

Рис. 2. Средние показатели предела прочности проволоки до свивки, проволоки после свивки и металлокорда от скорости волочения проволоки:
■ – проволока до свивки; ■ – проволока после свивки; ■ – металлокорд

Таким образом, отметим следующее:

– общее снижение механических свойств проволоки после свивки может быть вызвано избыточным знакопеременным кручением, которое обеспечивает торсионный блок канатной машины, который обеспечивает условие нераскручиваемости конструкции металлокорда;

– сложная знакопеременная крутящая и растягивающая нагрузка на тонкую проволоку при ее свивке приводит к дополнительной пластической деформации, что снижает комплекс механических свойств.

Л и т е р а т у р а

1. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу : ГОСТ 2999–75. – М. : Изд-во стандартов, 1987.
2. Федосов, С. А. Определение механических свойств материалов микроиндентированием. Современные зарубежные методики / С. А. Федосов, Л. Пешек. – М. : Физ. фак. МГУ, 2004.
3. Мильман, Ю. В. К вопросу определения пластичности материалов методом индентирования / Ю. В. Мильман, С. И. Чугунова, И. В. Гончарова.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОКАТКИ ПО «СЛИТТИНГ-ПРОЦЕССУ» В КОНТРОЛЬНОМ КАЛИБРЕ СТАНА 320 ОАО «БМЗ»

Д. С. Барановский

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

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы – исключить кантовку до и после контрольной клетки № 12 (13) для повышения качественных характеристик получаемого проката и снижения энергозатрат на его производство.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- 1) определение и анализ деформационно-кинематических и энергосиловых параметров прокатки в контрольной клети;
- 2) моделирование по МКЭ прокатки по «слиттинг-процессу» в контрольном калибре для арматурных профилей № 10–20 на стане 320 СПЦ-1 ОАО «БМЗ»;
- 3) определение и разработка конструктивных мероприятий установки вместо контрольной клети № 12 (13) трайб-аппарата WD2526.

Процесс прокатки стана 320 по «слиттинг-процессу» имеет следующие особенности. Главная линия стана (рис. 1) состоит из 20 клеток, имеющих горизонтальную компоновку, за исключением клеток № 17 и 19. Клетки № 1–8 черновой группы имеют универсальную калибровку «овал-круг» с получением из непрерывнолитой заготовки квадратного профиля 140 мм на выходе из клетки № 8 круглого профиля 46 мм. В промежуточной группе обжатие осуществляется в калибрах «гладкая бочка» с последующей кантовкой раската перед контрольным калибром в клети № 13. Для этого за 12 клетью установлена кантующая проводка для упругопластического поворота полосы на угол 90°. Для прокатки арматурного профиля № 20 вместо 9 и 10 клетки ставится транспортировочный стол [1].

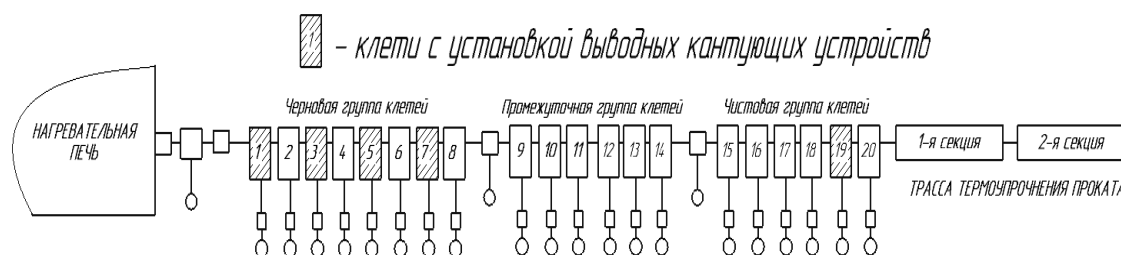


Рис. 1. Главная линия стана 320

Характерными проблемами кантовки полосы являются [1], [2]:

- кантовка полосы определяет общую геометрию для калибров валков и для роликов кантующей коробки;
- кантовка приводит к неравномерному износу калибра за счет кручения полосы и скольжения по дну калибра;
- быстрый неравномерный износ калибра приводит к изменению геометрической формы прокатываемой полосы;
- увеличение числа переточек и глубины съема металла при переточке, что приводит к снижению ресурса прокатных валков.

Также необходимо отметить, что при глубоком термоциклическом износе калибра съем металла при переточке достигает 20 мм. На выпусках переточка сильно ограничена шириной калибра [3]–[5]. Поэтому валки после 2-й или 3-й переточки приходится списывать.

