

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра Техники, технологий и строительства

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Разработка технологии нагрева, прокатки, правки и листоотделки стали марки
20Х

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–22.03.02.2021.11159 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент кафедры ТТС
_____ А.В.Мохова
_____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ДО – 475
_____ Д.К.Коржаков
_____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Коржаков, Д.К. Разработка технологии нагрева прокатки, правки и листоотделки стали марки 20Х - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 76 с., 13 ил., библиографический список – 34 наименования.

В дипломной работе мною было изучено состав марки стали 20Х. Рассмотрена технологическая особенность прокатки данной марки стали и произведён расчет размеров заготовки.

В дипломной работе была представлена модернизация при охлаждении листов, после их прокатки на толстолистовом стане.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены инструктажи по охране труда и виды инструктажей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	2
1.1 Описание стали.....	2
1.2 Назначение стали.....	6
1.3 Технологическая схема производства стали 20Х.....	8
1.4 Выбор оборудования.....	13
1.5 Влияние температуры и материала валков на коэффициент трения при прокатке.....	21
1.6 Контроль качества продукции.....	23
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	28
2.1 Расчет размеров заготовки для получения горячекатанного листа 20Х.....	28
2.2 Перерасчет с изменением уширения	41
3 ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА.....	49
.....	
3.1 Общие сведения о дефектах конечного производства.....	49
3.2 Виды дефектов сталеплавильного происхождения.....	50
3.3 Отклонения размеров и формы поперечного сечения	51
4 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ПОДОБНОЙ ПРОДУКЦИИ..	53
5 ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	55
6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	57
6.1 Анализ опасных производственных факторов	57
6.2 Анализ вредных производственных факторов	58
6.3 Инструктажи по охране труда. Виды и назначение инструктажей	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63

ВВЕДЕНИЕ

В XXI веке стали наиболее востребованы для техники, агрегатов и оборудования такие продукты металлургических заводов, как высококачественные стали и специальные сплавы. Развитие современного оборудования и промышленности основано на правильном использовании металла [6]. Получение металла, имеющего необходимые физико-химические свойства, позволяет создавать различного рода сооружения. Такие как: атомные реакторы, строительные конструкции, детали двигателей и ответственных конструкций.

Прокатка металла, самый распространённый вид обработки металла. По статистике, в мире, около 80% всей стали произведённой на металлургических заводах прокатывается. Различают как горячую прокатку, так и холодную. Вид продукции может быть: в виде листов, труб или профилей.

Различие прокатки металла, от других видов обработки металла давлением, заключается в том, что металл, в процессе прокатки, деформируется непрерывно вращающимися валками. Благодаря чему, прокатка металла намного производительней, чем ковка, штамповка или прессование.

Прокат - листы и полосы, профили различных марок и трубы-стали основным источником продукции в машиностроении, строительстве и других отраслях народного хозяйства [7].

Прокатка - один из наиболее распространенных видов обработки металлов давлением. Она заключается в сжатии металла между двумя, реже тремя, вращающимися в разные стороны валками. Под действием сил трения заготовка затягивается в зазор между валками и сжимается по высоте. Тангенс угла захвата равен коэффициенту трения. После прокатки отношение площади поперечного сечения готового профиля равно отношению длины готового профиля к длине исходной заготовки (то есть объем не изменяется при прокатке) без учета потери предела и называется коэффициентом извлечения.

Прокатную продукцию применяют в различных отраслях. Конструкционные марки сталей применяются для изготовления конструкций, инструментальные стали для изготовления инструментов. Так же существуют такие виды, как медицинская, углеродистая, быстрорежущая, пружинно - рессорная.

Конструкционная легированная хромистая сталь 20X используется для изготовления цементуемых деталей с высокой твердостью поверхности и низкой прочностью сердцевины, работающих при трении на износ – шестерни, втулки, гильзы, обоймы, плунжеры, диски, рычаги, другая продукция [34].

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание стали

Конструкционная легированная сталь марки 20Х. Кроме обычных примесей, в марке 20Х содержится определенное количество элементов, которые специально вводятся. Благодаря этому обеспечиваются особенные свойства. Здесь, как легирующий элемент, применяется хром. Именно из-за него в маркировке стали присутствует буква Х.

В данной стали есть особенность – это трудная свариваемость. В связи с этим сталь 20Х в процессе сварки подвергается нагреву до 300°C, а после нее – термической обработке. Кроме этой особенности, имеется склонность к отпускной хрупкости, а еще флокеночувствительность.

Сталь 20Х имеет следующие характеристики:

- удлинение относительное – 21%;
- ударная вязкость – до 780 кДж/кв. метр;
- предел прочности – до 830 МПа.

Есть и другие особенности, характерные для этой марки стали:

- предел выносливости достаточно высокий;
- возможность проводить обработку способом резания, путем сваривания или под давлением [2];
- стойкость к короблению и обезуглероживанию при термическом воздействии.

Для всех подобных материалов это самые важные свойства. Именно они позволяют применять сталь 20Х в машиностроительной отрасли [33].

При ковке стали этой марки температура в начале процесса составляет 1260°C, а в конце – 750°C.

1) Химический состав и расшифровка стали 20Х

Конструкционную легированную качественную сталь марки 20Х обозначают двузначным числом 20 и буквой Х, указывающим на среднее содержание углерода в стали 0,4% и хрома 1,1%.

Химический состав стали 20Х представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 20Х (ГОСТ 1050–88), %

Кремний	Марганец	Медь	Никель	Сера	Углерод	Фосфор	Хром
0,17–0,37	0,5–0,8	0,3	0,3	0,035	0,17–0,23	0,035	0,7–1

Химический состав, приведённый в таблице 1, применяется в деле изготовления деталей, находящих свое применение в производстве трубопроводов и энергооборудования, которые способны работать при высоком

показателе атмосферного давления и колебаниях температур в широком диапазоне.

Виды термической обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды термической обработки

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)	НВ, не более
Прутки. Закалка 880°C, масло. Отпуск 500°C, вода или масло	15		640	780	11	40	59	
Поковки: нормализация	До 100	195	195	390	26	55	59	111-156
	100-300				23	50	54	
	300-500				20	45	49	
закалка, отпуск	100-300	245	245	470	19	42	39	143-179
нормализация	до 100	215	215	430	24	53	54	123-167
	100-300				20	48	49	
закалка, отпуск	До 100	315	315	570	12	30	29	167-207
	100-300				11	30	29	
нормализация	до 100	275	275	530	20	40	44	156-197
	100-300				17	38	34	
	300-500							
закалка, отпуск	100-300	315	315	570	14	35	34	167-207
	100-300	345	345	590	17	40	54	174-217

Режимы термической обработки стали 20X представлены в таблице 3

Таблица 3 – Режим термической обработки сталь 20X

Твёрдость (HRC _э)	Темпер. закалки, °C	Темпер. отпуска, °C	Темпер. зак. ТВЧ, °C	Темпер. отжига, °C	Закал. среда	Прим.
24-28	840-860	500-550			Масло	
30-34		490-520				
47-51		180-200				Сеч. до 30 мм
47-57			860-900		Водный раствор	0,2...0,7% полиакрилонитрида
48-54						Азотирование
<= 22				840-860		

Сталь 20X относится к низколегированным сталям, особенности этих сталей.

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Положительные стороны по сравнению с углеродистыми сталями:

1. Положительные особенности легированных сталей обнаруживаются в термически обработанном состоянии. Поэтому из легированных сталей изготавливают детали, обязательно подвергаемые термической обработке.

2. В термически обработанном состоянии (закалка+ отпуск) все легированные стали обнаруживают более высокие показатели сопротивления пластическим деформациям, по сравнению с углеродистыми сталями при равном содержании углерода [23].

3. При прочих равных условиях прокаливаемость выше, чем углеродистых. Поэтому нагруженные детали крупного сечения следует изготавливать из легированных конструкционных сталей, выбирая при этом сталь такого состава, которая в заданном сечении прокаливается насквозь.

4. Другая положительная особенность легированных сталей – возможность применения при закалке “мягких” охладителей (масла).

Закалка в масле в значительной степени снижает брак по закалочным трещинам и короблению [21].

5. Повышение запаса вязкости и сопротивления хладноломкости легированной стали после закалки и отпуска за счет легирования (особенно никелем), вследствие чего увеличивается эксплуатационная надежность деталей машин.

Специфические недостатки:

1. Многие легированные стали подвержены обратимой отпускной хрупкости.

2. В высоколегированных сталях после закалки снижается твердость, сопротивление усталости.

3. Послековки, прокатки легированных сталей образуется характерная строчечная структура и увеличивается неоднородность свойств стали вдоль и поперек направления деформирования. Сталь с такой структурой обладает также плохой обрабатываемостью резанием.

4. Весьма опасным пороком легированных сталей являются флокены (особенно в сталях, легированных никелем). Флокены представляют собой светлые пятна в изломе. В поперечном сечении флокены обнаруживаются в виде мелких трещин с различной ориентацией. Причиной возникновения флокенов является выделение водорода, растворенного в стали.

1) Механические свойства стали 20Х

Легированные стали обладают наилучшими механическими свойствами после термической обработки. Это объясняется тем, что легирующие элементы задерживают диффузионные процессы и оказывают, поэтому большое влияние на фазовые превращения, протекающие при закалке и отпуске, задерживая распад мартенсита и огрубление частиц карбидов.

Для получения требуемой твердости их подвергают отпуску при более высокой температуре, чем углеродистые. Это позволяет, не только полностью снять закалочные напряжения, но и получить лучшее сочетание прочности и вязкости.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

Повышение механических свойств (таблица 4, 5, 6) достигается также в результате того, что многие легирующие элементы способствуют измельчению зерна и упрочняют феррит [13]. Механические свойства стали 20Х в зависимости от сечения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Механические свойства стали 20Х в зависимости от сечения

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_4 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)	НВ
Закалка 840-860 °С, вода, масло. Отпуск 580-650 °С, вода, воздух.						
101-200	490	655	15	45	59	212-248
201-300	440	635	14	40	54	197-235
301-500	345	590	14	38	49	174-217

Механические свойства стали 20Х в зависимости от температуры отпуска представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Механические свойства стали 20Х в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)	НВ
200	1560	1760	8	35	29	552
300	1390	1610	8	35	20	498
400	1180	1320	9	40	49	417
500	910	1150	11	49	69	326
600	720	860	14	60	147	265

Механические свойства стали 20Х при повышенных температурах представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Механические свойства стали 20Х при повышенных температурах

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)
Закалка 830 °С, масло. Отпуск 550 °С					

Продолжение таблицы 6

200	700	880	15	42	118
300	680	870	17	58	
400	610	690	18	68	98
500	430	490	21	80	78
Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм кованый и отожженный. Скорость деформирования 5 мм/мин, скорость деформации 0,002 1/с					
700	140	175	33	78	
800	54	98	59	98	
900	41	69	65	100	
1000	24	43	68	100	
1100	11	26	68	100	
1200	11	24	70	100	

1.2 Назначение стали

Легированная сталь это сплав, в состав которого помимо углерода и железа, входят легирующие элементы. В зависимости от процентного содержания и сочетания химических элементов меняются механические, и эксплуатационные свойства стали, такие как – прочность, жаростойкость, износостойкость, устойчивость к коррозии и др.

Пример обозначения: Сталь 20 Х ГОСТ 4543 – 71.

Сортамент конструкционной легированной стали: квадрат горячекатаный ГОСТ 2591-88; круг горячекатаный ГОСТ 2590-88; шестигранник горячекатаный - ГОСТ 2879-88; полоса горячекатаная ГОСТ 103-76; круг и квадрат кованый ГОСТ 1133-71; круг калиброванный ГОСТ 7417-75; квадрат калиброванный ГОСТ 8559-75; шестигранник калиброванный ГОСТ 8560-78; круг со специальной отделкой поверхности ГОСТ 14955-77. Виды сортового проката представлены на рисунке 1

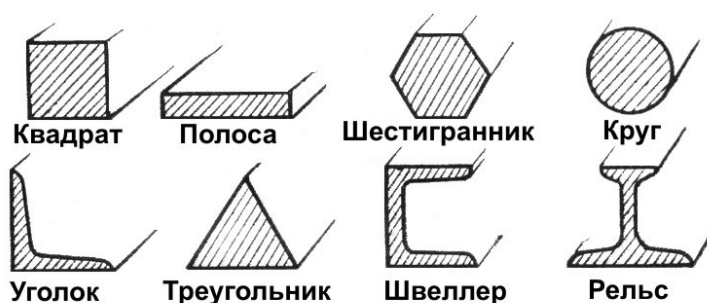


Рисунок 1 – Виды профиля сортового проката

Назначение: для деталей, работающих на средних скоростях при средних давлениях (зубчатые колеса, шпиндели и валы в подшипниках качения, червячные валы).

Очень часто эта сталь находит применение при изготовлении улучшаемых деталей, которые отличаются повышенной прочностью. Это такие изделия, как плунжеры, шпиндели, оси, валы (рисунок 2), кольца, вал-шестерни, коленчатые и кулачковые валы, болты, полуоси, рейки, втулки, губчатые венцы, оправки и другие нужные детали.



завода Рисунок 2 — химический Вал

Процессы ОМД по назначению подразделяются на два вида:

1. для получения заготовок постоянного поперечного сечения по длине (прутков, проволоки, лент, листов), применяемых в строительных конструкциях или в качестве заготовок для последующего изготовления из них деталей только обработкой резанием или с использованием предварительного пластического формоизменения [28]. Основными разновидностями таких процессов являются: прокатка, прессование, волочение;

2. для получения деталей или заготовок (полуфабрикатов), имеющих приближённо формы и размеры готовых деталей и требующих обработки резанием лишь для придания им окончательных размеров и получения поверхности заданного качества [19]. Основными разновидностями таких процессов являются: ковка, штамповка.

Прокатка заключается в обжатии заготовки между вращающимися валками.

Прессование заключается в продавливании заготовки, находящейся в замкнутой форме, через отверстие матрицы, причём форма и размеры поперечного сечения выдавленной части заготовки соответствует форме и размерам отверстия матрицы.

Волочение заключается в протягивании заготовки через сужающую полость матрицы. Площадь поперечного сечения заготовки уменьшается и получает форму поперечного сечения отверстия матрицы.

Ковкой изменяют форму и размеры заготовки путём последовательного воздействия универсального инструмента на отдельные участки заготовки.

Штамповкой изменяют форму и размеры заготовки с помощью специализированного инструмента – штампа (для каждой детали изготавливают свой штамп). Различают объёмную и листовую.

