

УДК 621.771.25.04.001.5

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ НЕПРЕРЫВНОМ МЕЛКОСОРТНОМ СТАНЕ

**Фастыковский А.Р.**, д.т.н., доцент, зав. кафедрой «Обработка металлов давлением  
и металловедение. ЕВРАЗ ЗСМК» (omd@sibsiu.ru)

**Федоров А.А.**, к.т.н., доцент кафедры «Обработка металлов давлением  
и металловедение. ЕВРАЗ ЗСМК» (fedorov\_130585@mail.ru)

Сибирский государственный индустриальный университет  
(654007, Россия, Кемеровская обл., Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

**Аннотация.** Рассмотрен перспективный совмещенный метод повышения эффективности производства сортовых прокатных профилей – прокатки-разделения с применением неприводного делительного инструмента, опыт использования которого в условиях действующего производства показал высокую эффективность этого направления в плане снижения себестоимости готовой продукции. Предложены зависимости, которые позволяют определить кратность разделения, а также скоростные условия при решении вопроса промышленного внедрения технологии процесса прокатки-разделения на действующем непрерывном мелкосортном стане 250. Рассмотрен существующий опыт реализации технологии процесса прокатки-разделения на типовом непрерывном мелкосортном стане 250, который позволил выявить особенности в перераспределении коэффициентов вытяжки, а также изменение скоростных условий по группам клетей. Установлено, что исходя из возможностей прокатного оборудования на стане целесообразно осуществлять продольное разделение заготовки на две полосы в чистой группе клетей. Также определены изменения суммарных коэффициентов вытяжки и скорости прокатки по группам клетей. Приведены данные по изменению машинного времени по арматурным профилям № 10, № 12, № 14 в связи с освоением технологии процесса прокатки-разделения, что в свою очередь способствовало повышению эффективности производства действующего непрерывного мелкосортного стана. Апробированные в промышленности значения суммарных коэффициентов вытяжки и скорости прокатки по группам клетей можно определить из приведенных иллюстраций. Кроме того, при исследовании процесса была проведена опытно-промышленная прокатка арматуры номер № 8 в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Проведены сопоставления коэффициентов вытяжки и скорости прокатки при производстве арматуры № 8 на непрерывном проволочном стане 250 и непрерывном мелкосортном стане 250 из одинаковой заготовки – квадрат 100 мм. Результаты исследований представлены на рисунке, из которого видно, что использование процесса прокатки-разделения дает возможность при производстве арматуры № 8 на мелкосортном стане использовать на четыре клетки меньше, чем на проволочном стане.

**Ключевые слова:** повышение эффективности, прокатка-разделение, арматурные профили, действующее производство, непрерывный мелкосортный стан, инновационные методы прокатки-разделения, перспективы развития прокатного производства.

DOI: 10.17073/0368-0797-2017-4-324-328

Необходимость повышения эффективности производства сортовых прокатных профилей стимулирует поиск новых методов обработки и развития известных приемов. Перспективным в этом плане является совмещенный метод прокатки-разделения с применением неприводного делительного инструмента. Использование предлагаемого метода в условиях действующего производства показало высокую эффективность этого направления в плане снижения себестоимости готовой продукции [1 – 6]. Это в свою очередь вызывает повышенный интерес к данному методу обработки со стороны производителей, однако внедрение технологии прокатки-разделения с использованием непрерывного делительного инструмента в условиях действующего производства сопряжено с необходимостью индивидуального подхода в решении вопроса с учетом пропускной способности и технических характеристик имеющегося оборудования [7 – 10].

На начальном этапе следует (исходя из возможностей оборудования) определить количество полос, одновременно прокатываемых в чистой клетке. Для этой цели исходя из пропускной способности оборудования определяется максимально возможное приращение производительности ( $\Delta\Pi$ ). Используя величину  $\Delta\Pi$ , можно найти кратность разделения, число полос и скорость прокатки в чистой клетке, обеспечивающие желаемое приращение производительности, по формуле

$$\Delta\Pi = \frac{3600MKk_n}{k_p} (nV_{п-р} - V_k), \quad (1)$$

где  $M$  – масса погонного метра готового профиля;  $K$  – число групп чистовых клетей;  $n$  – число полос после продольного разделения;  $k_n$  – коэффициент использования стана;  $k_p$  – расходный коэффициент металла;  $V_{п-р}$  – скорость прокатки в чистой клетке при про-

катке-разделении;  $V_k$  – скорость в чистовой клетке при классической прокатке.

