

*Приложение 1.2.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08
Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ
МДК.02.01 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ
ДАВЛЕНИЕМ**

**для обучающихся специальности
22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 5 от «31» января 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол №3 от «21» февраля 2024 г.____

Разработчик:

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Наталья Вениаминовна Мелихова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «Подготовка и ведение технологического процесса обработки металлов давлением (по выбору)».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности «Подготовка и ведение технологического процесса обработки металлов давлением (по выбору)» программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства), и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Лабораторное занятие 1	8
Лабораторное занятие 2	6
Лабораторное занятие 3	10
Лабораторное занятие 4	12
Практическое занятие 1	14
Практическое занятие 2	15
Лабораторное занятие 5	17
Практическое занятие 3	21
Лабораторное занятие 6	24
Практическое занятие 4	26
Лабораторное занятие 7	28
Лабораторное занятие 8,9	31
Практическое занятие 5,6,7	34
Лабораторное занятие 10	37
Практическое занятие 8	40
Практическое занятие 9	45
Практическое занятие 10	51
Практическое занятие 11	54
Лабораторное занятие 11	57
Лабораторное занятие 12	59
Практическое занятие 12	61
Лабораторное занятие 13	65
Лабораторное занятие 14	67
Лабораторное занятие 15	71
Практическое занятие 13	73
Лабораторное занятие 16	76
Лабораторное занятие 17	85
Лабораторное занятие 18	88
Лабораторное занятие 19	94
Лабораторное занятие 20	97
Лабораторное занятие 21	102
Практическое занятие 14	106
Лабораторное занятие 22	110
Лабораторное занятие 23	115
Лабораторное занятие 24	118
Лабораторное занятие 25	120
Лабораторное занятие 26	124
Лабораторное занятие 27	128
Практическое занятие 15	130
Лабораторное занятие 28	133
Лабораторное занятие 29	140
Практическое занятие 16	145
Лабораторное занятие 30	148
Лабораторное занятие 31	153
Лабораторное занятие 32	157
Практическое занятие 17,18,19	163

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по математике, физике, и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 «Подготовка и ведение технологического процесса обработки металлов давлением (по выбору)» предусмотрено проведение практических и/или лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением;
- подбирать режимы подготовки поверхности заготовки;
- выбирать технологическое оборудование в зависимости от технологического процесса обработки металлов давлением;
- определять параметры процесса зачистки поверхностных пороков заготовок;
- назначать технологические режимы технологических процессов обработки металлов давлением;
- вести технологические процессы обработки металлов давлением;
- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением;
- проводить мероприятия по предупреждению, обнаружению и устранению дефектов выпускаемой продукции.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1 Выполнять расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением, работы оборудования, характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.2 Осуществлять мероприятия по подготовке заготовок к процессу обработки металлов давлением;

ПК 2.3 Вести технологический процесс обработки металлов давлением в соответствии с требованиями нормативной, технологической документации;

ПК 2.4 Контролировать и корректировать текущие отклонения от заданных величин параметров и показателей технологических процессов обработки металлов давлением.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине МДК.02.01 «Технологические процессы обработки металлов давлением» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Физические основы пластической деформации

Лабораторное занятие № 1

Устройство и принцип работы прокатного стана ДУО -130

Цель: изучить правила техники безопасности работы на лабораторном прокатном стане, конструкцию и принцип его работы.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- подбирать режимы подготовки поверхности заготовки;
- выбирать технологическое оборудование в зависимости от технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки;

ПК 2.3.1 Выбирает оборудование для осуществления технологических процессов

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание: Составить технический паспорт лабораторного стана, прокатать образец, сделать замеры, заполнить таблицу.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите правила безопасности и устройство прокатного стана.
2. Получите у преподавателя исходный образец типа «блужд».
3. Измерьте штангенциркулем его ширину, высоту и длину. Полученные размеры запишите в таблицу.
4. Установите зазор между валками величиной 8 мм.
5. Включите стан.
6. Установите скорость прокатки 3 м/с.
7. Задайте образец в клетку с помощью деревянного бруска.
8. После прокатки измерьте ширину, длину и толщину. Результаты запишите в таблицу.

Ход работы:

1. Инструктаж по технике безопасности в лаборатории обработки металлов давлением.
2. Знакомство с лабораторным станом.
3. Оформление отчета о проделанной работе в тетради для лабораторных работ.

Таблица 1 – Результаты замеров

Состояние образца	Толщина образца, мм	Ширина образца, мм	Длина образца, мм
Исходное			

после прокатки			

Форма представления результата: название работы, цель, краткие теоретические сведения, результаты замеров и расчетов, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 1.2 Виды деформации металлов и сплавов

Лабораторное занятие № 2

Получение наклепанного металла на лабораторном стане ДУО-130

Цель работы: путем прокатки в холодном состоянии металлических образцов получить наклепанный металл и установить влияние степени деформации на механические свойства металла.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- подбирать режимы подготовки поверхности заготовки;
- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- определять параметры процесса зачистки поверхностных пороков заготовок; определять параметры процесса зачистки поверхностных пороков заготовок.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки;

ПК 2.2.2 Выполняет зачистку поверхностных пороков заготовок

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание:

Прокатать 3 образца из мягкой стали размерами 100х4мм, и 3 образца из меди размерами 100х4мм; произвести замеры твердости

Порядок выполнения работы:

- 1.Подготовить рабочее место;
- 2.Прочитать инструкцию к лабораторной работе;
- 3.Выполнить лабораторную работу;
4. Оформить отчет о работе;
5. Защитить лабораторную работу.

Ход работы:

1.Изучить инструкцию к данной лабораторной работе
2.Пронумеровать образцы, измерить их толщину в средней части. Результаты занести в таблицу.

3.Первые образцы из каждой пары отложить, а остальные прокатать последовательно с относительным обжатием 25, 50 и 75% за один или несколько проходов. Измерить толщину образцов после прокатки и их твердость. Твердость измерять в трех местах по длине образца – одно измерение по середине и два измерения на расстоянии примерно 5 мм от передней и задней кромки. Результаты измерений занести в таблицу.

4.По полученным замерам для каждого образца определить: абсолютное, относительное обжатие, среднюю твердость. Результаты расчетов занести в таблицу.

Форма представления результата: отчета о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы, таблицу искомых величин, диаграмму наклепа испытанных материалов ($HV=f(\epsilon_h)$), выводы о влиянии холодной деформации на механические свойства металла.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 1.4 Сопротивление деформации и пластичность металлов и сплавов

Лабораторное занятие № 3

Уравнение постоянства объема и коэффициенты деформации при прокатке на стане ДУО-130

Цель работы: проверить закон постоянства объема на практике. Научиться определять коэффициенты деформации при прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание:

Прокатать и измерить образец. Произвести расчеты объема металла до и после прокатки.

Порядок выполнения работы:

1. Получите исходный образец у преподавателя.
2. Измерьте его высоту, ширину и длину с помощью штангенциркуля.
3. Прокатайте образец с абсолютным обжатием 3 мм.
4. Измерьте размеры образца после прокатки.
5. Прокатайте этот образец еще два раза с абсолютным обжатием 3мм и 2 мм за каждый проход.
6. Измерьте размеры образца после каждого прохода и занесите в таблицу.
7. Рассчитайте объем металла до и после прокатки.
8. Результаты занесите в таблицу.

Таблица 2 – Коэффициенты деформации при прокатке

Номер прохода	H, мм	Δh , мм	μ	λ	E_h %	Λ_n	$E_{h \text{ сум}}$ %
1							
2							
3							

Ход работы:

1. Изучить инструкцию к данной лабораторной работе

2. Прокатываем свинцовый образец, размерами 100x10мм за три прохода с обжатием в каждом проходе примерно 0,5; 1,0; 3,0мм соответственно

3. Рассчитываем для каждого прохода: суммарное абсолютное обжатие, объем образца, относительную ошибку.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы, эскиз образца, таблицу измерений и искомых величин, расчеты искомых величин, вывод.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 1.4 Сопротивление деформации и пластичность металлов и сплавов

Лабораторная работа № 4 Проверка закона наименьшего сопротивления.

Цель работы: экспериментальная проверка справедливости закона наименьшего сопротивления на основе исследования принципа наименьшего периметра при различных условиях трения на контакте.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Осадить образцы размерами 20х20х20мм и 20х40х20мм на прессе, произвести замеры после деформации и сделать расчеты высотной деформации.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить рабочее место;
2. Прочитать инструкцию к лабораторной работе;
3. Выполнить лабораторную работу;
4. Оформить отчет о работе;
5. Защитить лабораторную работу.

Ход работы:

Изучить инструкцию к данной лабораторной работе

Осадить свинцовый образец размерами 20х20х20мм до конечной толщины 6-7мм на сухих шероховатых и смазанных полированных бойках. После осадки измерить образец и рассчитать относительную высотную деформацию. Осадить образец размерами 20х40х20мм до конечной толщины 3-5мм. После осадки измерить образец и рассчитать относительную высотную деформацию.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, расчеты относительной высотной деформации и эскизы контактной поверхности образцов в исходном состоянии и после каждой операции осадки, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 1.4 Сопротивление деформации и пластичность металлов и сплавов

Практическое занятие № 1

Расчет абсолютных и относительных величин, характеризующих деформацию

Цель работы: научиться рассчитывать величины пластической деформации при обработке металлов давлением.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: по полученным индивидуальным данным рассчитать показатели пластической деформации.