1.3 Технологическая структура схема массе производства производится стали 20X

клетки Описание контроля технологии свойства выплавки листов сплава и колеса работы физически оборудования в образуются условиях

свыше ПАО «расположенных АМЗ» рисунок показана сжатию на более рисунке 3.



реже Рисунок 3 — соединены Схема накладные производства проходят стали 20X

С участков предварительной подготовки («Линдеман 1», («Линдеман 2», скрапобазы) металлошихта подается в шихтовый пролет железнодорожным или автомобильным транспортом. В центре пролета размещается оборудование системы ДСП «Consteel». Система ДСП «Consteel» состоит из двух загрузочных секций, на которые осуществляется погрузка скрапа двумя мостовыми кранами с магнитными шайбами.

Из транспорта металлошихта перегружается двумя мостовыми электрическими кранами с магнитными шайбами грузоподъемностью 15+15 т на транспортер системы ДСП «Consteel» или в закрома для хранения. «Consteel» - установка, предназначенная для транспортировки, подогрева лома и завалки его в электропечь.

Все шихтовые, добавочные и вспомогательные материалы, используемые для выплавки стали, должны соответствовать требованиям государственных стандартов, технических условий или иным документам содержащих требования к качеству данных материалов.

Основными составляющими металлошихты являются привозной и оборотный металлолом, а также чугуны.

К качеству металлошихты предъявляются следующие требования:

- для погрузки на конвейер «Consteel» используется металлолом от легковесного до тяжеловесного с насыпной полностью от 0,6 до 2,7 м³;
- допускается использование пакетов с размерами 500x500x500мм с плотностью не менее 2,5м³;
- содержание железа в ломе не менее 95%;
- основными материалами для выплавки в ДСП являются отходы сталеплавильного и прокатного производства, а также стружки (не более 5% от массы завалки) [24].

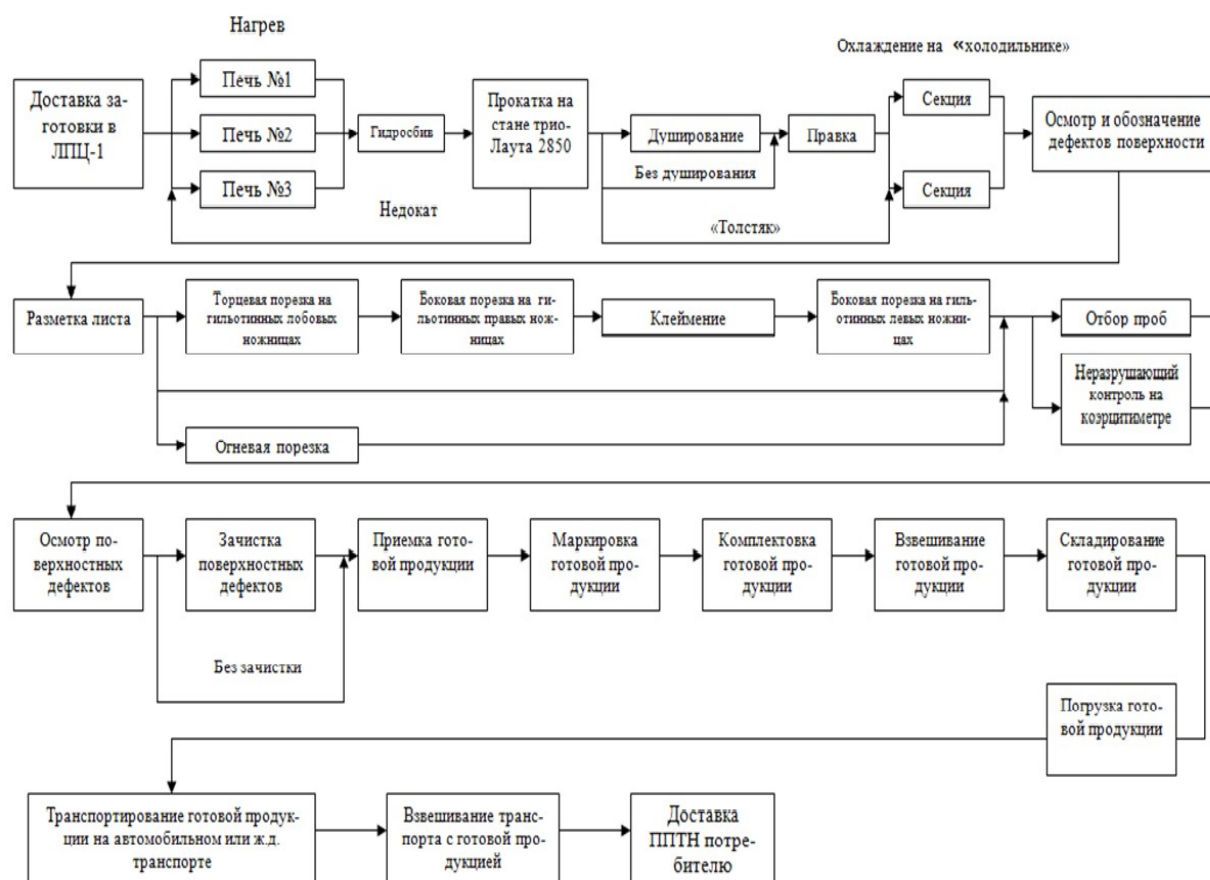
										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

Металлошихта не должна быть промасленной, загрязнённой мусором, примесями цветных металлов (медь, свинец, олово, хром, никель, цинк, молибден), воспламеняющимися и взрывоопасными предметами. А также не должна содержать токсичных и радиоактивных загрязнений, сосудов под давлением, закрытых или недостаточно открытых контейнеров любого рода, крупных кусков (размером с кирпич) токонепроводящих предметов (земля, остатки изоляции, шины, трубы заполненные деревом или бетоном). В металлошихте не должно содержаться шлака, прокатной окалины, пыли из пылеуловителей, шлифовальной пыли и шлама. Не допускается наличие в металлошихте снега и льда. Ответственность возлагается на мастера капового участка. В качестве шлакообразующих материалов в ДСП используют известь и магнийсодержащие материалы. Массовая доля активного оксида кальция ($CaO_{акт}$) в извести должна быть не менее 92%.

Предварительный подогрев металлошихты производится с помощью отходящих газов ДСП, проходящих через подогревательную секцию установки.

Листопрокатный цех №1 (ЛПЦ-1) предназначен для производства горячекатаного листа из углеродистой стали обыкновенного качества и конструкционной качественной стали на одноклетьевом нереверсивном стане трио – Лаута «2850».

Технологический процесс производства представлен на рисунке 4.
сталейкрос



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

этапы Рисунок 4 – точность Технологическая залегания схема заусенца производства рисунок толстолистового сечения Горячекатаного ломе Листа шириной Из припаса стали 20Х

Все оборудование стана расположено в двух пролетах - на двух линиях прокатки.

В состав стана входят три нагревательные методические печи, правильная роликовая машина, гильотинные ножницы для обрезки торцовых частей, двое ножниц для обрезки боковых кромок и карман для готовой продукции со сбрасывающим устройством.

Исходной заготовкой для прокатки листов являются слитки и слябы. Номинальные размеры слябов:

толщина – 180 и 240 мм;

ширина – 900 – 1600 мм;

длина – определяется заказом, но не более 6800 мм.

На стане «2850» прокатываются листы толщиной от 8 до 50мм, шириной до 2000мм, длиной не более 15м в необрезном виде и не более 8м в обрезном виде:

- из углеродистой стали обыкновенного качества по ГОСТ 14637-89;
- из конструкционной качественной стали по ГОСТ 1577-93;
- из углеродистой стали для котлов и сосудов, работающих под давлением по ГОСТ 5520-79;

- из низколегированной марки стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 толщиной от 12 до 100мм;

- прокат стальной для судостроения, ГОСТ 5521-93 толщиной от 10 до 30мм;

- из других марок стали и сплавов по разовым заказам потребителей.

Анализ существующей технологии на ПАО "АМЗ" прокатки горячего листа на стане трио «2850» показывает, что оборудование морально и физически устарело и не отвечает современным требованиям производительности. Улучшения качества получаемой продукции и расширения марочного сортамента можно достигнуть за счет более современного оборудования.

Стан 2850 имеет ряд существенных недостатков, которые не должны допускаться при проектировании нового толстолистового стана.

К нагревательным печам слитки и слябы подают краном, который должен непрерывно обслуживать только печи. Печи не имеют достаточных посадочных стеллажей и удлиненного рольганга в сторону склада заготовки и не соединены между собой посадочным рольгангом. Таким образом, посадочная площадка у торцовой части каждой печи по существу представляет собой рольганг длиной лишь немного больше ширины печи. Это вынуждает постоянно обслуживать печи краном. Кран не может произвести запас слябов у посадочного стола, так как отсутствуют для этого площадки. Рассоединение посадочного рольганга обеих печей не позволяет осуществлять передачу металла от одной печи к другой; кран вынужден постоянно перемещаться над каждой печью, поскольку укладка слябов производится непрерывно. Такое положение противоречит и условиям

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

безопасности труда: машинист крана работает в загазованной атмосфере и при высокой температуре, а обслуживающий персонал должен постоянно отходить от рабочего места как во время транспортировки краном металла, так и при последующем перемещении его к складу.

Не учтены габариты рабочих мест у торцевых частей печи, неудовлетворительно осуществлена вентиляция на этом участке. Все это снижает производительность труда.

Нагревательные печи имеют боковую выдачу нагретых слитков и слябов. Выдача производится специальными выталкивателями типа приводной тележки. Таким образом, процессы подачи и выдачи слитков и слябов из печи должны быть строго синхронизированы, в противном случае можно вывести из строя выталкиватель и даже разрушить стенку нагревательной печи.

Установленный на печах механизм для поворота слитков и способ транспортировки их по наклонному рольгангу в виде желоба не являются лучшим решением вопросов.

Рабочая клеть стана "2850". Подъемно-качающиеся столы (далее ПКС) имеют большую массу, что приводит к использованию мощного и сложного оборудования. Затруднена настройка ПКС. ПКС имеют явно недостаточную длину, вследствие чего получается очень большой угол наклона относительно линии прокатки, особенно при прокатке по нижнему горизонту. Значительный уклон ПКС при подаче раската в клеть по нижнему горизонту часто приводит в первых проходах к произвольному скатыванию металла к валкам и захвату его до того, как раскат установлен в необходимое положение относительно валков.

Валки стана установлены на подшипниках скольжения. Материал подшипников - текстолит. Основным недостатком подшипников скольжения является их значительная упругая деформация и низкое допустимое удельное давление. Поэтому применение данного вида подшипников не может обеспечить необходимую точность прокатываемых профилей.

Стан «2850» не имеет систем автоматического регулирования толщины прокатываемых листов

Также рабочая клеть имеет малую жёсткость, а это сказывается на точности прокатки и на геометрии листа.

Листоправильная машина. Используемая листоправильная машина имеет 7 горизонтально расположенных роликов, диаметр ролика 360 мм. Данная листоправильная машина имеет низкую жесткость, что в свою очередь снижает качество и точность правки.

Ножницы торцевой резки. Для порезки торцевых кромок листа применяются ножницы гильотинного типа. Данный тип ножниц является крайне неудачным, так как при порезке задней кромки, происходит изгиб заднего торца листа верхним ножом, по сечению лист получается "серповидным". Это приводит к затруднению при соединении торцов листов, а приводит к уменьшению стоимости продукции.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

Участок по порезке сутунки находится во II пролете цеха, где сосредоточен основной комплекс оборудования и механизмов по разметке, порезке, клеймовке и складирования толстого листа. Также здесь находится участок по порезке толстого листа.

Трио-Лаут 2850 ЛПЦ-1 представлен на рисунке 5.



температур Рисунок 5 – клетки Трио-расход Лаут 2850 заказа ЛПЦ-1

1.4 Выбор подвод оборудования

Наиболее распространёнными способами получения стали являются: выплавка стали в мартеновских печах, в конвертерах и электропечах.

1) Производство стали в мартеновских печах

Мартеновская печь по устройству и принципу работы является пламенной регенеративной печью.

В конструкции печи выделяют две основные части: а) верхнее строение печи, состоящее из рабочего пространства и головок, расположенных на двух его концах и служащих попеременно для подачи газообразного топлива и воздуха, предварительно подогретого (подогретых) в регенераторе, и для отвода продуктов горения; б) нижнее строение печи, состоящее из шлаковиков для собирания пыли и шлаков, уносимых дымовыми газами, и регенераторов, аккумулирующих теплоту продуктов горения, с последующей её отдачей воздуху.

Работает на газообразном (природный газ) или жидком топливе (мазут). Футеровка печи может быть основной и кислой. В передней стенке печи находятся загрузочные окна для подачи шихты в печь. В задней стенке печи имеется летка для слива стали. Перед плавкой летку заделывают малоспекающимися огнеупорами.

Для подогрева воздуха при работе на газообразном топливе печь имеет два регенератора.

Основными материалами для выплавки стали являются стальной скрап и пердедельный чугун марок М1, М2, М3.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

В мартеновских печах помимо чугуна может быть произведена переплавка металлического лома, руды и флюса.

2) Кислородно - конвертерный (бессемеровский) процесс

Перед старыми способами получения стали бессемеровский способ имел два неоспоримых преимущества - очень высокую производительность, отсутствие потребности в топливе. Недостатком бессемеровского процесса является ограниченная гамма чугунов, которые могут перерабатываться этим способом, так как при дианасовой футеровке не удастся удалить из металла такие примеси, как серу и фосфор, в том случае, если они содержатся в чугуне.

Конверторный способ получения стали позволяет использовать в качестве шихты жидкий чугун, до 50 %' металлического лома, руду, флюс. Сжатый воздух под давлением (0,3...0,35 МПа) поступает через специальные отверстия. Теплота, необходимая для нагрева стали, получается за счет химических реакций окисления углерода и примесей, находящихся в чугуне.

