

REFERENCES

1. <https://www.rzd-partner.ru/publications/rzd-partner/-11-12-june-2021/relsovye-skrepleniya-kompanii-fosslo-dlya-vysokoskorostnogo-dvizheniya/>
2. **Kovaljova I.A., Hodosovskaja N.A., Vengura A.V.** Razrabotka i osvoenie tehnologii proizvodstva pruzhinnoj katanki iz legirovannyh stalej v uslovijah melkosortno-provolohnogo stana 370/150 OAO «Belorusskij metallurgicheskij zavod – upravljajushhaja kompanija holdinga «Belorusskaja metallurgicheskaja kompanija» [Development and implementation of a technology for producing spring wire rod from alloy steels using the 370/150 small-section wire rod mill at the OJSC “BSW – Management Company of Holding “BMC”]. *Modelirovanie i razvitie processov OMD = Modeling and development of metallurgical process engineering.*, 2018, no. 27, p. 43–52.
3. **Jiaxing Liu, Bo Jiang, Chaolei Zhang, Guizhi Li, Yonggang Dai & Lie Chen.** Evolution during Hot Rolling and Control by Thermomechanical Control Process of Surface Decarburization on 38Si7 Spring Steel. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 2022, vol. 31, p. 8677–8686.



УДК 669

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЧИСТОВЫХ КАЛИБРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСКАТА АРМАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Д. В. МАРТЫНОВ, В. В. БЕЗОРУКОВ, В. И. ЩЕРБАКОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37.
E-mail: nti.to@bmz.gomel.by, тел.: +375 2334 55880

Совершенствование конструкции чистовых калибров является приоритетной задачей при производстве сортового проката. В работе представлен разработанный универсальный калибр, предназначенный для производства проката арматурных профилей № 32 и 36. Его ключевое преимущество – двухрадиусная овальная форма, которая обеспечивает гибкость при переходе между разными профилями, исключая необходимость использования отдельных калибров. Геометрия ручьев и оптимальное распределение нагрузок в разработанном калибре способствуют повышению качества проката и производительности. Простота перенастройки калибра минимизирует простои.

Ключевые слова. Калибр, валок, арматура, ручей.

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF FINISHING ROLL-PASSES TO INCREASE ROLLING STABILITY OF REINFORCING BARS

D. V. MARTYNOV, V. V. BEZORUKOV, V. I. SHCHERBAKOV, OJSC “BSW – Management Company of Holding “BMC”, Zhlobin, Gomel Region, Belarus, 37, Promyshlennaya str.
E-mail: nti.to@bmz.gomel.by, tel.: +375 2334 55880

Improving design of finishing passes is a priority in the production of rolled products. This article presents developed universal pass designed for production of reinforcing bars of size 32 and 36. Its key advantage is its dual-radius oval shape, which provides flexibility when changing different profiles, eliminating need to use separate passes. Geometry of the groove and optimal load distribution in the developed pass contribute to improved rolling quality and increased productivity. Easy readjustment of the pass minimizes downtime.

Keywords. Pass, roll, rebar, groove.

В современных условиях металлургические предприятия производят арматуру различных габаритных размеров и профилей. Ключевым инструментом повышения эффективности производства сортового проката является корректировка и оптимизация прокатных калибров. На сегодняшний день можно выявить множество критериев, которые могут быть взяты за основу для создания математических моделей по модификации формы калибров различного назначения.

Арматурные профили № 32 и 36 производят из непрерывнолитой заготовки на линии проката, состоящей из черновой, промежуточной и чистовой групп клетей.

При прокате арматурного профиля № 32 используются все три группы клетей, а для проката арматурного профиля № 36 – только черновая и чистовая группы клетей.

Проект по созданию универсальных калибров предполагает разработку новых технологических карт проката, снижения времени на перевалки, затрат на материалы валков, повышение качества продукции.

Цель работы – разработка универсального калибра для проката арматурных профилей № 32 и 36 в чистовой группе клетей линии прокатного стана 320, снижение простоев при перевалке между профилями и снижения валкового парка. Ознакомление с зарубежным опытом.