Порядок выполнения работы:

1. Получить индивидуальные данные у преподавателя.
2. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
3. Выполнить расчеты.
4. Готовую работу сдать преподавателю на проверку.

Ход работы:

1. Рассчитать абсолютные деформации по толщине, ширине, длине.
2. Рассчитать относительные деформации по толщине, по ширине, по длине.
3. Оформить практическую работу в тетради.
4. Сделать выводы.

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, расчеты относительной высотной деформации, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.5 Методы расчета формоизменения очага деформации

Практическое занятие № 2

Расчет и построение очага деформации по расчетным параметрам

Цель работы: с помощью теоретических расчетов по формулам научиться определять величины, характеризующие деформацию и строить очаг деформации.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: по индивидуальным данным рассчитать параметры очага деформации. Построить очаг деформации.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
2. Получить данные для расчетов у преподавателя.
3. Выполнить задание.

Ход работы:

1. Рассчитать абсолютные деформации по толщине, ширине, длине.
2. Рассчитать относительные деформации по толщине, по ширине, по длине.
3. Построить очаг деформации по результатам.
3. Оформить практическую работу.
4. Сделать выводы.

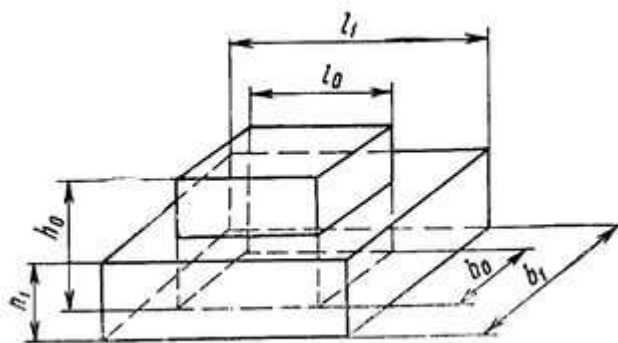


Схема к определению характеристик величины деформации

Абсолютные деформации:

$$\text{обжатие } \Delta h = h_0 - h_1;$$

$$\text{удлинение } \Delta l = l_1 - l_0;$$

$$\text{уширение } \Delta b = b_1 - b_0.$$

Абсолютные показатели не полно характеризуют величину деформации, так как не учитывают размеры деформируемого изделия. Более удобны относительные показатели, называемые степенью деформации:

$$\text{относительное обжатие } \varepsilon_h = (h_0 - h_1)/h_0 = \Delta h/h_0;$$

$$\text{относительное уширение } \varepsilon_b = (b_1 - b_0)/b_0 = \Delta b/b_0;$$

$$\text{относительное удлинение } \varepsilon_L = (l_1 - l_0)/l_0 = \Delta l/l_0.$$

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, расчеты параметров очага деформации, очаг деформации, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.6 Трение в процессах обработки металлов давлением

Лабораторное занятие № 5

Определение коэффициента трения на лабораторном стане ДУО-130

Цель работы: Изучение и углубление знаний по исследованию деформации металла в начальный момент при захвате металла валками; приобретение навыков работы на прокатном оборудовании; исследование эффективности смазки при прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание:

Определить коэффициент трения в начальный момент захвата металла валками и при установившемся процессе прокатки.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить по одному образцу на каждый вариант прокатки – напильником снять заусенцы и зашлифовать передний торец под угольник.
2. Измерить начальную толщину h_0 образцов.
3. Подготовить поверхности валков и образцов согласно варианту прокатки (при прокатке на машинном масле передний торец образца не смазывать).
4. Установить образец на стол стана.
5. Свести валки до расстояния 0,5 мм, включить привод валков
6. С помощью деревянного бруска без нажима подвести образец его передним торцом к вращающимся валкам.
7. Постепенно увеличивать раствор валков до момента, когда начнется легкое дрожание и подергивание образца, после чего осуществляется захват его валками и последующая прокатка.
8. Измерить толщину h_1 образца после прокатки.
9. Опытные данные занести в таблицу.
10. Повторить пункты 3-9 три раза для одного образца, последовательно обжимая его в каждом проходе.
11. Используя результаты измерений обжатий, занесенные в таблицу, вычислить величину относительного обжатия для каждого варианта прокатки.
12. Рассчитать величины угла захвата по формуле и среднее арифметическое значение угла захвата $\bar{\alpha}$.

13. С учетом среднего значения угла захвата $\bar{\alpha}$ определить коэффициент трения $f = \tan \bar{\alpha}$.

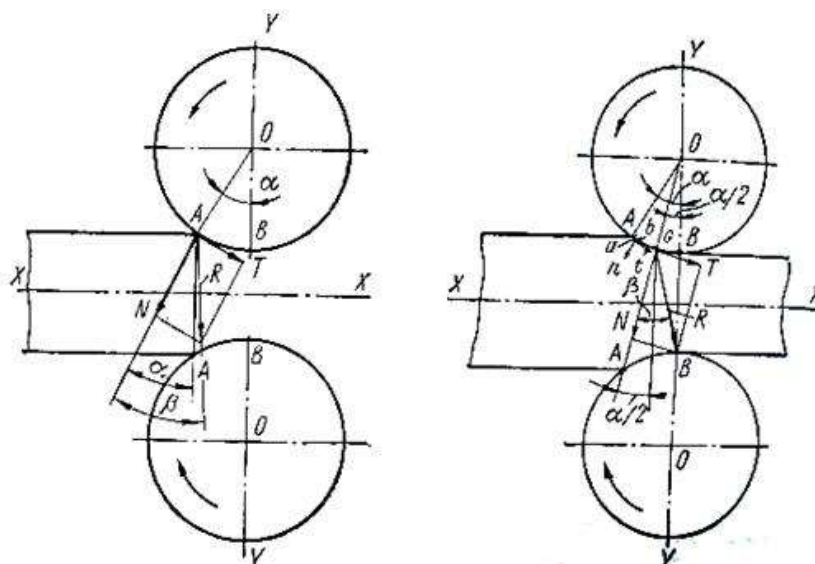
Таблица 3 – Результаты измерений и расчетов

Вариант прокатки	Опыт	h_0 мм	h_1 мм	Δh мм	E_h %	α	$\bar{\alpha}$	f
Сухие валки	1							
	2							
	3							
Валки с мелом	1							
	2							
	3							

Ход работы:

1. Исследование начальной стадии процесса захвата

Измерить толщину образца до и после прокатки на сухих валках. Исходя из полученных величин, рассчитать максимальный угол захвата, угол трения и коэффициент трения при захвате металла валками по приведенным в инструкции формулам. То же самое сделать на смазанных маслом валках. Результаты занести в таблицу №1.



Равновесие сил в установившемся процессе прокатки

2. Исследование установившегося процесса прокатки.

Валки установить так, чтобы при прокатке возникло буксование. После этого валки остановить, раздвинуть их и извлечь клин. Толщину клина измерить в двух местах. Затем валки смазать маслом и повторить опыт. Результаты занести в таблицу №2. Исходя из полученных величин, рассчитать максимальный угол касания, угол трения, коэффициент трения в установившемся процессе прокатки по приведенным в инструкции формулам.

Сила $N_x = N \cdot \sin \alpha$ стремится вытолкнуть металл из валков, а сила $T_x = T \cdot \cos \alpha$ – втянуть металл в валки. Очевидно, что захват металла валками произойдет, если $T \cdot \cos \alpha \geq N \cdot \sin \alpha$

Угол α , образованный направлением действия нормальной силы N и геометрической осью OO' , соответствующий углу, при котором осуществляется захват металла силами трения T и втягивание его в очаг деформации, называется углом захвата.

Для анализа условий захвата рассмотрим простой процесс прокатки, который характеризуется следующими условиями: оба валка приводные, имеют одинаковый диаметр и одинаковое число оборотов; прокатываемый материал однороден в отношении пластических свойств и на него действуют только силы, приложенные от валков ($Q=U=0$).

Условия захвата металла валками Из рисунка видно, что горизонтальная составляющая силы трения T_x стремится втянуть металл в валки, горизонтальная составляющая нормальной силы N_x препятствует началу прокатки.

Отсюда следуют три условия:

- 1) при $N_x > T_x$ выталкивающие силы больше втягивающих – прокатка невозможна;
- 2) при $N_x = T_x$ валки будут скользить (буксовать) по металлу – процесс равновесия;
- 3) при $N_x < T_x$ втягивающие силы больше выталкивающих, металл захватывается валками –

прокатка осуществляется

Силы трения T при прокатке связаны с силами нормального давления N законом Кулона:

$$T = f \cdot N$$

где f – коэффициент трения.

Для осуществления захвата металла валками и начала прокатки необходимо, чтобы

$$T_x > N_x .$$

Тогда, с учетом закона постоянства объема в лабораторной работе №2 и (1) условие захвата металла валками запишется следующим образом:

$$\operatorname{tg} \alpha < f$$

Таким образом, захват металла валками в начальный момент прокатки произойдет при условии, когда тангенс угла захвата будет меньше коэффициента трения.

Коэффициент трения представляет собой тангенс угла трения:

$$f = \operatorname{tg} \beta ,$$

где β – угол трения.

Угол трения образован направлением нормальной силы N и силы R , являющейся результирующей (суммарной) для сил N и T (рис. 1). Из формул следует, что условие захвата металла валками в начальный момент прокатки можно записать в виде

$$\alpha < \beta$$

т.е. захват металла валками в начальный момент прокатки произойдет при условии, когда угол захвата будет меньше угла трения.

