

УДК 621.771

Тютряков Н.Ш., Савинов А.С., Андросенко М.В., Рудь К.И., Залилов Р.В.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КАНТУЮЩИЕ РОЛИКИ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ RTC СОРТОВЫХ СТАНОВ ПАО «ММК», В ПРОЦЕССЕ СКРУЧИВАНИЯ ПОЛОСЫ

**Аннотация.** Разработка надежных и долговечных конструкций валковой арматуры зачастую представляет значительные трудности, поскольку требуется знание особенностей нагружения ее рабочих деталей и величины усилий, действующих на эти детали. Для изучения износостойкости изнашиваемых деталей валковой арматуры качения именно силовые параметры являются исходными величинами, поэтому в данной работе основное внимание было уделено определению усилий, возникающих при скручивании полос в кантующей арматуре RTC, установленной на сортовых станах ПАО «ММК».

**Ключевые слова:** сортовая прокатка, валковая арматура, кантующие ролики, скручивание полос, усилия кантования.

### Введение

В последнее десятилетие структура спроса на металлопродукцию и требования к ней претерпевают существенные изменения. Конкурентоспособность изделий из черных металлов в значительной степени определяется уровнем применяемых технологий и уникальностью оборудования для обработки давлением, в частности, прокатных и литейно-прокатных комплексов.

Эксплуатация в ПАО «ММК» сортовых станов 450, 370, 170, изготовленных фирмой DANIELI (Италия), потребовало пристального внимания к валковой арматуре.

Валковая арматура, образуя с прокатными валками единый комплекс технологического инструмента, является неотъемлемой частью основных агрегатов сортовых станов – рабочих клетей [1]. Она включает в себя детали, работающие длительное время и не требующие замены, регулярного восстановления – арматурные брусья, коробки, крепежные элементы и др. В то же время валковая арматура содержит сменные детали, подвергающиеся изнашиванию. Эти детали требуют периодической замены или восстановления [1].

Износостойкость роликов валковой арматуры во многом определяет качество готового проката, ритмичность работы стана, что, в конечном счете, определяет конкурентоспособность выпускаемой продукции как на внешнем, так и на внутреннем рынках [2].

Арматура для скручивания раската RTC (рис. 1) состоит из корпуса 1, приемной воронки 2, кантующих роликов 3, механизма регулировки межосевого расстояния роликов 4 и раструба 5 для направления проката в калибр валков.

Применена симметричная и одновременная регулировка межцентрового расстояния роликов с помощью единой точки настройки. Червяк приводит в действие червячное колесо, вращение цапфы эксцентриков роликов. Такая настройка обеспечивает более точный контролируемый режим скручивания. Консольный принцип монтажа роликов (до проводок се-

рии RTC10) позволяет быстро провести монтаж роликов. Для выполнения этой же операции на проводках до серии RTC18 необходимо снять 4 болта.

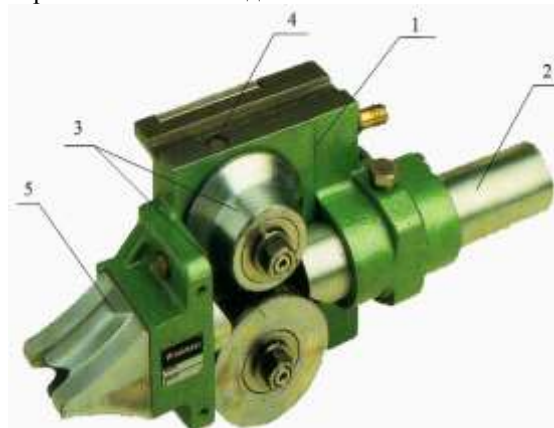


Рис. 1. Арматура RTC с кручением

При расчете усилий, возникающих в арматуре при скручивании полос, используется гипотеза А. Надаи [3]. При расчете усилий считается, что кантование раскатов осуществляется при постоянной величине крутящего момента.

Величина полного усилия кантования (рис. 2) и его составляющих с достаточной точностью определяется следующими уравнениями [4]:

$$N = \frac{M_{н.к.}}{l}; \quad (1)$$

$$N_x = N \cdot \cos \varphi_{п.р.}; \quad (2)$$

$$N_y = N \cdot \sin \varphi_{п.р.}, \quad (3)$$

где  $N$  – полное усилие кантования, кН;  
 $N_x$  и  $N_y$  – радиальная и осевая составляющие полного усилия кантования;

$l$  – плечо сил, скручивающих полосу;

$\varphi_{п.р.}$  – угол профилировки ролика.