Характерная особенность прокатки по «слиттинг-процессу» – прокатка на «гладких бочках» в 1–3 клетях перед контрольным калибром, необходимость в котором обусловлена выравниванием ширины полосы перед прокаткой в специальных калибрах, формирующих места перемычек для разделения. Основная проблема контрольного калибра – значительное уширение переднего и заднего концов полосы, а также кантовка раската до и после него.

Перечисленные ниже проблемы значительно осложняют работу стана. Исследование энергосиловых параметров прокатки в контрольном калибре и влияния кантовки на очаг деформации будет состоять из нескольких этапов.

На первом этапе была построена базовая численная модель в соответствии с действующим технологическим процессом без кантовки.

Исходные данные параметров технологического процесса представлены в табл. 1. Материал валков в клети № 12 и 13 – чугуны с шаровидным графитом СШХН50.

Таблица 1

Исходные данные численного эксперимента процесса прокатки в клетях № 12, 13

Технологические параметры	Клеть № 12	Клеть № 13
Диаметр валков D_v , мм	335	335
Катающий диаметр валков D_k , мм	272,5	233
Ширина вреза калибра $B_{вр}$, мм	141,3	117,4
Высота вреза калибра $h_{вр}$, мм	29	46,5
Межвалковый зазор S , мм	9	18
Высота калибра H , мм	67	111
Ширина полосы в калибре B , мм	138	115
Относительное обжатие полосы ε_n , %	25	25,1
Скорость прокатки v , м/с	4,515	4,603
Частота вращения валков n , об/мин	184,2	244,7

Моделирование проводилось в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм.

По результатам численного эксперимента были получены данные по энергосиловым параметрам прокатки в контрольном калибре для максимального сечения плоской полосы, соответствующей калибровке № 20 × 2 (табл. 2). Геометрия раската в клетях № 12 и 13, а также калибра валков для клети № 13 представлены на рис. 2.

Таблица 2

Энергосиловые и скоростные параметры процесса прокатки в клети № 13

Параметр	N , кВт	M , кН · м	P , кВт	n , об/мин	v , м/с
Телеметрия стана	1,08–1,75 (по факту)	38–45 (по факту)	9,2–10,5 (расчет)	244 (по факту)	4,603 (по факту)
Результаты моделирования	0,9–1,5	39–42	9,5–9,7	244	4,603

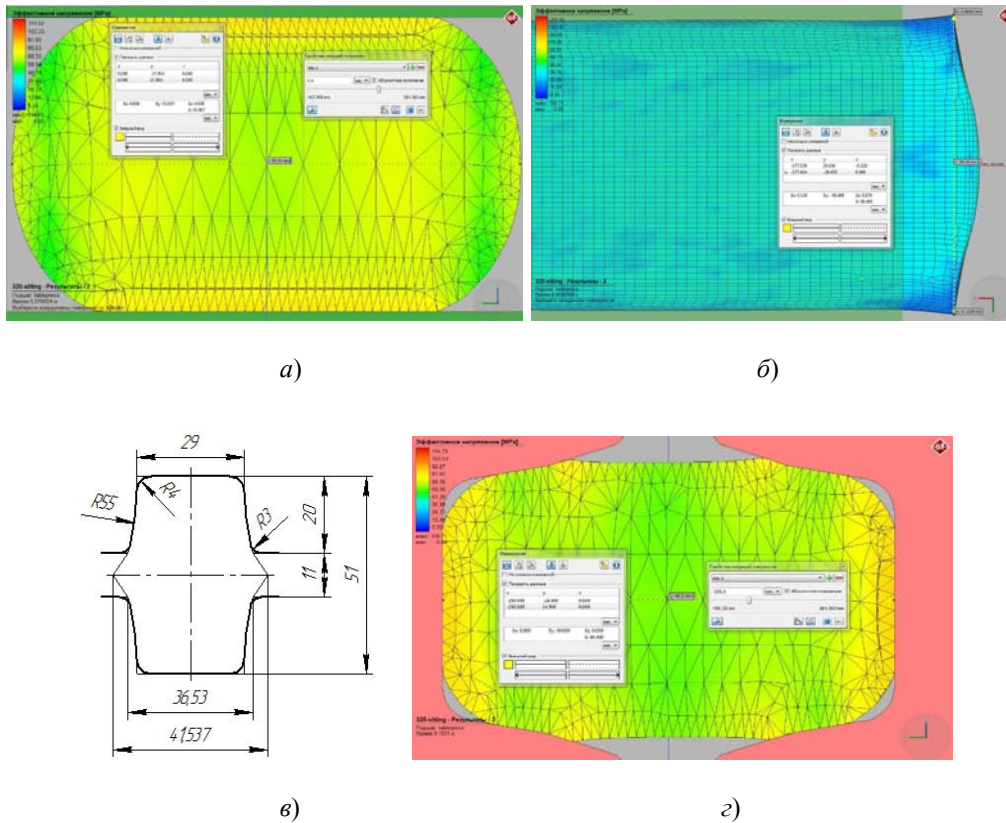


Рис. 2. Форма и геометрия очага деформации в клетях № 12 и 13:
 а – сечение на выходе из клетки № 12; б – передний конец на выходе из клетки № 12;
 в – геометрия калибра в клетке № 13; з – сечение на выходе из клетки № 13

