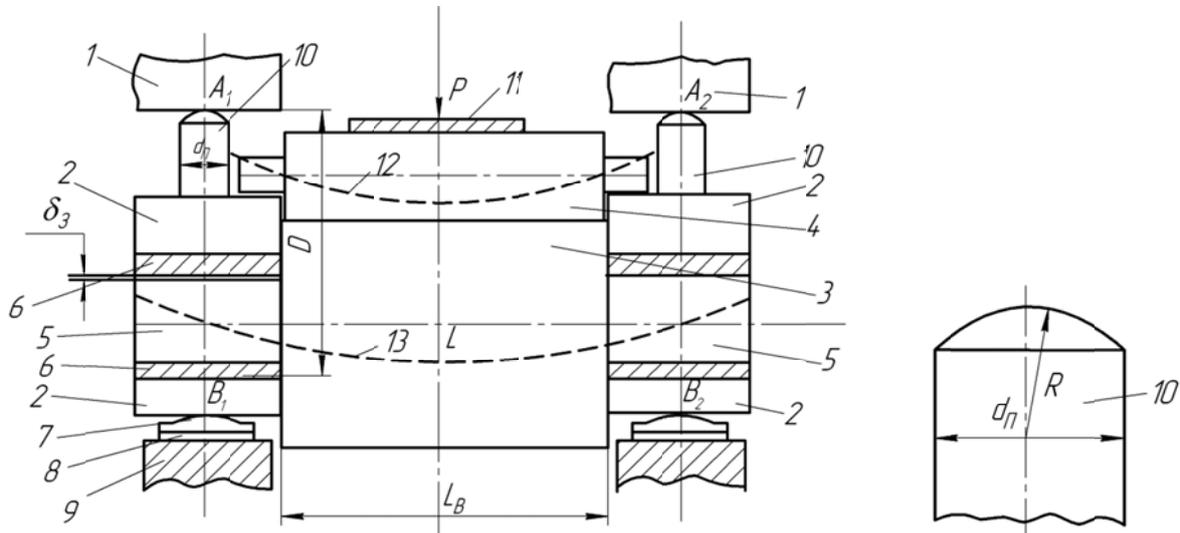


Рис. 1. Комплект валков и подушек со сферическими плунжерами:

1 – лапы верхних подушек опорного валка; 2 – подушки нижнего опорного валка; 3 – нижний опорный валок; 4 – нижний рабочий валок; 5 – шейка опорного валка; 6 – подшипник; 7 – прокладка с параболической формой поверхности; 8 – прокладка; 9 – нижняя поперечина станины; 10 – плунжер со сферической формой торца; 11 – полоса; 12 – линия прогиба рабочего валка; 13 – линия прогиба опорного валка (P – сила прокатки; d_n – диаметр плунжера; R – радиус сферической поверхности торца плунжера – $R = 200\text{--}500$ мм)