Определим плечо сил, скручивающих полосу, имеющую форму поперечного сечения эллипс.

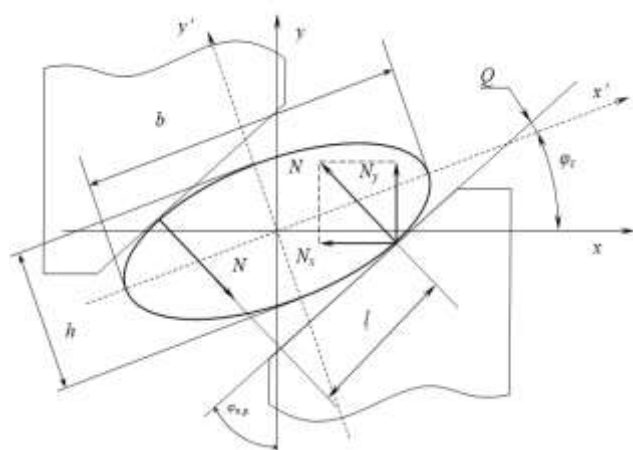


Рис. 2. Схема к определению усилий кантования

Уравнение касательной (в нашем случае поверхности вала) к эллипсу [5]

$$\frac{xx_0}{a^2} + \frac{yy_0}{c^2} = 1, \quad (4)$$

где  $x_0, y_0$  – координаты точки контакта раската с кантующим валком;  
 $x, y$  – координаты произвольной точки, находящейся на эллипсе;  
 $a, c$  – полуоси эллипса ( $a=b/2; c=h/2$ ).

Тангенс угла наклона поверхности вала определим как производную уравнения касательной [5]

$$\operatorname{tg} Q = -\frac{x_0 b^2}{y_0 a^2}. \quad (5)$$

Из уравнения (4) выразим  $y$ , принимая  $x=x_0, y=y_0$ :

$$y_0 = \sqrt{c^2 - \frac{x_0^2 c^2}{a^2}}. \quad (6)$$

Из уравнения (5) выразим  $y$

$$y_0 = -\frac{x_0 \cdot c^2}{\operatorname{tg} Q \cdot a^2}. \quad (7)$$

Приравнявая (6) и (7), получим абсциссу точки В [5]:

$$x_0 = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^2 Q \cdot a^4}{\operatorname{tg}^2 Q c \cdot a^2 + c^2}}.$$

Плечо сил, скручивающих полосу:

$$l = 2(x_0 \cos Q - y_0 \cdot \sin Q). \quad (8)$$

$$Q = \varphi_{n.p.} + \varphi_c.$$

Результаты расчета усилий, действующих в кантующей арматуре, установленной на стане 170, представлены в таблице и на рис. 3 [4, 5].

Расчеты показали, что для увеличения ресурса кантующих роликов и оптимизации процесса кантования требуется профилировка роликов, обеспечивающая максимальное плечо и, как следствие, минимальное усилие на ролики при кантовании.

Номер клетки	RTS	$\varphi_{п.р.}$ , град	$b$ , мм	$h$ , мм	$l$ , м	$N$ , кН	$N_x$ , кН	$N_y$ , кН
2	15	45	123,86	77	0,102	460,27	325,73	325,73
4	12	45	98,5	55,7	0,077	325,55	229,71	229,71
6	10	45	74,74	41,6	0,059	184,79	130,06	130,06
8	7	40	59,43	29,7	0,048	148,09	113,05	95,68
10	5	35	46,03	22,9	0,038	90,88	74,17	52,75