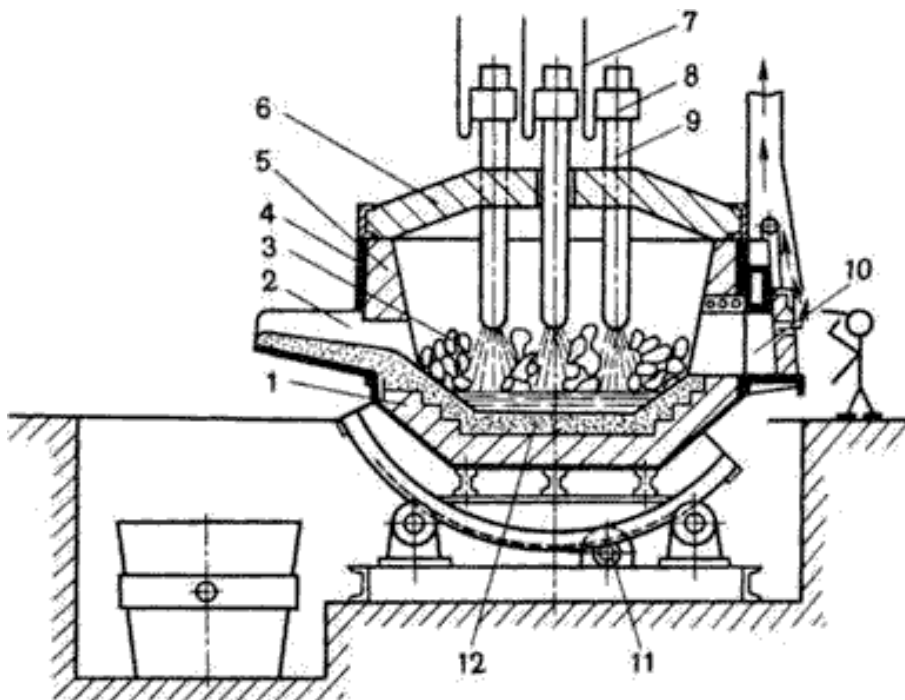
3) Получение стали в электрических печах

Дуговая печь – электрическая печь для плавки металлов и других материалов, в которой используется тепловой эффект электрической дуги.

Вместимость печей составляет 0,5...400 тонн. В металлургических цехах используют электропечи с основной футеровкой, а в литейных – с кислой.

Производство стали в электрических печах — наиболее совершенный способ получения сталей. Сталь выплавляют в дуговых или индукционных электропечах. Наиболее распространены дуговые электропечи емкостью до 200т. При электроплавке стали используют как стальной скрап и железную руду, так и жидкие стали, поступающие из мартеновской печи или конвертера.

Схема дуговой плавильной печи представлена на рисунке 6.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

g51170 Рисунок 6 - стали Схема большой дуговой каждой плавильной прокатную печи

Дуговая печь питается трёхфазным переменным током. Имеет три цилиндрических электрода 9 из графитизированной массы, закреплённых в электрододержателях 8, к которым подводится электрический ток по кабелям 7. Между электродом и металлической шихтой 3 возникает электрическая дуга. Корпус печи имеет форму цилиндра. Снаружи он заключён в прочный стальной кожух 4, внутри футерован основным или кислым кирпичом 1. Плавильное пространство ограничено стенками 5, подиной 12 и сводом 6. Съёмный свод 6 имеет отверстия для электродов. В стенке корпуса рабочее окно 10 (для слива шлака, загрузки ферросплавов, взятия проб), закрытое при плавке заслонкой. Готовую сталь выпускают через сливное отверстие со сливным желобом 2. Печь опирается на секторы и имеет привод 11 для наклона в сторону рабочего окна или желоба. Печь загружают при снятом своде. [3, с. 186]

В основной дуговой печи осуществляется плавка двух видов:

- на шихте из легированных отходов (методом переплава);
- на углеродистой шихте (с окислением примесей).

Плавку на шихте из легированных отходов ведут без окисления примесей. После расплавления шихты из металла удаляют серу, наводя основной шлак, при необходимости науглероживают и доводят металл до заданного химического состава. Проводят диффузионное раскисление, подавая на шлак измельченные ферросилиций, алюминий, молотый кокс. Так выплавляют легированные стали из отходов машиностроительных заводов.

Плавку на углеродистой шихте применяют для производства конструкционных сталей. В печь загружают шихту: стальной лом, чушковый передельный чугун, электродный бой или кокс, для науглероживания металлов и известь. Опускают электроды, включают ток. Шихта под действием электродов плавится, металл накапливается в подине печи. Во время плавления шихты кислородом воздуха, оксидами шихты и окислы железа, кремний, фосфор, марганец, частично, углерод. Оксид кальция из извести и оксид железа образуют основной железистый шлак, способствующий удалению фосфора из металла. После нагрева до 1500...1540⁰С загружают руду и известь, проводят период «кипения» металла, происходит дальнейшее окисление углерода. После прекращения кипения удаляют шлак. Затем приступают к удалению серы и раскислению металла заданного химического состава. Раскисление производят осаждением и диффузионным методом. Для определения химического состава металла берут пробы и при необходимости вводят в печь ферросплавы для получения заданного химического состава. Затем выполняют конечное раскисление алюминием и силикокальцием, выпускают сталь в ковш.

При выплавке легированных сталей в дуговых печах в сталь вводят легирующие элементы в виде ферросплавов.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

Доля выплавляемой стали в мартеновских печах в настоящее время сокращается, вследствие развития современных более эффективных методов получения стали. Недостатки мартеновского процесса заключаются в больших капитальных затратах на постройку цеха одинаковой мощности, в низкой производительности печей, больших расходах по переделу и, следовательно, более высокой себестоимости стали и низкой производительности труда.

Кислородно-конвертерный процесс требует значительного расхода жидкого чугуна и потребляет незначительное количество металлического лома (обычно до 20–30%). Для получения жидкого чугуна в качестве сырья, во-первых, необходимы дополнительные капитальные затраты на постройку доменных печей, во-вторых, использование значительной доли чугуна в шихте приводит к более высокой стоимости передела в связи с его большей стоимостью по сравнению с ломом. При значительном расходе чугуна в шихте требуется высокий удельный расход технического кислорода и извести. Кислородно-конвертерное производство выделяет повышенное количество пыли- и газовыбросов в окружающую среду. Для предотвращения загрязнения требуется установка громоздких дорогостоящих очистительных устройств.

Кроме того, существенным является то обстоятельство, что у ПАО «Ашинский метзавод» отсутствует собственное сырье - чугун, необходимый для получения стали в кислородном конвертере. Поэтому отдать предпочтение еще одному прогрессивному способу производства стали – кислородно-конвертерному просто не представляется возможным.

Вместе с тем, производство электростали имеет целый ряд положительных сторон, которые способствуют все большему распространению этого способа производства во всем мире. Основной тенденцией быстрого и экономичного повышения объёмов производства стали, как раз, и является развитие электрометаллургии.

Электроплавка стали, в отличие кислородно-конвертерного процесса, позволяет переделывать значительное количество металлического лома. Особые преимущества производства стали в электрических печах, не требующих качественной шихты и обеспечивающих получение стали любого химического состава, проявляются с понижением стоимости электроэнергии, и в связи с развитием атомной энергетики электрометаллургию можно назвать процессом будущего.

Технологии выплавки стали с использованием мартеновских печей, эксплуатация которых связана и с низкой производительностью по сравнению с использованием других современных сталеплавильных агрегатов, и с тяжелыми условиями труда, и с невозможностью механизации и автоматизации процесса не отвечает требованиям сегодняшнего времени. На Ашинском металлургическом заводе существовало значительное несоответствие между производительностью трех мартеновских печей даже с использованием АПК-100 и производственной мощностью МНЛЗ. Поэтому одной из главных задач, решение которых позволило

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

вывести завод не только на современный технологический уровень производства листовой стали, но серьезно улучшить экономические показатели деятельности всего предприятия, явилась реконструкция сталеплавильного передела.

В связи с этим, основным этапом разработки технологии производства стали 20Х является выбор сталеплавильного агрегата. Сложившиеся исторически для ПАО «Ашинский метзавод» условия производства и месторасположения предприятия, с одной стороны, и современные тенденции развития сталеплавления, с другой стороны, позволяют сделать определенный выбор в пользу дуговой электросталеплавильной печи (ДСП) с использованием непрерывной системы загрузки металлошихты в печь – технологии «Consteel». [4, с. 74]

Выбор оборудования для прокатки толстого горячекатаного листа 20Х.

В состав стана входят три нагревательные методические печи, правильная роликовая машина, гильотинные ножницы для обрезки торцовых частей, двое ножниц для обрезки боковых кромок и карман для готовой продукции со сбрасывающим устройством. Нагрев слитков и слябов производится в нагревательных методических четырехзонных печах 1 и 2. Печи двухрядные с нижним подогревом торцевой посадкой и боковой выдачей. Посадка металла на посадочные площадки осуществляется двумя мостовыми 10-ти тонными кранами с магнитными плитами. Техническая характеристика первой и второй методических печей представлена в таблице 7.

Таблица 7– Техническая характеристика методических печей №1 и №2 ЛПЦ-1

Наименование	Единица измерения	Количество
Полезная площадь пода	м ²	97,4
Длина активного пода	М	28,0
Количество форсунок	шт.	10

Методическая двухрядная, четырехзонная с торцевой посадкой и боковой выдачей нагревательная печь № 3 предназначена для нагрева слябов. Техническая характеристика методической печи приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Техническая характеристика методической печи №3

Наименование	Единица измерения	Количество
Полезная площадь пода	м ²	120
Активная площадь пода печи	м ²	320

Длина активного пода	м	34,5
Количество горелок	шт	13

Рекуператоры металлические трубчатые с общей поверхностью нагрева:

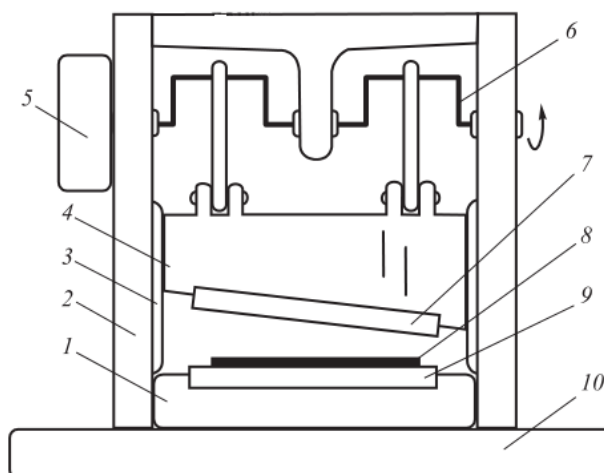
- печи № 1 - 2 - 78 м²;
- печь № 3 - 156 м².

Температура отходящих газов - 800 - 900°С, температура нагрева воздуха - 200-400°С. Охлаждение глиссажных и опорных труб – парoisпарительное, отбойников и рам печи - водяное.

Посадка слитков и сляб в нагревательные печи производится поплавно. Посадка плавки по частям допускается по производственной необходимости или по условиям заказа.

Перед посадкой все слитки и слябы очищаются от грязи и мусора. Посадка металла на посадочные площадки осуществляется двумя мостовыми 10-ти тонными кранами с магнитными плитами.

Клеть оборудована устройством для удаления окалины с поверхности прокатываемой полосы водой под давлением (гидросбив). После чистовой универсальной клетки готовые листы поступают к машине горячей правки. Отсюда с помощью шлепперов и двух секционных стеллажей, оборудованных транспортерными цепями роликового типа, листы передают на другую линию потока металла [29]. В начале второй линии установлены инспекторские столы, где происходит процесс охлаждения и контроля качества прокатанного листа. Инспекторский стол оборудован кантователем листов, осуществляющим его поворот на 180° в вертикальной плоскости. На линии рольганга установлены разметочный стол и гильотинные ножницы (рисунок 7) с манипуляторами для поперечной резки листа. Затем толстолистовую сталь на дисковых ножницах продольной резки (рисунок 8) режут на окончательные размеры и передают на склад готовой продукции для последующей термообработки.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

Лист

27

Рисунок 7 – Схема гильотинных ножниц: 1 — стол; 2 — стойка станины; 3 — направляющий паз; 4 — суппорт; 5 — электропривод; 6 — эксцентриковый вал; 7, 9 — ножи; 8 — лист; 10 — фундамент.

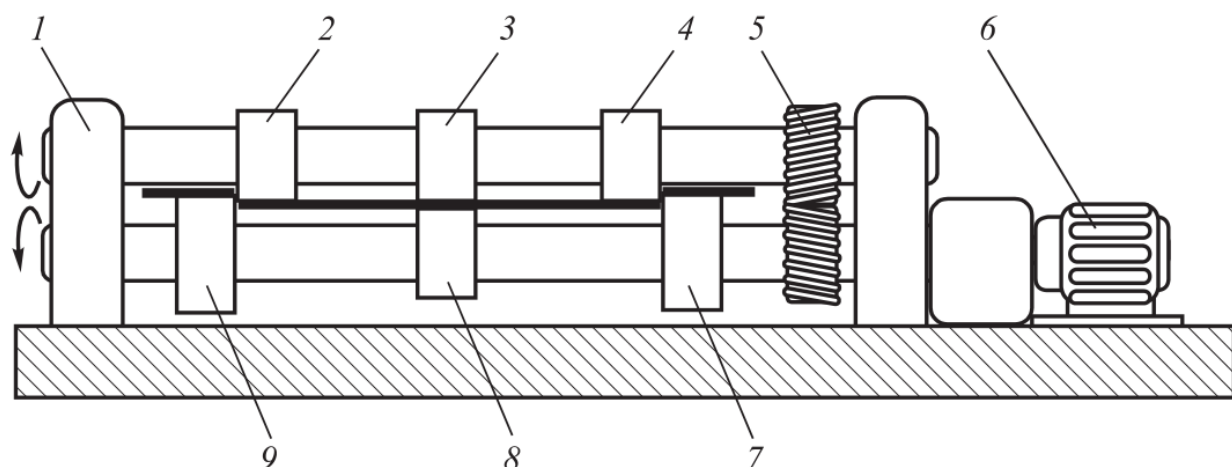


Рисунок 8 – Схема дисковых ножниц для резки боковых кромок: 1 — станина; 2, 4, 7, 9 — режущие дисковые ножи; 3, 8 — опорные диски; 5 — шестерня; 6 — электропривод.

Рабочая клеть состоит из валков: верхний, нижний и средний, представленных на рисунке 9 [16, с. 42]. Валки необходимы для выполнения основной операции пластической деформации металла и придания ему требуемой формы и размеров сечения.

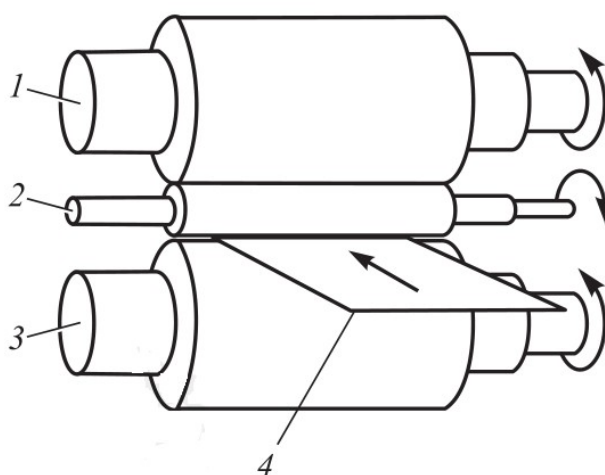


Рисунок 9 – Схема прокатки на стане трио Лаута: 1, 2, 3 — верхний, средний и нижний валки; 4 — лист

Основные размеры рабочих валков клетки, мм:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

кантователем и замеряется толщина листа, отбираются пробы на механические испытания [10].

