

INNOVATION IN METALLURGICAL
INDUSTRIAL AND LABORATORY EQUIPMENT,
TECHNOLOGIES AND MATERIALSИННОВАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ
ПРОМЫШЛЕННОМ И ЛАБОРАТОРНОМ
ОБОРУДОВАНИИ, ТЕХНОЛОГИЯХ И МАТЕРИАЛАХ

UDC 621.771.25

DOI 10.17073/0368-0797-2024-3-366-368



Short Report

Краткое сообщение

DETERMINATION OF LONGITUDINAL STABILITY
OF STRIP IN ROLLING CAGE – NON-DRIVE DIVIDING DEVICE SYSTEMA. R. Fastyskovskii[✉], V. A. Vakhrolomeev, A. G. Nikitin

■ Siberian State Industrial University (42 Kirova Str., Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654007, Russian Federation)

✉ omd@sibsiu.ru

Abstract. In modern industrial and civil construction, various rolled metal products are used in greater volumes. The largest share of them is occupied by rebar profiles produced at small-grade mills. The ever-growing demand for rebar rolling requires an increase in production volumes. The most promising technology in this regard is rolling – separation, which, with relatively low material costs, allows operating rolling mills to significantly increase the production volume of rebar profiles while reducing energy consumption. However, despite the obvious advantages of rolling – separation technology using non-drive dividing devices, it is very difficult to correctly determine the rational modes of conducting the process taking into account the peculiarities of production and equipment layout, which is due to insufficient theoretical knowledge. One of the main problems is determination of the permissible distance in the rolling cage – non-drive dividing device system. The conducted studies allowed us to propose a dependence for determining the maximum permissible distance in the rolling cage – non-drive dividing device system for reasons of longitudinal stability of the strip, taking into account the size and shape of cross-section of the split articulated profile, the nature of pinching, and the backstretch stress. It was experimentally established that when determining the permissible distance between rolling cage and non-drive dividing device, it is advisable to take the length reduction coefficient equal to 0.7.

Keywords: reinforcing profiles, rolling – separation, stability condition, permissible distance, length reduction coefficient

For citation: Fastyskovskii A.R., Vakhrolomeev V.A., Nikitin A.G. Determination of longitudinal stability of strip in rolling cage – non-drive dividing device system. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2024;67(3):366–368. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2024-3-366-368>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОСЫ В СИСТЕМЕ
ПРОКАТНАЯ КЛЕТЬ – НЕПРИВОДНОЕ ДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВОА. Р. Фастыковский[✉], В. А. Вахроломеев, А. Г. Никитин

■ Сибирский государственный индустриальный университет (Россия, 654007, Кемеровская область – Кузбасс, Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

✉ omd@sibsiu.ru

Аннотация. В современном промышленном и гражданском строительстве в больших объемах используется различный металлопрокат, наибольшую долю в котором занимают арматурные профили, производимые на мелкосортных станах. Постоянно растущая потребность в арматурном прокате требует повышения объемов производства. Наиболее перспективна в этом плане технология прокатки – разделения, которая при относительно небольших материальных затратах позволяет на действующих прокатных станах существенно повысить объем производства арматурных профилей при снижении энергозатрат. Однако, несмотря на очевидные преимущества технологии прокатки – разделения с использованием неприводных делительных устройств, большие затруднения вызывает правильное определение рациональных режимов ведения процесса с учетом особенностей производства и компоновки оборудования, что связано с недостаточной теоретической изученностью. Одной из основных проблем является определение допустимого расстояния в системе прокатная клеть – неприводное делительное устройство. Проведенные исследования позволили предложить зависимость для определения максимально допустимого расстояния в системе прокатная клеть – неприводное делительное устройство из соображений продольной устойчивости полосы с учетом размера и формы поперечного сечения разделяемого сочлененного профиля, характера защемления, напряжения подпора. Экспериментально установлено, что при определении допустимого расстояния между прокатной клетью и неприводным делительным устройством коэффициент приведения длины целесообразно принимать равным 0,7.

Ключевые слова: арматурные профили, прокатка – разделение, условие устойчивости, допустимое расстояние, коэффициент приведения длины

Для цитирования: Фастыковский А.Р., Вахроломеев В.А., Никитин А.Г. Определение продольной устойчивости полосы в системе прокатная клеть – неприводное делительное устройство. *Известия вузов. Черная металлургия*. 2024;67(3):366–368.
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2024-3-366-368>

