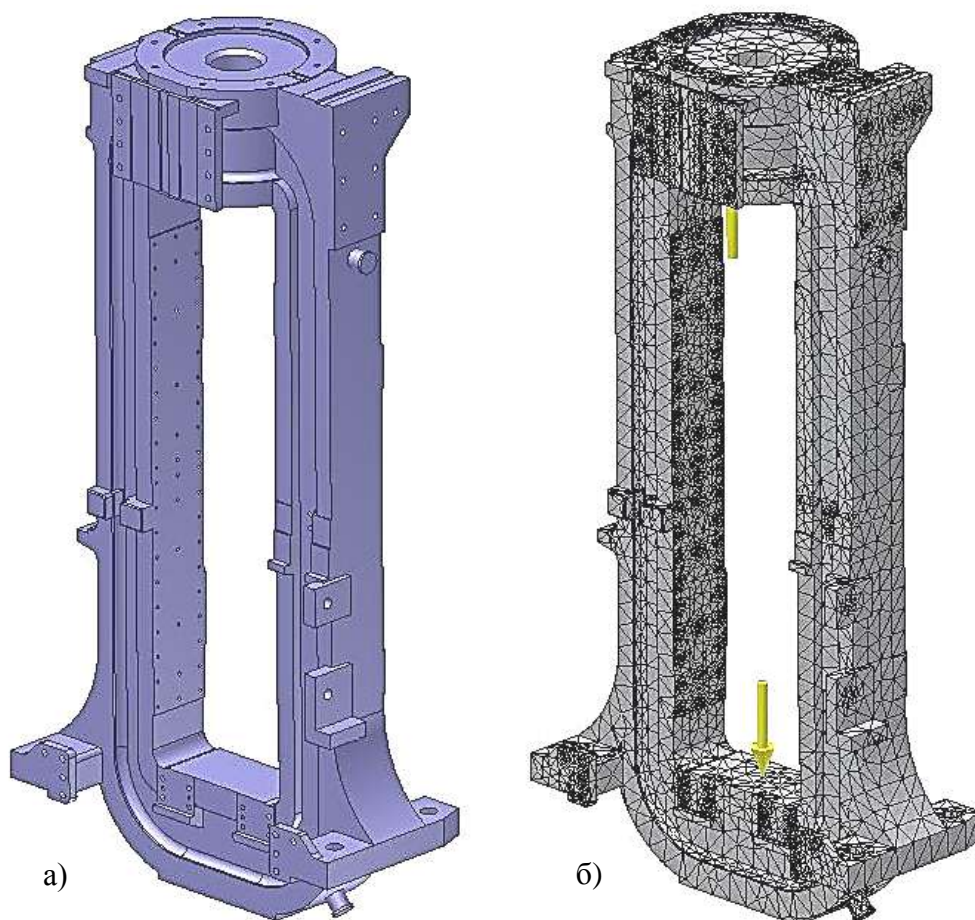


ваемой клетки. При конструировании новых рабочих клеток для построения твердотельных моделей проводят анализ тенденций современного развития узлов и механизмов рабочих клеток по литературным и патентным источникам и на основе такого анализа выбирают рациональную компоновку каждого узла клетки, а затем моделируют сборку всей рабочей клетки. При этом размеры деталей клетки вначале определяют ориентиро-

вочно по установленным практикой геометрическим соотношениям, а затем уточняют их в процессе моделирования сборки и анализа НДС конструируемой клетки.

Для моделирования выбрана станина закрытого типа клеток чистовой группы НШПС-1700, которая представляет собой литую массивную жесткую раму. На основе имеющихся чертежей в САД-системе Autodesk Inventor создана твердотельная модель станины (рис. 1, а).

Подготовка модели станины чистовой группы клеток НШПС-1700



а – 3D-модель станины; б – конечно-элементная сетка и граничные условия для моделирования

Рисунок 1.

При подготовке модели в программе заданы, влияющие на конечный результат, механические и физические свойства стали 35Л (таблица 1), из которой изготовлена станина. Кинематические граничные условия установлены с учетом способов закрепления станины к плитовинам. В соответствии с этим на нижние грани станины, со-

касающиеся с плитовинами, наложены зависимости фиксации.

Для определения нагрузки на станины использовали данные АО «АрселорМиттал Темиртау», по которым максимальное давление на валки при прокатке в клетях чистовой группы НШПС-1700 не превышает 2700 тонн (рис. 2). При этом максимальные усилия

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

при-

от прокатных валков на станину, приложенные через подушки и нажимной винт к верхней и нижней поперечинам станины, равны 6250 кН. С учетом этого сформированы ста-

тические граничные условия. Перед запуском анализа НДС произведена разбивка твердотельной модели станины на конечно-элементную сетку (рис. 1, б).

Таблица 1.

Механические и физические свойства стали 35Л

Свойства материала	Ед. изм.	Значения
Модуль упругости	МПа	$2,1 \cdot 10^5$
Коэффициент Пуассона	–	0,3
Модуль сдвига	МПа	$0,78 \cdot 10^5$
Массовая плотность	кг/м ³	7830
Предел прочности при растяжении	МПа	500
Предел текучести	МПа	280
Коэффициент теплового расширения	1/°С	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Теплопроводность	Вт/(м·°С)	37
Удельная теплоемкость	Дж/(кг·°С)	480