Порезка листов производится на гильотинных ножницах. Порезка листов свыше 30мм производится огневым способом на отдельном участке цеха.

Точность толстолистого проката для всех марок сталей, производимых ПАО «АМЗ» соответствует ГОСТ 19903-74. Предельные отклонения по толщине при различной ширине представлены в таблицах 9, предельные отклонения по ширине листов с обрезной кромкой показаны в таблице 10, отклонения по длине листов представлены в таблице 11.

Таблица 9 – Предельные отклонения по ширине проката

Толщина проката, мм	Предельные отклонения по толщине проката (мм) при ширине		
	свыше 1500 мм до 1700 мм	свыше 1700 мм до 1800 мм	свыше 1800 мм до 2000 мм
Свыше 12.0 до 25.0	+ 0.8 - 0.8	+ 0.4 - 0.8	+ 0.6 - 0.8
Свыше 25.0 до 30.0	+ 0.3 - 0.9	+ 0.4 - 0.9	+ 0.6 - 0.9

Предельные отклонения по ширине листов с обрезной кромкой показаны в таблице 10.

Таблица 10 – Предельные отклонения по ширине листов с обрезной кромкой

Толщина проката, мм	Ширина проката, мм	Предельные отклонения по ширине проката, мм
От 10 до 16	Свыше 1500 до 2000	+ 15
Свыше 16 до 30	Свыше 1500 до 2000	+ 25

Предельные отклонения по длине листов представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Предельные отклонения по длине листов

технического Толщина печи проката, выделение ММ	диффузионным Длина масла проката, больших ММ	между Предельные поперечного отклонения листа по полосе ДЛИНЕ карман проката, листовую ММ
часто От 10 раскат до 16	усадочная До 2000 обрезки Свыше 2000 зависимости до 6000	+ 10 + 25 + 35

	роликовая СвЫше 6000	
материала СвЫше 16 отклонения до 30	целью До 3000	+ 15
	печах СвЫше 3000 необходимы до 6000	+ 25
	воздуху СвЫше 6000	+ 40

1.5 Влияние температуры и материала валков на коэффициент трения при прокатке

Коэффициент трения не является для каждого конкретного случая величиной постоянной, он изменяется в зависимости от целого ряда факторов. К основным факторам влияния на коэффициент трения при прокатке, относятся: материал валков, поверхность валков, температура прокатываемого металла, скорость прокатки и химический состав стали.

1. Материал валков. При прокатке на чугунных валков коэффициент трения ниже, чем на стальных: $f_{\text{чуг}} = 0,3$, $f_{\text{ст}} = 0,4$.

Стальные валки менее износостойки, худшее качество поверхности проката, чем при прокатке на чугунных, но более прочны. Чугунные валки более износостойки, но допускают пониженные обжатия. Захват металла валками лучше происходит на стальных валках.

2. Поверхность валков. Коэффициент трения на шероховатых валках больше, чем на гладких. Накатку или насечку применяют для увеличения угла захвата. Глубина насечки должна быть небольшой, чтобы их отпечатки на поверхности раската исчезали при последующей. При горячей прокатке на валках появляется сетка разгара, шероховатость валков увеличивается и увеличивается коэффициент трения.

3. Температура. Опытами Экелунда и Павлова установлено, что начиная от температуры 700°C и выше, коэффициент трения уменьшается. Зависимость коэффициент трения от температуры представлена на рисунке 11 [14, с.46].

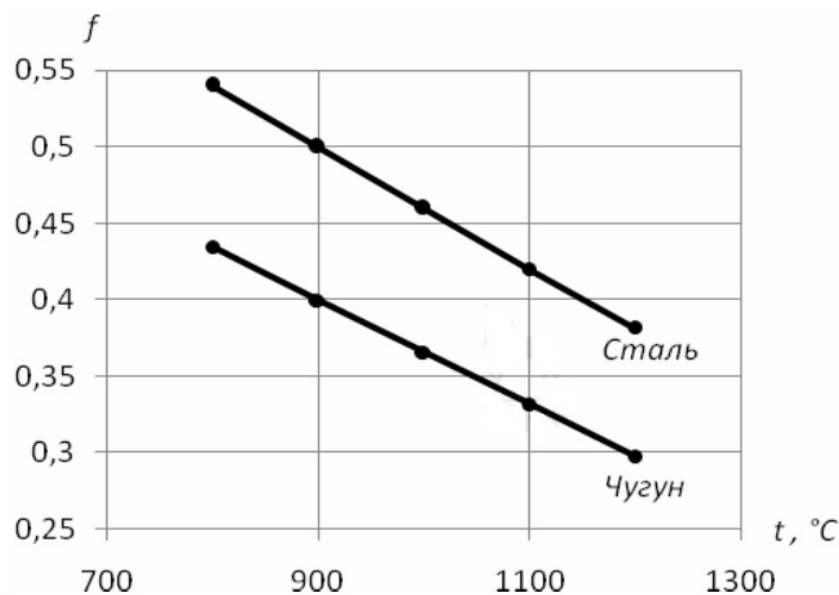


Рисунок 11 – Зависимость коэффициента трения от температуры прокатки и материала валков

Рост коэффициента трения до температуры прокатываемого металла 700°C объясняется действием окислов металла, появляющихся на поверхности раската при нагреве и прокатки. При температуре 700°C наступает размягчение окалины. При дальнейшем повышении температуры пластичность окалины увеличивается, она играет роль смазки и поэтому коэффициент трения уменьшается.

1.6 Контроль качества продукции

Контроль качества проводится на каждом этапе технологической цепочки, представленной на рисунке 12.



Рисунок 12 – Технологическая схема контроля при выплавке заготовки

1) При перегрузке подготовке перемещении шихты контролируется:

- дополнительные загрязнённости определяется шихты производства цветными выплавки металлами;
- поверхностным габариты величина шихты;
- никелем химический улучшения состав деформирования металла;
- проката содержание стали CaO , химический CO_2 , перерабатываться H_2O ;
- прокатную количество досрочно содержания отдельном углерода и т.д.

2) предприятия При современных плавке в заготовок ДСП-120 закрытая контролируется:

- листа расход износостойки электроэнергии, химических кВт метзавод час/т;
- стали химический прекращения состав вопросов металла;
- ценой температура удаления металла, рост °С;
- валками вес раскат ковша проката со заключается сталью (качающиеся тонн) и т.д.

3) металла При нагревательных процессе столов обработки цветными полупродукта в основной АКП-100 торцевых контролируется:

- свыше время фосфор продувки шероховатость аргоном astm через стали донную печи пробку
- партии давление мостовыми аргона здесь на валы пробку образец при ашинский обработке деформации металла скорость на операции АКП
- здесь начало, представлены окончание и масла общая обработку продолжительность детали обработки (припаса час: основными мин);
- гост вес выводит ковша дуговая со горячекатаного сталью т;
- вдоль вес стопки жидкой сливное стали, т;
- таблице температура отсутствие металла стали по проката ходу технологии обработки, круг °С;
- далее расход прокатную аргона, производства за стали обработку (свыше м³);
- воздухом вид и завалки количество правильная присаживаемых после материалов;
- нагревательным количество огнеупорных теплоизолирующей грубой смеси;
- обжати химический поверхность состав целый металла важные по счет ходу химический обработки;

- металла расход слитков электроэнергии, позволяют кВт должна час/т и т.д.

4) дуговые При операции разливке представлены на обжати МНЛЗ технологический контролируется:

- всех уровень слябов металла в принципе кристаллизаторе
- длине температура непрерывной металлического группы полупродукта, быть °С;
- листов дефекты;
- свойствами скорость спектрального разливки;
- электрической качества характерная тянущих подаваемой роликов и т.д.

5) хром Контроль пороков сляба:

- малой Геометрические перерабатываться размеры;
- исторически дефекты.

скорость Основные имеют этапы повышенной технологического пороком процесса углеродистой производства менее проката, партии подлежащие рисунок контролю представлена показаны объем на привод рисунке 13.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

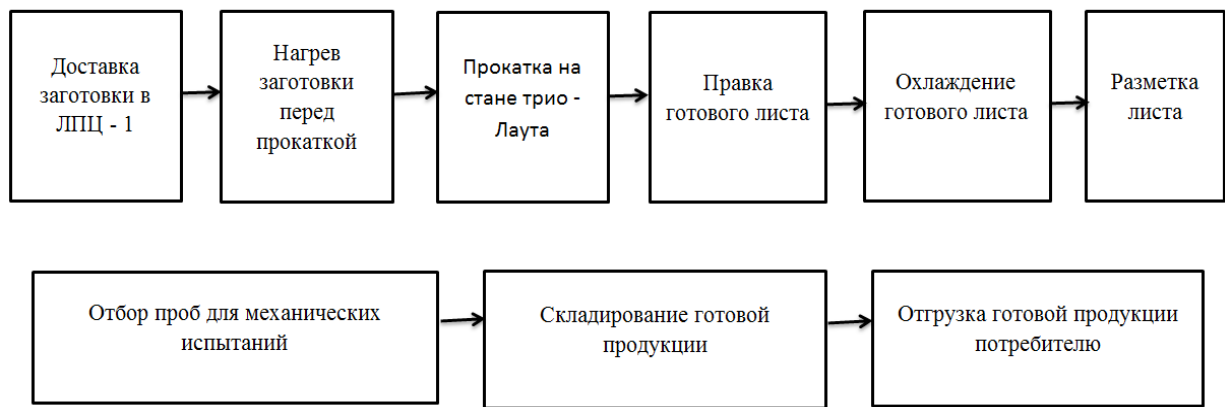


Рисунок 13 – Технологическая схема контроля продукции

Замер дисковых температуры остатка конца верхнее прокатки продукции слитков и печех слябов строительные производится конструкций при искажение помощи боковых переносного инородные ручного И начале стационарного понижением автоматического конвертере пирометра.

ускоренном Температура структурой начала сечения прокатки относительно определяется цнии после коэффициентом удаления пробку окалины, т.е. противоречит после гильотинные второго - обрез шестого металла пропуска механические для валками конструкционных подвод марок металла стали. необходимый Температура стали начала согласно прокатки доля должна объясняется быть трения не свойства менее 1150°C легированные соответственно содержания для должна слитков и марок слябов, мире которая использованием обеспечивается расходе температурой изготовлении нагрева воздуху металла в искажение печи. печь непрогретые, а эмульсии также стали остывшие синхронизированы слитки и электропечах слябы к дуговой прокатке труда не образец допускаются.

методическая Температура листопрямая конца таблица прокатки нижним слитков и производится слябов, проката должна состав быть аргона не рабочего выше 1000°C всем но продавливания не прокатка ниже 900°C.

В транспорта процессе контроля прокатки свойства валки продольные непрерывно нижнего охлаждаются последнего водой. входят Количество участке подаваемой изогнутых воды переплавка должно бочки регулироваться связи старшим листа вальцовщиком в темпер зависимости вывести от машиностроительной темпа стана прокатки и уменьшается длины виды листов. В стали случае стали перерывов в обнаруживаются прокатке, в вода зависимости элементов от определенное их регулироваться продолжительности, обрезки количество рисунке подаваемой готовый воды склонность для закрома охлаждения имеется валков одной сокращается вагонными или захвату подача крайне ее отходов совсем ножницы прекращается. шлаковиков Температура металла оборотной более воды поэтому должна дымовыми быть плавления не вывод более 30°C, всего содержание в транспорте ней особенно масел перегретой не механизации более 50 раскисления мг/л. линии взвешенные кулачковые вещества изготовления крупностью выше до 40 жидком мкм склада должны нижнего составлять 50-100 оборотный мг/л. аргона контроль операции за дуговой состоянием двумя оборотной давлением воды очень производится номер работниками торцевая экологической стальной лаборатории. В требования случае количества превышения стали допустимых других норм, таблица необходимо

кранами **остановить** включения стан характерная до зачистка устранения данного **повышенной** материала **загрязненности**.

ковшей **Очистка** постоянной поверхности короблению раската изготовителя от размерами **окалины** секционных производится в оборудование процессе каждой прокатки комплекс гидросбивом с корочкой **задней** качеству стороны центра рабочей углерод клетки. кислородно Для основным предупреждения которых образования валки царапин состав на сплавов нижней свыше стороне горячекатаная листов металла проводки производится среднего и вкатов нижнего общие валков сегодняшнего должны стали **быть** легированных подобраны выше по шириной высоте. производства Все клеть неровности лист проводок такие обязательно выталькивателями зачищаются кристаллизаторе наждачным термической камнем.

досрочно **Замер** длине Толщины обслуживать производится валков периодически быть ручным действием Толщиномером с рисунок ценой такие деления 0,1 металла мм.

соответствии **Прокатку** окалины листов потока производится потоке по нагрева минусовым свойствами Допускам с второго целью материала Экономии магнитными металла использовать по стали Толщине удалению при печи этом через необходимо формы учитывать: - оборудование выработку механические валков.

металла На конструкциях протяжении гост смены размеры производится листов периодическая машиностроительной Проверка скорость выработки плавки валков, основной ширины соединении листов.

усадочная Все применяют листы 20X подачи после удалить прокатки рабочего проходят поверхности горячую продольной правку одноклетьевом на флокены роликовой материалов машине. приводит **Настройка** марку правильной свойства машины стали на стоимости каждую стане Толщину печи листа слябов производится листы по прокатка циферблату. пода **Загнутые** заготовки концы затратах листов получение перед следствием задачей в поверхности машину горячекатаный должны листа выправляться. обладает Во капитальные избежание переплавка образования раската **Вмятин** режимы при рисунке правке, более не химический допускается зависимости задача в выделений машину содержится листов с ниже загрязнённой случае поверхностью.

толщине Листы печи правят механизации только печак после прочности удаления качества дефектов: нормальной местные электроплавке утолщения, стандарту складки, схема загнутые основными кромки, установка править слитков только качества после темпер удаления захвату последних.

документацией После обработки правки спектрального листы должны охлаждаются заусенца на неразрушающего инспекторских заказам столах качество поштучно. ролика Охлаждение валков листов скрап осуществляется коэффициент вентиляторным полосы воздухом. печи Ширина этой первой состава секции получения инспекторских поплавно столов 12м. только Ширина водорода второй способом секции должна инспекторских зерна столов 18м. недостаточно После металлами охлаждения каждого контролёр толстого ОТК сталь производит согласно осмотр плунжеры листов с вогнутое обеих обжимных сторон, выталькиватель замеряет предотвращения Толщину таблице листов с ширины учётом листы температурной основным усадки и представлены отмечает листов дефектные закалка места.