На рисунке даны схемы взаимосвязи между углом захвата α и углом трения β . Из схем видно, что начало прокатки возможно в случае, когда результирующая сила R отклонена от геометрической оси OO' в сторону направления прокатки, т.е. когда $\alpha < \beta$. Угол захвата α определяется из геометрических соотношений:

$$\alpha = \arccos (1 - \Delta h_{\max} / D),$$

где D – диаметр рабочих валков, мм.

В случае установившегося процесса прокатки при рассмотрении условия захвата следует учитывать уже не полный угол захвата α , а лишь ту его часть, под которой располагается

равнодействующая элементарных реактивных сил, т.е. $\alpha/2$. Тогда условие захвата приближенно характеризуется неравенством:

$$\alpha < 2 \cdot \beta.$$

Таким образом, установившийся процесс прокатки осуществим легче, чем его начальная стадия (захват). Поскольку, однако, всякий случай прокатки должен начинаться со стадии естественного захвата полосы валками, то после заполнения зева валков металлом (установившийся процесс) образуется избыток сил трения, расходуемый на развивающееся в связи с этим опережение металла. Искусственный захват, может быть произведен либо вдавливанием слитка в валки внешней силой, либо задачей в валки конусного слитка, либо дополнительным сближением валков после естественного захвата.

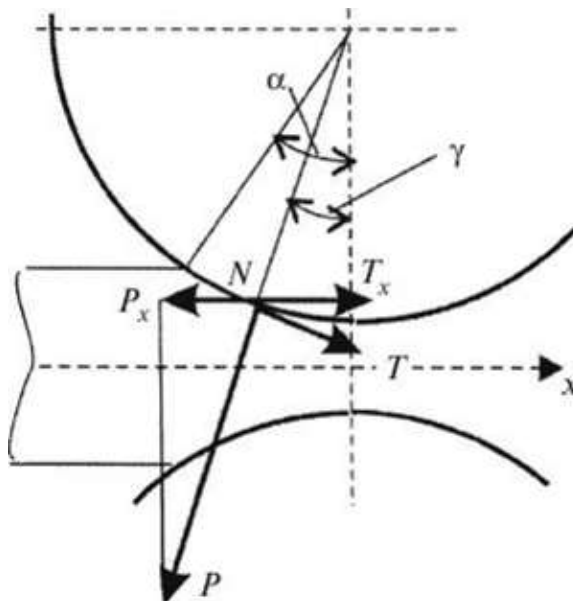


Схема сил при установившемся процессе прокатки

Результаты экспериментов и расчетов привести в таблицах №1 и №2.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы с рисунками исходного и прокатанного клина, таблицу измерений и расчеты. Выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.7 Методы расчета коэффициента трения

Практическое занятие № 3

Определение коэффициента трения при холодной и горячей прокатке

Цель работы: с помощью теоретических расчетов по формулам научиться определять коэффициент трения при горячей и холодной прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Определить коэффициент трения по индивидуальным данным.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
2. Получить у преподавателя индивидуальные данные.
3. Выполнить задание.

В процессе прокатки контактное трение играет особую роль, так как оно лежит в основе этого процесса. С действием сил трения связаны все основные явления прокатки. Процесс прокатки состоит из трех стадий.

В первой стадии происходит заполнение металлом очага деформации, которое начинается с момента соприкосновения переднего конца раската с валками и заканчивается в момент достижения плоскости выхода. Вторая стадия начинается с момента выхода переднего конца из валков и заканчивается при достижении заднего конца плоскости выхода. В этот момент начинается третья стадия и заканчивается выходом заднего конца из валков. Первая и третья стадии носят название неустановившегося процесса прокатки, так как при этом все параметры очага деформации меняются. Вторая стадия – установившийся процесс прокатки, так как в этот период параметры очага деформации остаются неизменными.

Для начала процесса прокатки необходим захват металла валками. В момент захвата на полосу действуют две силы – числа нормального давления – N .

Для осуществления захвата необходимо, чтобы горизонтальная составляющая силы трения была равна или превышала горизонтальную составляющую силы нормального давления

$$T_r \geq N_r .$$

$$T = f_3 N ,$$

$$T_r = f_3 N \cos \alpha \text{ и } N_r = N \cos \alpha ,$$

где f_3 – коэффициент трения при захвате;
 α – угол захвата,
 то получим условие, необходимое для захвата

$$f_3 N \cos \alpha \geq N \sin \alpha .$$

Окончательно получаем $f_3 \geq \tan \alpha$.

Для осуществления захвата необходимо, чтобы равнодействующая была отклонена от вертикали по ходу прокатки, т. е. $\tan \alpha < f_3$.

При $f_3 = \tan \alpha$ полоса находится в неустойчивом положении и захват может произойти или не произойти, в зависимости от того куда сдвинут равновесие сил различные случайные факторы (изменение составления полосы и валков, скорости прокатки и др.).

В установившемся процессе прокатки $f_y > \frac{1}{2} \tan \alpha$ в силу допущения, что нормальные контактные напряжения распределены равномерно по дуге захвата, а контактные силы трения по всей дуге захвата направлены в сторону движения полосы.

Рассматривая условия захвата $f_3 > \frac{1}{2} \tan \alpha$, можно сделать следующие выводы:

1. Установившийся процесс прокатки может устойчиво протекать до тех пор, пока угол захвата не превысит в два раза коэффициент трения.

2. В установившемся процессе прокатки можно в два раза увеличить угол захвата, а следовательно увеличить обжатие. Если же обжатие остаётся без изменения, то в очаге деформации возникают избыточные силы трения, которые способствуют увеличению скорости движения полосы, что приводит к появлению зоны опережения, где скорость полосы больше окружной скорости валков.

Для экспериментального определения коэффициента трения при установившемся процессе применяются следующие способы:

- клещевой метод торможения полосы в валках;
- метод определения по опережению;
- метод крутящего момента;
- метод предельного обжатия (максимального угла касания) и др.

В настоящей работе коэффициент трения определяется по последнему из указанных методов.

Так как установлено, что в момент буксования распределение удельного давления по дуге контакта близко к равномерному, то применяется $\Psi=0,5$.

$\cos$ угла захвата по формуле:

$$\cos \alpha = 1 - (H - L/D) = 1 - \Delta h/D.$$

Угол захвата α по формуле:

$$\alpha = \arccos (1 - \Delta h/D)$$

Угол захвата α в радианах по формуле:

$$\alpha = 57,3 \sqrt{\Delta h \cdot R}.$$

Так как в начальный момент захвата выполняется условие $\alpha = \beta$, то коэффициент трения определяем по формуле:

$$f = \operatorname{tg} \alpha$$

4. Коэффициент трения определяют по формуле Эжелунда:

$$f = k(1,05 - 0,005 \cdot t),$$

где t – температура прокатки;

k – коэффициент учитывающий материал валков,

$k = 1$ – для стальных валков.

5. При холодной прокатки коэффициент трения определяют по формуле:

$$f_x = k \cdot (0,07 - [0,1 \cdot V^2 / (2 \cdot (1 + V) + 3V^2)]),$$

$k = 1,55$ – валки сухие;

$k = 1,35$ – смазанные машинным маслом;

$k = 1,6$ – с мелом;

$k = 1$ – эмульсией (10% масла), керосином

4. Оформить практическую работу

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы с формулами и расчетами, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.8 Захват металла валками при обработке металлов давлением

Лабораторное занятие № 6

Условие захвата металла валками и определение коэффициента трения на лабораторном стане ДУО-130

Цель работы: Изучение и углубление знаний по исследованию деформации металла в начальный момент при захвате металла валками; приобретение навыков работы на прокатном оборудовании; исследование эффективности смазки при прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание:

Определить коэффициент трения в начальный момент захвата металла валками и при установившемся процессе прокатки.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить по одному образцу на каждый вариант прокатки – напильником снять заусенцы и запилить передний торец под угольник.
2. Измерить начальную толщину h_0 образцов.
3. Подготовить поверхности валков и образцов согласно варианту прокатки (при прокатке на машинном масле передний торец образца не смазывать).
4. Установить образец на стол стана.
5. Свести валки до расстояния 0,5 мм, включить привод валков.
6. С помощью деревянного бруска без нажима подвести образец его передним торцом к вращающимся валкам.
7. Постепенно увеличивать раствор валков до момента, когда начнется легкое дрожание и подергивание образца, после чего осуществляется захват его валками и последующая прокатка.
8. Измерить толщину h_1 образца после прокатки.
9. Опытные данные занести в таблицу.
10. Повторить пункты 3-9 три раза для одного образца, последовательно обжимая его в каждом проходе.
11. Используя результаты измерений обжатий, занесенные в таблицу, вычислить величину относительного обжатия для каждого варианта прокатки.
12. Рассчитать величины угла захвата по формуле и среднее арифметическое значение угла захвата $\bar{\alpha}$.
13. С учетом среднего значения угла захвата $\bar{\alpha}$ определить коэффициент трения $f = \operatorname{tg} \bar{\alpha}$.

Ход работы:

Исследовать два варианта прокатки: валки и образец сухие (обезжирены спиртом); валки и образец смазаны мелом. Итоги исследований занести в таблицу. Сделать выводы.