Распределение давления на валки в клетях чистовой группы НШПС-1700

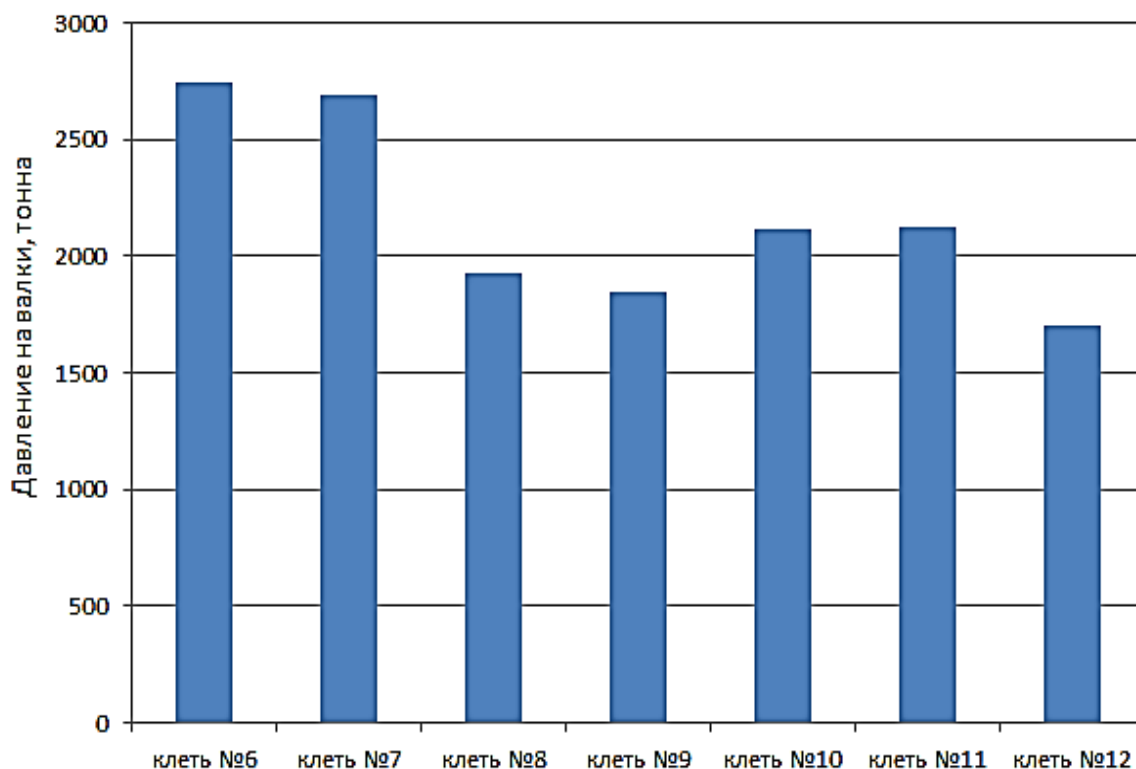


Рисунок 2.

Результаты моделирования НДС станины представлены в таблице 2 и показаны на рис. 3. При этом деформированное состоя-

личном (утрированном) виде. Действительные значения напряжений и деформаций представлены в цифровом виде на соответ-

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

ние для наглядности представлено в преувели- | ствующих цветовых эпюрах.

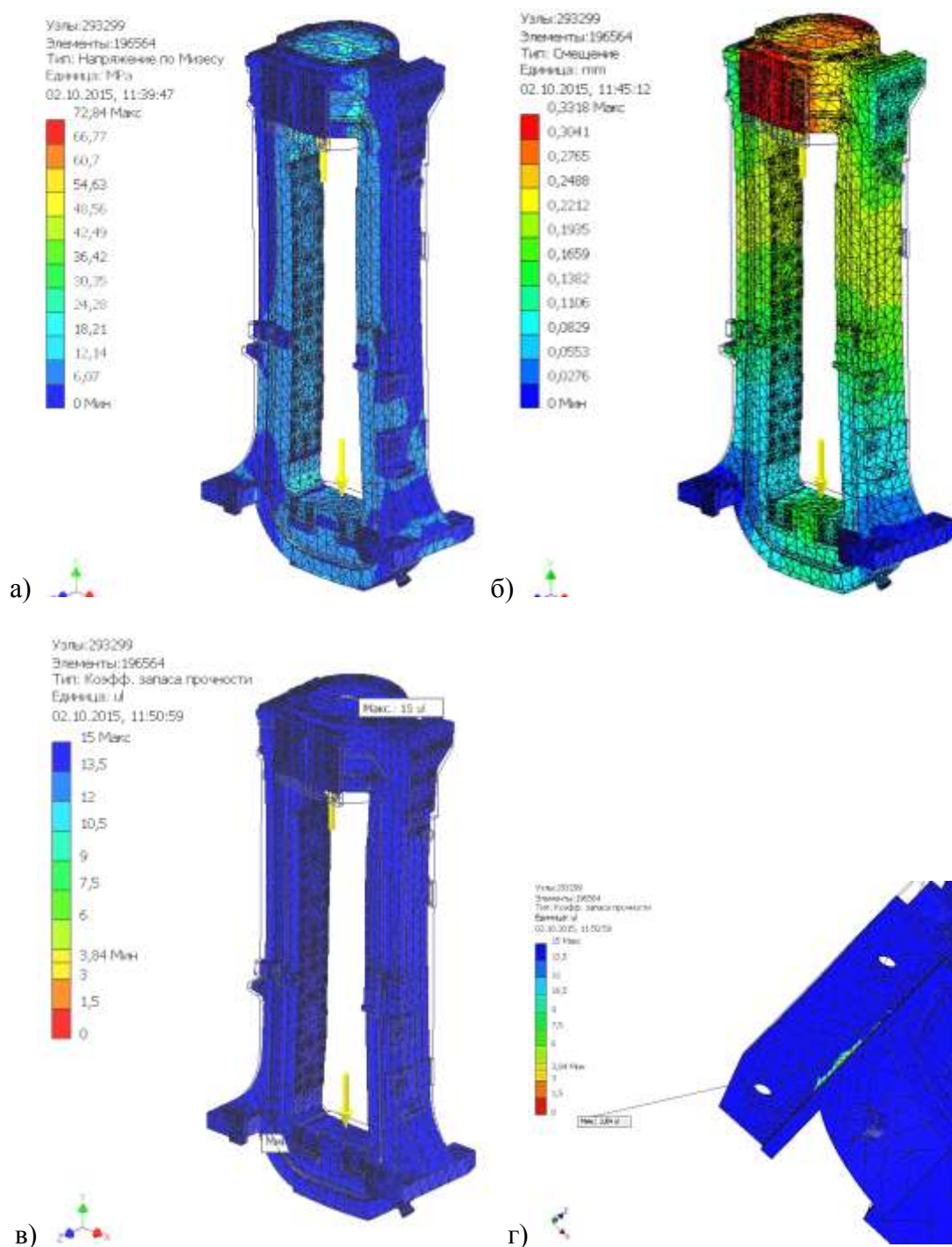
Таблица 2.

