

УДК 621.771

## УСИЛИЯ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ ШАРА

**Филиппова М.В.<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент кафедры обработки металлов давлением  
и металловедения. ЕВРАЗ ЗСМК (flippova\_mv@mail.ru)

**Перетяцько В.Н.<sup>1</sup>**, д.т.н., профессор кафедры обработки металлов давлением  
и металловедения. ЕВРАЗ ЗСМК (kafkshp@sibsiu.ru)

**Сметанин С.В.<sup>2</sup>**, к.т.н., начальник центральной лаборатории автоматизации  
и механизации (smetanin\_sv@nkmk.ru)

<sup>1</sup> Сибирский государственный индустриальный университет  
(654007, Россия, Кемеровская обл., Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

<sup>2</sup> АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»  
(654043, Россия, Кемеровская обл., Новокузнецк, шоссе Космическое, 16)

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с изучением напряженно-деформированного состояния металла и усилий на стане для прокатки шаров больших размеров. Внедрение предложенных мероприятий позволило прокатывать качественные шары диаметром до 125 мм.

**Ключевые слова:** прокатка шаров, компьютерное моделирование, напряжения, усилие прокатки, калибровка валков.

**DOI:** 10.17073/0368-0797-2016-8-587-588

Средняя годовая потребность рынка сбыта шаров условным диаметром от 90 до 120 мм составляет 40 % от объема производства всех шаров. Выпуск этой продукции на существующем оборудовании позволит увеличить объем производства на 15 % и снизить себестоимость тонны продукции на 10 %. Для изучения возможности прокатки шаров большого диаметра на шаропркатном стане 40-80, предназначенном для прокатки шаров номинальным диаметром от 40 до 80 мм [1], были проведены исследования процессов формоизменения металла в калибрах и разработка новой технологии прокатки шаров особенно крупного диаметра.

Для проведения компьютерного моделирования процессов формоизменения металла в калибрах создана виртуальная модель шаропркатного стана.

Результаты компьютерного моделирования показали, что шары номинальным диаметром 90 мм можно прокатывать на стане 40-80. Так, при температуре прокатки 1050 °С усилия прокатки при скорости 30 и 80 об/мин составляют 430 и 610 кПа соответственно. При снижении температуры прокатки до 900 °С усилия прокатки повышаются до 470 и 660 кПа соответственно. Таким образом, усилия прокатки шаров номинальным диаметром 90 мм (фактический диаметр 93 мм) из стали 45 при различных температурно-скоростных условиях меньше допустимого усилия, которое составляет 690 кПа.

Результаты компьютерного моделирования прокатки шаров номинальным диаметром 120 мм (фактический диаметр 125 мм) показали, что без проведения

реконструкции шаропркатного стана 40-80 прокатка шаров номинальным диаметром 120 мм невозможна. Проведенная реконструкция прокатного стана заключалась в увеличении длины бочки прокатных валков, замене подшипников прокатных валков, замене электродвигателя на более мощный и повышении температуры прокатки. Опытная прокатка шара диаметром 120 мм при температуре 1200 °С после реконструкции прокатного стана показала, что усилия прокатки составляют 650 кПа, что ниже допустимого усилия.

Разработана калибровка и режимы деформации, при которых отсутствуют разрыхление металла и вскрытие полости в осевой зоне прокатанного шара [2, 3]. Для определения компонент тензора напряжений выбраны характерные точки вдоль осевой линии прокатки: 1 – передний торец валков; 2 – внедрение первой реборды в заготовку; 3 – центр первого шара; 4 – внедрение второй реборды в заготовку; 5 – центр второго шара. Результаты, полученные методом компьютерного моделирования ( $\sigma_x$  – напряжение вдоль оси прокатки;  $\sigma_y$  – напряжение вдоль направления уширения;  $\sigma_z$  – напряжение вдоль направления обжатия;  $\sigma_i$  – интенсивность напряжений), приведены ниже.

Напряжение	Величина напряжений, Па · 10 <sup>8</sup> , в точках				
	1	2	3	4	5
$\sigma_x$	–8,06	–9,48	–7,01	–8,78	–7,99
$\sigma_y$	–8,07	–9,96	–6,88	–5,43	–7,10
$\sigma_z$	–7,22	–10,04	–8,30	–7,26	–8,77
$\sigma_i$	1,23	1,27	1,47	1,81	1,35

Можно отметить, что все компоненты тензора напряжений имеют знак минус: все компоненты тензора напряжений сжимающие. Наличие всестороннего сжатия металла в процессе прокатки способствует его проработке и отсутствию пористости.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана научнообоснованная технология прокатки шаров большого диаметра. Результаты проведенных исследований внедрены в производство.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Специальные прокатные станы / А.И. Целиков, М.В. Барбарин, М.В. Васильчиков и др. – М.: Metallurgiya, 1971. – 336 с.
2. Перетягко В.Н., Климов А.С., Филиппова М.В. Калибровка валков шаропрокатного стана. Сообщение 1 // Изв. вуз. Черная металлургия. 2013. № 4. С. 27 – 30.
3. Перетягко В.Н., Климов А.С., Филиппова М.В. Калибровка валков шаропрокатного стана. Сообщение 2 / В.Н. Перетягко, А.С. Климов, М.В. Филиппова // Изв. вуз. Черная металлургия. 2013. № 6. С. 16 – 20.

Поступила 13 мая 2016 г.

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2016. VOL. 59. No. 8, pp. 587–588.

## STRESSES AND STRAINS DURING ROLLING OF THE BALL

*M.V. Filippova*<sup>1</sup>, *V.N. Peretyat'ko*<sup>1</sup>, *S.V. Smetanin*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

<sup>2</sup>JSC “EVRAZ - Joint West Siberian Metallurgical Plant”, Novokuznetsk, Russia

**Abstract.** The problems associated with the study of stress-strain state of the metal and efforts on the mill for rolling the balls of large sizes are considered. Implementation of the proposed measures allowed the balls of high-quality with a diameter up to 125 mm to be rolled.

**Keywords:** rolling of balls, computer simulation, stresses, force of rolling, calibration of rolls.

**DOI:** 10.17073/0368-0797-2016-8-587-588

### REFERENCES

1. Tselikov A.I., Barbarin M.V., Vasil'chikov M.V. etc. *Spetsial'nye prokatnye stany* [Special rolling mills]. Moscow: Metallurgiya, 1971, 336 p. (In Russ.).

2. Peretyat'ko V.N., Klimov A.S., Filippova M.V. Calibration of rolls of a ball-rolling mill. Part 1. *Izvestiya VUZov. Chernaya metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2013, no. 4, pp. 27–30. (In Russ.).
3. Peretyat'ko V.N., Klimov A.S., Filippova M.V. Calibration of rolls of a ball-rolling mill. Part 2. *Izvestiya VUZov. Chernaya metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2013, no. 6, pp. 16–20. (In Russ.).

### Information about the authors:

*M.V. Filippova*, Cand. Sci. (Eng.), Assist. Professor of the Chair “Metal Forming and Metal Science”. OJSC “EVRAZ ZSMK” (filippova\_mv@mail.ru)

*V.N. Peretyat'ko*, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair “Metal Forming and Metal Science”. OJSC “EVRAZ ZSMK” (kafkshp@sibsiu.ru)

*S.V. Smetanin*, Cand. Sci. (Eng.), Head of the Central Laboratory of Automation and Mechanization (smetanin\_sv@nkmk.ru)

Received May 13, 2016