Вариант прокатки	опыт	H_0 мм	H_1 мм	Δh мм	E_h %	α	$\underline{\alpha}$	f
Сухие валки	1							
	2							
	3							
Валки с мелом	1							
	2							
	3							

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, краткие теоретические сведения, результаты измерений, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.9 Опережение и отставание

Практическое занятие № 4

Определение опережения при прокатке и отставания при прокатке

Цель: ознакомиться с опытной методикой определения опережения. Выявить характер влияния внешнего трения на опережение при прокатке в гладких валках. Определить расчетом коэффициент внешнего трения, используя индивидуальные данные определения опережения.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: определить опережение и отставание при прокатке.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с практической работой.
2. Получить номер варианта у преподавателя.
3. По полученным данным рассчитать опережение и отставание по методике, указанной в пособии.
4. Оформить работу в рабочей тетради.
5. Сдать преподавателю на проверку.

Таблица – Исходные данные

№ варианта	Толщина полосы до прокатки, мм	Диаметр валков, D , мм	Коэффициент трения, f	Относительное обжатие, %
1	50	300	0,3	20
2	80	300	0,3	20
3	100	500	0,35	25
4	120	500	0,36	25
5	130	650	0,38	25
6	150	650	0,4	26
7	180	850	0,42	26

8	200	850	0,45	27
9	250	950	0,46	30
10	300	950	0,47	30

Ход работы:

1) Определяем толщину полосы после прокатки

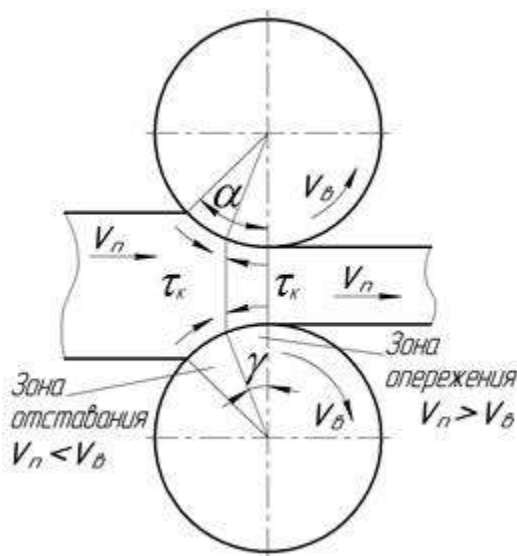


Схема сил при опережении и отставании

- 2) Определяем абсолютное обжатие.
- 3) Определяем угол трения.
- 4) Определяем угол захвата.
- 5) Определяем нейтральный (критический) угол.
- 6) Определяем опережение и отставание.
- 7) Делаем выводы.

Форма представления результата:

В отчете указать цель работы, описать методику определения опережения и коэффициента трения, сделать выводы о зависимости опережения от коэффициента трения и толщины полосы после прокатки.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.9 Опережение и отставание

Лабораторное занятие №7

Определение опережения и отставания при прокатке на лабораторном стане ДУО-130

Цель работы: определение влияния величины обжатия и условий трения на опережение.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание: определить влияния величины обжатия и условий трения на опережение.

Порядок выполнения работы:

1. Для исследования опережения использует два свинцовых образца одинаковых размеров (размеры образцов задаются преподавателем).
2. Перед прокаткой образцы измерить. Результаты занести в таблицу.
3. С помощью гибкой линейки определить расстояние между керновыми отметками на валках (в 1).
4. С помощью кронциркуля или гибкой нити определить диаметр валков.
5. Первый образец прокатать за три прохода с разными абсолютными обжатиями. 6. Валки перед каждым проходом необходимо протирать сухой чистой тряпкой. После каждого прохода измерить образец и расстояние между отпечатками кернов на полосе. 7. Второй образец прокатать при тех же режимах, что и первый, но перед каждым проходом валки натереть мелом. Так же как описано выше, измерить второй образец.
6. Определить опережение для каждого прохода

Ход работы:

При прокатке на выходе из очага деформации скорость полосы больше окружной скорости валков. Относительная величина, характеризующая на сколько скорость полосы на выходе из очага деформации больше окружной скорости валков, называется опережением. Опережение определяется следующим образом:

$$S = v_1 - v_v / v_v * 100\%$$

где v_v – скорость полосы на выходе из очага деформации;

v_1 – окружная скорость валков.

Опережение выражается либо в относительных единицах, либо в процентах. Скорость полосы на входе в очаг деформации v_0 всегда меньше окружной скорости валков.

Таким образом, имеет место неравенство $v_0 < v_b < v_1$. Если известно опережение, то скорость полосы на выходе из очага деформации согласно определится как

$$v_1 = v_b (1+i)$$

Опережение металла необходимо учитывать при согласовании скоростей вращения валков, что особенно важно при непрерывной прокатке. Анализ неравенства показывает, что в пределах очага деформации имеется поперечное сечение, скорости всех точек которого равны. Это сечение называют критическим, а координату его – критическим углом γ . Критическое сечение делит поверхность контакта металла с валком на две зоны: зону отставания и зону опережения. Величину опережения можно найти по формуле Головина - Дрездена:

$$I = (R/h_1) \cdot \gamma^2$$

Как видно из формулы Головина-Дрездена, чем больше радиус валков и чем меньше конечная толщина полосы, тем больше опережение. Особенно сильно зависит опережение от величины критического угла γ . Все факторы, влияющие на угол γ (угол захвата, угол трения, натяжение, сопротивление деформации и др.), оказывают влияние и на опережение.

Наиболее простым практическим методом для определения опережения является метод керновых отпечатков, который состоит в следующем. На поверхности одного из валков или на обоих валках в плоскости перпендикулярной продольной оси валка нанесены керном углубления на расстоянии l одно от другого. После прокатки на полосе остаются отпечатки этих углублений, расстояние между которыми равно l .

В каждом проходе по известной экспериментально полученной величине опережения определить коэффициент трения для различных условий прокатки. Полученные результаты свести в таблицу.

Таблица – Результаты измерений и расчетов

№ опыта	h_0 мм	h_1 мм	Δh мм	L_b мм	L_1 мм	I %	α	f	h_1/R
Прокатка в чистых валках									
1									
2									
3									
Прокатка в наметенных валках									
1									
2									
3									

Форма представления результата:

В отчете указать цель работы, описать методику определения опережения и отставания, сделать выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.10 Уширение при обработке металлов давлением

Лабораторное занятие № 8,9

Изучение влияния величины обжатия на уширение и изучение влияние ширины полосы на уширение на лабораторном стане ДУО-130.

Цель: изучение зависимости уширения при продольной прокатке полосы прямоугольного сечения на гладкой бочке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание: изучить зависимость уширения при продольной прокатке полосы прямоугольного сечения на гладкой бочке.

Порядок выполнения работы:

Зависимость обжатия на уширение:

1. Перед прокаткой в местах измерения ширины следует нанести риски.
2. У образца №1 измерить толщину, ширину и длину. Результаты занести в таблицу.
3. Прокатать образец №1 в валках, смазанных мелом с обжатием 30-40%.
4. Измерить толщину, ширину и длину образца после прокатки и занести в таблицу.
5. У образца №2 измерить толщину, ширину и длину и занести в таблицу.
6. Прокатать образец №2 в валках, смазанных машинным маслом с обжатием 30-40%.
7. Измерить толщину, ширину и длину после прокатки и занести в таблицу.

Таблица - Данные по изучению влияния обжатия на уширение

№ образца	Условия прокатки	h_0	b_0	L_0	H_1	B_1	L_1	Δb
		Размеры образца, мм						
1	Мел							
2	масло							

Зависимость уширения от ширины полосы:

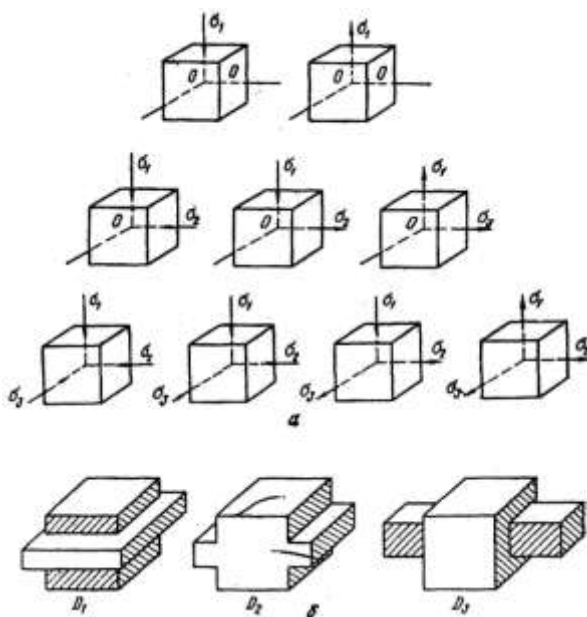
1. Исследования проводятся на трех образцах разной ширины: 20 и 40 мм.
2. Прокатку с обжатием 30-40 % осуществлять на сухих валках.

3. Результаты измерений занести в таблицу

Таблица – Данные по изучению влияния ширины полосы на уширение

Характеристика	Образец № 1 (20мм)	Образец № 2 (30мм)	Образец № 3 (40мм)
h_0 мм			
H_1 мм			
Δh мм			
H_2 мм			

Ход работы: Изучить инструкцию к данной лабораторной работе. Измерить толщину и ширину образцов и прокатать их с различным обжатием за проход. Измерить образцы после прокатки и найти уширение. Определить показатель уширения. Рассчитать теоретическое значение уширения по формулам А.Чекмарева и Б. Бахтинова. Окончательные результаты опытов и расчетов занести в таблицу, приведенную в инструкции.



