

А. Г. Тубольцев /к. т. н./

Национальная металлургическая академия Украины

Метод определения нейтральной линии двухвалкового калибра при прокатке фланцевых профилей

Предложен метод определения нейтральной линии калибра при производстве швеллеров в двухвалковых калибрах, основанный на равенстве моментов прокатки на верхнем и нижнем валках, с учетом касательных контактных напряжений в зонах отставания и опережения. (Ил. 2. Библиогр.: 10 назв.).

Ключевые слова: нейтральная линия калибра, момент прокатки, опережение, деформация, касательные контактные напряжения

The method of determining the neutral line of the pass while manufacturing channels in two-high grooves is proposed in the present paper. The method is based on equality of rolling moments on the top and bottom rolls taking into account the tangential contact stresses in zones of backward and forward slip.

Key words: neutral line of the pass, rolling moment, forward slip, deformation, tangential contact stresses

При прокатке фланцевых профилей, не имеющих горизонтальной оси симметрии (уголков, швеллеров, СВП и др.), важным вопросом при разработке калибровки является правильное расположение калибра в валках, определяемое нейтральной линией калибра (НЛК), которую располагают на средней линии валков (СЛВ).

Задачу правильного определения НЛК исследователи, в первую очередь, связывают с необходимостью обеспечения прямолинейного выхода раската из калибра без изгиба на верхний или нижний валок [1–3].

Следует отметить, что даже при прокатке профилей с горизонтальной осью симметрии в валках равного диаметра на практике не всегда можно добиться прямолинейного выхода раската из калибра ввиду различных условий на контактных поверхностях по верхнему и нижнему валкам.

Это явление еще более усугубляется при прокатке фланцевых профилей без горизонтальной оси симметрии в валках разного диаметра. В то же время правильное определение НЛК должно обеспечить также безаварийность работы прокатного оборудования и необходимое качество продукции, что связывают с равномерным распределением момента прокатки между валками. На практике достаточно трудно добиться прямолинейного выхода раската из калибра и равномерного распределения момента между валками, на что указывает ряд исследований. Как отмечается в работе [4], «даже удачное определение положения нейтральной линии (с точки зрения обеспечения прямолинейности выхода раската) не может быть реализова-

но на практике, поскольку для этих целей необходима, например, значительная разница в диаметрах рабочих валков, а это приводит к непрогнозируемому распределению момента прокатки между валками».

Известны различные методы определения НЛК [1;3; 5–9], которые основаны на учете геометрических соотношений параметров калибра либо учитывают касательные контактные напряжения на элементах профиля на выходе металла из очага деформации (метод М. С. Мутьева). Вместе с тем ряд авторов (А. П. Чекмарев, М. С. Мутьев, В. С. Пестов) подчеркивают важность определения НЛК с учетом касательных контактных напряжений на контактной поверхности металла для верхнего и нижнего валков в зонах отставания и опережения.

Ряд исследователей (А. П. Чекмарев, М. С. Мутьев, З. Вусатовский) также указывают, что НЛК можно определять из условия равенства момента прокатки на верхнем и нижнем валках.

Следует также отметить, что известные до настоящего времени методы определения НЛК не учитывают величину деформации металла в очаге деформации (например, коэффициент вытяжки).

Целью данной работы является разработка метода определения нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра, относительно которой момент прокатки на верхнем и нижнем валках равны.

На рис. 1. представлена схема к определению нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра с увеличенным уклоном полок и изогнутой стенкой, где D_0 – расстояние между ося-

ми валков; m – величина прогиба стенки швеллера; φ_1 – величина уклона по наружной грани полки; l_{cp} – длина средней линии стенки; R – радиус изгиба стенки по средней линии; R_1 и R_2 – радиус верхнего и нижнего валков по середине стенки соответственно; z – ордината нейтральной линии калибра.