Скорость в чистовой клетке при освоении процесса прокатки-разделения с использованием неприводного делительного инструмента в зависимости от числа полос после разделения и величины приращения производительности можно найти по формуле

$$V_{п-р} = \frac{V_k}{n} \left( 1 + \frac{\Delta\Pi}{\Pi_k} \right), \quad (2)$$

в которой  $\Pi_k$  – производительность стана при классическом способе прокатки.

Прокатка в две полосы в чистовой группе существенно изменяет силовые и скоростные условия: момент и усилие прокатки после продольного разделения увеличиваются, скорость уменьшается. Такие изменения требуют при определении скорости  $V_{п-р}$  соизмерять технически возможный нижний предел скорости прокатки и мощности двигателей.

При реализации процесса прокатки-разделения суммарный коэффициент вытяжки в чистовых клетях увеличивается в зависимости от числа разделяемых полос, это приводит к перераспределению коэффициентов вытяжки между группами клетей в сторону уменьшения суммарных коэффициентов вытяжки в черновых и промежуточных группах, а в некоторых случаях к возможности исключения клетей промежуточной группы.

Уменьшение длины готового профиля за счет продольного разделения на  $n$  полос, перераспределение коэффициентов вытяжки между группами клетей приводят к необходимости увеличения скорости прокатки в черновой группе клетей. Скорость в последней клетке промежуточной группы в зависимости от числа разделяемых полос можно определить по формуле

$$V_{пром} = \frac{V_{п-р}}{\mu_{\Sigma_{чист}}}, \quad (3)$$

где  $\mu_{\Sigma_{чист}}$  – суммарный коэффициент вытяжки в чистовой группе клетей с учетом кратности разделения.

С учетом приведенных выше рассуждений был рассмотрен вопрос о перспективах использования технологии прокатки-разделения на действующем непрерывном мелкосортном стане 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» [11 – 14]. В качестве базовой рассмотрена технология, предусматривающая разделение в неприводной делительной арматуре [15 – 18]. Установлено, что исходя из возможностей оборудования на стане целесообразно осуществлять продольное разделение заготовки на две полосы в чистовой группе клетей. Определены изменения суммарных коэффициентов вытяжки и скорости прокатки по группам клетей. Для сопоставления скорости прокатки при классическом методе получения арматурных профилей на стане и при прокатке-разделении использован коэффициент изменения скорости прокатки, который определяется по формуле

$$k_v = \frac{V_{п-р} - V_k}{V_k} 100 \%. \quad (4)$$

Апробированные в промышленных условиях значения суммарных коэффициентов вытяжки и скорости прокатки по группам клетей можно определить, используя результаты, представленные на рис. 1, 2. Согласно приведенным данным при реализации процесса прокатки-разделения суммарный коэффициент вытяжки в чистовых клетях увеличивается в 1,8 – 2,0 раза при соответствующем уменьшении в черновой и промежуточной группах. При прокатке арматуры № 12 из промежуточной группы удалось исключить две клетки

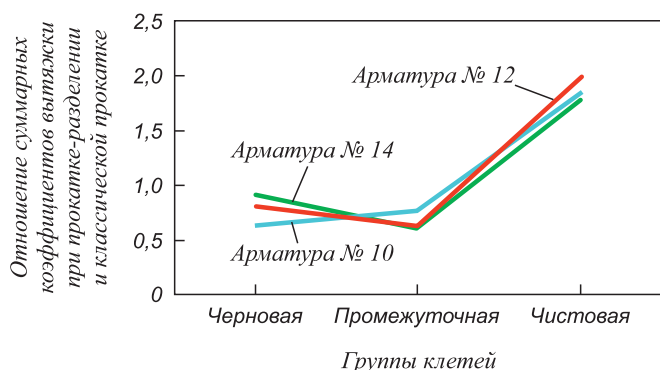


Рис. 1. Относительное изменение суммарных коэффициентов вытяжки по группам клетей при использовании прокатки-разделения и классической прокатке в условиях непрерывного мелкосортного стана сортопрокатного цеха 250-1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Fig. 1. Relative change of the total coefficients of drawing by groups of stands when using the rolling-separation and classic rolling under conditions of continuous small-section mill of rolling shop 250-1 of JSC “EVRAZ ZSMK”

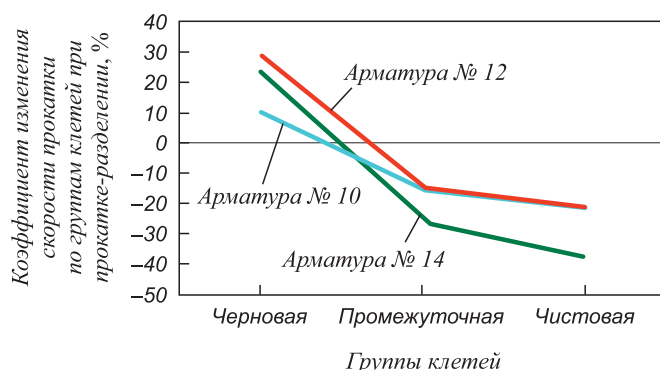


Рис. 2. Изменение скорости прокатки по группам клетей при реализации процесса прокатки-разделения в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Fig. 2. Change of the rolling speed by rolling groups in the implementation of the rolling process – separation in conditions of continuous small-section mill 250-1 of the rolling shop of JSC “EVRAZ ZSMK”

(клетки 10 и 11), при прокатке арматуры № 14 промежуточная группа полностью не используется. Перераспределение суммарных коэффициентов вытяжки по группам явилось причиной изменения скоростного режима: уменьшение скорости прокатки в чистовых и промежуточных группах клеток (особенно существенно для арматуры № 14), увеличение скорости прокатки в черновой группе.

В итоге при освоении процесса прокатки-разделения удалось уменьшить машинное время при производстве арматурных профилей № 10 – № 14 в условиях действующего непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (рис. 3). Уменьшение машинного времени привело к увеличению производительности стана для арматуры № 10 на 42 %, № 12 – на 41 %, № 14 – на 27 %, что в свою очередь способствовало повышению эффективности производства действующего непрерывного мелкосортного стана.

Проведенные по формуле (1) расчеты прироста производительности при использовании процесса прокатки-разделения дали следующие результаты: для арматурного профиля № 10 абсолютный прирост производительности составил 32,5 т/ч, относительное увеличение – 47 %, для профиля № 12 эти показатели соответственно составили 47,3 т/ч и 48 %, для профиля № 14 – 29,7 т/ч и 31 %. Полученные расчетным путем показатели несколько превышают фактические значения, что связано с возможными непредвиденными простоями оборудования, имеющими место на действующем производстве, особенно во время отработки технологии.

Пользуясь зависимостями (2) – (4), определим другие важные показатели процесса прокатки-разделения. Для обеспечения заданной производительности определим скорости прокатки в последних клетях промежуточной ( $V_{п-р}$ ) и чистовой ( $V_{ч-г}$ ) группах. Так, для ар-

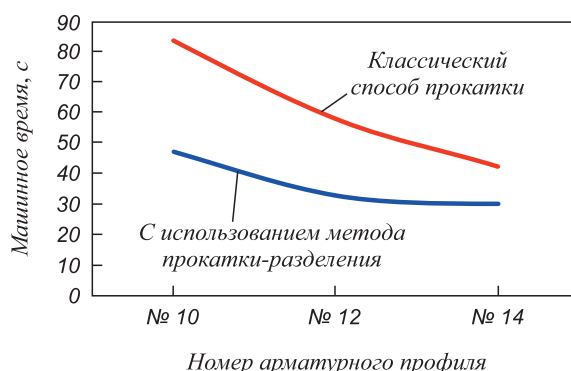


Рис. 3. Машинное время при прокатке арматуры № 10, № 12, № 14 классическим способом и методом прокатки-разделения с использованием неприводного делительного инструмента в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Fig. 3. Machine time during rolling of rebars no. 10, no. 12, no. 14 by the classical method and the rolling–separation method with the use of non-driving pitch of the instrument in conditions of continuous small-section mill 250-1 of the rolling shop of JSC “EVRAZ ZSMK”

матурного профиля № 10 скорость в последней клетке промежуточной группы составит 4,18 м/с, в последней клетке чистовой группы – 12,8 м/с; для профиля № 12 эти показатели соответственно составили 4,26 м/с и 13 м/с, для профиля № 14 – 3,7 м/с и 11,5 м/с.

Расчетные значения коэффициента изменения скорости прокатки –25 % характерны для арматурных профилей № 10 и № 12, –32 % для профиля № 14. Изменение числа кратности разделяемых полос до трех на действующем стане крайне затруднительно, так как возникают большие проблемы с пропускной способностью нагревательных устройств и линий отделки, а также может потребоваться замена некоторых главных двигателей черновых клетей. Поэтому, как показывает опыт освоения процесса прокатки-разделения на дейст-

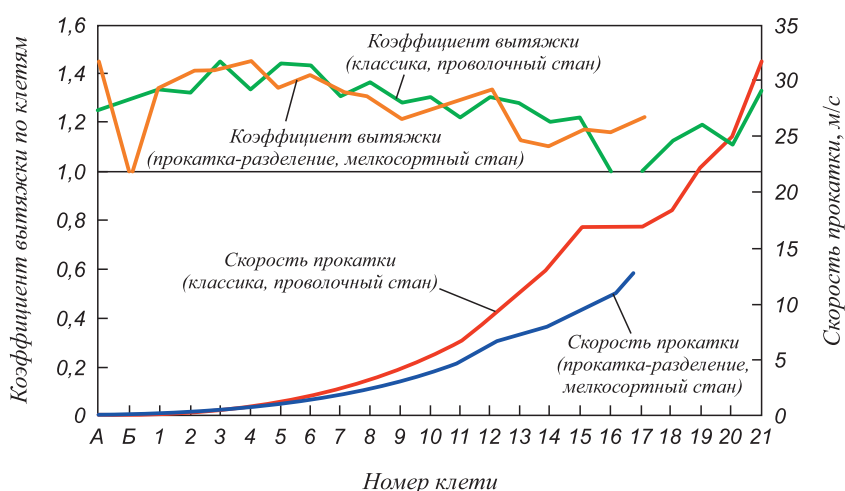


Рис. 4. Распределение коэффициентов вытяжки и скоростей по клетям при производстве арматуры № 8 классическим способом на проволочном стане и прокаткой-разделением на непрерывном мелкосортном стане 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Fig. 4. Distribution of extraction coefficients and speeds by stands at production of rebar no. 8 by the classical method on a wire mill and by rolling–separation on the continuous small-section mill 250-1 of the rolling shop of JSC “EVRAZ ZSMK”

вующих станах [6 – 9], увеличение кратности разделяемых полос больше двух, зачастую, экономически не целесообразно, так как приводит к большим материальным затратам.

Отдельно необходимо остановиться на опыте освоения прокатки арматуры № 8 в условиях непрерывного мелкосортного стана. Обычно этот профиль прокатывается на проволочных станах и поставляется в бунтах, что не совсем удобно для большинства мелкооптовых потребителей, для которых более привлекательна продукция в прутках. Эта проблема решается при использовании процесса прокатки-разделения, что позволяет увеличить суммарный коэффициент вытяжки и без существенных материальных затрат освоить производство арматуры № 8 на непрерывном мелкосортном стане.

Пользуясь таким подходом, осуществили опытно-промышленную прокатку арматуры № 8 в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Проведены сопоставления коэффициентов вытяжки и скорости прокатки при производстве арматуры № 8 на непрерывном проволочном стане 250 и непрерывном мелкосортном стане 250 из одинаковой заготовки – квадрат 100 мм. Результаты исследований показаны на рис. 4, из которого видно, что использование процесса прокатки-разделения дает возможность при производстве арматуры № 8 на мелкосортном стане использовать на четыре клетки меньше чем на проволочном стане. Опыт освоения производства данной арматуры на действующем непрерывном мелкосортном стане показал, что при сопоставимой с проволочным станом производительности (несмотря на меньшую скорость прокатки в чистовой клетке) снижаются эксплуатационные расходы на оборудование, энергозатраты, создаются условия производства экономически выгодной, конкурентоспособной продукции (рыночная стоимость арматуры № 8 в прутках на 1000 – 1500 руб/т выше, чем в бунтах).

Результаты исследований, приведенные в настоящей работе, согласуются с данными, известными из других литературных источников [19, 20].

**Выводы.** Предложены зависимости для определения скорости прокатки в чистовой клетке при реализации процесса прокатки-разделения в условиях действующего прокатного стана, учитывающие кратность разделения и технически возможное увеличение производительности. Оценено повышение эффективности производства за счет увеличения производительности при внедрении процесса прокатки-разделения в условиях действующего непрерывного мелкосортного стана 250-1 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Экспериментально доказана возможность расширения сортамента действующих мелкосортных станков за счет освоения мелких арматурных профилей благодаря использованию процесса прокатки-разделения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жучков С.М. Использование неприводных деформирующих средств в процессе сдвоенной прокатки с продольным разделением раската в потоке стана // *Сталь*. 1997. № 7. С. 37 – 41.
2. Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я., Фастыковский А.Р., Копылов И.В. Использование технологии прокатки-разделения на стане 250-1 // *Сталь*. 2008. № 4. С. 78 – 80.
3. Жучков С.М. Особенности технологической схемы процесса трехниточной прокатки-разделения на мелкосортном стане 320/150 Белорусского металлургического завода // *Металлург*. 2001. № 1. С. 46, 47.
4. Жучков С.М., Бондаренко А.М., Асапов В.Н., Дышлевич В.Ф. Совершенствование технологии сдвоенной прокатки арматурных профилей на стане 320/150 // *Сталь*. 1994. № 2. С. 48 – 51.
5. Жучков С.М., Филиппов В.В., Тищенко В.А., Бондаренко А.Н. Направление развития технологии прокатки-разделения на стане 320/150 // *Сталь*. 2001. № 10. С. 33 – 35.
6. Жучков С.М. Использование резерва втягивающих сил трения // *Литье и металлургия*. 2002. № 4. С. 166 – 174.
7. Хохлов С.А., Перунов Г.П., Инагович Ю.В. и др. Разработка и внедрение оптимальных технологических режимов прокатки на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ОАО «Амурметалл» // *Производство проката*. 2009. № 11. С. 14 – 17.
8. Перунов Г.П., Хохлов С.А., Смирнов В.К. и др. Оптимизация технологических режимов прокатки-разделения на стане 320/150 ОАО «Амурметалл» // *Производство проката*. 2008. № 9. С. 20 – 24.
9. Luduga L., Kolodziej K. Kalibrowanie I technologia walcowania ksztaltownikow paduwojnych z rozeinaniem nagoraco // *Przegląd Instytutu metalurgii Żelaza*. 1977. Vol. 29. No. 1. P. 17 – 24.
10. Palmer L.W. Slit Rolling technology // *World Steel & Metalworking*. 1984. 1985. Vol. 6. P. 147 – 149.
11. Следнев В.П. Спаренная прокатка сортовых профилей. – М.: Металлургия, 1988. – 167 с.
12. Sato R. The rolling of products using slit – rolling process // *NKK report*. 1980. No. 3. P. 42 – 46.
13. Matsuo G., Suzuki M. The latest Technology of Multy – slit rolling // *SEAIQ Quaterly*. 1995. No. 3. P. 49 – 58.
14. Клименко В.М. Многоручьева прокатка-разделение. – М.: Металлургия, 1982. – 167 с.
15. Efimov O.Y., Fastykovskii A.R., Chinokalov V.Y., Kopylov I.V. Introduction of a splitting operation in rolling on a continuous small-bar mill // *Steel in Translation*. 2008. Vol. 38. No. 4. P. 327, 328.
16. Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я., Фастыковский А.Р., Копылов И.В., Махрин А.Н. Использование технологии прокатки-разделения на стане 250 – 1 // *Сталь*. 2008. № 8. С. 78 – 80.
17. Фастыковский А.Р., Перетяtko В.Н., Фастыковский Д.А. Особенности продольного разделения сортовых заготовок неприводными дисковыми ножами в потоке прокатного стана // *Металлург*. 2003. № 3. С. 51 – 53.
18. Фастыковский А.Р., Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я. Опыт использования технологии прокатки-разделения для повышения конкурентоспособности прокатной продукции. – В кн.: *Международная научно-практическая конференция. Стратегия антикризисного управления экономическим развитием Российской Федерации*. – Пенза: изд. ПГУ, 2009. С. 131 – 133.
19. Перунов Г.П., Лиманкин В.В., Волков К.В. Освоение технологии прокатки-разделения арматурной стали на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ОАО «Амурметалл» // *Производство проката*. 2006. № 10. С. 16 – 19.
20. Перунов Г.П., Хохлов С.А., Волков К.В. и др. Внедрение технологии прокатки-разделения арматурных профилей на стане 320/150 // *Сталь*. 2010. № 5. С. 90 – 92.

Поступила 24 ноября 2016 г.

## IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION EFFICIENCY OF REINFORCEMENT SECTIONS AT THE OPERATING CONTINUOUS SMALL-SECTION MILL

A.R. Fastykovskii, A.A. Fedorov

Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk

**Abstract.** The article considers a promising combined method for increasing the production efficiency of the section rolling profiles – rolling-division with the use of non-powered dividing tool, the experience in the use of which in the conditions of production has shown high efficiency of this direction in terms of reducing the cost of the finished product. The dependences, which allow to define the frequency separation, and high-speed conditions when deciding industrial introduction of process technology of rolling-separation on current continuous small-section mill 250. The existing experience of implementing the rolling process-separation model of continuous small-grade mill 250 has been reviewed, which allowed to reveal the peculiarities in the distribution coefficients of drawing and changing speed conditions for groups of stands. It was found that on the basis of capacity of rolling equipment on the mill, it is advisable to carry out the longitudinal separation of the workpiece into two bands in the finishing group of stands, and changes in the total coefficients of drawing and rolling speed on rolling groups were also identified. The article presents data on changes in the machine time for reinforcing the profile no. 10, no. 12, no. 14 in connection with the development of technology in the process of rolling-division, which in turn contributed to increasing effectively-STI production of existing continuous small-section mill. Proven in the industry values of the total coefficients of drawing and rolling speed on rolling groups can be determined from the shown illustrations. In addition, the study process was carried out for experimental – industrial rolling of rebar no. 8 under conditions of continuous light section mill 250-1 of the rolling shop of JSC “EVRAZ ZSMK”. The authors have compared the coefficients of drawing and rolling speed in the production of rebar no. 8 on the continuous wire mill 250 and a continuous small-section mill 250 from the same piece – square 100 mm. The results are provided in the illustration, which shows that the use of the rolling process-separation allows to use four stands less than at the rod mill at production of rebar no. 8 at a small-section mill.

**Keywords:** improving the efficiency, rolling-separation, reinforcement profiles, current production, continuous small-section mill, innovative methods of rolling-separation, development of rolling manufacture.