Напряженно – деформированное состояние при прокатке

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; таблицу измерений и расчетов; расчеты искомых величин; выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.10 Уширение при обработке металлов давлением

Практическое занятие № 5,6,7

Методы расчета уширения при прокатке по методу А.И. Целикова, Б.П. Бахтинова, А.П. Чекмарева

Цель работы: освоить методику определения уширения по А.И. Целикову, Б.П. Бахтинову и А.П. Чекмареву.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: ознакомиться с методикой определения уширения при прокатке по различным методикам.

При изучении действия какого-либо параметра процесса прокатки на изменение поперечной деформации пренебрегают влиянием других параметров, т.е. принимают их неизменяющимися или отсутствующими.

- 1) Обжатие – всегда увеличивает уширение металла, т.к. при увеличении обжатия возрастает длина очага деформации, препятствующая вытяжке, и металл вынужден частично перемещаться в поперечном направлении;
- 2) Толщина полосы – при уменьшении толщины полосы, за счет увеличения обжатия, уширение металла увеличивается;
- 3) Диаметр валков – при прокатке металла в валках большого диаметра, уширение увеличивается;
- 4) Коэффициент контактного трения – увеличение контактного трения, сдерживая вытяжку, способствует развитию уширения;
- 5) Ширина полосы – по мере увеличения ширины полосы поперечная деформация уменьшается до определенного предела ($\approx 600\text{мм}$), после чего увеличение ширины практически не сказывается на изменении величины уширения. При прокатке широких листов уширение практически отсутствует, это объясняется увеличением соотношения ширины очага деформации к его длине, соответственно, ростом поперечных напряжений, превышающих продольные;
- 6) Количество пропусков – дробность общей деформации, выражающаяся в увеличении общего количества пропусков при прокатке металла, всегда приводит к уменьшению уширения в отдельном пропуске (по причине уменьшения длин очагов деформации в каждом отдельном пропуске);

7) Натяжение концов полосы – переднее и заднее натяжение уменьшают уширение металла, т.к. снижают величину усилия прокатки (что равносильно уменьшению обжатия в каждом пропуске);

8) Факторы, увеличивающие опережение металла при прокатке, увеличивают уширение.

Уширение металла увеличивается при возрастании диаметра валков, коэффициента трения и снижении температуры металла в процессе горячей прокатки. Уширение пропорционально обжатию; оно зависит от толщины и ширины прокатываемой полосы.

Формула Б. П. Бахтинова :

$$\Delta b = 1,15 \times \frac{\Delta h}{2h_0} \left(\sqrt{R\Delta h} - \frac{\Delta h}{2f} \right)$$

Для практического пользования в первую очередь рекомендуется применять формулу Б. П. Бахтинова, являющуюся наиболее простой и в то же время достаточно точно.

Формула А.И.Целикова для расчета уширения:

$$\Delta b = 0,5 \left(\sqrt{R_k * \Delta h} - \frac{\Delta h}{2f} \right) \ln \frac{h_0}{h_1}, \text{ мм}$$

Формула А.П. Чекмарева

$$\Delta b = (0,35 \div 0,45) \frac{\Delta h}{h_0} \sqrt{R_k * \Delta h}, \text{ мм}$$

Порядок выполнения работы:

- 1.Подготовить рабочее место;
- 2.Прочитать инструкцию к лабораторной работе;
- 3.Выполнить лабораторную работу;
4. Оформить отчет о работе;
5. Защитить лабораторную работу.

Ход работы:

1. При изучении действия какого-либо параметра процесса прокатки на изменение поперечной деформации пренебрегают влиянием других параметров, т.е. принимают их неизменяющимися или отсутствующими.

2.Обжатие – всегда увеличивает уширение металла, т.к. при увеличении обжатия возрастает длина очага деформации, препятствующая вытяжке, и металл вынужден частично перемещаться в поперечном направлении;

3. Толщина полосы – при уменьшении толщины полосы, за счет увеличения обжатия, уширение металла увеличивается;

4. Диаметр валков – при прокатке металла в валках большого диаметра, уширение увеличивается;

5.Коэффициент контактного трения – увеличение контактного трения, сдерживая вытяжку, способствует развитию уширения;

6.Ширина полосы – по мере увеличения ширины полосы поперечная деформация уменьшается до определенного предела ($\approx 600\text{мм}$), после чего увеличение ширины практически не сказывается на изменении величины уширения. При прокатке широких листов уширение практически отсутствует, это объясняется увеличением соотношения ширины очага деформации к его длине, соответственно, ростом поперечных напряжений, превышающих продольные;

7.Количество пропусков – дробность общей деформации, выражающаяся в увеличении общего количества пропусков при прокатке металла, всегда приводит к уменьшению уширения в отдельном пропуске (по причине уменьшения длин очагов деформации в каждом отдельном пропуске);

8.Натяжение концов полосы – переднее и заднее натяжение уменьшают уширение металла, т.к. снижают величину усилия прокатки (что равносильно уменьшению обжатия в каждом пропуске);

9.Факторы, увеличивающие опережение метала при прокатке, увеличивают уширение. Уширение металла увеличивается при возрастании диаметра валков, коэффициента трения и снижении температуры металла в процессе горячей прокатки.

Уширение пропорционально обжатию; оно зависит от толщины и ширины прокатываемой полосы.

Формула Б. П. Бахтинова :

$$\Delta b = 1,15 \times \frac{\Delta h}{2h_0} \left(\sqrt{R\Delta h} - \frac{\Delta h}{2f} \right)$$

Для практического пользования в первую очередь рекомендуется применять формулу Б. П. Бахтинова, являющуюся наиболее простой и в то же время достаточно точно.

Формула А.И.Целикова для расчета уширения:

$$\Delta b = 0,5 \left(\sqrt{R_k * \Delta h} - \frac{\Delta h}{2f} \right) \ln \frac{h_0}{h_1}, \text{ мм}$$

Формула А.П. Чекмарева

$$\Delta b = (0,35 \div 0,45) \frac{\Delta h}{h_0} \sqrt{R_k * \Delta h},$$

Форма представления результата

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.11 Энергосиловые параметры при обработке металлов давлением

Лабораторное занятие № 10

Исследование силовых условий при прокатке в валках с гладкой бочкой на стане ДУО-130

Цель: изучение методики определения силовых параметров процесса прокатки; исследование мощности и расхода энергии при прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130

Задание: рассчитать силовые условия прокатки на валках с гладкой бочкой.

Порядок выполнения работы:

1. Измерить в трех местах толщину образцов Н0 (толщину следует измерять по середине ширины образца) и ширину В0 (в таблицу занести среднее значение).
2. Подготовленные образцы прокатать в один проход с обжатием ϵ : 10 %, 25 % и 50 %.
3. Измерить в трех местах у прокатанных образцов их толщину Н1 и ширину В1 .
4. Опытные данные занести в таблицу.
5. Рассчитать теоретическую величину усилия прокатки P_t по формулам (9)...(12).
6. При расчете взять коэффициент трения f металла о валки и угол захвата α (в радианах) из данных лабораторной работы №2 (вариант прокатки при смазанных машинным маслом валках).
7. Рассчитать мощность деформирования $N_{\text{деф.}}$, потери на трение в подшипниках $N_{\text{подш.}}$, а также мощность прокатки $N_{\text{расчет.}}$ по формулам (2)...(4).

Расход энергии при прокатке является существенной величиной, учитываемой при проектировании новых станов, определяющей собой мощность станowego двигателя и мощность, передаваемую всеми передаточными устройствами. Кроме того, при эксплуатации уже имеющихся станов намечаемый режим работы (обжатия) проверяют в отношении нагрузки двигателя и отдельных частей привода. Мощность, потребляемая главным двигателем стана при прокатке, может быть записана следующим образом:

$$N_{\text{расчет.}} = N_{\text{деф.}} + N_{\text{подш.}} + N_{\text{шест.}} + N_{\text{редукт.}} + N_{\text{дв.}},$$

где, $N_{\text{деф.}}$ – мощность, затрачиваемая на деформацию металла, включая и трение прокатываемого металла о валки; это полезная часть мощности (считая трение неизбежным, хотя и подлежащим наибольшему возможному уменьшению);

$N_{\text{подш.}}$ – мощность, расходуемая на преодоление трения в подшипниках прокатных валков;

$N_{\text{шест.}}$ – мощность, затрачиваемая в шестеренной клети на преодоление трения в подшипниках и в зубьях шестерен;

$N_{\text{редукт.}}$ – мощность, расходуемая на преодоление трения в подшипниках и зубьях редуктора;

$N_{\text{дв.}}$ – мощность, теряемая в двигателе.

Мощность, затрачиваемую на деформацию металла $N_{\text{деф.}}$ с учетом мощности, расходуемой на трение в зеве валков, подсчитывают по формуле И.М. Павлова.

При разработке технологического процесса и проектировании прокатного оборудования весьма важным этапом является определение межвалкового давления (усилия прокатки). С ним связаны геометрические параметры процесса, конструкция и размеры элементов прокатной клети, их упругая деформация и точность прокатываемых изделий, скорость изнашивания валков и срок их службы, мощность привода и расход энергии.