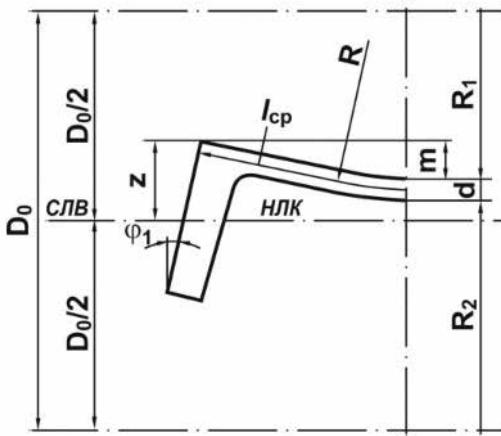


Рис. 1. Схема к определению нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра

Предлагаемый метод определения нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра (рис. 1), основанный на равенстве момента прокатки на верхнем и нижнем валках с учетом касательных контактных напряжений в зонах отставания и опережения, заключается в следующем.

1. Строится зависимость момента прокатки на верхнем M_1 и нижнем M_2 валках в зависимости от отношения радиусов по середине стенки нижнего R_2 и верхнего R_1 валков $k = \frac{R_2}{R_1}$. На рис. 2 представлен качественный характер изменения моментов прокатки на верхнем M_1 и нижнем M_2 валках в зависимости от соотношения их радиусов.

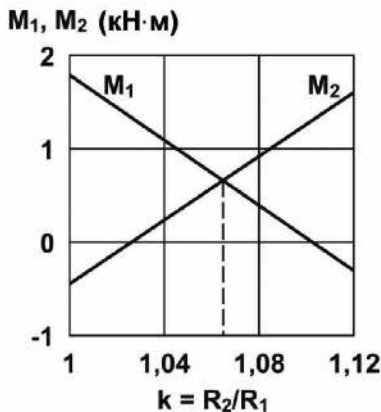


Рис. 2. Качественный характер изменения момента прокатки на верхнем (M_1) и нижнем (M_2) валках в зависимости от отношения их радиусов $k = R_1/R_2$

Принципы определения момента прокатки на верхнем (M_1) нижнем (M_2) валках изложены в работе [10] и заключаются в следующем: по величине опережения по стенке определяются границы зон отставания и опережения на контактной поверхности металла с валками, равнодействующие касательных контактных напряжений в этих зонах по стенке и фланцам и момент прокатки как произведение равнодействующих касательных контактных напряжений на радиусы приложения этих напряжений.

2. По построенной зависимости определяется значение k , при котором соблюдается равенство моментов прокатки на верхнем и нижнем валках ($M_1 = M_2$).

3. При известном значении величины k ордината z (рис. 1) нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра определяется по выражению:

$$z = \frac{D_0 / 2 \cdot (k - 1) + m \cdot (k + 1) + d}{k + 1}. \quad (1)$$

Исходя из заданных геометрических параметров швеллерного калибра с увеличенным уклоном по наружной грани полки и изогнутой стенкой, величину прогиба m можно определить по выражению:

$$m = \frac{tg\varphi_1}{2} \cdot \left[\cos\varphi_1 \cdot (l_{cp} - 0,0349 \cdot R \cdot \varphi_1^0) + 2 \cdot R \cdot \sin\varphi_1 \right] + R \cdot \left(1 - \frac{1}{\cos\varphi_1} \right) - \frac{d}{2} \cdot (1 - \cos\varphi_1). \quad (2)$$

4. Радиус верхнего валка R_1 и нижнего валка R_2 определяется по выражениям:

$$R_1 = \frac{D_0}{2} - z + m; \quad (3)$$

$$R_2 = k \cdot R_1. \quad (4)$$

Выводы

Предложен метод определения нейтральной линии двухвалкового швеллерного калибра, основанный на равенстве моментов прокатки на верхнем и нижнем валках и учитывающий касательные контактные напряжения в зонах отставания и опережения.

Предложенный метод позволяет учесть влияние величины деформации металла на положение нейтральной линии калибра.

Предложенный метод может быть использован для определения нейтральной линии калибра при прокатке других фланцевых профилей.

