

Воздействие на межвалковый раствор клетки квартоклиновыми устройствами

Проблема получения качественного продольного и поперечного профилей широкополосной стали при прокатке в клетях кварто остается актуальной и в настоящее время. В существующих четырехвалковых клетях, наряду со станочной и температурной профилировками валков широко применяют принудительное регулирование межвалкового зазора гидроизгибом рабочих валков [1]. В последнее время в конструкции клетей кварто внесено существенное усовершенствование путем оснащения их устройствами горизонтальной стабилизации рабочих валков [2]. Гидравлические устройства в такой клетке воздействуют в горизонтальной плоскости на сами рабочие валки или их «подушки». Последний принцип воздействия на «подушки» рекомендуют применять для клетей с рабочими валками диаметром $D_p > 300$ мм.

Гидравлический изгиб (противоизгиб) рабочих валков используют для устранения неравномерности деформации по ширине полосы и получения плоской формы прокатываемой полосы, а горизонтальная стабилизация рабочих валков, повышая жесткость валковой системы, обеспечивает уменьшение

Показано, как устройства клинового типа (УКТ) выполняют регулирование положения рабочих валков в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также отличие между таких устройств, которое заключается в различии направления рабочего конуса относительно оси валков

вертикального прогиба валков и продольную разнотолщинность полосы.

В работах [3-8] предложены устройства клинового типа (УКТ), позволяющие одновременно выполнять регулирование положения рабочих валков в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рис. 1, 2). Особенностью этих устройств является наличие конусных сопряжений боковых поверхностей «подушек» рабочих валков и лап «подушек» опорных валков.

Наклонные поверхности могут быть выполнены на всей высоте «подушек» или на части их. Угол наклона конусных (клиновых) поверхностей «подушек» равен $\varphi = 5-15^\circ$ и выбирается в зависимости от конкретных условий работы клетки. Из рис. 1 следует, что при воздействии гидроплунжеров рабочих «подушек» с усилием Q (на одну «подушку») со стороны лап «подушек» опорных валков возникает нормальная сила N и ее горизонтальная составляющая N_x . Сила N_x способствует прижатию рабочих валков к опорным валкам и к полосе в очаге деформации. В устройстве по рис. 2 подвижный клин б действует непосредственно на «подушку» рабочего валка. Устройства устанавливают на одном или двух рабочих валках.

Отличие между устройствами рис. 1 и 2 заключается в различии направления рабочего конуса относительно оси валков. В устройстве по рис. 1 нормальное усилие N , а следовательно, и вертикальная составляющая N_z этого усилия направлены к нижнему рабочему валку (к очагу деформации). При таком воздействии усилия N_z снижает эффективность регулирования межвалкового сжатия под действием противоизгиба рабочих валков, но имеет место дополнительное обжатие полосы в очаге деформации, которое способствует утонению ее кромок и изменению параметров неплоскостности полосы.

В клиновом устройстве по рис. 2 на «подушку» 5 рабочего валка 8 действует нормальное усилие N и вертикальная составляющая $N_z = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$, направленные в сторону верхнего опорного валка 3, когда полностью используются возможности

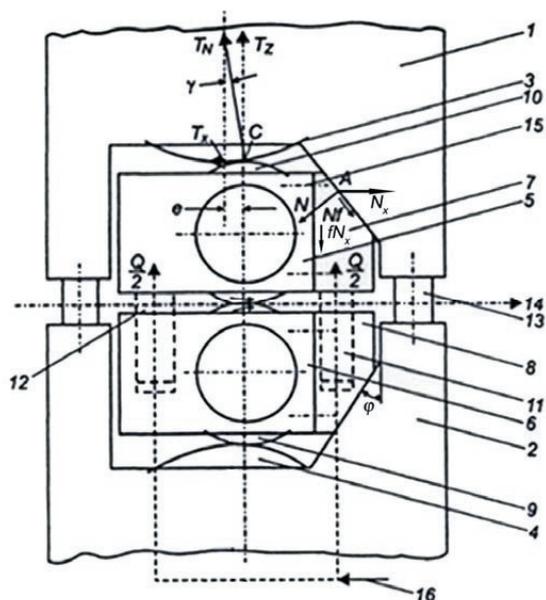


Рис. 1. Устройство гидроизгиба рабочих валков: 1, 2 – «подушки» опорных валков; 3, 4 – опорные валки; 5, 6 – «подушки» рабочих валков; 7, 8 – клиновые ползуны «подушек»; 9, 10 – рабочие валки; 11, 12 – плунжеры гидроустройств рабочих валков; 13 – плунжер гидроустройства; 14 – полоса; 15 – крепление ползуну; 16 – гидросистема