Modern realities are characterized by the active growth in industrial and civil construction. Advanced construction technologies increasingly rely on the use of prefabricated structures made of reinforced concrete and metal products [1 – 3]. The constantly rising demand for construction metal products necessitates solutions that offer a short payback period, low costs for production re-equipment, and a significant increase in productivity. The rolling – separation technology meets all these requirements [4; 5]. Currently, the rolling – separation technology is developing in two directions, distinguished by where the longitudinal dividing occurs: either within the rolls of the rolling mill, which simultaneously forms and divides the articulated profile, or in a separate stand-alone non-driven dividing device. On most modern rolling mills, the second method is preferred, as separating the operations of forming the articulated profile and subsequent longitudinal separation in a separate stand-alone non-driven device significantly simplifies equipment setup [6 – 9]. However, this arrangement can lead to a potential loss of natural longitudinal stability if the distance between the rolling mill and the non-driven dividing device is chosen incorrectly. Currently, this issue is addressed through trial and error, which results in increased defective products and unforeseen downtime of the primary rolling equipment.

The use of 3D simulation methods does not allow for the assessment of the permissible distance that ensures natural longitudinal stability [10]. To evaluate the risk of losing longitudinal stability of the strip and to determine the critical distance between the rolling mill and the non-driven dividing device, a dependency obtained using the well-known Euler's formula [11] is proposed:

$$l_{\max} = \frac{\pi \sqrt{E i_{\min}^2}}{\sqrt{\sigma_2 k}} \text{ at } \frac{\sigma_2}{\sigma_s} \leq 1,$$

where $l_{\max}$ is the maximum permissible distance between the rolling mill, which forms the articulated profile, and the non-driven dividing device, ensuring longitudinal stability; E is the modulus of elasticity of the first kind, MPa; k is the coefficient of length reduction; $i_{\min}$ is the minimum radius of the section inertia; σ_2 is the support stress necessary for longitudinal division by the non-driven dividing device; σ_s is the resistance to deformation of the material being divided.

As can be seen from the presented dependency, the magnitude of the maximum permissible distance depends on the support stress necessary for longitudinal separation, the shape, and the area of the cross-section

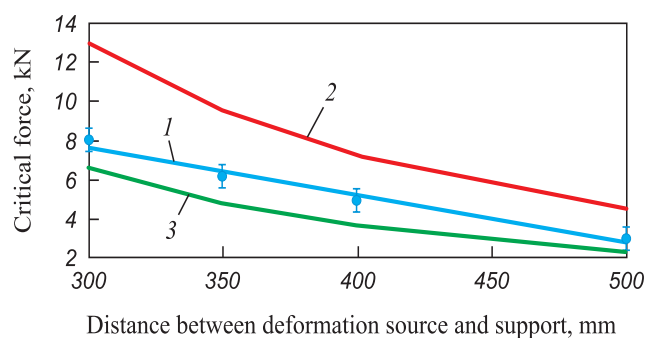
of the articulated profile, which are characterized by the minimum radius of inertia, the modulus of elasticity of the first kind, and the coefficient of length reduction. Among the factors considered, the coefficient of length reduction has a significant impact, varying from 0.5 to 2.0 depending on the nature of the clamping [11].

To determine the coefficient of length reduction during the implementation of the rolling – separation process, laboratory experiments were conducted. These experiments compared the critical force corresponding to the moment of loss of stability, obtained both theoretically using Euler's equation and experimentally. The experimental and theoretical data obtained with coefficients of length reduction of 0.5 and 0.7 are shown in the figure.

According to the obtained data, when determining the natural longitudinal stability of the strip in the rolling mill – non-driven dividing device system, a coefficient of length reduction equal to 0.7 is required to achieve values closer to the experimental data. With a coefficient of length reduction of 0.7, the calculated data are 10 – 15 % less than the experimental data. In practical use, this provides a margin of safety when determining the permissible distance in the rolling mill–non-driven dividing device system.

CONCLUSIONS

A dependency has been derived that enables the estimation of the maximum permissible distance between the rolling mill stand and the non-driven dividing device,



Dependence of critical force on the distance between the source of deformation and the place of pinching:

1 – experimental results; 2 and 3 – calculated values according to the Euler formula with a length reduction coefficient of 0.5 and 0.7

Зависимость критической силы от расстояния между очагом деформации и местом защемления:

1 – экспериментальные результаты; 2 и 3 – расчетные значения по формуле Эйлера при коэффициенте приведения длины 0,5 и 0,7

ensuring the longitudinal stability of the strip during the implementation of the rolling–separation technology. Experimentally, it has been established that the length conversion coefficient for the rolling–separation technology using a non-driven dividing device should reasonably be taken as 0.7.