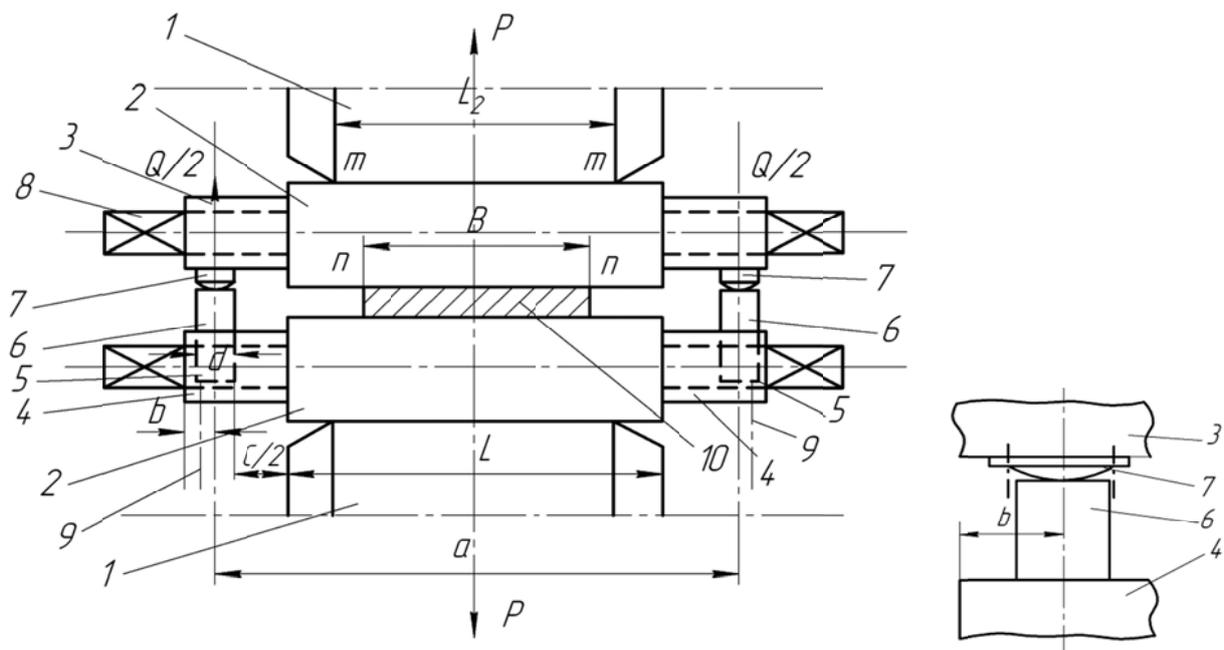


Рис. 2. Схема гидроуравнивания верхнего рабочего валка:

1 – опорные валки; 2 – рабочие валки; 3, 4 – подушки шеек рабочих валков; 5 – гидроцилиндры; 6 – плунжеры; 7 – накладка со сферической поверхностью; 8 – хвостовик рабочего валка; 9 – маслопровод

На рис. 2 представлена схема устройства для регулирования прогибов рабочих валков, в которой опорные валки 1 контактируют с рабочими валками 2. На шейках рабочих валков установлены подушки 3, 4. В нижние подушки встроены гидроцилиндры 5 с плунжерами 6, которые плоскими торцами упираются в накладку 7 со сферическими (параболическими) поверхностями, жестко установленные на нижней плоскости подушки верхнего рабочего валка. Достоинством устройства на рис. 2 со сферическими накладками на верхней подушке валков заключается в том, что отпадает необходимость изготавливать новые плунжеры гидроустройств и требует меньших материальных затрат при внедрении устройства в производство. Гидроцилиндры с плунжерами размещают в нижних подушках с осью на расстоянии $b = (1,1 \dots 1,2)d$ (где d – наружный диаметр гидроцилиндра); b – расстояние от оси гидроцилиндра до боковой поверхности подушки). Радиус торцевой сферической (параболической) поверхности накладки составляет $r \geq 3 \dots 6)d$ (где d – диаметр плунжера).

Устройство работает следующим образом. При прокатке полосы 10 происходит прогиб валков с большей величиной по оси валков. При этом краевые участки бочек получают меньшее вертикальное перемещение, что вызывает большее обжатие кромок полосы в точках n и появление дефекта формы полосы в виде волнистости. Уменьшение обжатия полосы на участках n (рис. 2) на шейки рабочих валков действуют силой Q противоизгиба валка. Под действием сил Q увеличивается прогиб концевых участков валков относительно точек m в контакте рабочих и опорных валков и увеличивается упругая деформация валков на участках m . В соответствии с известными положениями сопротивления материала изгибу имеем:

– для существующего устройства:

$$\delta_{ВП} = \delta_m \left(\frac{B}{L_2} \right)^2; \quad (1)$$

– для устройства по рис. 2:

$$\delta_B = \delta_m \left(\frac{B}{L_2} \right)^2 \cdot \left(\frac{a}{L+c} \right)^2, \quad (2)$$

где $\delta_{ВП}$ и δ_B – вертикальное перемещение валков на участках n ширины полосы (на кромках) соответственно для существующего и устройства на рис. 2;

L – длина бочки рабочего валка;

L_2 – длина активного участка длины бочки опорного валка;

a – расстояние между осями плунжеров;

c – длина шейки валка;

B – ширина полосы;

δ_m – упругое сплющивание валков в точке m .