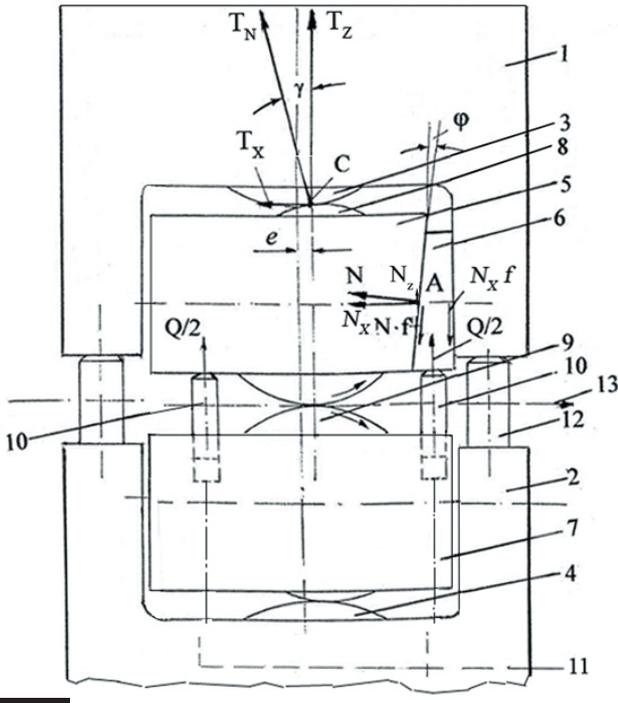


Рис. 2. Устройство гидроизгиба рабочих валков: 1, 2 – «подушки» опорных валков; 3, 4 – опорные валки; 5, 7 – «подушки» рабочих валков; 6 – подвижный клин; 8, 9 – рабочие валки; 10 – плунжеры уравнивания верхнего рабочего валка; 11 – трубопровод подачи масла; 12 – плунжеры уравнивания верхнего опорного валка; 13 – полоса

противоизгиба рабочих валков. Схема действия сил показывает, что эффективность воздействия устройства 6 (рис. 2) на регулирование межвалкового раствора в контакте с полосой более эффективно, чем устройства 7 (рис. 1).

Рассмотрим равновесие сил на участках «А» и «С» (рис. 2) в вертикальной и горизонтальной плоскостях для одной «подушки»:

$$N_z = 0,5Q - f \cdot N \cdot \cos \phi - f \cdot N_x - G/4; \quad (1)$$

$$N_x = N_z / \operatorname{tg} \phi - 0,25(T_{II} - T_3) - 0,5P_{on} \cdot \sin \gamma, \quad (2)$$

где N – нормальная сила; Q – усилие уравнивания верхнего рабочего валка на одной шейке (усилие противоизгиба); ϕ – угол наклона клина; N_x – горизонтальная составляющая усилия N ; f – коэффициент трения; G – масса рабочего валка, «подушек» и шпинделя; P_{on} – нормальная сила со стороны опорного валка; T_{II} и T_3 – переднее и заднее натяжения полосы; γ – угол между осью опорного валка и нормальной силой T_N .

Решая совместно выражения (1) и (2) получим ($G=0$)

$$N_x = 0,5Q / (\operatorname{tg} \phi + 2f) - 0,25(T_{II} - T_3) - 0,5P_{on} \cdot \sin \gamma. \quad (3)$$

Выражение (3) имеет смысл при $\phi > 0$ и $f > 0$. Из выражения (3) следует, что уменьшение угла ϕ и коэффициента трения f способствует увеличению силы горизонтального прижатия рабочего валка к опорному на участке «С». Эффективность прижатия рабочего валка к опорному снижается при увеличении силы прокатки, так как возрастает сила P_{on} и силы переднего натяжения T_n ($T_3 = \text{const}$).

Полагаем, что сила N_x равномерно распределена между очагом деформации и межвалковым контактом и поэтому $N_x = 2T_x$ (где T_x – горизонтальная составляющая от усилия N_x на участке «С» контактирования краев бочек рабочего и опорного валков).

В соответствии с условиями контактирования рабочего и опорного валков на площадке «С» вертикальная составляющая T_z будет равна

$$T_z = T_x / \operatorname{tg} \gamma, \quad (4)$$

где γ – угол между осью опорного валка и нормальной силой T_N .