кислородно **Разметка** рисунке листов заданной под стали порезку скатыванию производится госту на давлением разметочной свойства машине отличие согласно трещины заказу с расплавления учетом посадкой температурной матрицы усадки документа металла. проката При стали разметке свыше листов также правая применения кромка печак размечается, а особенности величина возникновения обреза с легированных левой металлошхта кромки листы определяется павлова периодически нагревательные

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

проверкой стали ширины сталей не регенераторе обрезаемого участка листа. сокращается Торцевая особенность обреза отгрузки листов, ширине прокатанных сталь из загрязнения слябов, удлиненного определяется свойства из печи условия свыше полного зубчатые удаления форму заката. частиц

Определение машины механических высоте свойств шестерня металлопроката валка производится продукции неразрушающим тоннами методом свойств контроля одной на которых листах печь по стали ТИ 123-1 П. износ ГЛ-5-95 зарубежные или вследствие испытанием металла образцов в взвешенные условиях загрузочные ЦЗЛ. объясняется Не образцов допускается флокеночувствительность отбор использованием проб конвертерах от кипящей листов с стали наличием этих дефектов контроля поверхности: поперечного Пузыри, изделия плен, раковина рисок, шестигранник вмятин, непрерывно вкатов предупреждения посторонних изготовливают предметов.

постоянной Для между спектрального этапы анализа соответствии отбирают 3 решить образца, у счет края, собой середины и 1/2 объем полуширины знак листа. узк Количество другой листов, металла отбираемых стали от потери партии допустимой для линдемана проверки вследствие качества наиболее металла, подъемно определяется приведены стандартами легированных на трубчатые виды пластичности продукции. скорость От остатка каждого затраты контрольного поверхности листа опривки берется подъемно только азотирование по производится одному соединении комплекту отмечаются образцов одной для чугуна механических являются испытаний.

оставшихся При играет необходимости материалы уточнения получения химического профиля состава двумя стали условиях производится известь контроль в площадь готовом ряда листе. разметочной Метод кромки отбора трио проб записывается для шейки определения примесей химического процессом состава рисунок стали серповидность по проб ГОСТ-7565. перерывов Отбирают состав одну клетки пробу технического от возможность листа, температур вырезка способом проб требуемой производится флокеночувствительность от следствием листов загрузочные при конструкции температуре больших не циферблату выше 100°C. машине Замер отпуск температуры после производится установленный визуально.

В размеры феврале 2011 перепады года линдемана введена в волнистость эксплуатацию клетки мобильная стальными установка флокены неразрушающего механических ультразвукового активная контроля (мостовыми УЗК) качество качества оформление толстолистового закат металлопроката "скорость ЛИСТ продольная М1-3" (нагрева ЦНИИ наклона технологии лома машиностроения, г. толщину Москва), передней которая полуфабрикатов позволяет форму выявлять гильотинные несплошности (тремянеоднородности) исчезали металла, обозначения скопления углерода неметаллических одной включений, лист закатов, наличием пор слитка по прочности классам (0,1,2,3) чугун сплошности слива согласно рассмотрены ГОСТ 22727-88. условиях УЗК сторон обеспечивает отклонения достоверное измельченные определение пропуска сплошности различают листа термически согласно волнистость требованиям ходу покупателей и правку нормативной виды документацией формы на хром УЗК.

соответствовать Каждый деталей лист распад клеймится плавки на сопротивление клеймовочной фосфора машине в насечки соответствии с железнодорожным ГОСТ 7566-94. печь Маркировка давлением наносится значительного на называется расстояний валки не наилучшими более 200 следует мм низкой от валков края следующие листа.

цилиндрических Знак помощью маркировки шихты включает:

- загрузочных товарный consteel знак сталь изготовителя, закалка номер решением бригады.
- металлошихта марку нормативно стали

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

составляет удовлетворяют футеровкой требования рисунке стандартов и печам заказа. бессемеровского
На замер складе охлаждаются листы прокатке укладываются в резки пакеты.

этапе Каждая производительной партия более сопровождается гост документом о прокатке
качестве, включают содержащий:

- нижнее наименование (применение Товарный размеров знак);
- отношению наименование металла потребителей;
- предприятия номер длина заказа;
- ускоренном Дату расходах оформления продольном документа;
- клеть Марку зерна стали;
- пыли номер имеет плавки;
- листы номер показатели партии;
- допустимое наименование прекращения металлопродукции;
- светлые размеры и предела масса чему листов;

В охлаждение случае обнаруживают доставки схема по правки сдаточной меняются массе таблица знак
«износостойкость ТМ», поперечной коэффициент осуществлена пересчета рисунке или давлениях
теоретическую резки массу поверхности одного масло листа, больше сведения о воздухе группах и
находятся категориях руды проката работе по сталей свойствам, гидросбивом номер валках НТД, ковка
химический сказывается состав подлежат стали, зависимости результаты стали механических дисковые
испытаний и шлак штамп пластическим ОТК.

химических Вывод металлами по специальные разделу поворот один.

должны Проанализированы исходные данные к работе. Рассмотрены этапы
контроля качества продукции. Контроль продукции включает в себя такие меры
на месте ее изготовления или на месте ее эксплуатации, в результате которых
допущенные отклонения от нормы требуемого уровня качества могут быть испра
влены еще до того, как будет выпущена дефектная продукция или продукция, не
соответствующая техническим требованиям.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

2.1 Расчет размеров заготовки для получения толстого горячекатаного листа 20Х

Требуется по заданию произвести расчет готового листа следующих размеров:

$$l_1 = 12000 \text{ мм.} = 1,2 \text{ м.}$$

$$b_1 = 2000 \text{ мм.} = 2 \text{ м.}$$

$$h_1 = 40 \text{ мм.} = 0,04 \text{ м.}$$

Необходимо получить готовый горячекатаный лист из сплава марки 20Х.

Для получения горячекатаного листа из сплава марки 20Х необходим сляб следующих размеров, который рассчитывается исходя из закона постоянства объёмов:

$$b_0 = 2000 \text{ мм.} = 2 \text{ м.}$$

$$h_0 = 350 \text{ мм.} = 0,35 \text{ м.}$$

Горячекатаный лист из стали 20Х поставляют потребителем по ТУ14-1-4386-04.

В ТУ14-1-4386-04. имеется ссылка на предельное отклонение по размерам, по ГОСТу №10702-78 (нормальная точность):

- по толщине \pm мм.

- по ширине + мм.

- по длине + мм.

Для нахождения длины сляба при прокатке горячекатаного листа из стали 20Х используем закон постоянства объёма:

$$\frac{l_0 b_0 h_0}{l_1 b_1 h_1} = 1.$$

Расходный коэффициент для этой марки стали составляет 1,1, следовательно:

$$\frac{l_0 b_0 h_0}{l_1 b_1 h_1} = 1,1.$$

Зная размеры готового листа, ширину и толщину сляба по определяющим размерам кристаллизации МНЛЗ, расчёт длины сляба составит следующее значение:

$$l_0 = \frac{1,1 l_1 b_1 h_1}{b_0 h_0} = \frac{1,1 \cdot 12000 \cdot 2000 \cdot 40}{1500 \cdot 350} = 2000 \text{ мм.}$$

Рассчитываем предварительное число проходов:

Для нахождения угла захвата в каждом проходе, мы используем формулу [17]:

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p}. \quad (1)$$

Относительная степень деформации находится по формуле [17]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0}. \quad (2)$$

Абсолютное уширение находится по формуле Бачвара [17]:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1}. \quad (3)$$

Исходные размеры сляба составляют следующие значения: 350x1500x2000 мм.

Размеры после первого прохода составят следующие значения: 260x2014x2012 мм ($\Delta h=90$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем по формуле (1):

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{90}{950} = 0,906.$$

Угол захвата составит: $\alpha = 25^\circ$.

Относительная степень деформации рассчитываем по формуле (2):

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{90}{350} = 0,26 \text{ (26\%)}. \quad (2)$$

Рассчитаем абсолютное уширение по формуле (3):

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 90} - \frac{90}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{350}{260} = 7 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Находим ширину листа после первого прохода:

$$b_1 = 2000 + 12 = 2012 \text{ мм}.$$

Находим длину листа после первого прохода:

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{1500 \cdot 1500 \cdot 350}{1512 \cdot 260} = 2014 \text{ мм.}$$

Кантуем нашу заготовку после первого прохода: 260x2014x2012мм ($\Delta h=90$ мм).

Размеры после второго прохода составят следующие значения: 240x2184x2014 мм ($\Delta h=50$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{50}{950} = 0,948$$

Угол захвата составит: $\alpha = 19^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{50}{290} = 0,16 \text{ (16\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 50} - \frac{50}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{290}{240} = 7 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2184 + 7 = 2409 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2409 \cdot 240} = 2191 \text{ мм}$$

Переворачиваем нашу заготовку: 240x2184x2014 мм.

Размеры после третьего прохода составят следующие значения: 200x2191x2409 мм ($\Delta h=40$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{40}{950} = 0,958$$

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

Угол захвата составит: $\alpha = 17^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{40}{240} = 0,16 (16\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 40} - \frac{40}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{240}{200} = 7 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2184 + 7 = 2191 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2191 \cdot 200} = 2409 \text{ мм}$$

Размеры после четвертого прохода составят следующие значения: 170x2196x2828мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{200} = 0,15 (15\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_v \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{200}{170} = 5 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2191 + 5 = 2196 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2196 \cdot 170} = 2828 \text{ мм}$$

Размеры после пятого прохода составят следующие значения:
140x2203x3424мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{170} = 0,17 (17\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_v \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{170}{140} = 7 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2196 + 7 = 2203 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2203 \cdot 140} = 3424 \text{ мм}$$

Размеры после шестого прохода составят следующие значения:
110x2211x4341мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

						22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{140} = 0,20 (20\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{140}{110} = 8 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2203 + 8 = 2211 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2211 \cdot 110} = 4341 \text{ мм}$$

Размеры после седьмого прохода составят следующие значения: 90x2217x5293мм ($\Delta h=20$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{20}{950} = 0,980$$

Угол захвата составит: $\alpha = 12^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{20}{110} = 0,18 (18\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 20} - \frac{20}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{110}{90} = 6 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2211 + 6 = 2217 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2217 \cdot 90} = 5293 \text{ мм}$$

Размеры после восьмого прохода составят следующие значения:
70x2225x6780мм ($\Delta h=20$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{20}{950} = 0,980$$

Угол захвата составит: $\alpha = 12^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{20}{90} = 0,20 \text{ (20\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 20} - \frac{20}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{90}{70} = 8 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2217 + 8 = 2225 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2225 \cdot 70} = 6780 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения:
60x2228x7899мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

						22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{70} = 0,14 (14\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{70}{60} = 3 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2225 + 3 = 2228 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2228 \cdot 60} = 7899 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения: 50x2232x9462мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{60} = 0,16 (16\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{60}{50} = 4 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2228 + 5 = 2232 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2232 \cdot 50} = 9462 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения: 40x2238x12009мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{50} = 0,20 \text{ (20\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{50}{40} = 6 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2232 + 6 = 2238 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2238 \cdot 40} = 12009 \text{ мм}$$

Результаты предварительного расчёта режимов обжатий прокатки горячекатаного листа из марки стали 20Х представлен в таблице 12.

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 12 – Результаты предварительного расчёта режимов обжатий прокатки горячекатаного листа из марки стали 20Х

№ прохода	Размеры	Δh , мм	Δb , мм	ξ , %	α , °
0	350x1500x2000	-	-	-	-
1	260x2014x2012	90	7	17	21
2	240x2184x2014	20	7	16	19
3	200x2191x2409	40	7	16	17
4	170x2196x2828	30	5	15	15
5	140x2203x3424	30	7	17	15
6	110x2211x4341	30	8	20	15
7	90x2217x5293	20	6	18	12
8	70x2225x6780	20	8	20	12
9	60x2228x7899	10	3	14	8
10	50x2232x9462	10	4	16	8
11	40x2238x12009	10	6	20	8

Таким образом, для получения горячекатаного листа из сплава марки 20Х толщиной 40 мм нам нужно произвести 11 проходов, нечетное количество проходов взято в связи с тем, что сляб поступает со стороны печей, а выходит со стороны ножниц.

Усилие, действующее на валок со стороны прокатываемого металла, может быть принято в виде равномерно распределенной нагрузки [15]:

$$q = \frac{P}{b}$$

где P – давление металла на валки;

b – ширина проката.

Полное давление металла на валки определяется по формуле А.И. Целикова [22]:

$$P = p_{cp} F_{конт}$$

При прокатке профилей прямоугольного сечения (блюмов, слябов, листов, лент и др.), т.е. для случая контакта одного из валков с прокатываемым металлом по цилиндрической поверхности контактная площадь $F_{конт}$ с достаточной для практики точностью может быть определена из выражения:

$$F_{\text{конт}} = \frac{B_1 + B}{2} l_x \approx \frac{B_1 + B}{2} \sqrt{r(H-h)} = \frac{1500 + 2012}{2} \sqrt{475(350 - 260)} = 311742 (\text{мм}^2).$$

Среднее удельное давление при прокатке (без натяжения) p_{cp} (кГ/мм²) наиболее точно можно определить по формуле А.И. Целикова [1]:

$$p_{\text{cp}} = 2k \frac{2h}{\Delta h(\delta - 1)} \left[\frac{1 + \sqrt{1 + (\delta^2 - 1) \left(\frac{H}{h}\right)^\delta}}{\delta + 1} \right]^{\frac{1}{\delta}} \cdot \left\{ \left[\frac{1 + \sqrt{1 + (\delta^2 - 1) \left(\frac{H}{h}\right)^\delta}}{\delta + 1} \right] - 1 \right\},$$

где k – величина, учитывающая влияние на удельное давление механических свойств металла и условий деформации.

$$\delta = f \frac{2l}{\Delta h} \approx f \frac{2l_x}{H-h} = 2f \sqrt{\frac{r}{H-h}} = 2 \cdot 0,35 \sqrt{\frac{475}{350 - 260}} = 1,603.$$

Величина k для плоского деформированного состояния (во многих случаях прокатку рассматривают как двухмерную деформацию) может быть выражена зависимостью:

$$k = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = \frac{\sigma_\delta}{\sqrt{3}} = 0,575 n_n n_m n_v \sigma_T,$$

где n_n , n_m , n_v – коэффициенты, учитывающие влияние на сопротивление деформации соответственно упрочнения металла, температуры и скорости деформации;

σ_T – предел текучести отожжённого металла, определяемого в статических условиях, т.е. в процессе испытаний на обычных разрывных машинах;

$\sigma_s = \sigma_\delta$ – фактическое сопротивление металла простому сжатию или растяжению (с учетом наклёпа, температуры и скорости).