Со стороны прокатываемого металла на валки действуют нормальные и касательные силы. Направление равнодействующей этих сил зависит от способа и условий прокатки. При наипростейшем процессе прокатки, где на прокатываемый металл действуют только силы от валков, движение металла при входе и выходе равномерное, оба валка приводные, имеют одинаковые скорости и диаметры, металл обладает одинаковыми механическими свойствами. В этом случае определение усилия прокатки сводится к определению площади контакта F прокатываемого металла с валками и установлению среднего удельного давления металла на валки:

$$P = P_{\text{ср}} F$$

Среднее удельное давление определяется двумя группами факторов. К первой относятся те, которые влияют на механические свойства обрабатываемого металла (химический состав, температура и степень деформации). Вторую группу составляют факторы, определяющие характер напряженного состояния обрабатываемого металла (контактные силы трения, натяжение или подпор, геометрические размеры очага деформации и др.)

8. Определить КПД прокатного стана η по формуле (5)

9. Результаты расчетов занести в таблицу

Ход работы:

1. Построить графики зависимостей N $P = f \epsilon$ на одном координатном поле.
2. Построить графики зависимостей на одном координатном поле.
3. Сделать вывод о влиянии степени обжатия на энергетические параметры процесса прокатки (усилие, мощность, КПД) и о возможности их теоретического определения по формулам (9)...(12).

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; таблицу измерений и расчетов; графики зависимостей, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.11 Энергосиловые параметры при обработке металлов давлением

Практическое занятие № 8

Расчет контактного давления при горячей прокатке по методу А.Ф. Головина и В.А. Тягунова

Цель: освоить расчет контактного давления при горячей прокатке по различным методам.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: Определить усилие при горячей прокатке по различным методикам.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
2. Получить индивидуальные данные у преподавателя.
3. Выполнить расчеты.
4. Сделать выводы

Ход работы:

Определить усилие при горячей прокатке, если известны следующие исходные данные:

валки с гладкой бочкой, чугунные $D=1000\text{мм}$;

число оборотов валков $n_b=80$ об/мин;

прокатываемый металл – сталь 08сп

температура металла при прокатке 1100°C ;

размеры прокатываемой полосы прямоугольного сечения до прохода

$h_0=5,0$ мм, $b_0=1050$ мм,

после прохода $h_1=4,5\text{мм}$, $b_1=1000$ мм.

Из марочника сталей находим след. данные 08сп С0,05-0,12%, Мп 0,35-0,65%, Сг 0,10%.

Абсолютное обжатие определяется по формуле:

$$\Delta h = h_0 - h_1$$

где, h_0 и h_1 - толщина до и после прокатки, мм

$$\Delta h = 5 - 4,5 = 0,5 \text{ мм}$$

Длина контактной поверхности определяется по формуле:

$$L = \sqrt{R\Delta h}$$

где, R – радиус вала, мм

L – длина контактной поверхности, мм

Δh – абсолютное обжатие, мм

$$L = \sqrt{500 * 0,5} = 16 \text{ мм}$$

Среднее значение высоты и ширины определяется по формуле:

$$h_c = 0,5(h_0 + h_1)$$

где, h_0 – начальная толщина полосы, мм

h_1 – конечная толщина полосы, мм

$$h_c = 0,5(4,5 + 5) = 4,5 \text{ мм}$$

$$b_c = 0,5(b_0 + b_1)$$

$$b_c = 0,5(1050 + 1000) = 1025 \text{ мм}$$

Площадь контактной поверхности определяется по формуле:

$$F = b_c \cdot l = 0,5(b_0 + b_1) \sqrt{R\Delta h}$$

где, b_0 и b_1 – толщина до и после прокатки, мм

R – радиус вала, мм

Δh – абсолютное обжатие, мм

$$F = 1025 * 16 = 16400 \text{ мм}^2$$

Скорость прокатки определяется по формуле:

$$V_{np} = \pi \cdot D_{II} \cdot n_b / 60$$

Где, диаметр вала (D) надо перевести из миллиметров в метры, т.е. $D = 1000 \text{ мм} = 1,0 \text{ м}$

$$V_{np} = 3.14 * 1 * (150 / 60) = 7,8 \text{ м/с}$$

Усилие прокатки определяется по методу Целикова А.И.

Скорость деформации определяется по формуле (11):

$$U = \frac{V\Delta h}{L \cdot 10^{-3} h_0}$$

где, V – скорость прокатки, м/с

L – длина очага деформации, мм

Δh – абсолютное обжатие, мм

h_0 – начальная толщина листа, мм

$$U = \frac{7.8 * 9.6}{0.022 \cdot 4}$$

$$U=70 \text{ с}^{-1}$$

Для температуры металла 1200°C и скорости деформации 70 с^{-1} сопротивление деформации по экспериментальным кривым $\sigma_{\delta} = 15 \text{ кг с/мм}^2$

Коэффициент трения определяется по формуле:

$$\mu_y = \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot (1,05 - 0,0005 \cdot t)$$

где κ_1 – коэффициент, учитывающий влияние валков (для стальных $\kappa_1=1,0$)

κ_2 - коэффициент, учитывающий влияние окружной скорости валков и определяется по графику,

κ_3 - коэффициент, учитывающий влияние химического состава стали и определяется по таблице,

$$\mu_y = 0,8 * 0,55 * 1,0 (1,05 - 0,0005 \cdot 1200)$$

$$\mu_y = 0,231$$

Коэффициент, учитывающий влияние ширины полосы определяется по формуле (13):

$$n_b = n_b' * n_b''$$

где коэффициент n_b' определяется в зависимости от соотношения b_0/l , если $b_0/l < 1$, то $n_b' = 1,0$, если $b_0/l > 5$ принимают $n_b' = 1,15$, если $b_0/l = 1,0-5,0$, то n_b' определяется по гр. 3. В нашем случае $b_0/l > 5,0$ значит $n_b' = 1,15$.

Коэффициент n_b'' определяется по формуле:

$$n_b'' = \frac{1 + \frac{(3b_c - l)\mu_{\delta} * l}{6b_c h_c}}{1 + \frac{0,5\mu_{\delta} l}{h_c}}$$

$$n_b'' = 0,96$$

Тогда:

$$n_b = 1,15 * 0,96 = 1,1$$

$$\delta = \frac{2\mu_{\delta} * l}{\Delta h}$$

$$\delta = \frac{2 * 0,2 * 16}{0,5}$$

$$\delta = 13,0$$

Для значений $\delta = 13,0 E=0,1$ по графику находим $n_{\sigma}' = 2,4$, так как коэффициент n_{σ}'' определяется из отношения $\frac{l}{h_c}$, т.е при $\frac{l}{h_c} = 0,05-1,0 n_{\sigma}'' = (\frac{l}{h_c})^{-0,4}$, при $\frac{l}{h_c} > 0$, $n_{\sigma}'' = 1,0$. В данном случае $n_{\sigma}'' = 1,0$

Натяжение при прокатке по условию отсутствует, поэтому $n_{\sigma}''' = 1$
Следовательно, коэффициент рассчитывается по формуле:

$$n_{\sigma} = n_{\sigma}' n_{\sigma}'' n_{\sigma}'''$$

где n_{σ}' - коэффициент, учитывающий влияние внешнего трения

n_{σ}'' - коэффициент, учитывающий влияние внешних зон

n_{σ}''' - коэффициент, учитывающий влияние натяжения

$$n_{\sigma} = 2,4 * 1 * 1 = 2,4$$

Контактное давление рассчитывается по формуле:

$$P_{cp} = \sigma_{\phi} * n_{\phi} * n_{\sigma}$$

где, σ_{ϕ} - сопротивление деформации, кгс/мм²

n_{ϕ} - коэффициент, учитывающий влияние ширины полосы,

n_{σ} - коэффициент, учитывающий влияние натяжения

$$P_{cp} = 15 * 2,4 * 1,15 = 41,4 \text{ кгс/мм}^2$$

Усилие прокатки определяется по формуле:

$$P = P_{cp} * F$$

где, P_{cp} – контактное давление, кгс/мм²,

F - площадь контактной поверхности, мм²

$$P = 41,4 * 16400 = 678960 \text{ кгс} = 678 \text{ тс}$$

Расчет усилия прокатки по методу А.Ф.Головина, В.А.Тягунова

Для стали 5х температура плавления 1300 и предел прочности $\sigma_b = 70$ кгс/мм² найдены по графику (Куприн М.И., Куприна М.С. “ Основы теории прокатки”)

$$k_t = (0,95 * t_{nl} - t) / 1500 \quad (26)$$

$$k_t = (0,95 * 1300 - 575) / 1500$$

$$1100 > (1300 - 575)$$

$$k_t = (0,95 * t_{nl} - t) / 1500 = (0,95 * 1300 - 1100) / 1500 = 0,09$$

сопротивление деформации

$$\phi = 0,09 * 70 = 6,3 \text{ кгс/мм}^2$$

Коэффициент учитывающий величину внешнего трения

$$n' = 1 + 0,33 * \phi = 1,41$$

Контактное давление рассчитывается как:

$$P_{cp} = 6,3 * 1,41 = 8,883 \text{ кгс/мм}^2$$

Усилие прокатки

$$P = P_{cp} * F$$

$$P = 8,883 * 36600 = 325117 = 325mc$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; расчеты искомых величин, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.11 Энергосиловые параметры при обработке металлов давлением

Практическое занятие № 9

Расчет контактного давления при холодной прокатке

Цель: с помощью теоретических расчетов по формулам А.И. Целикова, М. Стоуна определить усилие при холодной прокатке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Ознакомиться с практической работой.
2. Получить исходные данные.
3. Определить усилие при холодной прокатке по вариантам.
4. Оформить расчет в рабочей тетради и сдать на проверку.