Результаты моделирования НДС станины чистовой группы клеток НШПС-1700

Параметр	Значения	
	Минимальная	Максимальная
Напряжение по Мизесу	0,00462027 МПа	72,8358 МПа
1-ое основное напряжение	-10,4983 МПа	93,0043 МПа
3-е основное напряжение	-91,2486 МПа	22,3998 МПа
Смещение	0 мм	0,331775 мм
Коэфф. запаса прочности	3,84426	15
Напряжение XX	-52,1332 МПа	51,6669 МПа
Напряжение XY	-34,9543 МПа	34,7179 МПа
Напряжение XZ	-18,8115 МПа	19,9022 МПа
Напряжение YY	-87,6824 МПа	63,8955 МПа
Напряжение YZ	-9,88267 МПа	13,2489 МПа
Напряжение ZZ	-30,5212 МПа	32,6016 МПа
Смещение по оси X	-0,181768 мм	0,179829 мм
Смещение по оси Y	-0,16206 мм	0,330275 мм
Смещение по оси Z	-0,0306929 мм	0,0549039 мм
Эквивалентная деформация	0,0000000193737	0,000323201
1-ая основная деформация	-0,00000148945	0,000364078
3-я основная деформация	-0,000375931	0,00000000128805
Деформация XX	-0,00021491	0,00014054
Деформация XY	-0,000216384	0,000214921
Деформация XZ	-0,000116452	0,000123204
Деформация YY	-0,000353855	0,000196967
Деформация YZ	-0,0000611784	0,000082017
Деформация ZZ	-0,000101458	0,000101688

Результаты моделирования НДС станины чистовой группы клеток НШПС-1700

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»



а – напряжение по Мизесу; б – смещения; в – коэффициент запаса прочности; г – концентрация напряжений на месте соединения лап и стойки станины

Рисунок 3.

Как видно из приведенных эпюр, под действием приложенных вертикальных сил верхняя поперечина станины прогибается в направлении действия силы, а стойки прогибаются внутрь окна станины. В целом максимальное смещение на станине не превышает 0,3 мм, что свидетельствует о доста-

наиболее опасным местом с точки зрения концентрации напряжений является место соединения лап и стойки станины (рис. 3,г), что требует конструктивной доработки данного элемента.

Таким образом, компьютерное моделирование с помощью системы Autodesk

точной жесткости станины. Напряжения в теле станины изменяются в пределах от 0 до 73 МПа. При этом распределение запаса прочности по конструкции в целом соответствует условию прочности станин. Вместе с тем моделирование позволило выявить места концентрации напряжений. Например,

Inventor, учитывающие все значимые факторы расчета (параметры конечно-элементной сетки, механические свойства материала, конструктивные особенности изделия и др.), обеспечивает более точную оценку НДС, чем в существующей расчетной методике [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ногаев, К.А. Технологии трехмерного моделирования в подготовке кадров для металлургической отрасли. [Текст] / К.А. Ногаев, Н.В. Ахметгалина, Д.Е. Гурьев // Труды Республиканской научно-методической конференции «Инновационные технологии обучения в вузе в контексте Президентской Стратегии «Казахстан-2050». – Темиртау, 2014. – С.253-256.
2. Ногаев, К.А. Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) станины прокатного стана «ДУО-200» при горячей прокатке с реализацией интенсивных пластических деформаций. [Текст] / К.А. Ногаев, Б.Б. Быхин, М.Т. Шокенов, А. Муратбекулы // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2015. – №1. – С.35-40.
3. Королев, А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Механическое оборудование заводов черной металлургии" и "Механическое оборудование заводов цветной металлургии" / А.А. Королев – 2-е изд., перераб. и допол.. – М.: Металлургия, 1985. – 372 с.

УДК 621.771.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА КЛИНЬЕВ БАРАБАНА МОТАЛКИ ГОРЯЧЕЙ ПОЛОСЫ

¹В.А. ЯЩЕНКО, ²Б.К. КАЛМЫРЗАЕВ, ³К.А. КРИВО

(г. Темиртау, ¹Карагандинский государственный индустриальный университет, ²АО «АрселорМиттал Темиртау», ³Темиртауский политехнический колледж)

В металлургической промышленности листопрокатное производство является одной из стадий получения металла в ассортименте различных профилей. [1, 2, 3].

Повышение технологических параметров прокатных станов в значительной мере лимитируется возможностями намоточных устройств (моталок). Недостаточно надежная работа их даже при ограниченной до 10 м/с максимальной заправочной скорости полос является причиной значительных простоев стана, которые достигают 20 ... 30% от общего времени, и возможности получения брака продукции [4, 5]. Анализ работы прокатных станов показал, что без решения вопросов по снижению отказов, вызванных неудовлетво-

и в разжатом положении его диаметр-850мм – в сжатом – 828мм. Он опирается на две подшипниковые опоры. Усилие необходимое для сжатия секторов 6, с целью уменьшения диаметра при съеме рулона, осуществляется гидравлическим цилиндром 8, а возврат – пружинами 9. В барабане размещен полый вал 1 на котором выполнены продольные крестообразные пазы (А-А), являющимися направляющими для клиньев. На валу в пазах размещены 4 сектора 6, 12 упоров 2 и 24 клина 3,4 и 5. На наклонной поверхности клиньев 4 и 5 установлены планки 10.

До начала намотки и захлестывания конца полосы штанга 7 перемещается влево (по чертежу) пружинной 9, а упоры 2 наклонной

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

рительной работой моталок не допустимо.