Основные требования к совершенствованию чистового калибра для проката № 32 и 36

Прокатная линия стана 320 представляет собой 20 прокатных клетей и разделена на три группы клетей: черновую, промежуточную, чистовую [1].

Чистовая прокатная группа – это шесть прокатных клетей: четыре горизонтальные и две вертикальные. При прокате профилей № 32 и 36 в чистовой группе используются две клетки: вертикальная

и горизонтальная. Совершенствование чистового калибра подразумевает создание одного общего универсального овального калибра.

Врезы двух или более валков при их положении во время прокатки составляют калибр. Калибровкой прокатных валков называется определение формы, размеров и числа калибров, размещаемых на валках для получения готового профиля по рассчитанному режиму обжатия.

Рациональная калибровка (или расчет режима обжатия) должна обеспечивать:

- 1) необходимый по размерам профиль в пределах допускаемых отклонений (допусков);
- 2) высокое качество проката – отсутствие заусенцев, закатов, трещин, вредных напряжений в металле;
- 3) максимальную производительность стана за счет минимального числа проходов (калибров) и рационального распределения их по клетям;
- 4) плавный и надежный захват металла валками;
- 5) минимальный расход энергии и равномерную нагрузку двигателя по проходам;
- 6) минимальный износ калибров, парк валков и расход их на 1 т готового проката, максимальный срок службы прокатных валков;
- 7) экономию времени при обслуживании стана при прокатке и возможность его автоматизации и механизации [2].

Опыт использования универсального калибра на зарубежных предприятиях

Анализ зарубежного опыта показывает, что технология двухрадиусных калибров применяется на различных предприятиях, но используется один калибр – один арматурный номер. Например, на таких предприятиях, как Публичное акционерное общество «Северсталь», Публичное акционерное общество «Магнитогорский металлургический комбинат».

ПАО «Северсталь»: двухрадиусный овальный калибр применяется на стане 350-2. Результат внедрения: снижение брака с 2,1 до 1,3 %; уменьшение энергопотребления на 7 % за счет снижения усилия проката; увеличение межремонтного ресурса валков на 20 % [3].

ПАО «ММК»: двухрадиусный овальный калибр применяется на стане 320. Результат внедрения: снижение количества закатов и трещин на 30 %; снижение удельного расхода электроэнергии на 6–8 %; повышение стойкости калибров до 60 тыс. т (против 45 тыс. т) [4].

Опыт зарубежных предприятий подтверждает преимущество использования двухрадиусных овальных калибров.

Описание универсального чистового калибра

Универсальный чистовой калибр представляет собой двухрадиусный овал, что позволяет получать овал различных размеров при помощи изменения межвалковых зазоров при прокате.

Основные элементы калибра: h – высота калибра; R_1 – первый радиус калибра; R_2 – второй радиус калибра; B – ширина калибра у буртов; s – межвалковый зазор (рис. 1).

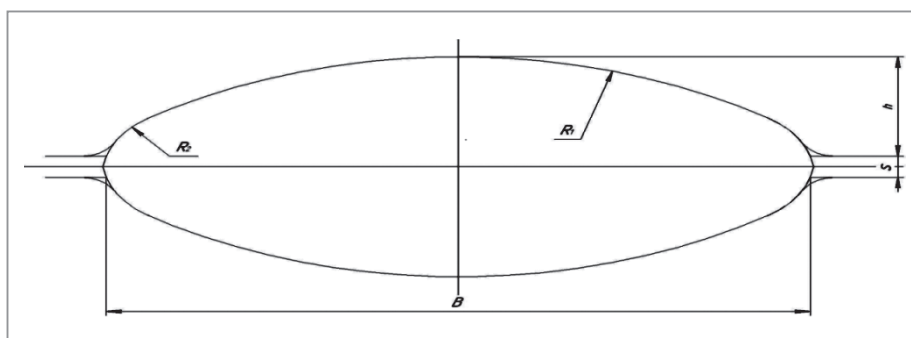


Рис. 1. Универсальный калибр

Систему калибров овал-круг применяют на непрерывных мелкосортных станах.

Формирование раската в калибре происходит следующим образом: первый радиус (большой) обеспечивает плавность обжатия, второй радиус (меньший) позволяет точно контролировать форму и избегать дефектов.