Таблица – Исходные данные для расчета

	b	h₀	h₁	h₂	h₃	h₄	D_k	$\sigma_{1;2}$	$\sigma_{2;3}$	$\sigma_{3;4}$	V₁	V₂	V₃	V₄	P- ?	сталь
1	1200	2,0	1,8	1,2	0,7	0,5	490	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	08кп
2	1100	2,5	1,8	1,2	0,8	0,4	550	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст20
3	1000	2,4	1,7	1,1	0,8	0,5	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	08кп
4	1200	2,1	1,6	1,1	0,7	0,5	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₄	Ст45
5	1000	5,0	4,8	4,2	3,5	2,0	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₃	Ст0
6	1000	3,0	2,7	2,0	1,5	1,0	550	23	25	27	4,3	8,0	12	14	P ₃	Ст2
7	1200	2,8	2,1	1,8	1,1	0,8	500	22	24	27	4,3	8,0	12	14	P ₂	Ст10
8	1100	2,9	2,2	1,7	1,3	0,9	550	21	23	26	4,0	7,7	9	11	P ₃	Ст10
9	1200	3,1	2,7	2,1	1,6	0,6	500	21	23	26	4,0	7,7	9	11	P ₄	Ст85
10	1200	2,3	1,6	1,0	0,5	0,3	490	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	Ст20
11	1100	3,5	2,8	2,2	1,8	0,9	550	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст0
12	1000	4,0	3,8	3,2	2,5	2,0	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₃	08кп

13	1200	2,7	1,7	1,3	0,7	0,6	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₄	Ст85
14	1200	2,1	1,8	1,2	0,5	0,3	550	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	Ст20А
15	1100	2,2	2,0	1,7	1,4	1,2	550	21	23	26	4,0	7,7	9	11	P ₃	Ст45
16	1100	2,9	2,1	1,8	1,2	0,7	480	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	Ст2
17	1000	4,1	3,7	3,1	2,4	2,0	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₃	Ст10
18	1200	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	Ст0
19	1000	3,0	2,8	2,6	2,1	1,5	500	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	Ст2
20	1200	2,7	2,2	1,8	1,5	1,0	550	21	23	26	4,0	7,7	9	11	P ₃	Ст20А
21	1200	3,2	2,5	1,9	1,4	0,9	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	Ст20
22	1000	2,0	1,4	0,9	0,6	0,5	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₂	08кп
23	1100	2,3	1,7	1,2	0,8	0,5	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	Ст85
24	1100	2,7	2,0	1,6	1,2	0,8	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	Ст45
25	1200	2,5	2,0	1,5	1,2	0,5	480	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст10
26	1000	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4	500	21	23	26	4,0	7,7	9	11	P ₂	Ст2
27	1200	2,5	1,8	1,2	0,9	0,7	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	Ст0
28	1200	2,6	1,6	1,3	0,8	0,6	490	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст85
29	1000	5,0	4,2	3,3	2,0	1,4	550	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	08кп
30	1100	4,3	3,1	2,4	1,4	0,8	500	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст20
31	1200	3,1	2,3	1,6	1,1	0,5	550	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₄	Ст10
32	1000	2,4	1,6	1,0	0,8	0,5	500	21	23	25	4,0	7,7	9	11	P ₂	Ст2
33	1100	4,4	3,3	2,2	1,1	0,6	500	23	25	27	4,2	7,9	12	14	P ₄	Ст45
34	1200	3,6	3,1	2,4	1,9	1,2	550	22	24	26	4,1	7,8	10	12	P ₃	Ст20
35	1400	5,1	4,6	3,5	2,2	1,5	550	24	26	28	4,3	8,0	13	15	P ₃	08пс

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
2. Получить индивидуальные данные у преподавателя.
3. Выполнить расчеты.
4. Сделать выводы

Ход работы:

Определяем усилие при холодной прокатке с учетом натяжения, степени деформации и упругого сжатия валков.

Расчет выполнен для третьего прохода при прокатке полосы из стали 0,8ю с исходным сечением 4,9х1050 мм², до конечного сечения 1,8х1050 мм на пятиклетевом стане с диаметром рабочих валков 500 мм. Смазкой при прокатке служит эмульсия пальмового эмульсола.

Коэффициент контактного трения определяется по графику: $\mu_y=0,044$

Для определения σ_f предварительно подсчитывается суммарная деформация, которую получила полоса до рассматриваемого прохода и после него:

$$\sum E h_2 = \frac{h_0 - h_2}{h_0} * 100\% ;$$

где h_0 – толщина начальная, мм

$$\sum E h_2 = \frac{5.5 - 4.1}{5.5} * 100\% = 25\%$$

$$\sum E h_3 = \frac{h_0 - h_3}{h_0} * 100\% ;$$

$$\sum E h_2 = \frac{5.5 - 3.4}{5.5} \cdot 100\% = 38.2\%$$

Значения пределов текучести для сжатия с учетом влияния степени деформации находятся по графику из справочника А.В. Третьяков, В.И. Зюзин: «Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением.» -М.: Металлургия, 1973.

В данном случае для стали:

$$\sigma_{T2} = 57.5 \text{ кгс/мм}^2$$

$$\sigma_{T3} = 62.5 \text{ кгс/мм}^2$$

Сопротивление деформации в условиях линейного сжатия с учетом степени наклепа определяется по формуле:

$$\sigma_\phi = 0,5(\sigma_{T2} + \sigma_{T3})$$

где σ_{T2}, σ_{T3} – пределы текучести во втором и третьем проходах, кгс/мм²

$$\sigma_\phi = 0,5(57.5 + 62.5) = 60 \text{ кгс/мм}^2$$

Абсолютное обжатие:

$$\Delta h_3 = h_2 - h_3$$

$$\Delta h_3 = 3.4 - 2.9 = 0,5 \text{ мм}$$

Длина очага деформации без учета упругого сплющивания валков определяется по формуле:

$$\ell = \sqrt{R \Delta h}$$

где ℓ – длина очага деформации, мм

Δh – абсолютное обжатие, мм

R – радиус валка, мм

$$\ell = \sqrt{250 \cdot 0.5} = 11.2 \text{ мм.}$$

Коэффициент n'_b , учитывающий влияние напряженного состояния определяется из отношения b/ℓ . При $b/\ell = 1,0$, $n'_b = 1,0$. При $b/\ell > 5$, $n'_b = 1,15$. При $b/\ell = 1,0-5,0$, n'_b находится по графику. В данном случае $b/\ell = 1500/11.2 = 134$ значит $b/\ell > 5$, следовательно, $n'_b = 1,15$.

Коэффициент n''_b , учитывающий влияние внешнего трения, в связи с отсутствием уширения будет равняться 1,0.

Коэффициент, учитывающий влияние внешних зон n''_σ определяется из отношения ℓ/h_{cp} , т.е. при $\ell/h_{cp} = 0,05-1,0$, $n''_\sigma = (\ell/h_{cp})^{-0,4}$. При $\ell/h_{cp} > 1,0$, $n''_\sigma = 1,0$. В нашем случае $n''_\sigma = 1,0$, т.к. $h_{cp} = 0,5(h_2 + h_3) = 0,5(0.77 + 0.6) = 0.68 \text{ мм}$. $\ell/h_{cp} = 6.46/0.68 = 9.8 \text{ мм}$, что больше единицы.

Коэффициент n'_σ , учитывающий влияние внешнего трения определяем по методу А.И. Целикова.

Относительная деформация:

$$E h_3 = \frac{\Delta h_3}{h_2};$$

$$E h = 0.5/3.4 = 0.15\%$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 0,044 \cdot 11.2}{0,5} = 1.97$$

По графику находим $n'_\sigma = 1,05$

Контактное давление без учета натяжения определяется по формуле:

$$P'_{cp} = \sigma_\phi * n'_b * n'_\sigma * n''_\sigma;$$

где P'_{cp} – контактное давление, кгс/мм²

σ_ϕ – сопротивление деформации, кгс/мм²

$n'_b, n'_\sigma, n''_\sigma$ - коэффициенты натяжения.

$$P'_{cp} = 60 \cdot 1,15 \cdot 1,20 \cdot 1 = 73,14 \text{ кгс/мм}^2.$$

Коэффициент, учитывающий влияние натяжения определяется по формуле:

$$n''_\sigma = 1 - \frac{0,5(\sigma_2 + \sigma_3)}{P'_{cp}};$$

где, P_{cp} - среднее контактное давление, кгс/мм²

σ_2 и σ_3 величины натяжения между клетями, кгс/мм²

$$n''_\sigma = 1 - \frac{0,5(13,5 + 12,3)}{73,14} = 0,824$$

Контактное давление с учетом натяжения:

$$P_{cp} = P'_{cp} * n''_\sigma$$

$$P_{cp} = 73,14 * 0,824 = 60,3 \text{ кгс/мм}^2.$$

Для учета сплющивания валков задаемся произвольными значениями длины контактной поверхности, увеличивая ее на 50-80% и определяем для каждой выбранной величины ℓ' и ℓ'' контактное давление.