Библиографический список

1. Чекмарев А. П. Калибровка прокатных валков / А. П. Чекмарев, М. С. Мутьев, Р. А. Машковцев. – М.: Металлургия, 1971. – 509 с.

2. Смирнов В. К. Калибровка прокатных валков / В. К. Смирнов, В. А. Шилов, Ю. В. Инатович. – М.: Металлургия, 1987. – 368 с.
3. Калибровка прокатных валков: Справочник / В. В. Гетманец, А. Ф. Вавилов, С. В. Седуш, В. Л. Романченко. – Донецк, 2006. – 346 с.
4. Огинский И. К. Развитие методов расчета калибровки, определение положения раската в калибре при прокатке несимметричных профилей / И. К. Огинский // Системні технології. – 2011. – № 2 (73). – С. 130–139.
5. Хофф Х. Прокатка и калибровка / Х. Хофф, Т. Даль. – М.: Металлургиздат, 1957. – 228 с.
6. Старченко Д. И. Развернутая калибровка фасонных профилей / Д. И. Старченко. – М.: Металлургиздат, 1952. – 248 с.
7. Литовченко Н. В. Калибровка валков сортовых станков / Н. В. Литовченко, Б. Б. Диомидов, В. А. Курдюмова. – М.: Металлургиздат, 1963. – 638 с.
8. Вусатовский З. Основы прокатки / З. Вусатовский. – М.: Металлургия, 1967. – 582 с.
9. Пестов Б. С. Определение положения нейтральной линии и среднего катающего диаметра при прокатке фасонных профилей / Б. С. Пестов // Современные достижения прокатного производства: труды межвузовской научно-техн. конф. – Л.: ЛПИ, 1959. – Т. 2. – С. 156–169.
10. Тубольцев А. Г. Кинематические и энергосиловые параметры процесса прокатки швеллера в универсальном калибре / А. Г. Тубольцев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 183–187.

Поступила 30.04.2015



УДК 621.771.23-415.016.308

Наука

В. Л. Мазур /д. т. н./
ФТИМС НАН Украины

Е. А. Паргамонов /к. т. н./
ОАО «Запорожсталь»

Предупреждение дефектов «перегибы» холоднокатаной стали

Раскрыты механизм и причины образования дефектов «перегибы» при разматывании рулонов холоднокатаной тонколистовой стали. Детально проанализированы эффекты толщины полос, шероховатости их поверхности, температуры, свойств металла, других факторов на склонность к образованию этих дефектов. Даны рекомендации по их предупреждению. (Ил. 9. Библиогр.: 18 назв.).

Ключевые слова: сталь, полоса, рулоны, качество, технология, предупреждение дефектов

The mechanisms and causes of defects «cross breaks» during the unwinding coils of cold-rolled strips have been revealed. The effects of strip thickness, roughness of the surface, temperature, metal properties and other factors on the tendency to form defects «cross breaks» have been analyzed in details. Recommendations are given for the prevention of such defects.

Key words: steel, strip, coils, quality, technology, preventing defects

Согласно ГОСТ 21014-88 дефект «перегибы» являет собой дефект поверхности листов и лент в виде шероховатых светлых полос, образовавшихся в результате резких перегибов при разматывании рулонов термообработанной холоднокатаной полосовой стали. В технической литературе и нормативной документации металлургических заводов этот дефект повсеместно носит традиционное наименование «изломы». С проблемой образования дефектов «перегибы» («изломы») сталкиваются практически на всех металлургических заводах. Многие причи-

ны, приводящие к изломам, выявлены, исследованы и устранены. Однако, судя по последним публикациям [1-2 и др.], актуальность вопроса предупреждения названных дефектов сохраняется и ныне.

Причины и механизм образования дефектов «перегибы». На рис. 1 предложена схема отделения верхнего витка полосы при разматывании рулона на дрессировочном стане. В первом приближении можно считать, что при отсутствии слипания или сваривания (сварки) контактирующих поверхностей смежных витков