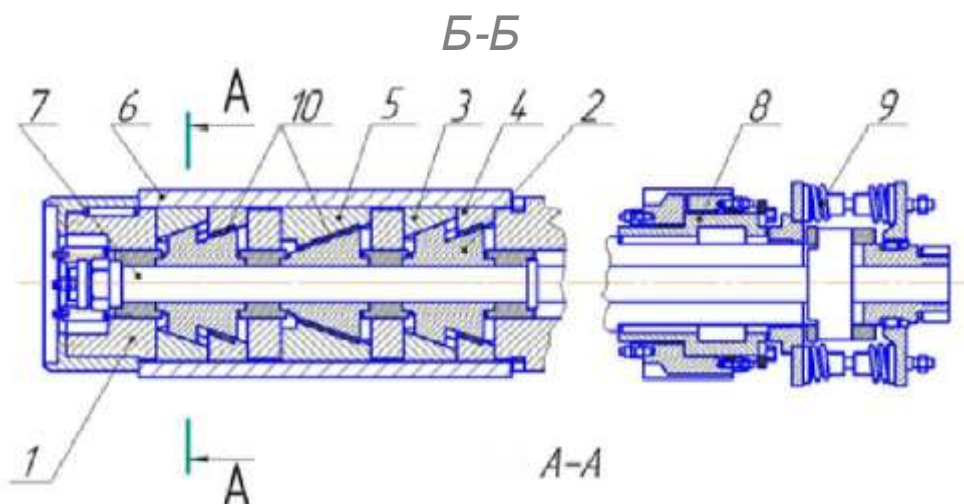
На непрерывном широкополосном стане НШПС 1700 АО «АрселоМиттал Темиртау» прокатывается горячая полоса, которая смачивается в рулон моталкой, состоящей из следующих основных частей: рама, на которой установлены основные узлы барабан, соединенный с двигателем через зубчатую муфту; четыре формирующих ролика, смонтированных в кассетах; охватывающие барабан и захлестывания полосы для намотки; пневмопривод перемещения кассет; механизма регулирования зазора между барабаном и формирующими роликами; пружинные стабилизаторы уравнивающие ролики; поводковая система и тележки-съемника рулонов.[1,2.] На рисунке 1 представлен барабан моталки.

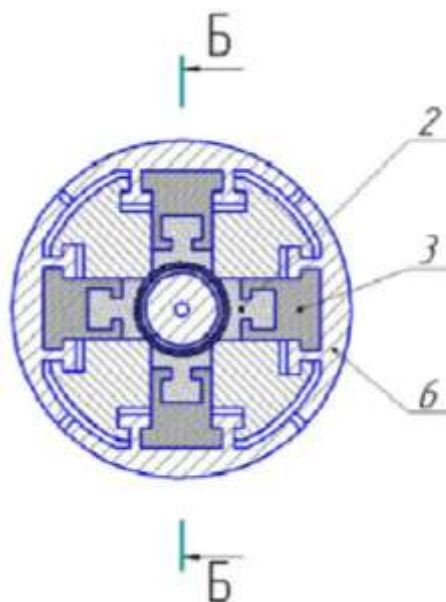
Барабан моталки по диаметру раздвижной

поверхностью давят на клинья 3, 4, 5 и перемещают в радиальном направлении сектора 6.

В процессе осевого перемещения, штанга 7 и упоры 2, клинья 3, 4 и 5 в пазах (А-А) перемещаются в радиальном направлении. При этом наклонные поверхности упоров 2 и клиньев 3, 4 и 5 испытывают силы давления, за счет которых происходит повышенный износ торцевых поверхностей клиньев 3. При износе торцевой и наклонной поверхностей клиньев на глубину 2-2,5 мм возникает увеличенный зазор между контактными поверхностями секторов 6 и поверхностями 2 и 3 клиньев, возникает дисбаланс, биение барабана и полосы о формирующие ролики, уменьшение плотности намотки, образование телескопичности рулонов и повреждение полосы, царапинам, и снижение качества продукции.

Барабан моталки





1 – вал, 2 – упоры, 3,4 и 5 – клинья, 6 – сектора, 7 – штанга, 8 – гидравлический цилиндр, 9–пружина, 10– планки

Рисунок 1.

На рисунке 2 представлена расчётная схема действия сил на сектора в сжатом положении.

Сила F_n – для раздвижения секторов, обеспечивается гидроцилиндром, развивающим силу БД, действующую на наклонную поверхность упора 2 под углом α к горизонтальной оси и определяется по зависимости

$$F_{\dot{a}} = \frac{F_n}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

Сила F_n , служит для разжатия и сжатия секторов формируется гидроцилиндром и

величина её определяется из условия, перемещения секторов.

В экстремальных условиях нагружения, когда наматывается полоса в рулон. Её можно определить по выражению.

$$F = (m_1 + m_2) * g * f.$$

где m_1 и m_2 – масса подвижных элементов секторов клиньев и упоров

g – ускорение свободного падения

f – коэффициент трения между подвижными элементами.

