

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ПОВОРОТА ПОЛОСЫ В НЕПРИВОДНОМ КАНТУЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИВОДА КЛЕТИ

Д. М. Васильков

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Астапенко

Прокатка на непрерывном мелкосортном стане 320 осуществляется в клетях с горизонтальным расположением валков. В связи с этим после осесимметричных калибров необходим продольный поворот полосы на 90 градусов для деформации в последующей клетке. Функцию поворота полосы овальной формы (рис. 1, *а*) выполняют неприводные кантующие роликовые проводки (НКРП), расположенные после деформирующей клетки на расстоянии L_0 от оси валков. Требуемый угол поворота раската зависит также от расстояния до последующей клетки L , положения вводной проводки L_1 и угла поворота раската в сечении оси кантующих роликов φ (рис. 1, *б*).

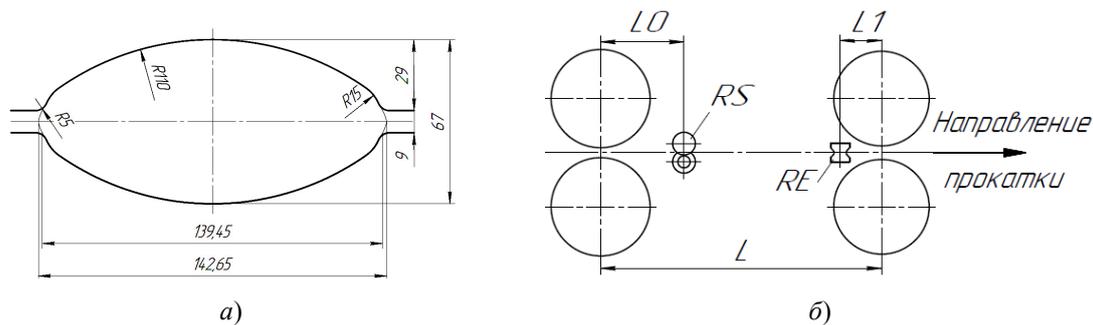


Рис. 1. Схема кантовки полосы после № 1–3:
 а – калибр клетки № 3; б – схема установки провадок

Пластическое скручивание раската в НКРП осуществляется за счет энергии привода клетки. Исследования различных авторов показали, что дополнительная нагрузка от кантовки может достигать до 30–40 % от мощности пластической деформации в клетке [1]. Однако при расчете энергосиловых параметров прокатки в учебных и производственных методиках дополнительная нагрузка от кантовки на привод клетки не учитывается [2]. Это может привести к неадекватности рассчитанных калибровок и повышенному износу или разрушению тяжело нагруженных узлов прокатных клетей.

В работе рассмотрен процесс кантования полосы после клетки № 3 черновой группы стана 320. Режим прокатки в ней характеризуется температурой, при которой рекристаллизация полностью протекает во время деформации или в межклетьевом промежутке. Это происходит за счет малой скорости деформации. При таких условиях прокатки металл считается идеально пластичным и для определения усилия, момента и мощности кручения полосы в НКРП можно применить аналогию А. Надаи [3].

Методика расчета момента пластического кручения полосы подробно описана в работе И. С. Тришевского [4]. Схема и расчет момента кручения, усилий, действующих на кантующие ролики для НКРП аналогичной конструкции, применяемой в клетке № 3, представлены в работе [5]. Однако методики, позволяющей с достаточной достоверностью определить влияние процесса кантовки на нагрузку привода клетки, в литературе не описано. Это объясняется сложным пространственным взаимодействием силовых и кинематических факторов в очаге деформации клетки, в плоскости кантования и напряженно-деформированным состоянием металла полосы в промежутке между клетью и кантующим устройством.

Для определения влияния процесса кантовки был выполнен численный эксперимент методом конечных элементов процесса прокатки в клетке № 3 в соответствии с параметрами технологического процесса стана 320 ОАО «БМЗ» для роликовой кантующей проводки конструкции RS-15, характеристики которой представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики роликовой кантующей проводки RTS 15

Диаметр ролика, мм		Ширина ролика, мм	Угол конуса ролика	Зазор между роликами, мм	
max	min			max	min
300	133	110	47,5°	88,88	62,04

Проводка устанавливается на проводковом столе с выходной стороны клетки № 3 на расстоянии от оси валков клетки $L_0 = 620$ мм. Расстояние между осями валков клеток № 3 и 4: $L = 2600$ мм. Состояние металла раската по технологическому процессу прокатки представлено в табл. 2.

Таблица 2

Основные энергосиловые и деформационные параметры работы стана для клетки № 3

Площадь сечения раската, мм ²	Температура полосы, °С	Размеры кантуемого сечения Н × В, мм	Скорость движения полосы, м/с	Сопротивление деформации, МПа
7490	1118	67 x 138	0,790	105,54

Моделирование проводилось в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм. Настройки кинематики и геометрии валков – в соответствии с телеметрией стана 320 и геометрией действующего калибра (табл. 3).