Таким образом, по сравнению с существующим предлагаемое устройство позволяет (при $Q = \text{const}$) уменьшить обжатие кромок полосы на участках n в (раз) $\delta_m = \text{const}$:

$$\Delta = \frac{\delta_B}{\delta_{ВП}} = \left(\frac{a}{L+c} \right)^2, \quad (3)$$

где $a = L + 2(c - b)$.

Так, например, при $L = 1700$ мм, $c = 300$ мм, $d = 100$ мм, $b = 60$ мм, получим:

$$\Delta = \left[\frac{L + 2(c - b)}{L + c} \right]^2 = \left(\frac{1700 + 480}{1700 + 300} \right)^2 = 1,19.$$

Таким образом, при принятых параметрах устройства обжатие кромок полосы на участках n уменьшится в 1,19 раза, что способствует выравниванию толщины (и формы) полосы по ее ширине. Принимая во внимание, что при увеличении параметра a (рис. 2) происходит увеличение упругой деформации δ_m , то эффект переноса плунжеров ближе к торцам шеек на снижение толщины кромок полос будет больше.

Применение сферического (параболического) контакта плунжера с накладками подушки верхнего валка может полностью устранить защемление шеек валка в подшипниках качения, установленных в подушках, обеспечить выравнивание погонных нагрузок по длине подшипника и при этом, повышается его работоспособность.

ВЫВОДЫ

С применением новой конструкции узла плунжер-подушка (опорный узел со сферическими опорами в контакте плунжеров и подушек опорных и рабочих валков) обеспечивает при прокатке свободное перемещение плунжеров относительно подушек нижнего опорного валка. В таком случае в опорах подушек отсутствует защемление шеек опорных валков в подушках, даже при отсутствии зазоров, и это повышает чувствительность опорного валка к регулированию межвалкового зазора путем воздействия нажимными устройствами. Новая конструкция плунжеров позволяет повысить способность клетки к регулированию поперечных параметров полосы и снизить защемление в подушках шеек опорных валков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев В. А. Повышение стойкости шеек опорных валков стана 1680 / В. А. Николаев, А. Ю. Путники, В. Т. Тилик и др. // *Сталь*. – 2002. – № 5. – С. 37–39.
2. Николаев В. А. Прогиб опорного валка четырехвалковой клетки с учетом опорного момента / В. А. Николаев // *Изв. вузов. Черная металлургия*. – 2001. – № 9. – С. 18–19.
3. Николаев В. А. Прогиб валкового комплекта при различных зазорах в подшипниках / В. А. Николаев, А. Г. Васильев // *Изв. вузов. Черная металлургия*. – 2002. – № 7. – С. 23–25.
4. Королев А. А. Конструкции и расчет машин и механизмов прокатных станов / А. А. Королев. – М. : Металлургия, 1969 г. – 464 с.
5. Полухин В. П. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ листовых прокатных станов / В. П. Полухин. – М. : Металлургия, 1972 г. – 512 с.
6. Пат. України на корисну модель (винахід) № 69571, В21В 27/00. Комплект подушок валків листопрокатної кліті / Ніколаєв В. О., Ніколаєв О. В., Ніколенко А. Г., Мацко С. В., Васильєв А. О., Васильєв О. Г. – № u201105780 ; заявл. 10.05.2011 ; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.
7. Пат. України на корисну модель (винахід) № 62723, В21 В31/02. Валковий вузол кліті кварто / Ніколаєв В. О., Путники А. Ю., Ніколенко А. Г., Васильєв О. Г., Васильєв С. О. – № u201102032 ; заявл. 21.02.2011 ; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17.

Николаев В. А. – д-р техн. наук, проф. ЗНТУ;
Николенко А. Г. – инженер, нач. цеха ОАО «Запорожсталь»;
Мацко С. В. – инженер, нач. цеха ОАО «Запорожсталь»;
Васильев А. Г. – инженер ОАО «Запорожсталь»;
Васильев А. А. – соискатель ЗНТУ.

ЗНТУ – Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье.

ОАО «Запорожсталь» – Открытое акционерное общество «Запорожский металлургический комбинат «Запорожсталь», г. Запорожье.

E-mail: senator0023@hotmail.ru

Статья поступила в редакцию 29.10.2012 г.