REFERENCES / СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. You Y.-J., Park Y.-H., Kim H.-Y., Park J.-S. Hybrid effect on tensile properties of FRP rods with various material compositions. *Composite Structures*. 2007;80(1):117–122. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2006.04.065>
2. Liu J., Wang F., Zhou H., Wang E., Cao P. Study on shear strength of glass fiber-reinforced polymer (GFRP) rebar concrete piles with circular cross-sections. *China Civil Engineering Journal*. 2016;(9):103–109.
3. Yazdanbakhsh A., Bank L.C., Chen C. Use of recycled FRP reinforcing bar in concrete as coarse aggregate and its impact on the mechanical properties of concrete. *Construction and Building Materials*. 2016;121(6):278–284. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.165>
4. Danchenko V., Dyja H., Lesik L., Mashkin L., Milenin A. Technologia i modelowanie procesów walcowania w wykojach. In: *Politechnika Częstochowska, Prace Dydaktyczne Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Seria: Metalurgia*. 2002;(28):326–328:417–418.
5. Michałowski M., Turczyn S., Nowakowski A. Analiza płynięcia metalu w wykojach rozcinających stosowanych

do walcowania prętów żebrowanych. *Hutnik – Wiadomości Hutnicze*. 2002;69(8-9):342–345.

6. Efimov O.Yu., Chinokalov V.Ya., Fastyskovskii A.R., Kopylov I.V. Use of rolling–separation technology at mill 250-1. *Stal*. 2008;(4):78–80.
Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я., Фастыковский А.Р., Копылов И.В. Использование технологии прокатки – разделения на стане 250-1. *Сталь*. 2008;(4):78–80.
7. Fastyskovskii A.R. On the issue of longitudinal strip separation by non-drive devices in the rolling mill flow. *Proizvodstvo prokata*. 2009;(3):4–9.
Фастыковский А.Р. К вопросу продольного разделения полосы неприводными устройствами в потоке прокатного стана. *Производство проката*. 2009;(3):4–9.
8. Matsuo G., Suzuki M. The latest technology of multi – slit rolling. *SEAIQ Quaterly*. 1995(3):49–58.
9. Slednev V.P. Paired Rolling of Section Profiles. Moscow: Metallurgiya; 1988;167.
Следнев В.П. Спаренная прокатка сортовых профилей. Москва: Металлургия; 1988;167.
10. Wisselink H.H., Huetink J. 3D FEM simulation of stationary metal forming processes with applications to slitting and rolling. *Journal of Materials Processing Technology*. 2004;148(3):328–341. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.02.036>
11. Astanin V.G. Resistance of Materials. Moscow: Yurait; 2023;438.
Атанин В.Г. Сопротивление материалов. Москва: Изд-во Юрайт; 2023;438.

Information about the Authors

Andrei R. Fastyskovskii, Dr. Sci. (Eng.), Prof. of the Chair “Metal Forming and Metal Science. OJSC “EVRAZ ZSMK”, Siberian State Industrial University

ORCID: 0000-0001-9259-9038

E-mail: omd@sibsiu.ru

Vladimir A. Vakhrolomeev, Postgraduate of the Chair “Metal Forming and Metal Science. OJSC “EVRAZ ZSMK”, Siberian State Industrial University

E-mail: vladimir170581@mail.ru

Aleksandr G. Nikitin, Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Chair of Mechanics and Machine Engineering, Siberian State Industrial University

ORCID: 0000-0001-9198-6386

E-mail: nikitin1601@yandex.ru

Сведения об авторах

Андрей Ростиславович Фастыковский, д.т.н., профессор кафедры «Обработка металлов давлением и материаловедения. ЕВРАЗ ЗСМК», Сибирский государственный индустриальный университет

ORCID: 0000-0001-9259-9038

E-mail: omd@sibsiu.ru

Владимир Анатольевич Вахроломеев, аспирант кафедры «Обработка металлов давлением и материаловедения. ЕВРАЗ ЗСМК», Сибирский государственный индустриальный университет

E-mail: vladimir170581@mail.ru

Александр Григорьевич Никитин, д.т.н., профессор кафедры механики и машиностроения, Сибирский государственный индустриальный университет

ORCID: 0000-0001-9198-6386

E-mail: nikitin1601@yandex.ru

Contribution of the Authors

A. R. Fastyskovskii – formation of the basic concept, formulation of conclusions, scientific guidance.

V. A. Vakhrolomeev – performing the experiments, writing the text.

A. G. Nikitin – revision of the text, correction of conclusions, discussion of the experiments.

Вклад авторов

А. Р. Фастыковский – формирование основной концепции, формулирование выводов, научное руководство.

В. А. Вахроломеев – выполнение экспериментальной части работы, написание текста.

А. Г. Никитин – доработка текста, корректировка выводов, обсуждение экспериментальной части.

Received 27.12.2023

Revised 15.01.2024

Accepted 16.01.2024

Поступила в редакцию 27.12.2023

После доработки 15.01.2024

Принята к публикации 16.01.2024