Анализ результатов числительных экспериментов позволяет сделать вывод о возможности замены 13 клетки стана 320 трайб-аппаратом WD2526 вследствие соответствия мощности его привода энергосиловым процессам прокатки в самом нагруженном контрольном калибре (рис. 3). Также была установлена возможность нарезки всех контрольных калибров на валковых шайбах WD2526.

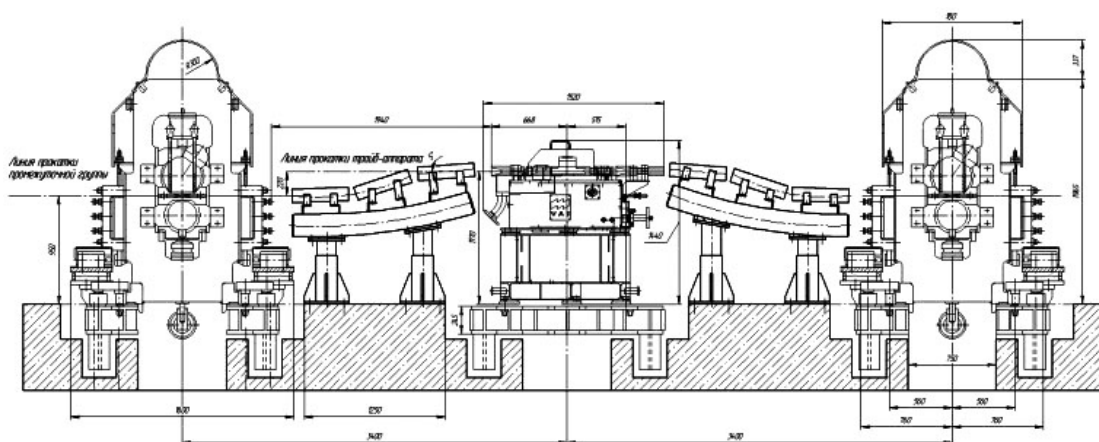


Рис. 3. Конструктивные изменения по установке трайб-аппарата WD2526 в главной линии стана 320 вместо клетки № 13

В заключение следует отметить:

1. Установлены энергосиловые параметры процесса прокатки в калибрующей клетки № 13.
2. Разработан проект установки трайб-аппарата WD2526 вместо калибрующей клетки № 13, что позволит исключить кантовку до и после контрольного калибра.
3. По результатам численных экспериментов установлено, что отсутствие кантовок до и после контрольного калибра положительно сказывается на стабильности процесса прокатки по слиттинг-схемам и стойкости калибров валков.
4. При сравнительном анализе установлено снижение энергозатрат на производство проката за счет уменьшения мощности привода на контрольном калибре.

Л и т е р а т у р а

1. Васильков, Д. М. Совершенствование конструкции роликовой неприводной кантующей проводки / Д. М. Васильков, И. В. Астапенко // Беларусь в современном мире : материалы XII Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 16–17 мая 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Гомел. обл. орг. о-ва «Знание» ; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – С. 255–258.
2. Васильков, Д. М. Анализ влияния процесса поворота полосы в неприводном кантующем устройстве на энергосиловые параметры привода клетки / Д. М. Васильков, И. В. Астапенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – С. 75–79.
3. Стрельченко, А. В. Исследование влияния геометрии ящичных калибров валков на образование термоциклических трещин в условиях мелкосортно-проволочного стана горячей прокатки 370/150 ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК» / А. В. Стрельченко, И. А. Зуев, И. В. Астапенко // Черная металлургия. Бюл. науч.-техн. и экон. информ. – 2019. – Т. 75, № 1. – С. 80–86.
4. Астапенко, И. В. Особенности горячей прокатки высоких полос в ящичном калибре / И. В. Астапенко, Д. М. Васильков // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 114–117.
5. Васильков, Д. М. Исследование параметров очага деформации полосы при прокатке в валках с ящичными калибрами черновой группы клетей стана 370/150 ОАО «БМЗ» / Д. М. Васильков, И. В. Астапенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 178–182.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ УГЛОВОЙ СТАЛИ В ЧИСТОВЫХ КАЛИБРАХ СТАНА 320 ОАО «БМЗ»

Д. С. Барановский

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

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы – определить и оптимизировать кинематические параметры прокатки угловой стали в чистовых калибрах стана 320 моделированием по методу конечных элементов (МКЭ).