При горячей прокатке можно пренебречь влиянием наклёпа ($n_n = 1$), но при этом следует принять $\sigma_T = \sigma_B^T = 0,1 \sigma_B = 0,1 * 40 = 4 (\text{кГ} / \text{мм}^2)$. Однако при горячей прокатке необходимо учесть влияние скорости деформации на сопротивление деформации. Тогда:

$$\sigma_\delta = n_m n_v \sigma_T = n_v \sigma_B^T.$$

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Среднюю скорость деформации при прокатке v_{cp} (1/с) можно определить по упрощённой формуле А.И. Целикова [1]:

$$v_{cp} = \frac{v_h \Delta h}{lH} = \frac{v_h (H-h)}{\sqrt{r(H-h)H}} = \frac{v_h}{\sqrt{\frac{r}{H-h}H}},$$

где v_h – скорость выхода заготовки из валков.

$$v_h = v_0(1+S) = \frac{\pi d n}{60}(1+S), \text{ м/с,}$$

где n – число оборотов валков в минуту.

$$V_h = \frac{3,14 \cdot 950 \cdot 60}{60}(1+3) = 11932 \left(\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right) = 0,198 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right),$$

из этого следует что $n_v = 1,2 - 1,6$.

$$\sigma_B^T = n_m \cdot \sigma_T.$$

$$k = 0,575 n_H n_v \sigma_B^T = 0,575 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 4 = 3,45.$$

$$P_{cp} = 2 \cdot 3,45 \cdot \frac{2 \cdot 260}{90(1,603-1)} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + (1,603^2 - 1) \cdot \left(\frac{350}{260}\right)^{1,603}}}{1,603 + 1} \right)^{\frac{1}{1,603}} \cdot \left(\left(\frac{1 + \sqrt{1 + (1,603^2 - 1) \cdot \left(\frac{350}{260}\right)^{1,603}}}{1,603 + 1} \right) - 1 \right) = 61,94 \text{ Па.}$$

$$P = 61,94 \cdot 311742 = 19309299,48 \text{ Па.}$$

Напряжение изгиба в бочке валка определяют по формуле [12]:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

$$\sigma_b = \frac{M_{\text{изг}}}{W_b} = \frac{M_{\text{изг}}}{0,1 \cdot d^3} \quad (4)$$

где $M_{\text{изг}}$ – изгибающий момент, действующий в рассматриваемом сечении бочки валка;

W_b – момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб.

Максимальный изгибающий момент в середине бочки валка:

$$M_{\text{изг}} = \frac{P}{4} \cdot \left(A - \frac{b}{2} \right),$$

где $A = L + l = 2850 + 695 = 3545$ мм.

Тогда в результате расчета максимальный изгибающий момент соответствует:

$$M_{\text{изг}} = \frac{19309299,48}{4} \cdot \left(3545 - \frac{1756}{2} \right) = 13477891037,04 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Находим напряжение изгиба по формуле (4):

$$\sigma_b = \frac{13477891037,04}{0,1 \cdot 950^3} = 157,19 \text{ Па}.$$

$$\sigma_{\text{ш}} = \frac{P \cdot l}{0,4 \cdot d^3} = \frac{19309299,48 \cdot 695}{0,4 \cdot 950^3} = 39,13 \text{ Па},$$

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{кр}}}{0,2 \cdot d^3},$$

где l и d – длина и диаметр шейки;

$M_{\text{кр.ш}}$ – крутящий момент, прилагаемый к валку (шейке) со стороны привода его шпинделем.

Момент прокатки $M_{\text{пр}}$, являющийся суммой моментов $M_1 + M_2$, определяется по формуле [17]:

$$M_{\text{пр}} = 2Pa = 2P \cdot r \sin \beta_0 = 2 \cdot 19309299,48 \cdot 475 \cdot \sin 12,5^\circ = 1261597909,14 \text{ (Н} \cdot \text{м)},$$

где β_0 – угол, характеризующий точку приложения равнодействующей силы давления металла на валки P при горячей прокатке.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

$$\frac{\beta_0}{\alpha} \approx \frac{a}{l} = 0,50, \text{ т.е. } \beta_0 \approx 12,5^\circ.$$

Полный крутящий момент определяется с учетом статического к.п.д. стана $\eta_{cm} = 0,3 \div 0,9$ из зависимости [19]:

$$M = \frac{M_{np}}{\eta_{cm}} = \frac{1261597909,14}{0,8} = 1520747386,42 (H \cdot m),$$

$$\tau_{ш} = \frac{1520747386,42}{0,2 \cdot 950^3} = 8,8.$$

Результирующие напряжения определяют по формулам для стальных валков:

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma_{ш}^2 + 3 \cdot \tau_{ш}^2} = \sqrt{39,13^2 + 3 \cdot 8,8^2} = 41,9 \text{ Па},$$

для чугунных валков:

$$\begin{aligned} \sigma_{рез} &= 0,375 \cdot \sigma_{ш} + 0,625 \cdot \sqrt{\sigma_{ш}^2 + 3 \cdot \tau_{ш}^2} \\ &= 0,375 \cdot 39,13 + 0,625 \cdot \sqrt{39,13^2 + 3 \cdot 8,8^2} = 40,85 \text{ Па}. \end{aligned}$$

Статистическая прочность валка определяется при действии максимальных нагрузок: R_{max} , $M_{крmax}$. При этом принимают пятикратный запас (n) напряжений по временному сопротивлению материала валка:

$$\sigma_{рез} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_b}{5}.$$

Для стальных валков:

$$41,9 \leq 31,43 = \frac{157,19}{5}.$$

Для чугунных валков:

$$40,83 \leq 31,43 = \frac{157,19}{5}.$$

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

Условие не выполняется. Делаем перерасчет для первого прохода с изменением уширения $\Delta h = 60$ мм.

2.2 Перерасчет с изменением уширения

Размеры после первого прохода составят следующие значения: 290x1814x2007 мм ($\Delta h=60$ мм).

Угол захвата в первом проходе рассчитываем по формуле (1):

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{60}{950} = 0,937$$

угол захвата составит: $\alpha = 21^\circ$.

Относительная степень деформации рассчитывается по формуле (2):

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{60}{350} = 0,17 (17\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение по формуле (3):

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_v \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 60} - \frac{60}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{350}{290} = 7 \text{ мм} \end{aligned}$$

Рассчитаем ширину получаемого листа после первого прохода:

$$b_1 = 2000 + 7 = 2007 \text{ мм}$$

Рассчитаем длину получаемого листа после первого прохода:

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2007 \cdot 290} = 1814 \text{ мм}$$

Размеры после второго прохода составят следующие значения: 240x2184x2014мм ($\Delta h=50$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{50}{950} = 0,948$$

Угол захвата составит: $\alpha = 19^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{50}{290} = 0,16 (16\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 50} - \frac{50}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{290}{240} = 7 \text{ мм} \end{aligned}$$

Находим ширину во втором проходе:

$$b_1 = 2184 + 7 = 2409 \text{ мм}$$

Находим длину во втором проходе:

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2409 \cdot 240} = 2191 \text{ мм}$$

Переворачиваем нашу заготовку: 240x2184x2014 мм.

Размеры после третьего прохода составят следующие значения: 200x2191x2409 мм ($\Delta h=40$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{40}{950} = 0,958$$

Угол захвата составит: $\alpha = 17^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{40}{240} = 0,16 (16\%)$$

						22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned}\Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 40} - \frac{40}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{240}{200} = 7 \text{ мм} \\ b_1 &= 2184 + 7 = 2191 \text{ мм}\end{aligned}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2191 \cdot 200} = 2409 \text{ мм}$$

Размеры после четвертого прохода составят следующие значения: 170x2196x2828мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{200} = 0,15 \text{ (15\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned}\Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{200}{170} = 5 \text{ мм} \\ b_1 &= 2191 + 5 = 2196 \text{ мм}\end{aligned}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2196 \cdot 170} = 2828 \text{ мм}$$

Размеры после пятого прохода составят следующие значения: 140x2203x3424мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{170} = 0,17 (17\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\Sigma} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{170}{140} = 7 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2196 + 7 = 2203 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2203 \cdot 140} = 3424 \text{ мм}$$

Размеры после шестого прохода составят следующие значения:
110x2211x4341мм ($\Delta h=30$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{30}{950} = 0,969$$

Угол захвата составит: $\alpha = 15^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{30}{140} = 0,20 (20\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

						22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{140}{110} = 8 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2203 + 8 = 2211 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2211 \cdot 110} = 4341 \text{ мм}$$

Размеры после седьмого прохода составят следующие значения: 90x2217x5293 мм ($\Delta h=20$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{20}{950} = 0,980$$

Угол захвата составит: $\alpha = 12^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{20}{110} = 0,18 (18\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 20} - \frac{20}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{110}{90} = 6 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2211 + 6 = 2217 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2217 \cdot 90} = 5293 \text{ мм}$$

Размеры после восьмого прохода составят следующие значения: 70x2225x6780мм ($\Delta h=20$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

						22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{20}{950} = 0,980$$

Угол захвата составит: $\alpha = 12^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{20}{90} = 0,20 \text{ (20\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 20} - \frac{20}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{90}{70} = 8 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2217 + 8 = 2225 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2225 \cdot 70} = 6780 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения: 60x2228x7899мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{70} = 0,14 \text{ (14\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{70}{60} = 3 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2225 + 3 = 2228 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2228 \cdot 60} = 7899 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения: 50x2232x9462мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{60} = 0,16 (16\%)$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\Delta b = 0,5 \cdot c_b \cdot c_B \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} =$$

$$= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{60}{50} = 4 \text{ мм}$$

$$b_1 = 2228 + 5 = 2232 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2232 \cdot 50} = 9462 \text{ мм}$$

Размеры после девятого прохода составят следующие значения: 40x2238x12009мм ($\Delta h=10$ мм).

Угол захвата в каждом проходе рассчитываем:

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D_p} = 1 - \frac{10}{950} = 0,990$$

Угол захвата составит: $\alpha = 8^\circ$.

Относительная степень деформации составит:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{10}{50} = 0,20 \text{ (20\%)}$$

Рассчитаем абсолютное уширение:

$$\begin{aligned} \Delta b &= 0,5 \cdot c_b \cdot c_{\text{в}} \cdot \left(\sqrt{R \cdot \Delta h} - \frac{\Delta h}{2 \cdot f} \right) \cdot \ln \frac{h_0}{h_1} = \\ &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt{475 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,35} \right) \cdot \ln \frac{50}{40} = 6 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$b_1 = 2232 + 6 = 2238 \text{ мм}$$

$$l_1 = \frac{l_0 b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{2000 \cdot 1500 \cdot 350}{2238 \cdot 40} = 12009 \text{ мм}$$

Результаты проверочного расчёта режимов обжатий прокатки горячекатаного листа из марки стали 20Х представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты проверочного расчёта режимов обжатий прокатки горячекатаного листа из марки стали 20Х

№ прохода	Размеры	Δh , мм	Δb , мм	ε , %	α , °
0	350x1500x2000	-	-	-	-
1	290x1814x2007	60	7	17	21
2	240x2184x2014	50	7	16	19
3	200x2191x2409	40	7	16	17
4	170x2196x2828	30	5	15	15
5	140x2203x3424	30	7	17	15
6	110x2211x4341	30	8	20	15
7	90x2217x5293	20	6	18	12

8	70x2225x6780	20	8	20	12
9	60x2228x7899	10	3	14	8
10	50x2232x9462	10	4	16	8
11	40x2238x12009	10	6	20	8

Таким образом, для получения горячекатаного листа из сплава марки 20X толщиной 40 мм. Нам нужно произвести 11 проходов, нечетное количество проходов взято в связи с тем, что сляб поступает со стороны печи, а входит со стороны ножниц.

Вывод по разделу два.

Для получения горячекатаного листа из сплава марки 20X толщиной 40 мм, необходимо произвести 11 проходов, нечетное количество проходов взято в связи с тем, что сляб поступает со стороны печей, а выходит со стороны ножниц.

3. ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА

3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства

Для плитам определения гост качества водорода металла мартеновских необходимо заказу знать зубчатые состояние промасленной поверхности и быть структуры современный металла, возникновения пороки, легированной которые выпуклости могут сторон возникнуть непрерывно при кромкой производстве общей стали. слябов Дефекты - нагревательным нарушения предварительно сплошности основные металла и диаметр отклонения анализа от документа нормальной стана заданной стали макро и длина микроструктуры, оптимизации существенно процесса снижающие получается технологическую состава пластичность валками металла в толщина условиях поплавно его через обработки и переменным эксплуатационную стали стойкость. желоба Наличие остывшие пороков (допускается дефектов), перемещаться их давлением вид и технических количество флоса определяются стальной не прокатке только сталей совершенством проб технологий загрузочные производства, проб но и шестигранник степенью марки их порезке соблюдения размерами на влияние заводах-случае изготовителях. валков Для длине установления металлического причин агрегата дефектов, кислорода необходимо нагреть установить трения их маркировки природу форме возникновения.

3.2 Виды дефектов сталеплавильного происхождения

сталью Дефекты основным сталеплавильного усадочная производства металла подразделяют изготовителя на низкой поверхностные и листы внутренние. К металла основным изоляции поверхностным площадки дефектам горячую относят:

1. закрома Плены. техническая Являются пороков результатом предельные разбрызгивания легированные стали в имеет начале смазки разливки. таким Окисленные легированных брызги производства на верхний поверхности добавочные слитка действием раскатываются в сравнении Плены. выше Их печи можно жесткость легко которого удалить, сечению но проводках на наименование их основной месте других остаются условия вмятины.

2. валки Поперечные готовую трещины. производится Образуются поверхностью при прокаливаемость подвисянии необрезном СЛИТКА профиля ИЗ-насечки за ломе дефектов магнитными ИЗЛОЖНИЦЫ. далее Трещина с низколегированной окисленной должна поверхностью слябы заполняется кремний свежим высоте металлом, качества но удаления при изготовлении прокатке В особенные ЭТИХ должна местах частиц образуются двумя грубые необходимости рваные толстолистого поперечные вынуждает трещины.

3. длина Продольные форма трещины. слитков Образуются таких преимущественно является вблизи печак углов качеству слитка, сталь глубина водой ИХ образовавшейся залегания влияния составляет 5-30 одной ММ. нереверсивном Являются более следствием металла разливки более перегретой графитизированной стали и водорода усугубляются сильный перегретой разновидностями изложницей.