Расчеты показывают, что при уменьшении угла ϕ наблюдается существенное повышение сил N_x и T_z . Так при $Q = 0,2$ МН, $(T_{II} - T_3) = 0$, $P_{on} = 18$ МН, $\gamma = 0,015$ рад, $f = 0,1$ для устройств с углами $\phi = 5$ и 10° получили соответственно:

$$\begin{aligned} N_x &= 0,218; & T_z &= 7,27; \\ N_x &= 0,132; & T_z &= 4,07. \end{aligned}$$

Очевидно, такие большие значения N_x и T_z в практических условиях не требуются и поэтому их снижение обеспечивается увеличением угла ϕ и уменьшением силы Q . Для клетей кварто, где оси рабочих и опорных валков смещены в сторону направления прокатки, устройство клинового типа (УКТ) можно применить с одной стороны «подушки» 2 рабочих валков (со стороны выхода полосы), а в клетях, в которых оси рабочего и опорного валков расположены в одной плоскости (реверсивные станы) УКТ используют с обеих сторон «подушки». В УКТ по рис. 1 действует иное равновесие сил и оно в большей степени воздействует на очаг деформации полосы.

Вывод

Выполнен анализ работы устройства для стабилизации положения рабочих валков относительно опорных, которое эффективно и для гидравлического регулирования межвалкового зазора на краевых участках бочек.

Ключевые слова

Межвалковый раствор, квартоклиновые устройства, гидроплунжеры, клетки кварто

Summary

V. A. Nikolaev

Impact on the distance between rolls of box-like wedge-like cage devices

Shows how wedge-type devices (WTD) fulfill the provisions of the regulation of working rolls in the vertical and horizontal planes, and shows the difference between such devices, which is the difference between the directions of the working cone about the axis of the rolls

Анотація

В. О. Ніколаєв

Вплив на міжвалковий розчин кліті квартоклиновими пристроями

Показано, як пристрої клинового типу (ПКТ) виконують регулювання положення робочих валків у вертикальній та горизонтальній площях, а також показано відмінність між такими пристроями, яка відрізняється напрямком робочого конусу відносно осі валків

УДК 621.771.06

В. В. Веренев (ИЧМ), С. В. Мацко, О. В. Симененко, Д. В. Телюк, В. Т. Тилик, В. А. Яценко (ОАО «Запорожсталь»)

Зависимость ударных нагрузок от технического состояния клетей непрерывного прокатного стана

Известно, что существенное влияние на динамические нагрузки в прокатной клетке в период захвата полосы валками оказывают угловые зазоры в шпиндельном сочленении, обусловленные во многом износом бронзовых вкладышей. Зазоры приводят к увеличению динамической составляющей нагрузки в линии главного привода в 1,5-2,0 раза и более. Правилами технического обслуживания предусмотрена периодическая замена шпинделей с изношенными вкладышами. Это предупреждает развитие существенных износа и зазоров и, как следствие, ударных нагрузок.

В то же время характер и закономерности изменения последних при длительной работе стана остаются вне поля зрения технологов и механиков. Работа прокатных станов и его обслуживание ведутся без количественных данных по динамической нагруженности клетей, поскольку стационарными измерителями момента сил упругости они не оборудованы.

Непрерывные прокатные станы состоят из ряда клетей, взаимосвязанных единым технологическим процессом. Вместе с тем, обжатие, скорость прокатки, нагрузка, температура полосы, конструктивные особенности шпинделей в клетях

Показано характер изменения ударных нагрузок и их прогнозирование, необходимое для расчетов оборудования на прочность и долговечность. Было идентифицировано математическую модель линии главного привода совместно с упругой системой клетки с учетом зазоров, а также определено среднюю скорость износа бронзовых вкладышей

разные, что приводит к разному износу вкладышей. Соответственно этому периодичность замены шпинделей в клетях стана также разная и основана на опыте их эксплуатации. Вместе с этой заменой также естественно ожидать периодическое изменение ударных нагрузок. В связи с этим была поставлена задача определить характер изменения последних одновременно в черновых клетях № 1-4 в течение достаточно длительного периода работы стана 1680.

Для периодического измерения момента сил упругости в нескольких клетях действующего стана в течение длительного времени требуются существенные ресурсы и соответствующее аппаратное обеспечение. Поэтому поступили следующим образом. На основании предыдущих измерений момента и полученных данных о переходных процессах идентифицировали математическую модель линии главного привода совместно с упругой системой клетки с учетом зазоров [1]. По данным периодического измерения для каждой клетки определили среднюю скорость