Основные преимущества использования на непрерывных прокатных станах калибра-овалов с двумя радиусами – снижаются нагрузки на валки за счет оптимального распределения обжатия, обеспечивается

устойчивое положение раската при прокате в нем, это позволяет сократить количество собираемых клетей и нарезаемых валков.

Калибр-овал с двумя радиусами имеет плавные очертания, обеспечивает хорошее качество раската. Плавный переход между радиусами уменьшает внутренние напряжения.

Расчет двухрадиусного овального калибра

Площадь двухрадиусного овального калибра [2]:

$$F_p = \frac{\pi}{4} D_k^2 \mu, \text{ мм}^2, \quad (1)$$

где D_k – диаметр чистового профиля; μ – вытяжка в чистовых калибрах, $\mu = 1,15\text{--}1,35$.

Расчет высоты и ширины [5]:

$$h_p = (1,05\text{--}1,15) D_k, \text{ мм}, \quad (2)$$

$$b_p = (1,25\text{--}1,45) D_k, \text{ мм}. \quad (3)$$

Основной радиус двухрадиусного овального калибра:

$$R_1 = \frac{h_p}{2} + \frac{b_p^2}{8h_p}, \text{ мм}. \quad (4)$$

Боковой радиус двухрадиусного овального калибра:

$$R_2 = (0,1\text{--}0,3) R_1, \text{ мм}. \quad (5)$$

Коэффициент вытяжки [6]:

$$\mu = \frac{F_{кр}}{F_{ов}}, \quad (6)$$

где $F_{кр}$ – площадь предшествующего круглого калибра; $F_{ов}$ – площадь двухрадиусного овального калибра.

Угол захвата:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{2R}, \quad (7)$$

где Δh – разница высоты до и после прохода через калибр; R – радиус валка.

Сравнения универсального калибра с используемыми ранее овальными калибрами (рис. 2)

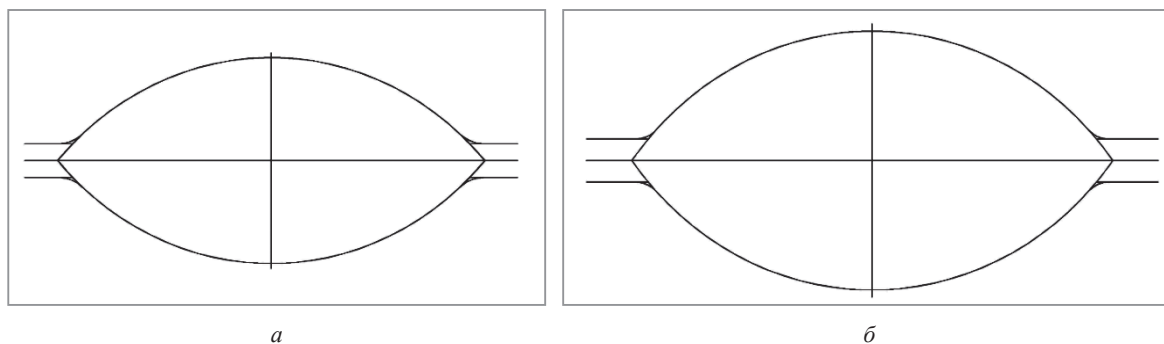


Рис. 2. Используемые ранее овальные калибры: а – № 32; б – № 36

Система овал – круг имеет следующие преимущества: отсутствие острых углов, что обеспечивает равномерное остывание, равномерное обжатие по сечению, что устраняет напряженность внутри профиля.

Недостатками однорадиусных овальных калибров являются: риск не заполнения калибра; локальный износ; требуется точная настройка.

Преимущества двухрадиусного овала: более высокое заполнение калибра; повышение стабильности раската; увеличение стойкости валков за счет снижения локальных напряжений; уменьшение времени простоев при перевах между профилями; более низкие затраты на изготовление и на материалы.

Результаты эксперимента по внедрению двухрадиусного овала в условиях прокатного стана 320

На стане 320 проведены испытания по внедрению калибра с двухрадиусным овалом в чистовую группу клетей. По результатам испытаний можно сделать следующие выводы: