

Обработка металлов давлением. Технологии и машины обработки давлением Metal forming. Technology and equipment of metal forming

Научная статья
УДК 621.771.2
DOI: 10.14529/met250203

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УСТАНОВКИ ВАЛКОВ ДВУХКЛЕТЕВОГО СТАНА 250 ООО НПП «МЕТЧИВ»

С.И. Закарлюкин¹, info@chelmipt.ru
Г.И. Коваль², Koval.gi@mail.ru

¹ ООО «Металлургический институт передовых технологий», Челябинск, Россия

² Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Изложены результаты реконструкции двухклетевого прокатного стана 250 Научно-производственного предприятия (ООО НПП) «Метчив», предназначенного для производства широкого сортамента простых и фасонных профилей из специальных сталей и сплавов. Стан разработан в 1966 г. Южно-Уральским машиностроительным заводом (ЮУМЗ, г. Орск), сейчас ООО «ЮУМЗ».

Выполнена реконструкция механизмов радиальной установки прокатных валков с заменой механизма гидравлического уравнивания на пружинное уравнивание. Это позволило устранить эксплуатационные сложности системы гидравлического уравнивания, не позволявшие его использовать в течение многих лет. Отсутствие механизма уравнивания верхних прокатных валков приводило к общеизвестным недостаткам в работе прокатных клеток: несоответствию расстояния между рабочими поверхностями прокатных валков при настройке и при прокатке за счет выборки указанных зазоров в системе «гайки – винты – подушки – прокатные валки», действию динамических нагрузок в указанной системе механизмов.

Проработано несколько возможных вариантов размещения винтовых цилиндрических пружин сжатия и тарельчатых пружин: в штоковых полостях гидроцилиндров уравнивания; между подушками нижних и верхних прокатных валков; на наружных боковых поверхностях станин прокатной клетки; на траверсах, соединяющих станины прокатных клеток.

Лучшим вариантов по компактности размещения, возможности выполнения требуемых функций выбран вариант с размещением винтовых цилиндрических пружин в штоковых полостях гидроцилиндров уравнивания.

Выполнен расчет пружин по известной методике и их выбор по ГОСТ 13773–86.

Реконструкция проведена без сложных конструктивных изменений в деталях прокатных клеток с минимальными изменениями в «начинке» гидроцилиндров с сохранением требуемого усилия уравнивания в проектном диапазоне изменения зазора между прокатными валками.

Реконструированные механизмы изготовлены, смонтированы и находятся в постоянной эксплуатации, показывая высокую эффективность.

Ключевые слова: реконструкция, двухклетевой прокатный стан 250, специальные стали и сплавы, механизмы установки прокатных валков, пружинное и гидравлическое уравнивание

Для цитирования: Закарлюкин С.И., Коваль Г.И. Совершенствование механизмов установки валков двухклетевого стана 250 ООО НПП «Метчив» // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2025. Т. 25, № 2. С. 35–41. DOI: 10.14529/met250203

Original article
DOI: 10.14529/met250203

IMPROVEMENT OF ROLL INSTALLATION MECHANISMS OF TWO-STAND MILL 250 OF SPE “METCHIV” LLC

S.I. Zakarlyukin¹, direktor@metchiv.ru

G.I. Koval², Koval.gi@mail.ru

¹ LLC “Metallurgical Institute of Advanced Technologies”, Chelyabinsk, Russia

² South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The article presents the results of the reconstruction of the two-stand rolling mill 250 of the Scientific and Production Enterprise (SPE) “Metchiv” intended for the production of a wide range of simple and shaped sections from special steels and alloys. The mill was developed in 1966. South Ural Machine-Building Plant (SUMP, Orsk), now SUMP LLC.

The mechanisms of radial installation of rolling rolls were reconstructed with the replacement of the hydraulic balancing mechanism with spring balancing. This made it possible to eliminate operational difficulties of the hydraulic balancing system, which prevented its use for many years. The absence of a balancing mechanism for the upper rolling rolls led to well-known shortcomings in the operation of rolling stands: discrepancies in the distance between the working surfaces of the rolling rolls during setup and during rolling due to the selection of the specified gaps in the nut-screws-cushions-rolls system, the action of dynamic loads in the specified system of mechanisms.

Several possible options for the placement of helical cylindrical compression springs and disc springs were worked out: in the rod cavities of the balancing hydraulic cylinders; between the chocks of the lower and upper rolling rolls; on the outer side surfaces of the rolling stand frames; on the cross-beams connecting the beds of the rolling stands.

The best option in terms of compactness of placement and the ability to perform the required functions was chosen with the option of placing helical cylindrical springs in the rod cavities of the balancing hydraulic cylinders.

The springs were calculated using a well-known method and selected according to GOST 13773–86.

The reconstruction was carried out without complex design changes in the parts of the rolling stands with minimal changes in the “filling” of the hydraulic cylinders while maintaining the required balancing force in the design range of change in the gap between the rolling rolls.

The reconstructed mechanisms were manufactured, assembled and are in constant operation, demonstrating high efficiency.

Keywords: reconstruction, two-stand rolling mill 250, special steels and alloys, mechanisms for installing rolling rolls, spring and hydraulic balancing

For citation: Zakarlyukin S.I., Koval G.I. Improvement of roll installation mechanisms of two-stand mill 250 of SPE “Metchiv” LLC. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Metallurgy.* 2025;25(2):35–41. (In Russ.) DOI: 10.14529/met250203

В Научно-производственном предприятии (ООО НПП) «Метчив» с 2005 года находится в эксплуатации двухклетевой универсальный прокатный стан 250, позволяющий работать в системе дуо и кварто. Стан производит малые партии широкого сортамента простых и фасонных профилей из специальных сталей и сплавов.

Стан разработан в 1966 г. Южно-Уральским машиностроительным заводом (ЮУМЗ, г. Орск), сейчас ООО «ЮУМЗ», для использования в опытном производстве Научно-исследовательского института металлургии (НИИМ, г. Челябинск).

В состав стана входят трехзонная электрическая нагревательная печь тоннельного типа, подающий рольганг, две последовательно расположенные прокатные клетки дуо-кварто, между которыми расположен промежуточный рольганг, а за второй прокатной клетью – приемный рольганг.

Сортамент выпускаемой продукции:

- квадрат профили 12...42 мм;
- круг профили 10...50 мм;
- шестигранные профили 10...41 мм;
- полосовые профили 3...25×20...100 мм;
- фасонные профили в виде сегмента, треугольника, уголка и т. п.

Прокатные клетки имеют следующие характеристики:

- максимальное усилие прокатки – 1800 кН;
- максимальный момент прокатки – 17,5 кНм;
- диаметр валков в системе дуо – 250...300 мм;
- диаметр рабочих валков в системе кварто – 95...100 мм;
- длина бочки валков – 350 мм;
- максимальное расстояние между осями валков в системе дуо – 510 мм;
- максимальное расстояние между осями рабочих валков в системе кварто – 160 мм;
- число оборотов валков – 10...250 об/мин;
- скорость перемещения верхних валков – 1...10 мм/с;
- осевое регулирование верхнего валка – 16 мм;
- максимальный ход нажимного винта – 260 мм;

Отличительной особенностью конструкций прокатных клеток от известных [1–5] является использование в электрическом приводе верхних нажимных устройств гаек, установленных с возможностью вращения, и поступательно перемещающихся винтов, а также гидравлического уравнивания верхних прокатных валков. Схема указанных механизмов приведена на рис. 1.

Согласно приведенной схеме механизмы вертикальной установки верхних прокатных валков включают червячный редуктор, червячное колесо которого через шпонку посажено на удлиненную гайку. Привод механизма вертикальной установки верхнего валка осуществляется от электродвигателя мощностью 25 кВт с числом оборотов 100–1000 в минуту. Каждая гайка удерживается в станине прокатной клетки одним радиальным и двумя упорными подшипниками. Гайки связаны с винтами, нижняя часть которых соединена с подушками верхних прокатных валков, а верхняя – с поршнем гидроцилиндра диаметром 320 мм и зафиксирована гайкой малой. Гидроцилиндр имеет диаметр 320 мм, ход – 260 мм, давление в гидросистеме – 125 атм. При этом винт проходит через удлиненный стакан с направляющей втулкой. При работе механизмов вертикальной установки валков в штоковых полостях гидроцилиндров от аккумуляторов поддерживается постоянное давление жидкости, создающее требуемое усилие уравнивания верхних прокатных валков.

Однако из-за сложности в эксплуатации гидравлической системы уравнивания механизм уравнивания на указанных прокатных клетях в течение многих лет отсутствовал. Отсутствие системы уравнивания верхних прокатных валков, как известно [1–4], приводит за счет действия сил тяжести к наличию зазоров в системе «винт – гайка» нажимных устройств, зазоров между пятой нажимных винтов и подпятников подушек прокатных валков, зазоров в подшипниковых узлах прокатных валков (система «гайки – винты – подушки – прокатные валки»). Это приводит к общеизвестным недостаткам в работе прокатных клеток: несоответствия расстояния между рабочими поверхностями прокатных валков при настройке и при прокатке за счет выборки указанных зазоров в системе «гайки – винты – подушки – прокатные валки», а также действию динамических нагрузок в указанной системе механизмов. Отмеченные недостатки в работе прокатных клеток приводят к снижению производительности за счет повышения трудоемкости настройки прокатных клеток, повышенному износу системы «гайки – винты – подушки – прокатные валки».

В связи с этим предложено провести реконструкцию нажимных устройств и устройств для уравнивания прокатных валков клеток 250. Суть мероприятий по реконструкции заключается в применении вместо гидравлического уравнивания пружинного уравнивания. При этом рассмотрено несколько возможных вариантов размещения винтовых цилиндрических пружин сжатия и тарельчатых пружин [5]. Проработаны следующие варианты установки указанных пружин: в штоковых полостях гидроцилиндров уравнивания; между подушками нижних и верхних прокатных валков; на наружных боковых поверхностях станин прокатной клетки; на траверсах, соединяющих станины прокатной клетки.

Лучшим вариантов по компактности размещения, возможности выполнения требуемых функций выбран вариант с размещением винтовых цилиндрических пружин в штоковых полостях гидроцилиндров уравнивания.

Сложностью такого конструктивного исполнения при замене гидравлического уравнивания на пружинное уравнивание прокатных валков явилось следующее:

- размещение пружин в корпусах гидроцилиндров без какой-либо их механической обработки;

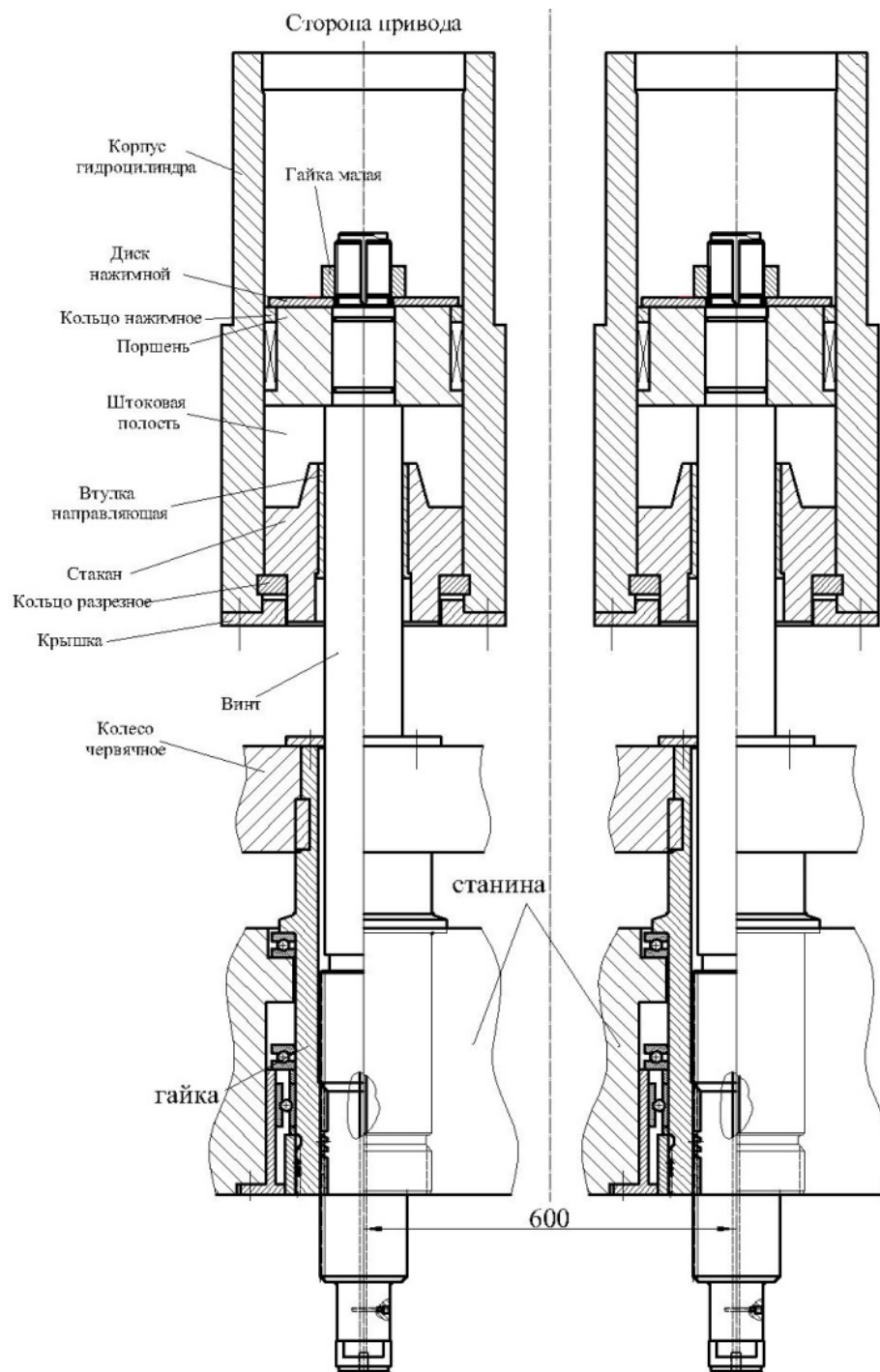


Рис. 1. Схема механизма установки валков клетки 250 до реконструкции
 (винты в нижнем положении)

Fig. 1. Diagram of the mechanism for installing the rolls of the 250 stand before reconstruction
 (screws in the lower position)

– минимальные изменения в «начинке» гидроцилиндров (поршни, втулки, кольца, стаканы, крышки и т. п.);

– обеспечение значительного изменения зазора между прокатными валками с сохранением требуемого усилия уравнивания, которое, как известно, должно на 20–40 %

превышать вес уравниваемых деталей, включая нажимные винты;

– учет отсутствия уравнивания шпинделей привода верхних прокатных валков;

– работа системы уравнивания во всем диапазоне изменения вертикального положения верхних прокатных валков $h = 112$ мм

без дополнительного ручного регулирования величины сжатия пружин;

– обеспечение работоспособности пружин путем учета известных конструктивных требований к их параметрам [5] (соотношение длин и диаметров, требуемых зазоров между пружинами и их направляющими, т. п.);

– выполнение требований удобства сборки и разборки с учетом техники безопасности.

На рис. 2 приведена схема механизмов для установки прокатных валков клетки 250 после реконструкции, выполненной с учетом всех перечисленных требований.

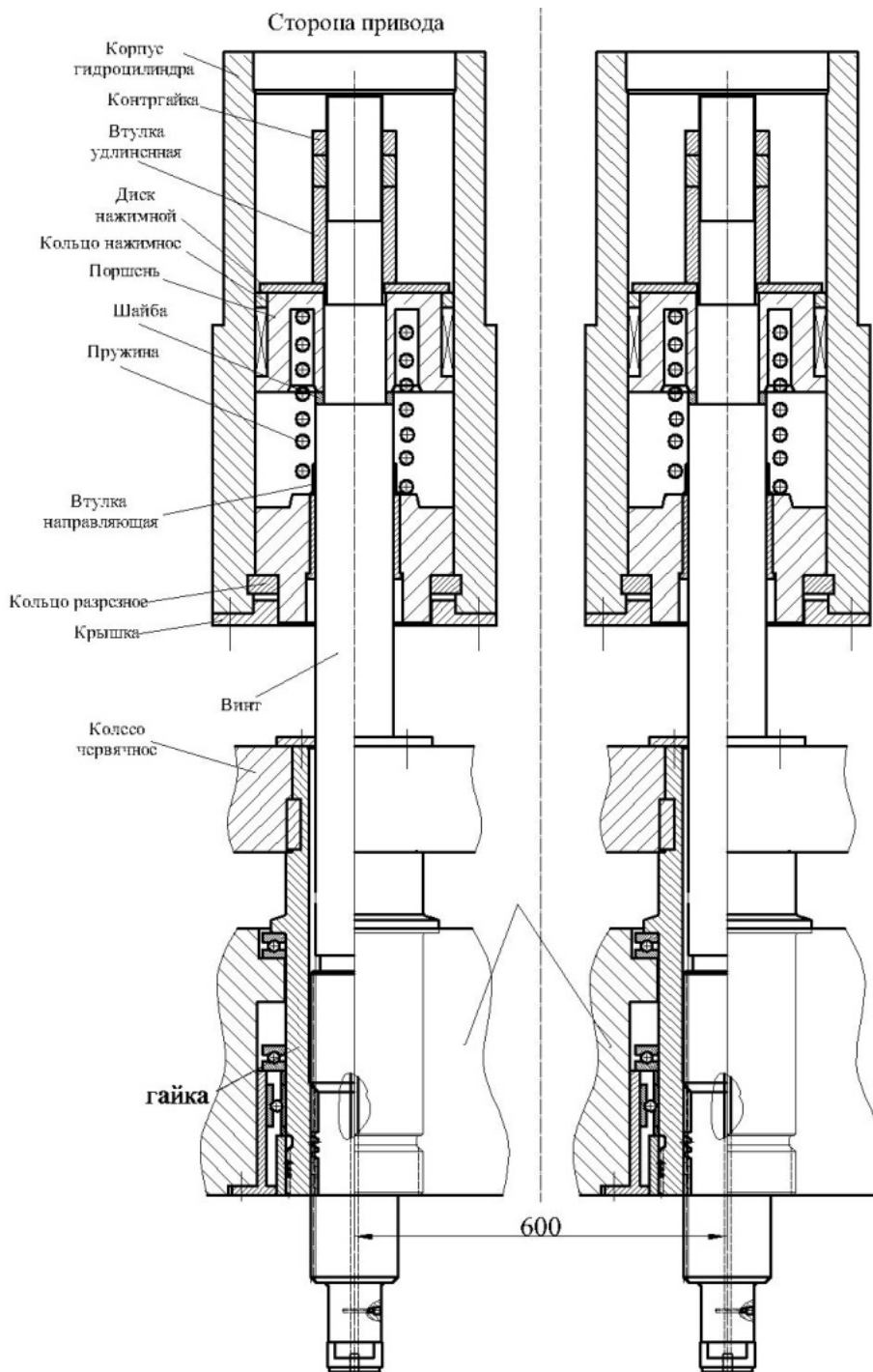


Рис. 2. Схема механизма установки валков клетки 250 после реконструкции
(винты в нижнем положении)

Fig. 2. Diagram of the mechanism for installing the rolls of the 250 stand after reconstruction
(screws in the lower position)

ГОСТ 13773-86. Пружина №74, 2 класса, разряда 4.

Вес уравновешиваемых деталей со стороны привода - $G=760$ кг.

Требуемое усилие уравновешивания со стороны привода - $Q=(1,2-1,4)G$
-(910-1070)кг.

Изменение положения прокатных валков
(ход пружины) - $h=112$ мм.

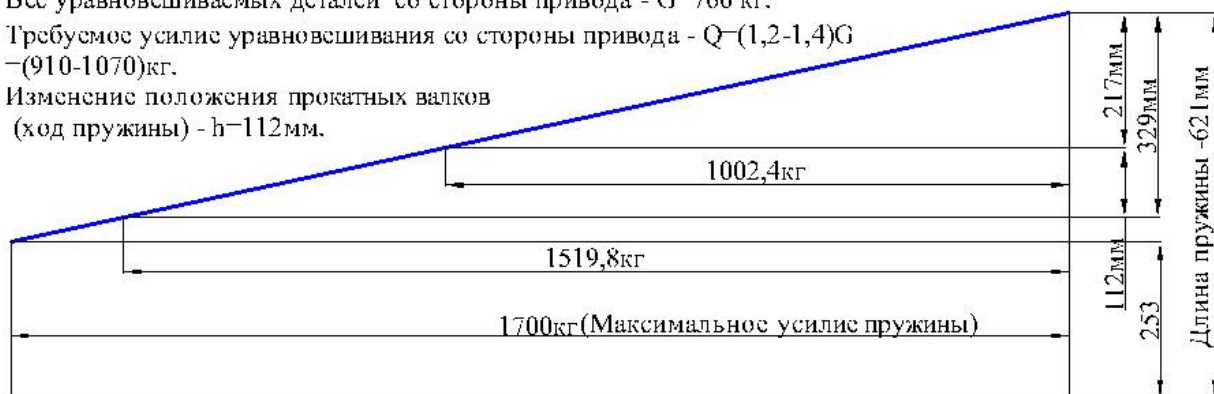


Рис. 3. График зависимости усилия, создаваемого пружиной, от величины ее сжатия
Fig. 3. Graph of the dependence of the force created by the spring on the magnitude of its compression

Для этого удлинены верхние концевые части винтов, установлены удлиненные втулки, контргайки, для установки пружин требуемой длины и диаметра в поршнях выполнены проточки, занижены стаканы, проточены направляющие втулки.

При этом особое внимание уделено расчету пружин по методике [5] и их выбору по ГОСТ 13773-86. На рис. 3 приведена схема, показывающая зависимость усилия, создаваемого пружиной, от величины ее сжатия.

Реконструированные механизмы установки верхних валков прокатных клетей двухклетевого универсального прокатного стана 250, изготовлены, смонтированы и находятся в постоянной эксплуатации. Их работа показала высокую эффективность, значительно сокращено время настройки прокатных валков, существенно снизился износ систем винт-гайка, повышена точность геометрических размеров выпускаемого проката.

Заключение

1. В результате многовариантной конструкторской проработки выбран наиболее рациональный вариант конструктивного исполнения механизма уравновешивания верхних валков прокатных клетей сортового стана при замене гидравлического на пружинное уравновешивание.

2. Разработанное более простое в эксплуатации пружинное уравновешивание выполняет все функции гидравлического уравновешивания при минимальных изменениях в конструкции деталей механизма гидравлического уравновешивания.

3. Практически реализованные разработки могут быть рекомендованы для использования в прокатных клетях аналогичного конструктивного исполнения при необходимости реконструкции механизмов установки верхних валков прокатных клетей, включающей замену гидравлического на более простое в эксплуатации пружинное уравновешивание.

Список литературы

1. Целиков А.И., Смирнов В.В. Прокатные станы. М.: Металлургиздат, 1958. 423 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3 т. Т. 3: Машины и агрегаты для производства и отделки проката: учеб. для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребенник и др. М.: Металлургия, 1988. 680 с.
3. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных цехов черной и цветной металлургии: учеб. для вузов. М: Металлургия, 1976. 543 с.
4. Колесников А.Г., Яковлев Р.А., Мальцев А.А. Технологическое оборудование прокатного производства: учеб. пособие для вузов по направлению «Технологические машины и оборудование». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 158 с.
5. Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. 8-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Н. Жестковой. М: Машиностроение, 2001. Т. 3. 920 с.

References

1. Celikov A.I., Smirnov V.V. *Prokatnye stany* [Rolling mills]. Moscow: Metallurgizdat, 1958. 423 p. (In Russ.)
2. Celikov A.I., Polukhin P.I., Grebennik V.M. et al. *Mashiny i agregaty metallurgicheskikh zavodov. V 3 t. T. 3: Mashiny i agregaty dlya proizvodstva i otdelki prokata: ucheb. dlya vuzov* [Machines and units of metallurgical plants. In 3 volumes. Vol. 3: Machines and units for production and finishing of rolled products: textbook for universities]. 2nd ed. reworked and additional. Moscow: Metallurgiya, 1988. 680 p. (In Russ.)
3. Korolev A.A. *Mekhanicheskoe oborudovanie prokatnykh tsekhov chernoy i tsvetnoy metallurgii: ucheb. dlya vuzov* [Mechanical equipment of rolling shops of ferrous and non-ferrous metallurgy: a textbook for universities]. Moscow: Metallurgiya, 1976. 543 p. (In Russ.)
4. Kolesnikov A.G., Yakovlev R.A., Mal'tsev A.A. *Tekhnologicheskoe oborudovanie prokatnogo proizvodstva: ucheb. posobie dlya vuzov po napravleniyu "Tekhnologicheskie mashiny i oborudovanie"* [Technological equipment for rolling production. Textbook manual for universities in the field of "Technological machines and equipment"]. Moscow: Bauman Moscow State Technical University Publ., 2014. 158 p. (In Russ.)
5. Anur'ev V.N. *Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya: v 3 t. T. 3* [Handbook of mechanical engineering designer. In 3 volumes. Vol. 3]. 8th ed., revised. and additional. Moscow: Mashinostroenie, 2001. 920 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Закарлюкин Сергей Иванович, директор, ООО «Металлургический институт передовых технологий», Челябинск, Россия; info@chelmipt.ru.

Коваль Григорий Иванович, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры процессов и машин обработки металлов давлением, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; Koval.gi@mail.ru.

Information about the authors

Sergey I. Zakarlyukin, Director, LLC "Metallurgical Institute of Advanced Technologies", Chelyabinsk, Russia; info@chelmipt.ru.

Grigoriy I. Koval, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Prof. of the Department of Processes and Machines for Metal Forming, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; Koval.gi@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.03.2025

The article was submitted 15.03.2025