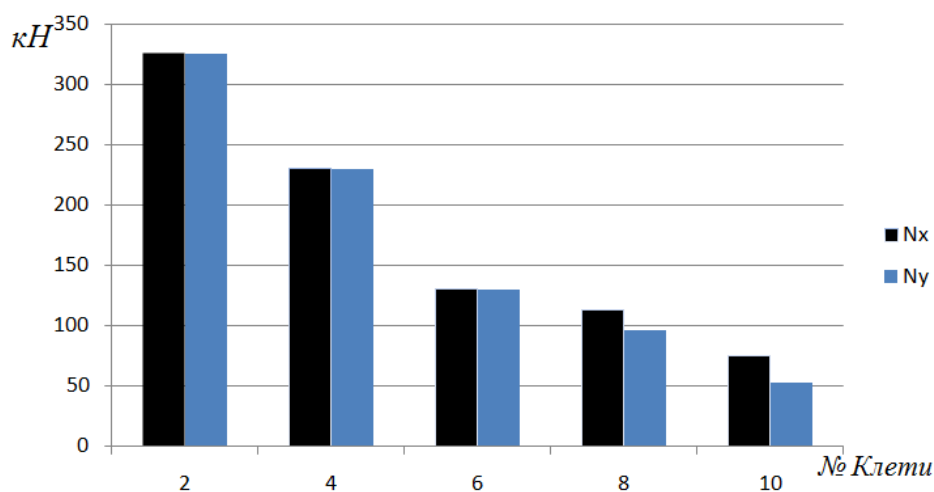


Рис. 3. Составляющие усилия кантования

## Список литературы

1. Моделирование условий эксплуатации роликов валковой арматуры сортовых станов / Новицкий Р.В., Остапчук А.М., Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Коковихин А.В. // Горный журнал. 2012. № S3. С. 64-67.
2. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53.
3. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел: пер. с англ. М.: ИЛ, 1954. 647 с.
4. Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Трофимова А.Л. Методика оценки ресурса роликов валковой арматуры // Механическое оборудование металлургических заводов. 2012. № 1 (1). С. 34-39.
5. Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Пантелеев В.С. Определение усилий, возникающих в роликах кантовочной валковой арматуры RTS сортового стана 170 ПАО «ММК» при скручивании полос // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2013. № 19. С. 41-45.

## Сведения об авторах

**Тютеряков Наиль Шаукатович** – канд. техн. наук, доцент кафедры ПиЭММО, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: [n.tyuteryakov@magtu.ru](mailto:n.tyuteryakov@magtu.ru).

**Савинов Александр Сергеевич** – д-р техн. наук, зав. кафедрой механики, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: [savinov\\_nis@mail.ru](mailto:savinov_nis@mail.ru).

**Андросенко Мария Владимировна** – ст. преп. кафедры ПиЭММО, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», E-mail: [manechka.05@mail.ru](mailto:manechka.05@mail.ru).

**Рудь Ксения Игоревна** – старший лаборант кафедры механика, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: [ttmp@magtu.ru](mailto:ttmp@magtu.ru).

**Залилов Рустем Венирович** – ст. преп. кафедры ПиЭММО, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: [zalilow74@ya.ru](mailto:zalilow74@ya.ru).

## INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

## CALCULATION OF FORCES ON THE TWIST ROLLERS OF RTC GUIDE FITTINGS OF PAO “MMK” SECTION ROLLING MILLS IN THE PROCESS OF STRIP COILING

**Nail Sh. Tyuteryakov** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: [n.tyuteryakov@magtu.ru](mailto:n.tyuteryakov@magtu.ru).

**Alexander S. Savinov** – Dr. Sci. (Eng.), Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: [savinov\\_nis@mail.ru](mailto:savinov_nis@mail.ru).

**Maria V. Androsenko** – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: [manechka.05@mail.ru](mailto:manechka.05@mail.ru).

**Ksenia I. Rud** – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: [ttmp@magtu.ru](mailto:ttmp@magtu.ru).

**Rustem V. Zalilov** – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: [zalilow74@ya.ru](mailto:zalilow74@ya.ru).

**Abstract.** Design of a reliable and durable construction of roll fittings is usually a complicated task as such information as particularity of loads and forces applied to the working parts is required. The force parameters are the initial values when studying the wear resistance of the wearing parts of the roll fittings. Therefore, in this work, the main attention was paid to determining the forces arising in the process of strips coiling in the RTC twist guide installed on the section rolling mills of PAO “MMK”.

**Keywords:** bar production, guide fittings, twist rollers, strip coiling, canting forces.

## Ссылка на статью:

Тютеряков Н.Ш., Савинов А.С., Андросенко М.В., Рудь К.И., Залилов Р.В. Определение усилий, действующих на кантовочные ролики валковой арматуры RTC сортовых станов ПАО «ММК», в процессе скручивания полосы // Теория и технология металлургического производства. 2020. №1 (32). С. 47-49.

Tyuteryakov N. Sh., Savinov A.S., Androsenko M.V., Rud K.I., Zalilov R.V. Calculation of forces on the twist rollers of RTC guide fittings of PAO “MMK” section rolling mills in the process of strip coiling. *Teoria i tehnologiya metallurgicheskogo proizvodstva*. [The theory and process engineering of metallurgical production]. 2020, vol. 32, no. 1, pp. 47-49.