Расчетная схема барабана в сжатом состоянии

Вид Б-Б

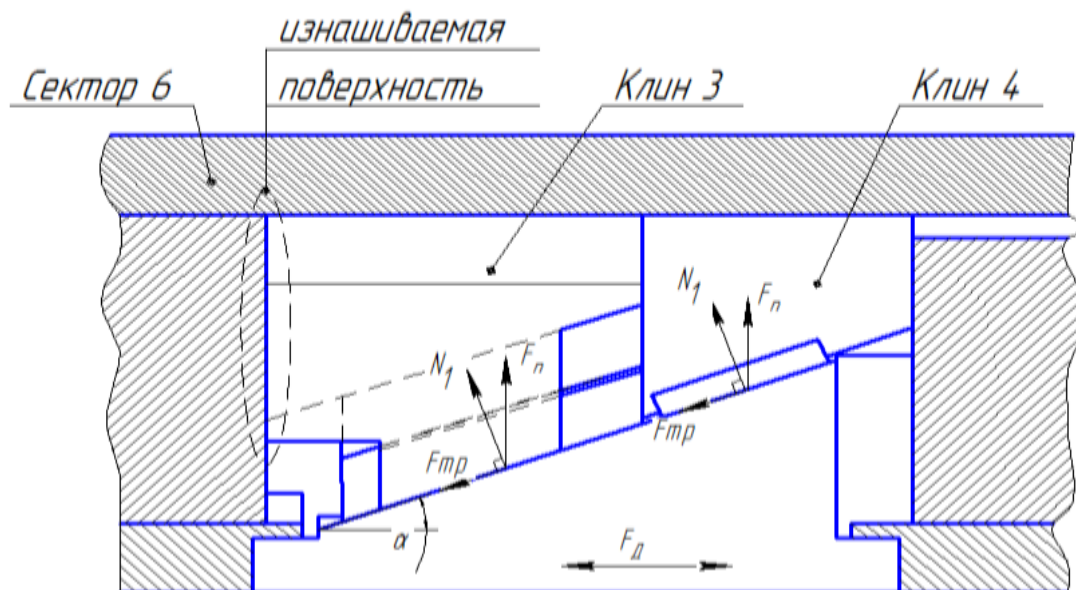


Рисунок 2.

Основная причина дисбаланса является износ торцевых поверхностей клиньев. Материал клиньев Сталь 40ХН. Наклонные поверхности клиньев выполнены в виде бронзовых вставок из бронзы БрАЖ9-4. Упоры 2 и клинья 3,4 и 5 обработаны изотермическим отжигом НВ < 229. К недостаткам работы моталки можно отнести также недостаточную долговечность основных деталей, в том числе клиньев, которые в результате износа приводят к повышению зазоров между контактными поверхностями секторов, повышению вибрации и дисбалансу барабана, и к неплотности намотки полосы и телескопичности рулона.

Нами проведены исследования работы моталки с целью повышения долговечности работы клиньев и упоров. В процессе чего проведен анализ состояния основных деталей и узлов барабана в производственных условиях ЛПЦ-1 АО АрселорМиттал Темиртау.

Абсолютную величину линейного износа клиньев по глубине в процессе производственных испытаний производили индикатором часового типа [3,4.] по семи направлениям (I- VII) с интервалом между точками замера 20 мм и образующие линий 1-6 (рисунок 3).

Исследование износа от контактных напряжений обеспечивает получение представления о процессе разрушения материала клиньев при взаимодействии со смежной поверхностью вала.

Перед измерением рабочую поверхность клиньев тщательно очищали, промывали и протирали, затем индикатором часового типа, фиксировали отклонения изношенной поверхности от номинального размера через каждые 20 мм вдоль направляющих и в журнал измерений заносили следующие данные: координаты точки, и ее отклонение от номинальной величины по высоте. За номинальную поверхность принимали неизношенные участки клина которые не входили во взаимодействие с выступами на валу.. Шероховатость контактирующих поверхностей стала значительно меньше и составила Ra 1,2-2,5. Из-за смятия выступов и впадин.

Величину допустимого износа клиньев оценивали по результатам экспериментальных исследований, данные которых обрабатывались с использованием программы Excel, и получили путём подбора эмпирической зависимости.

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Схема расположения мест измерения величины износа клина по направляющим I-VII и бразующим линии 1-6

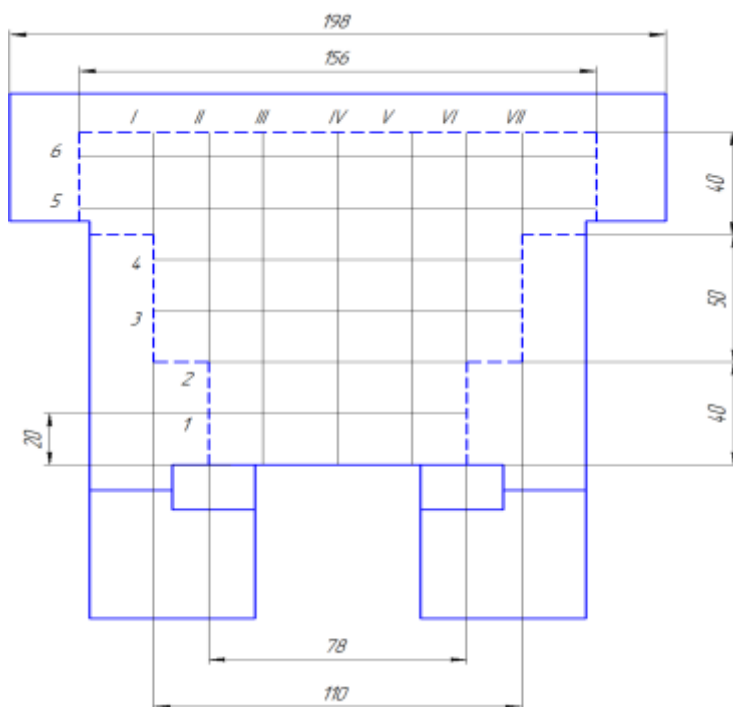


Рисунок 3.

Полученные данные представленные на рисунке 4., из которого видим, что характер износа рабочей поверхности клина такой: по периферии площади контакта износ близок к прямолинейному и достигает какой-то величины, стабилизируется на основной рабочей площадке становится равномерным и одина-

ковым по всей площади. Достигнув величины износа 2,0-2,5мм повышается вибрация, возникает дисбаланс рулона, вибрация после чего эксплуатация прекращается для недопущения возможного появления брака из-за возникновения телескопичности. Это указывает на то, что необходимо прекратить эксплуатацию.