**DOI:** 10.17073/0368-0797-2017-4-324-328

### REFERENCES

- Zhuchkov S.M. Use of idler work rolls in two-high rolling with longitudinal stock slitting in mill line. *Steel in Translation*. 1997, vol. 27, no. 7, pp. 28–33.
- Efimov O.Yu., Chinokalov V.Ya., Fastykovskii A.R., Kopylov I.V. Introduction of a splitting operation in rolling on a continuous small-bar mill. *Steel in Translation*. 2008, vol. 36, no. 4, pp. 327–328.
- Zhuchkov S.M. Particularities in technological scheme for process of three-strand rolling-slitting at 320/150 wire-rod mill. *Metallurgist*. 2001, no. 1, pp. 46–47. (In Russ.).
- Zhuchkov S.M., Bondarenko A.M., Asapov V.N., Dyshlevich V.F. Improvement of split rolling of rebar at 320/150 mm mill. *Stal'*. 1994, no. 2, pp. 48–51. (In Russ.).
- Zhuchkov S.M., Filippov V.V., Tishchenko V.A., Bondarenko A.N. Trends in development of technology for rolling-slitting. *Stal'*. 2001, no. 10, pp. 33–35. (In Russ.).
- Zhuchkov S.M. Use of the reserve of retracting frictional forces. *Lit'e i metallurgiya*. 2002, no. 4, pp. 166–174. (In Russ.).
- Khokhlov S.A., Perunov G.P., Inatovich Yu.V. etc. Development and introduction of optimal technological modes of rolling on the small-section wire mill 320/150 of JSC “Amurmetall”. *Proizvodstvo prokata*. 2009, no. 11, pp. 14–17. (In Russ.).
- Perunov G.P., Khokhlov S.A., Smirnov V.K. etc. Optimization of the technological modes of rolling-separation on the mill 320/150 of JSC “Amurmetall”. *Proizvodstvo prokata*. 2008, no. 9, pp. 20–24. (In Russ.).
- Luduga L., Kolodziej K. Kalibrowanie i technologia walcowania kształtowników paduwojnych z rozeinaniem nagoraco. *Przegląd Instytutu metallurgii Żelazo*. 1977, vol. 29, no. 1, pp. 17–24. (In Polish).
- Palmer L.W. Slit-rolling technology. *World Steel & Metalworking*. 1984, 1985, vol. 6, pp. 147–149.
- Slednev V.P. *Sparennaya prokatka sortovykh profilei* [Twin rolling of profiled sections]. Moscow: Metallurgiya, 1988, 167 p. (In Russ.).
- Sato R. The rolling of products using slit – rolling process. *NKK report*. 1980, no. 3, pp. 42–46.
- Matsuo G., Suzuki M. The latest technology of multi – slit rolling. *SEAI SI Quaterly*. 1995, no. 3, pp. 49–58.
- Klimenko V.M. *Mnogoruch'evaya prokatka-razdelenie* [Multi-strand rolling-separation]. Moscow: Metallurgiya, 1982, 167 p. (In Russ.).
- Efimov O.Y., Fastykovskii A.R., Chinokalov V.Y., Kopylov I.V. Introduction of a splitting operation in rolling on a continuous small-bar mill. *Steel in Translation*. 2008, vol. 38, no. 4, pp. 327–328.
- Efimov O.Yu., Chinokalov V.Ya., Fastykovskii A.R., Kopylov I.V., Makhurin A.N. Employing rolling and separation technology in the 250-1 mill. *Steel in Translation*. 2008, vol. 38, no. 8, pp. 671–673.
- Fastykovskii A.R., Peretyat'ko V.N., Fastykovskii D.A. Aspects of the lengthwise cutting of rolled sections by undriven rotary shears in the mill line. *Metallurgist*. 2003, vol. 47, no. 3-4, pp. 120–124.
- Fastykovskii A.R., Efimov O.Yu., Chinokalov V.Ya. Experience in using rolling-separation technology to improve the competitiveness of rolling products. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Strategiya antikrizisnogo upravleniya ekonomicheskim razvitiem rossiiskoi federatsii* [International Sci.-Practical Conf. Strategy of anti-crisis management of the economic development of the Russian Federation]. Penza: PGU, 2009, pp. 131–133. (In Russ.).
- Perunov G.P., Limankin V.V., Volkov K.V. Mastering the technology of rolling-separating of reinforcing steel on a small-section wire mill 320/150 of JSC “Amurmetall”. *Proizvodstvo prokata*. 2006, no. 10, pp. 16–19. (In Russ.).
- Perunov G.P., Khokhlov S.A., Volkov K.V. etc. Introduction of rolling-separation technology for reinforcing bars on the mill 320/150. *Stal'*. 2010, no. 5, pp. 90–92. (In Russ.).

### Information about the authors:

A.R. Fastykovskii, Dr. Sci. (Eng.), Assist. Professor, Head of the Chair “Metal Forming and Metal Science. OJSC “EVRAZ ZSMK” (omd@sibsiu.ru)

A.A. Fedorov, Cand. Sci. (Eng.), Assist. Professor of the Chair “Metal Forming and Metal Science. OJSC “EVRAZ ZSMK” (fedorov\_130585@mail.ru)

Received November 24, 2016