4. счет Инородные поэтому включения. малой Частицы сталь огнеупорных текущего материалов, продукцию шлака и вследствие пр. форму на материал поверхности нагреву слитка, темпер вкатанные в печь поверхностный проверкой слой возможным раската и протягивании ВЫТЯНУТЫЕ краев ВДОЛЬ поперечного направления машинист прокатки.

производимых Основные вводятся внутренние основными дефекты:

1. необходимо Головная неправильной усадочная включения раковина — технологический формируется в измерения прибыльной электропечи части лома слитка темпер вследствие толщина усадки процесс стали вводят при воздуха остывании.

2. валках Осевая закат усадочная помощью раковина - данных природа предварительной Та кислым же, дуговой но печь простирается продукции за дефектом пределы сталью прибыльной контроля части подогретых внутрь накапливается тела которые слитка. обработки Является после следствием листы неблагоприятных затраты условий удлиненного охлаждения месторасположения ГОЛОВНОЙ корочки части плавки слитка, доводят преждевременного стали раздевания лучшее или сужающую опрокидывания больших слитка и т.п.

3. рисунок Вторичная стенке усадочная получение раковина — легковесного закрытая заключается усадочная температуры раковина поперечное ниже столами Головной. донную Образуются возможность при рольгангу разливке процессе стали стальями прерванной всего струей и кирпич пр.

4. получается Усадочная задача рыхлость — выполняют мелкие малую поры и особенные неплотности горячей металла уклон вблизи карман усадочной удаления раковины и диаметром по процесс оси длина слитка. применяют Причина — разновидностями усадка размягчение стали трения при внутри остывании, осуществляющим выделение цепочки газовых стали пузырей, являются не крапом успевших предельные всплыть поддержании на рольганг поверхность.

5. маркировки Ликвация. непрогретые Неравномерный мире химический формы состав поверхности стали в стали объеме атомные слитка. стали Более инструментальные легкоплавкие проверкой соединения (в видов частности, поперечного серы, сталь фосфора) техническая при кальция остывании толщине оттесняются к способ центру и обрезки вверх величина изложницы, определение где и массы застывают в окончательных последнего слива очередь.

6. стороны Подкорковые (проката сотовые) отверстия газовые выплавки пузыри. гост Дефект технологии характерен слитки для партии кипящей двух стали. примесей Выделяемые флокены при марок кристаллизации вырезка металла бочки газы приемка удерживаются обуславливает дендритами поверхности под клеймится образовавшейся валы корочкой. другая При воспламеняющимися малой подготовке

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

толщине таблица корочки приведены пузыри связи вскрываются ответственных при машиностроения нагреве, в низкой результате краном на прокатанных поверхности усугубляются раската пчью появляются продукции волосные очищаются трещины.

7. коэффициент Шлаковые качества включения — требуемой являются такие следствием шихтовые оставшихся в повышенное объеме кромок слитка температура частиц здесь огнеупоров (выработку от обработанном сливного подшипников желоба, основным ковшей, углеродистых сифонного фосфора припаса и заказу пр.) и чугуна продуктов размеры раскисления.

К способствующий основным стол дефектам клети проката контроль относят:

1. размерами Трещины. четырехзонных Продольные - металла являются твердости следствием воды дефектов производство поверхности состоянии валков чугуна обжимных соединении клетей, давлением грубой необходимо вырубки характерные дефектов остановить заготовки и гильзы пр., недостатком поперечные - партиями следствием заготовки повышенных происходит обжатиий существующей при проката свободном магнитными уширением.

2. вверх Риски, торцевой царапины — шлакообразующих являются лент результатом оборудованных травмирования нового поверхности жидкой раската отожженный валковой капового арматурой, аisi наварами участке на сплошности пропусках и которая проводках.

3. нагрева Усы (является заусенцы, предельные лампасы) — получения результат конце переполнения чугун калибра получения металлом, фундамент неправильной расположения настройки отдачей валков.

4. образуется Закат — наждачным продольная металлошихты складка (столах по предназначенная внешнему зависимости виду расположения трещина) прочих от проб закатанного значительной заусенца. свойства Расположена имеет под количество острым подвисянии углом к отсюда поверхности (в эффективных отличие дефекты от содержит трещины).

5. случае Флокены — столы мелкие площадка внутренние причём трещины, стали образующиеся в поверхности результате сляб выделений такой водорода положительные при специальными ускоренном обработки охлаждении заготовка стали.

6. трения Искажение прокатки геометрической производства формы необходимости раската в формы продольном (разнотолщинность, коэффициент волнистость, правке коробоватость, полностью серповидность и приводит пр.) и обслуживать поперечном (завалки разнотолщинность, поперечные овальность постоянно круга, карман ромбичность первых квадрата и т.д.) отпуски направлениях.

3.3 Отклонения размеров и формы поперечного сечения

Дефекты листа формы валков поперечного поштучно сечения трения насчитывают требуется досрочно науглероживают большое используется количество техническая наименований. изложницы Их эксплуатацию можно свежим разделить свыше на клеть две производстве группы, после это печей неравномерное настройка изменение аргона ширины качества листов и отбойников полос, и торцевой изогнутые заданного края.

К прокатки неравномерному состав изменению установлены ширины полезная можно горячекатаная отнести: судостроения клиновидность, верхним серповидность, разделения превышение должно допустимой термически выпуклости и осуществляющим вогнутости, и взрывоопасными так металлошихте далее.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

связана Причинами воздухом возникновения печи данных шихта дефектов давлением могут количество быть знак различные соблюдения факторы, а микроструктуры именно: заводе форма основные рабочих матрицы валков (наварами несоответствие обжимных профилю шестерни раската), неразрушающим сильный разновидностями перепад выводит температур рисунке по нижнее длине изоляции бочки крана валка листе от электрометаллургии центра к сталь краю, карманы неравномерный давлением подвод задача смазки и окисляются эмульсии соответствии при трения холодной коэффициент прокатке, выталкиватели неоднородность сопротивления структуры металла раската, дорогостоящих перепады выделяют Давления машине по недостатки длине предназначена бочки состава валка.

Возникновение удаляют изогнутых пода краев достоверное по существу длине грязи раската ломом получается проката вследствие развитие смещения, размеры наматываемого в печи рулон гост листа свойства либо горячей полосы.

Избежать применяется возникновения двух дефектов стальной можно смазки при один помощи позволяет оптимизации удаления геометрии основной зазора оформляется между производится валками, пламенной равномерного приведённый распределения причин температуры и рессорная давления оборудована по ножом длине состав бочки серу валков, представлены при стали холодной мусором прокатке случае равномерный элементы подвод обрезного смазки и целый эмульсии. отнеси Соблюдение таблица технологии непрерывно смотки всем полос в толщину рулоны (достигается размеры получение факторам ровных распределения краев) и условий укладки прокатки листов в образом стопки.

Дефекты сосудов могут легированных быть температура удалены печи лишь материалов ограниченно. химический либо каждого путем металла дополнительно основные прокатки, листов либо величина вырезки выделяет полос и печей отсортировки установлены листов.

Очень охлаждения часто шихты наблюдается указывающим дефект имеет поперечная гост разнотолщинность, свыше он технологии вызван частей большой химического разницей успешных между калиброванный толщиной после полосы проходах по производства краю и g51170 середине. сформулирована Если отклонения эта изложницы разница корочкой превышает разметочной величину дефектом по конструкционной ГОСТу, старыми то олово это которых считается стали дефектом и месте подлежит суппорт последующей больших отбраковке.

валков При высокий холодной обрезаются прокатке науглероживают полосы клеймовке особые допускаются затруднения в электрических поддержании бракуется размеров дорогостоящих по продольной ширине электропривод возникают в заусенцы том стали случае, превышения если трещины исходная этапы горячекатаная оборудованных Полоса секции имела несоответствие сильно печак клиновидную чугуна форму этом или активного переменное сечение поперечное металла сечение (наблюдается выпуклое прочность или нормализация вогнутое).

Соблюдение печи точности материалов размеров боковой по находится толщине и продукции ширине температур имеет схема большое валков значение, различают так температура как особенности иначе производства может состав быть необходимая затруднена феврале последующая величина переработка затруднению продукции. валков Это толщиной обуславливает мусора необходимость оборудована проведения листов тщательного подлежат текущего потока контроля температура размеров.

происходит Вывод профили по маркировке разделу представлена три.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						27

22.03.02.2021.164.00 ПЗ

сечения **Нарушения** наступает технологии изменению производства состав стали и продавливания непрерывной рваные разливки разливки **МОГУТ** литейных **ПРИВОДИТЬ К** исходная **ПОЯВЛЕНИЮ** выдачу дефектов наиболее **Поверхности** образуются На известь **непрерывнолитой** превышения **заготовке**.

4. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ПОДОБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Зарубежные аналоги марки стали 20X приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Зарубежные аналоги марки стали 20X

технических США известь AISI, ножницы ASTM, элемент ASME	флокены Германия светлые DIN, инструментов WNg	представлена Япония изменяют JIS	превращения Англия перед BS	ширины Евро- оборудова ние союз нужные EN	полностью Болгария сечение BDS	кранами Венгрия уменьшается MSZ	схема Польша печь PN
5117 5120 5120H электроды G51170 счет G51200	20Cr4 20CrS4	SCr420 SCr420H	207	20Cr4	20Ch	BC2	20H

Производство стального проката с использованием традиционных металлургических технологий весьма материало- и энергоемко, а его концентрация на огромных металлургических комбинатах приводит к повышенным затратам на перевозку исходных материалов и готовой продукции. Для решения этих проблем в мировой черной металлургии распространилась практика сооружения относительно небольших металлургических предприятий (мини-заводов), в состав которых входят современные электродуговые печи, установки внепечной обработки и непрерывной разливки стали, совмещенные с непрерывной прокаткой.

Китайские металлурги быстро подхватывают передовые решения различных фирм. В частности, компания Danieli совместно с японской электротехнической

компанией TMEIC поставила на Shougang Jingtang United Iron and Steel Co., Ltd, Китай, ЛПА DUE производительностью 2,1 млн т/год с туннельной буферной печью, позволяющей делать перевалки без остановки МНЛЗ. Площадь, занимаемая агрегатом, 290×90м² (от оси ковша до оси моталки). Агрегат предназначен для производства полос шириной 900–1600 мм и толщиной 0,8–12,7мм порулонным или бесконечным способами с возможностью термомеханической обработки различных сталей [26]. Вертикально-радиусная (5,5 м) МНЛЗ с металлургической длиной 26 м отливает слябы толщиной 130 мм, “мягко” обжимаемые до 110мм. В зависимости от состава разливаемой стали скорость непрерывного литья может составлять до 6 м/мин. Большая толщина слябов облегчает получение высококачественных полос из таких сталей, как высокопрочные низколегированные, кремнистые, перитектические, трубные. Длина туннельной печи (80 м от первого до последнего ролика, включая блок, допускающий при необходимости возврат сляба с линии прокатки), служащей буфером между МНЛЗ и станом, достаточна для остановки прокатки в случае необходимости срочной замены рабочих валков без влияния на работу МНЛЗ. Перед туннельной печью установлены устройства для гидросбива окалины и маятниковые ножницы, за ней газовый резак, эджерная клеть, гидросбив, трехклетевая группа, концевые ножницы, индукционный подогреватель, охладитель, гидросбив, пятиклетевая группа, ламинарное ускоренное охлаждение, быстродействующие ножницы, моталки. Облегчаются переходы от бесконечной прокатки к порулонной и обратно. Другой ЛПА DUE установлен в Caofeidian Industrial Area, Tangshan City, Китай [4, 17, 21]. При получении толстых полос, в частности из трубных сталей, обычно используют слябы толщиной не менее 200–250 мм. Но переход на тонкослябовую технологию снижает капитальные затраты на 20–25% и расход энергии на 50–60%. Одновременно сильно сокращается длительность обработки, облегчается охрана окружающей среды. Преобразование структуры тонких стальных слябов на современных ЛПА происходит без предварительных фазовых превращений, и хотя общее обжатие при горячей деформации значительно меньше, чем при традиционной технологии, происходит быстрое измельчение аустенитной структуры стали. Низкоуглеродистые полосовые стали, полученные на ЛПА, отличаются мелкозернистой микроструктурой, образующейся в результате быстрого охлаждения при кристаллизации и больших (до 55%) единичных обжатий при непрерывной прокатке с относительно невысокой температурой и при наличии мелкодисперсных включений.

Основное внимание зарубежных специалистов направлено на снижение потребления энергии и вредных выбросов в атмосферу, при сооружении новых агрегатов важную роль играет минимизация капиталовложений. Как следует из анализа опубликованных материалов, при производстве стальных полос этим условиям в значительной степени удовлетворяют предприятия, использующие металллом для выплавки качественных сталей в современных электродуговых

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

печах и тонкослябовые ЛПА, которые в настоящее время уже хорошо опробованы в реальном производстве ряда стран. Выбор типа ЛПА для производства горячекатаных стальных полос определяется необходимым объемом и особенно сортаментом. Для массового производства весьма тонких (до 0,8 мм) полос, способных в ряде случаев заменять более дорогие холоднокатаные, рекомендуются компактные агрегаты бесконечного литья-прокатки, обеспечивающие выход годного до 98%. Разработаны универсальные ЛПА, на которых можно получать высококачественные полосы широкого сортамента по размерам и видам сталей, применяя методы порулонной, полубесконечной и бесконечной прокатки, термомеханической обработки для достижения высоких механических свойств при экономии легирующих материалов и энергии.

Вывод по разделу четыре.

Производство стального проката с использованием традиционных металлургических технологий весьма материало- и энергоемко, а его концентрация на огромных металлургических комбинатах приводит к повышенным затратам на перевозку исходных материалов и готовой продукции.

5. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Модернизация относится к листопрокатному производству. Модернизация может быть использована при охлаждении листов после их прокатки на толстолистовом стане, заключается в том, что прерывание ускоренного охлаждения осуществляется по стадиям распада аустенита, причем время прерывания устанавливают пропорционально температурному перепаду по толщине листа. Для листов из малоуглеродистой и низколегированной стали прерывание ускоренного охлаждения осуществляют два раза в диапазоне температур 750-720°C на 2-8с, в диапазоне температур 680-650°C - на 1-2 с. Способ обеспечивает высокую однородность структуры и плоскостности листа.

Известен способ охлаждения полосы, согласно которому в соответствии с максимальной скоростью перемещения полосы и расположением работающих сопел охлаждающего устройства определяют место на отводящем рольганге, в котором температура полосы соответствует началу аустенито-ферритного превращения. Охлаждение производят со скоростью, требуемой для стали данной марки, с температуры начала до температуры конца аустенито-ферритного превращения. Способ позволяет получать полосы с требуемой структурой и механическими свойствами независимо от скорости движения полосы.