Профиль и величина износа рабочей поверхности клина

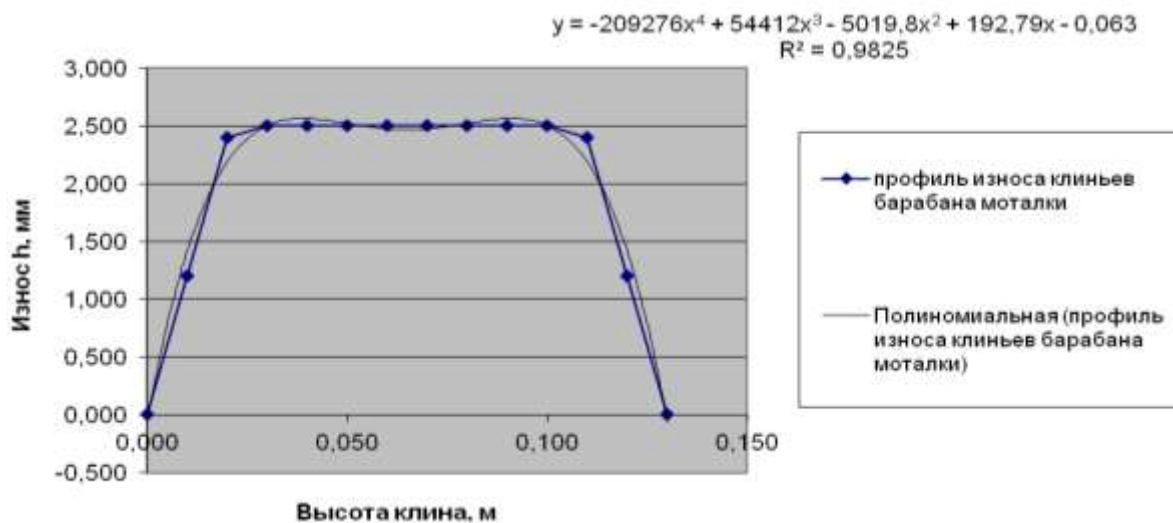


Рисунок 4.

ВЫВОДЫ:

1. Установлено, что доминирующий износ рабочей поверхности клина происходит из-за больших удельных давлений, которые сминают выступы шероховатости, приводит к увеличению зазоров между клиньями и контактной поверхностью вала, приводящих к повышенной вибрации и дисбалансу.

2. Величина действительного износа кон-

тролировалась на специально разработанном стенде, что дало возможность установить характер и величину износа, а также шероховатость рабочей поверхности в результате смятия, составила Ra 1,2-2,5.

3. На основании анализа работы барабанной моталки ШПС 1700 АО «Арселор-Миттал Темиртау» установили характер и причины износа деталей барабана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашин, Н.Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов [Текст]: учебник для вузов. / Н.Д. Лукашкин, Л.С. Кохан, А.М. Якуше, под. ред. Н.Д. Лукашкина – М.: ИЦК «Академкнига», 2003. – 456 с.

2. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3 томах. Т.3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката [Текст]: Учебник для вузов / [А.И. Целиков и др.]: под ред. А.И. Целикова – М.: Металлургия, 1988. – 680с.

3. Яценко, В.А. К вопросу исследования надежности моталки горячекатаной полосы. [Текст] / В.А. Яценко, Б.К. Калмырзаев, А.И. Воробьев // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2015. - №1 – С. 41-44.

4. Яценко, В.А. Планирование экспериментальных исследований износа клиньев барабана моталки ШПС -1700. [Текст] / В.А. Яценко, Б.К. Калмырзаев, А.И. Воробьев // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2015. - №2 – С. 28-32.

УДК 621.771.25/26: 669.1

РАСЧЕТЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРОКАТКИ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Б.Б. БЫХИН, Д.К. КАЛМЫРЗАЕВ

(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Новый способ горячей прокатки сортовых профилей для реализации интенсивной пластической деформации (ИПД), разработанный исследователями РГП «КГИУ» [1] опробовали на экспериментальном сортовом стане полупромышленного типа «Дуо 200/150» и были получены опытные образцы круглой стали диаметром 11 мм. Для данного профиля ранее была разработана калибровка валков, выполнены расчеты формоизменения, распределения коэффициентов вытяжки и разработаны конструкции рабочих валков [2].

В настоящей работе, используя разработанную систему новой калибровки валков, произвели расчеты температурного режима прокатки арматурного профиля диаметром 12мм. При этом в прежнюю систему калибровки валков для прокатки круга диаметром 11мм была внесена небольшая корректировка для предчистовых и чистовых калибров для перехода в диаметр 12мм. В табл. 1 представлены исходные данные для расчета температурного режима.

Температурный режим прокатки рассчитывали по методике [3]. Температурного нагрева металла в печи 1200°С.

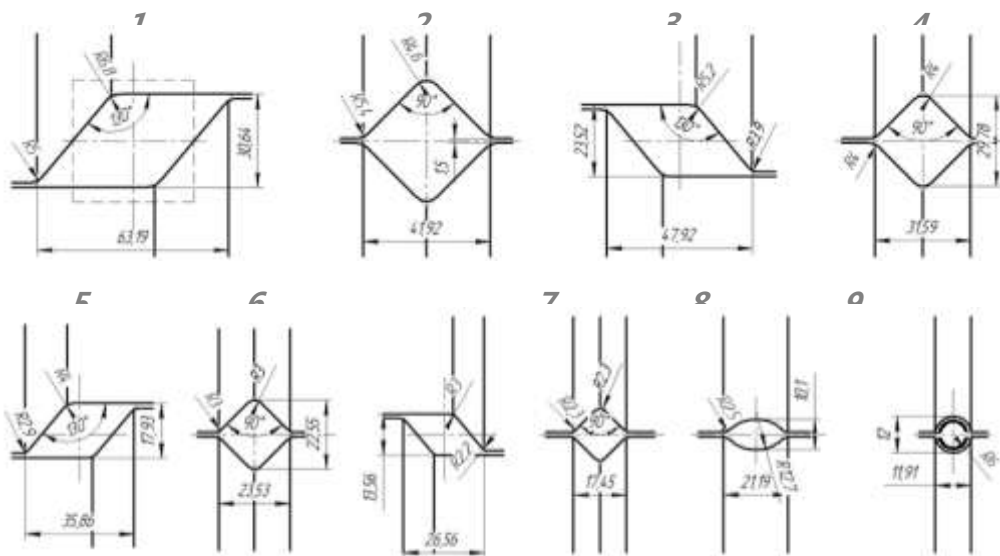
Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Таблица 1.