Таблица 3

Исходные для расчета параметров процесса прокатки в клетки № 3

Технологические параметры	Клеть № 3
Диаметр валков $D_{в}$, мм	560
Катающий диаметр валков $D_{к}$, мм	515
Относительное обжатие полосы ε_h , %	25
Частота вращения валков n , об/мин	31,054

По результатам численного эксперимента анализировались величина и динамика силовой нагрузки на привод валков (табл. 4) на следующих характерных участках прокатки: в установившемся режиме прокатки клетки № 3 до начала процесса скручивания полосы в кантующем устройстве (M_y); во время начала поворота полосы на конусах роликов ($M_{к.маx}$); в установившемся режиме прокатки клетки № 3 после процесса поворота полосы в кантующем устройстве ($M_{к.у}$).

Моменты, действующие на валки при кантовке в клетѣ № 3 стана 320

Момент прокатки на валках в установившемся режиме без кантовки M_y , кН · м	Максимальный момент прокатки на валках с кантовкой $M_{к.мах}$, кН · м	Момент прокатки на валках с кантовкой в установившемся режиме $M_{к.у}$, кН · м
40,5	53,5	44,3

По графику моментов на валках клетѣ (рис. 2) видна динамика и величина дополнительной нагрузки на привод клетѣ от процесса кантовки. В пиковом значении, при входе в ролики, момент увеличивается на 32 %. В установившемся режиме стабильно увеличивает нагрузку на 9–10 %.

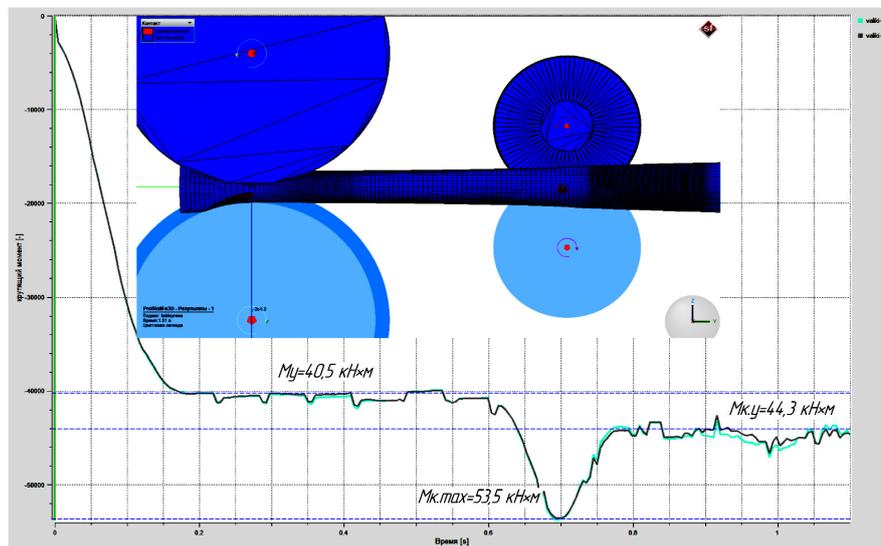


Рис. 2. Моменты, действующие на валки при кантовке в клетѣ № 3 стана 320

Выводы по определению энергосиловых параметров процесса прокатки в клетѣ № 3 стана 320 с кантовкой:

- момент прокатки в установившемся режиме до кантовки составил $M_y = 40,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$;
- максимальный момент прокатки во время кантовки составил $M_{к.мах} = 53,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$, что на 32,1 % больше базового значения M_y ;
- момент прокатки на валках с кантовкой в установившемся режиме составил $M_{к.у} = 44,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$, что на 9,43 % больше базового значения M_y ;
- кантовка существенно увеличивает нагрузку на привод и при расчете момента прокатки в клетѣ № 3 необходимо вводить поправочный коэффициент влияния кантовки: $k_k = 1,1$;
- при кантовке в клетѣ № 3 пиковая кратковременная нагрузка на привод составляет 32,1 % – это необходимо учитывать при выборе режимов обжатия для предотвращения останова клетѣ.

Литература

1. Фастыковский, А. Р. Основы конструирования и безаварийной работы валковой арматуры сортовых станов : учеб. пособие / А. Р. Фастыковский, А. Н. Савельев. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. – 170 с.
2. Бобарикин, Ю. Л. Практическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Прокатка и волочение» по теме «Калибровка прокатных валков» / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 1997. – 68 с.
3. Надаи, А. Пластичность и разрушение твердых тел : в 2 т. / А. Надаи ; под ред. Г. С. Шапиро. – М. : Иностран. лит., 1954. – 647 с.
4. Тришевский, И. С. Проводки прокатных станов / И. С. Тришевский. – М. : Металлургиздат, 1957. – 283 с.
5. Оншин, Н. В. Определение усилий, возникающих в роликах кантующей валковой арматуры RTS сортового стана 170 ОАО «ММК» при скручивании полос / Н. В. Оншин, Н. Ш. Тютетьряков, В. С. Пантелеев // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2013. – № 19. – С. 41–45.