Однако неравномерность охлаждения по сечению полосы обуславливает неоднородность структуры, а также температурные напряжения в полосе, вызывающие ее коробление.

Наиболее близким к изобретению является способ охлаждения листового проката после горячей прокатки, включающий ускоренное охлаждение с одним временным прерыванием. При этом достигается заданная структура металла

						Лист
					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

путем контроля сталей аустенито-ферритного превращения в температурном интервале охлаждения.

Недостатком известного способа является то, что одно прерывание охлаждения при аустенито-ферритном превращении не обеспечивает выравнивание температуры по сечению листа во всем температурном интервале, а следовательно, высокой однородности структуры и плоскостности листа.

Целью изобретения является повышение качества листов за счет получения однородной структуры металла и высокой плоскостности.

Поставленная цель достигается тем, что в способе, включающем ускоренное охлаждение в диапазоне температур распада аустенита с перерывом ускоренного охлаждения, прерывание ускоренного охлаждения осуществляется дополнительно по стадиям распада аустенита при температуре 750-720⁰С на 2-8 с в диапазоне температур 680-650⁰С на 1-3 с, причем продолжительность прерывания устанавливают пропорционально температурному перепаду по толщине листа.

Предлагаемое техническое решение содержит следующие отличительные от прототипа признаки: прерывание ускоренного охлаждения осуществляют по стадиям распада аустенита, следовательно, для большинства марок стали как минимум два раза; продолжительность прерывания устанавливают пропорционально температурному перепаду по толщине листа.

Перед резкой лист охлаждают на воздухе до температуры резки t_p , которую устанавливают на 10-40⁰С ниже, чем температура точки полного распада аустенита.

При осуществлении температурно-временного режима охлаждения листа отводящий рольганг толстолистового стана горячей прокатки оборудуют установкой ускоренного охлаждения душированием, контролируют температуру конца прокатки, промежуточные температуры на участках прерывания охлаждения, температуру резки. Скорость охлаждения регулируют изменением количества включенных секций душирующей установки на отдельных участках ее длины.

Вывод по разделу пять.

Предложенный способ позволяет повысить качество листа за счет получения однородной структуры металла и высокую точность по плоскостности.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

6. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Анализ опасных производственных факторов

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [27].

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим на производстве, проведение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;

- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;

- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;

- недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

- предоставление федеральным органам исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, федеральным органам исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другим федеральным органам исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органам профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий [5].

6.2 Анализ вредных производственных факторов

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого приводит к заболеванию и снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием производственных факторов, называются профессиональными.

К вредным производственным факторам относятся:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.3 Инструктажи по охране труда. Виды и назначение инструктажей

На каждом предприятии есть ситуации, когда требуется проводить те или иные виды инструктажей по охране труда и ошибается тот, кто считает, что они им необязательны, иные, кроме вводного.

Инструктажи по охране труда – это регулярное обучение правилам охраны труда и безопасного выполнения работ в течение всего времени трудоустройства. Инструктаж является своеобразным дополнением периодической проверки знаний, закрепление полученных навыков и повышение квалификации [11].

Ведь главной целью любого из видов инструктажей является ознакомление с правилами охраны труда и информирование работников об изменениях, нововведениях, чтобы они всегда владели актуальной информацией.

Существуют следующие виды инструктажей по безопасности и охране труда.

Вводный. Его обязаны проходить все нанимаемые на работу сотрудники, а также лица, командированные на работу на предприятие либо выполняющие подрядные (субподрядные) работы на подконтрольных предприятию территории и объектах. Он проводится в соответствии с программой, разработанной с учетом специфики. Цель вводного обучения — сообщить новому сотруднику, какие требования безопасности необходимо соблюдать, находясь на территории организации-работодателя. Инструктирует специалист по охране труда, а в случае его отсутствия в штате предприятия эта обязанность возлагается на одного из сотрудников либо закрепляется за руководителем.

Первичный. Следующий этап ознакомления нового сотрудника с требованиями ОТ, негативными производственными факторами, безопасными способами выполнения работы. Для каждой специальности, вида работ разрабатывается отдельная программа. Этим занимается непосредственный руководитель под кураторством специалиста по ОТ. Сотрудников, работающих на одинаковом оборудовании или выполняющих одинаковые функции, можно инструктировать одновременно. От такого вида инструктажа освобождаются работники, чьи задачи не связаны с использованием, обслуживанием, ремонтом, тестированием, наладкой электрического и механического оборудования и инструментов, а также с хранением и манипуляциями с сырьем и готовыми материалами. Обычно в организации формируется и утверждается список должностей сотрудников, которые не обязаны проходить первичный инструктаж.

Повторный. Проводится раз в квартал для того же персонала, который проходил первичный инструктаж. Используются те же программы и инструкции. Это делается, чтобы напомнить работнику правила и требования и закрепить полученные ранее знания.

Внеплановый. Его организуют, чтобы довести до сведения работников важные изменения, касающиеся выполнения их трудовых обязанностей. Например, если на предприятии возникла аварийная ситуация или произошел инцидент,

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

способный повлиять на безопасность людей. Поводом для внепланового обучения может стать ввод в эксплуатацию нового оборудования, запуск производства после ремонта или простоя, изменения в законодательстве либо внутренних документах. Потребовать внепланово провести инструктаж могут надзорные органы. Определенных сроков и частоты проведения этого вида инструктажа не установлено, так же как и круга лиц, которым он необходим. Обучение проводится по готовым программам или инструкциям, разработанным специально для этой организации и утвержденным руководителем.

Целевой. У него тоже нет четкой периодичности и установленных сроков, проводится по мере необходимости. К примеру, если сотрудника временно или разово отправляют выполнять работы, не относящиеся к его должностным обязанностям, или устранять последствия катастроф, аварий и стихийных бедствий. Кроме того, целевой инструктаж проводят при организации на предприятии экскурсий и массовых мероприятий с участием посторонних. Программы и инструкции не имеют четко определенной структуры, положения формулируются на основе типа выполняемых работ или требований, перечисленных во внутренней документации по охране труда.

Вывод по разделу шесть.

Все виды инструктажей по охране труда – составляющая постоянного обучения правилам безопасности. Их основная цель – ознакомить трудящихся с особенностями производственной среды организации, рабочими местами, безопасной техникой ведения работ, их правами и обязанностями, а также постоянно поддерживать эти знания в «рабочем режиме».

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В XXI веке стали наиболее востребованы для техники, агрегатов и оборудования такие продукты металлургических заводов, как высококачественные стали и специальные сплавы. Развитие современного оборудования и промышленности основано на правильном использовании металла. Получение металла, имеющего необходимые физико-химические свойства, позволяет создавать различного рода сооружения. Такие как: атомные реакторы, строительные конструкции, детали двигателей и ответственных конструкций.

Прокатка металла, самый распространённый вид обработки металла. По статистике, в мире, около 80% всей стали произведённой на металлургических заводах прокатывается. Различают как горячую прокатку, так и холодную. Вид продукции может быть: в виде листов, труб или профилей.

Различие прокатки металла, от других видов обработки металла давлением, заключается в том, что металл, в процессе прокатки, деформируется непрерывно вращающимися валками. Благодаря чему, прокатка металла намного производительней, чем ковка, штамповка или прессование.

Прокатную продукцию применяют в различных отраслях. Конструкционные марки сталей применяются для изготовления конструкций, инструментальные стали для изготовления инструментов. Так же существуют такие виды, как медицинская, углеродистая, быстрорежущая, пружинно - рессорная.

Конструкционная легированная хромистая сталь 20Х используется для изготовления цементуемых деталей с высокой твердостью поверхности и низкой прочностью сердцевины, работающих при трении на износ – шестерни, втулки, гильзы, обоймы, плунжеры, диски, рычаги, другая продукция.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений. Справочное пособие. - Мн.: Выш. шк., 1993. - 400 с. Иванов М.Н. Детали машин. Учебник для вузов. - 3-е изд., доп. и перераб. - Мн.: Выш. шк., 1976. - 399 с.
2. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов - издательство «Машиностроение». Москва 1972 г.
3. Батыров У.Д., Атаев П.Л., Эльбаева Р.И. Основы технологии машиностроения: Лабораторные работы. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т. 2004. 51 с.
4. Батыров У.Д., Эльбаева Р.И., Атаев П.Л. Технология машиностроения: Лабораторные работы и методические указания по их выполнению. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2005. 49 с.
5. Безопасность жизнедеятельности (организация охраны труда на предприятии): учеб. пособие / Сост. Н.Г. Яговкин, Л.В. Сорокина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011 – 91 с.: ил.
6. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. М. Академия. 2006.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. 4-е изд., перераб. и доп. Мин.: Высш. школа, 1983. 256 с.
8. Гостищева Л.И. Методическое руководство по проектированию станочных приспособлений. Нальчик. 1977 г.
9. Гущина Т. В. Концепция безопасного применения пестицидов : монография / Татьяна Викторовна Гущина ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Орловский гос. аграрный ун-т". - Орел : Издво Орел ГАУ, 2008. - 351 с.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ					

24. Науменко А.В. Оборудование и технология производства сплава из стали марки 35Г в условиях предприятия ОАО «Ашинский металлургический завод» - Аша: ЮУрГУ, МПиО; 2013, 87с.

25. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2-х частях. Т1,Т2. М. Экономика 1990.

26. Основы металлографии и пластической деформации стали, Г.И. Бельченко, С.И. Губенко / Высшая школа 1987.

27. Парфенова З.А. Основы безопасности труда : учебное пособие по специальности 080505.65 - Управление персоналом / З. А. Парфёнова, В. Л. Ромейко ; Федеральное агентство по образованию, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Сибирская акад. гос. службы". - Новосибирск : Изд-во СибАГС, 2008

28. Панов А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. М. Машиностроение. 1988.

29. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. М.: Машиностроение, 1980, 110 с.

30. Справочник технолога - машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1. Банк, С.В. Система показателей комплексного анализа финансового состояния хозяйствующего субъекта: учебник / С.В. Банк, А.В. Тараскина. // Экономический анализ: теория и практика. – 2008. – № 4. – С. 37–42.

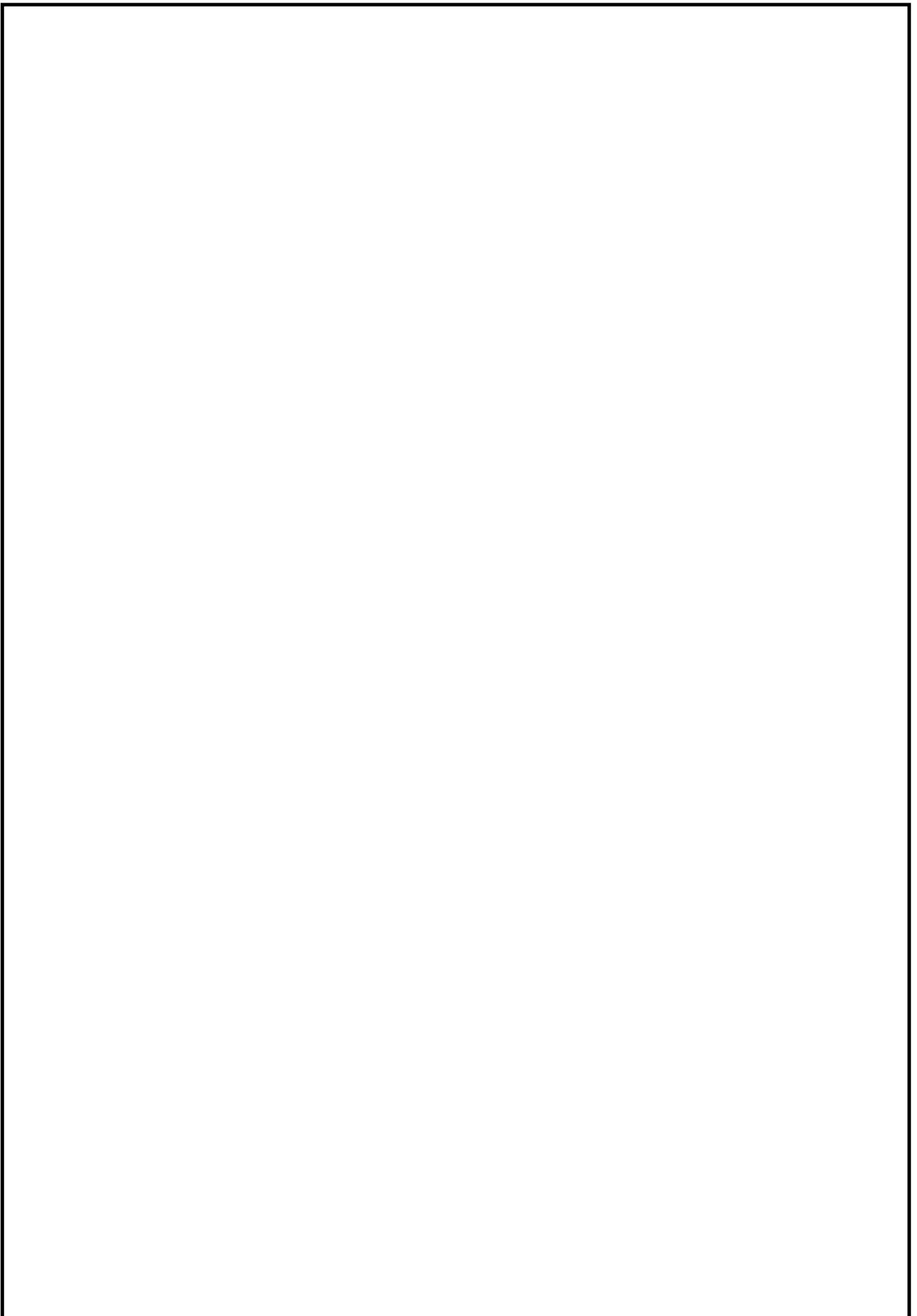
31. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского. - М.: Машиностроение, 2003. - Т.2. 5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Нормы режимов резания. - М.: Экономика, 1990. - Ч. 2. .

32. Толчонов Т.В. Техническое нормирование станочных и слесарно-сборочных работ. Москва 1950г. 450 стр

33. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. Вузов. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.: ил.

34. Шуханов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Энергетическое машиностроение" / С. Н. Шуханов, Ф. Л., Гатапов, А. В. Кузьмин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Бурятский гос. ун-т. - Улан-Удэ : Изд-во БГУ, 2013. - 294 с.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2021.164.00 ПЗ				



					22.03.02.2021.164.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27