Результаты расчета размеров калибров и соответствующих им размеров раскатов.
Площадь исходной заготовки $\omega_0 = 1568 \text{ мм}^2$, сторона заготовки $C_0 = 40 \text{ мм}$, материал Ст3сп.,
конечный диаметр арматурной стали $d_k = 12 \text{ мм}$

№ прохода	тип калибра	Коэффициент вытяжки в калибрах λ	сторона калибра C , мм	max ширина калибра B_k , мм	теоретическая высота калибра H_k , мм	ширина вреза калибра $B_{вр}$, мм	зазор калибра S , мм	радиус закругления у вершины калибра r , мм	радиус закругления у бурта калибра r_b , мм	Высота калибра с учетом закругления H_k , мм	Ширина раската по разьему калибра, мм	Степень заполнения калибра δ	Соотношение осей калибра $a_k = B_k/H_k$
1	ромб	1,3	40,0	72,5	33,6	69,3	1,5	6,8	5,0	33,1		0,956	2,1405
2	квадрат	1,3	30,7	43,4	43,4	41,9	1,5	4,6	5,4	39,6	39,6	0,965	1,11
3	ромб	1,3	30,7	55,6	25,9	52,4	1,5	5,2	3,9	24,8		0,942	2,1445
4	квадрат	1,3	23,4	33,1	33,1	31,6	1,5	4,0	4,0	29,8	29,8	0,955	1,11
5	ромб	1,3	23,4	42,4	19,8	39,2	1,5	4,0	2,9	19,0		0,924	2,1445
6	квадрат	1,3	18,2	25,7	25,7	24,2	1,5	3,1	3,1	23,2	23,2	0,942	1,11
7	ромб	1,3	18,2	33	15,4	30,4	1,5	3,1	2,3	14,8		0,921	2,1445
8	квадрат	1,37	13,6	19,2	19,2	17,7	1,5	2,3	2,3	17,3	17,3	0,922	1,11
9	овал	1,34	$R_{об}=12,7$	20,3	10,1	19,1	1,5	0	2,5	10,1	16,2	0,941	2,01
10	круг	1,2	$d=12$	13,4	12	12,7	1,5	6,0	1,0	12	12	0,947	1,17

Эскизы калибров для прокатки арматурной стали диаметром 12 мм



1-10– номера проходов

Рисунок 1.

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Расположение калибров в валках клетей ДУО 200 и ДУО 150

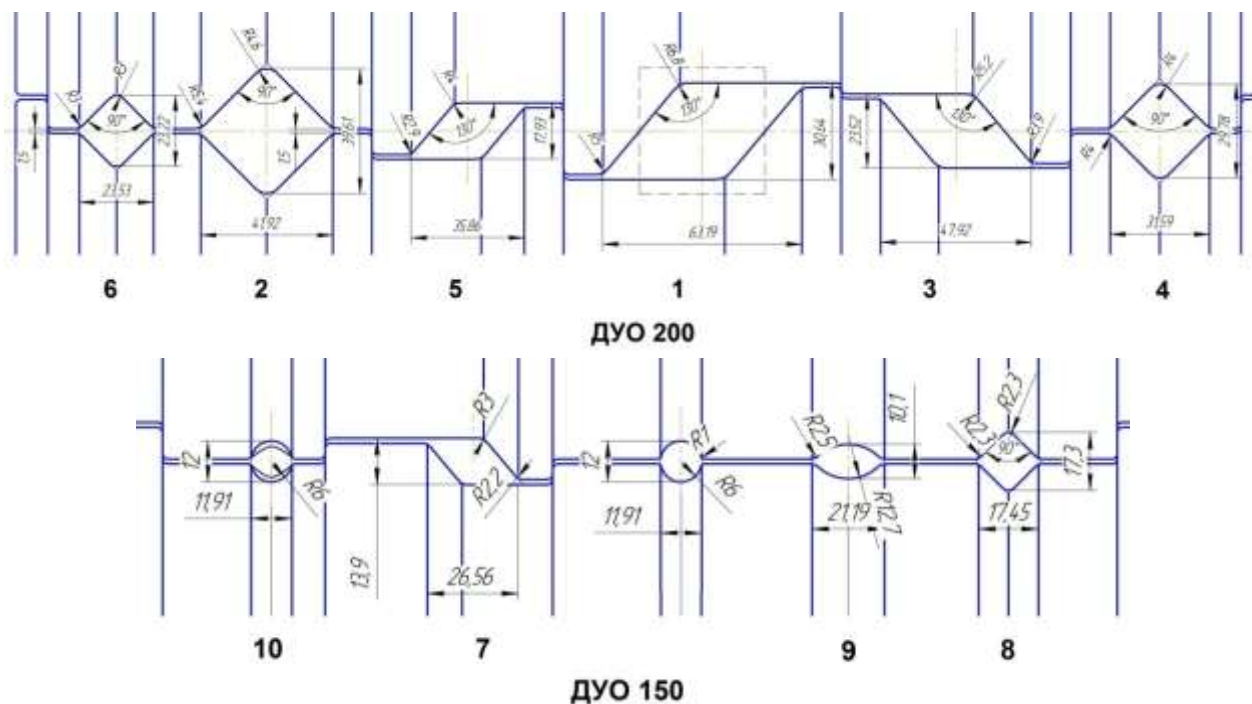


Рисунок 2.

Время передачи металла от печи до первого калибра составляет $\tau_0=1$ сек. Изменение температуры раската за время прокатки в ка-

либрах и металла из печи в калибр и в последующем в следующие калибры определяем по формуле:

$$\Delta t = t_0 - \frac{1000}{\sqrt[3]{\frac{0,0255\Pi\tau}{\omega} + \left(\frac{1000}{t_0 = \Delta t_0 + 273}\right)^3}} + 273 \quad (1)$$

где t_0 – температура раската перед входом в рассматриваемый калибр, °С;
 Π – периметр поперечного сечения раската после прохода, мм;
 ω – площадь поперечного сечения раската после прохода, мм²;

τ – время охлаждения раската, сек;
 Δt_d – повышение температуры металла при пластической деформации в данном калибре, °С.

Здесь величина Δt_d определяется по формуле:

$$\Delta t_d = 0,183\sigma\epsilon\ln\lambda_2 \quad (2)$$

где σ – сопротивление металла пластической деформации, Мпа; определяемая методом термомеханических коэффициентов

λ – коэффициент удлинения в калибре. Температура заготовки перед первым ка-

либром определяется при $\Delta t_d = 0$. При этом периметр исходный заготовки:

$$\Pi = 2(H_0 + B_0) = 2(40 + 40) = 160 \text{ мм} \quad (3)$$

Площадь сечения $\omega_0 = 1568 \text{ мм}^2$, начальная температура нагрева $t_0 = 1200^\circ\text{С}$. Подставляя в формулу (1) находим снижение температуры за время передачи заготовки от печи до 1 калибре при $\tau_0 = 1$ сек.

Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

$$\begin{aligned}\Delta t &= t_0 - \frac{1000}{\sqrt[3]{\frac{0,0255\Pi\tau}{\omega} + \left(\frac{1000}{t_0 + \Delta t_0 + 273}\right)^3}} + 273 = \\ &= 1200 - \frac{1000}{\sqrt[3]{\frac{0,0255 \times 160 \times 1}{1568} + \left(\frac{1000}{1200 + 0 + 273}\right)^3}} + 273 = 2^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Тогда температура заготовки в момент задачи металла в первый калибр составляет:

$$t_1 = t_0 - \Delta t = 1200 - 2 = 1198^\circ\text{C}$$

Температура раската перед входом в калибр определяем, предварительно рассчитав средней степени деформации в 1 калибре:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{2}{3} \times \frac{H_0 - H_1}{H_0} = \frac{2}{3} \times \frac{40 - 40 \sin 50}{40} = \\ &= 0,667 \times 0,234 = 0,156\end{aligned}$$

Средняя скорость деформации металла:

$$\begin{aligned}u &= 0,105n \sqrt{\frac{\varepsilon D}{2H_0}} = \\ &= 0,105 \times 13,38 \sqrt{\frac{0,156 \times 220}{2 \times 40}} = 0,92 \text{c}^{-1}\end{aligned}$$

где $n_1 = \frac{60 \times 0,35}{\pi 0,5} = 13,38$ об/мин; число оборотов валков при скорости вращения валков $v_B = 0,35$ м/сек.

При найденных значениях $\varepsilon = 0,156$; $u = 0,661 \text{c}^{-1}$ и $t = 1198^\circ\text{C}$ по методу термомеханических коэффициентов [4] для Ст3 сопротивление металла пластической деформации в 1 калибре составляет:

$$\begin{aligned}\sigma &= \sigma_0 \times k_t \times k_\varepsilon \times k_u = 84,37 \times 1,1 \times 0,72 \times \\ &\times 0,55 = 36,75 \text{ МПа}\end{aligned}$$

где σ – базисное сопротивление металла, МПа; $k_t = 0,55$ – температурный коэффициент; $k_\varepsilon = 1,1$ – деформационный коэффициент; $k_u = 0,72$ – скоростной коэффициент.

Приращение температуры в 1 калибре за счет пластической деформации:

$$\begin{aligned}\Delta t_d &= 0,183\sigma \ln \lambda_2 = 0,183 \times 36,75 \times \ln 1,3 = \\ &= 1,8^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Время охлаждения при передаче от I-калибра ко II-калибру составляет (по данным хронометрирования) $\tau_1 = 2$ сек.

Периметр поперечного сечения раската:

$$\Pi = 2\sqrt{H_1^2 + B_1^2} = 2\sqrt{33,6^2 + 69,3^2} = 154 \text{ мм.}$$

Тогда изменение температуры раската после первого прохода:

$$\begin{aligned}\Delta t_1 &= t_0 - \frac{1000}{\sqrt[3]{\frac{0,0255\Pi\tau}{\omega} + \left(\frac{1000}{t_0 + \Delta t_0 + 273}\right)^3}} + 273 = \\ &= 1198 - \frac{1000}{\sqrt[3]{\frac{0,0255 \times 154 \times 2}{1203,46} + \left(\frac{1000}{1198 + 1,8 + 273}\right)^3}} + 273 = 19,2^\circ\text{C}\end{aligned}$$

и температура раската перед вторым проходом:

$$t_2 = t_2 - \Delta t_1 = 1198 - 19 = 1178,8^\circ\text{C}$$

Температуру раската в остальных калибрах определяем аналогично. График изменения

температуры на стане представлен на рис.3.

Общие снижение температуры от начала прокатки до конца прокатки в последнем калибре составляет 214 градусов и процесс прокатки завершает в аустенитной области.

График изменения температуры



Рисунок 3.

ВЫВОДЫ:

1. Приведены результаты расчета температурного режима прокатки арматурной стали диаметром 12 мм на экспериментальном сортовом стане.

2. Установлен график распределения температуры металла по проходам (калибрам).

3. При начальной температуре 1200°C для стали Ст3 температура окончания процесса прокатки составляет 984°C.

4. Результаты расчета будут использованы для определения энерго-силовых параметров прокатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РК №25272. Способ горячей прокатки слитков и непрерывнолитых заготовок. Найзабеков А. Б.; Быхин М. Б.; Ногаев К. А.; Быхин Б. опубл. 15.05.2013, Бюл. №5.

2. Способ реализации интенсивной пластической деформации (ИПД) в новой системе калибров «ромб квадрат» и разработка калибровки валков, валковой арматуры для прокатки катанки А.Б.Найзабеков, Б.Б. Быхин, К.А. Ногаев, С.Н. Лежнев, М.Ж. Кукимов, М.А. Нурдаулетова, М.К. Магжанов

3. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: Теплотехник, 2010. — 490 с.

4. Целиков А.И., Томленов А.Д., Зюзин В.И., Третьяков А.В., Никитин Г.С. Теория прокатки. Справочник. - Москва: - 356с