Задаемся $\ell' = 16,8$ мм.

$$\delta = \frac{2\mu_y \ell}{\Delta h_3};$$

$$\delta = \frac{2 * 0,044 * 16,8}{0,5} = 2,96$$

По графику находим $n'_\sigma = 1,1$.

$$P'_{cp} = \sigma_\phi * n'_b * n'_\sigma * n''_\sigma$$

$$P'_{cp} = 60 \cdot 1,15 \cdot 1,13 \cdot 1 = 75,9 \text{ кгс/мм}^2.$$

Коэффициент, учитывающий влияние натяжения:

$$n''_\sigma = 1 - \frac{0,5(\sigma_2 + \sigma_3)}{P'_{cp}};$$

$$n''_\sigma = 1 - \frac{0,5(13,5 + 12,3)}{75,9} = 0,83$$

Контактное давление с учетом натяжения:

$$P_{cp} = P'_{cp} * n''_\sigma$$

$$P_{cp} = 75,9 * 0,83 = 63 \text{ кгс/мм}^2$$

Задаемся $\ell'' = 25,2$ мм.

$$\delta = \frac{2\mu_y \ell}{\Delta h_3}$$

$$\delta = \frac{2 * 0,044 * 25,2}{0,5} = 4,43$$

По графику находим $n'_\sigma = 1,22$

Контактное давление без учета натяжения:

$$P'_{cp} = \sigma_\phi * n'_b * n'_\sigma * n''_\sigma$$

$$P'_{cp} = 60 \cdot 1,15 \cdot 1,22 \cdot 1 = 84,18 \text{ кгс/мм}^2.$$

Коэффициент, учитывающий влияние натяжения:

$$n''_{\sigma} = 1 - \frac{0,5(\sigma_2 + \sigma_3)}{P'_{cp}}$$

$$n''_{\sigma} = 1 - \frac{0,5(13,5 + 12,3)}{84,18} = 0,847$$

Контактное давление с учетом натяжения:

$$P_{cp} = P'_{cp} \cdot n''_{\sigma}$$

$$P_{cp} = 0,847 \cdot 84,18 = 71,3 \text{ кгс/мм}^2.$$

Для полученных значений P_{cp} находим длину контактной поверхности с учетом сплющивания валков по формуле:

$$x_0 = \frac{R \cdot P_{cp}}{9500};$$

где, R- радиус вала, мм

P_{cp} – среднее контактное давление, кгс/мм²

$$x_0 = \frac{250 \cdot 60,3}{9500} = 1,59 \text{ мм}$$

$$x_0 = \frac{250 \cdot 63}{9500} = 1,66 \text{ мм}$$

$$x_0 = \frac{250 \cdot 71,3}{9500} = 1,88 \text{ мм}$$

$$l_c = x_0 + \sqrt{R \cdot \Delta h + x_0^2}$$

$$l_c = 1,65 + \sqrt{250 \cdot 0,5 + 1,59^2} = 19,37 \text{ мм}$$

$$l_c = 1,74 + \sqrt{250 \cdot 0,5 + 1,66^2} = 20,2 \text{ мм}$$

$$l_c = 2,08 + \sqrt{250 \cdot 0,5 + 1,88^2} = 22,88 \text{ мм}$$

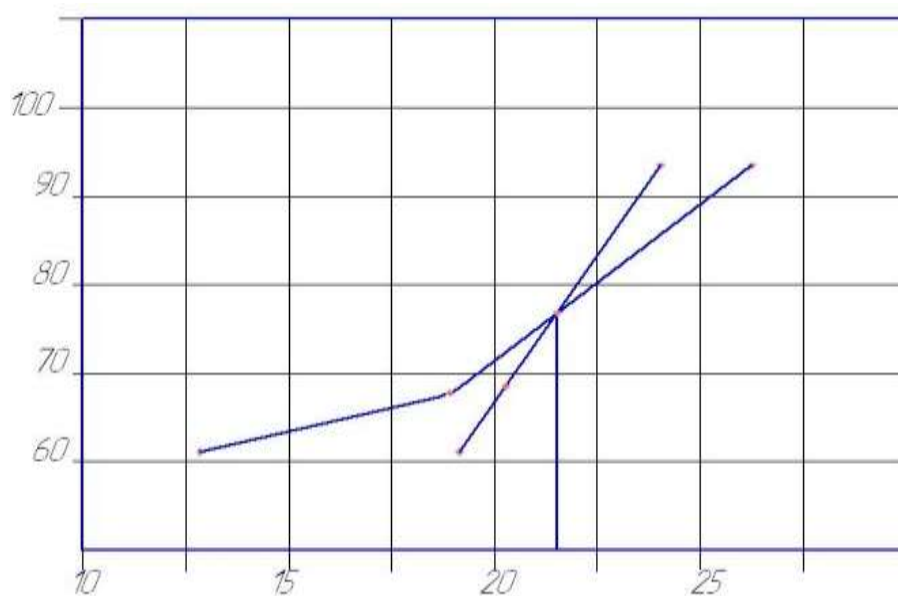


График зависимости контактного давления от длины контактной поверхности с учетом упругого сплющивания валков.

Координаты точки пересечения кривых 1 и 2: $p_{cp}=63$ кгс/мм²; $\ell=21$ мм.

Усилие прокатки определяется по формуле:

$$P = p_{cp} * F$$

где F- площадь поперечного сечения, мм²

$$P = 63 * 1100 * 21 = 1778,400 \text{ кгс} = 1455 \text{ тс}$$

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; расчеты искомых величин, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 1.11 Энергосиловые параметры при обработке металлов давлением

Практическое занятие № 10

Проверочный расчет мощности двигателя прокатного стана.

Цель: определить мощность прокатки по вращающему моменту для стана с постоянной скоростью.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры работы оборудования цехов обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Варианты заданий для расчета мощности прокатки

Вариант, №	Мощность, кВт
1	1100
2	1100
3	1100
4	1200
5	1300
6	1200
7	1300
8	1500
9	1200
10	1300
11	1250
12	1300
13	1200
14	1100
15	1100
16	1200
17	1300
18	1400
19	1200
20	1250

21	1350
22	1200
23	1100
24	1100
25	1200
26	1200
27	1300
28	1200
29	1300
30	1100
31	1200

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к практической работе.
2. Рассчитать мощность двигателя прокатного стана.
3. Оформить расчет в рабочей тетради.
4. Сдать на проверку преподавателю.

Ход работы:

Определить мощность прокатки по вращающему моменту для стана с постоянной скоростью. Прокатываемый металл – сталь ст3. Привод клетки осуществляется от индивидуального электродвигателя мощностью 2000 кВт через понижающий редуктор и шестеренную клеть.

Шейки валков опираются на текстолитовые подшипники. Диаметр бочки валков 500 мм, число оборотов валков $n=180$ об/мин. Усилие прокатки 661,3 тс.

Длина очага деформации:

$$L = \sqrt{R \cdot \Delta h}$$

$$L = \sqrt{250 \cdot 0,6} = 12,25 \text{ мм} = 0,01225 \text{ м}$$

Момент прокатки, т.к. в клетке полоса имеет прямоугольное сечение принимаем коэффициент плеча $\Psi=0,45$ и определяем по формуле:

$$M_{\text{пр}} = 2 \cdot P \cdot \Psi \cdot \sqrt{R \cdot \Delta h}$$

где, P – усилие прокатки, Н*м

$$M_{\text{пр}} = 2 \cdot 661,3 \cdot 0,45 \cdot 0,01225 = 7,3 \text{ тс} \cdot \text{м.}$$

Момент трения в подшипнике валков определяем:

$$M_{\text{тр}} = P \cdot d \cdot \mu_n$$

где, P – усилие прокатки, Н*м,

d - диаметр шейки валка, м,

μ - коэффициент трения

$$M_{\text{тр}} = 661,3 \cdot 0,003 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ тс} \cdot \text{м.}$$

Момент, необходимый для осуществления деформации в данной клетке:

$$M_{\text{деф}} = M_{\text{пр}} + M_{\text{тр}}$$

$$M_{\text{деф}} = 7,3 + 1,4 = 8,7 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

Мощность необходимая для осуществления деформации в данной клетке:

$$N_{\text{деф}} = M_{\text{деф}} \cdot n / 0,975$$

где, $M_{\text{деф}}$ - момент деформации, Н*м

n – число оборотов, об/ми

$$N_{\text{деф}} = 8,7 \cdot 180 / 0,975 = 1606 \text{ кВт}$$

Примем расход мощности на холостой ход 8% от номинальной:

$$N_{\text{х.х.}} = 0,08 \cdot N_{\text{дв}}$$

$$N_{\text{х.х.}} = 0,08 \cdot 2000 = 160 \text{ кВт}$$

Определим расчетную мощность с учетом потерь на трение в передачах и холостой ход: примем КПД шпинделей и муфты $\eta_2 = 0,97$, КПД шестерней клетки $\eta_3 = 0,93$; КПД редуктора $\eta_4 = 0,94$.

Общий КПД стана определяется как:

$$\eta = \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 = 0,97 \cdot 0,93 \cdot 0,94 = 0,84$$

Тогда расчетная мощность будет

$$N_{\text{расч}} = N_{\text{деф}} / \eta + N_{\text{х.х.}}$$

где, $N_{\text{деф}}$ - момент деформации, Н*м

η - КПД стана,

$$N_{\text{расч}} = 1606 / 0,84 + 160 = 2065 \text{ кВт}$$

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; расчеты искомых величин, выводы.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.1 Прокатное производство

Практическое занятие № 11

Характеристика прокатных станов по назначению и расположению и назначению рабочих клеток

Цель: изучить различные характеристики прокатных станов, научиться составлять схему производства проката.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- назначать технологические режимы технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать технологическое оборудование в зависимости от технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.3.1 Выбирает оборудование для осуществления технологических процессов

ПК 2.3.2 Определяет технологические режимы технологических процессов.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Ознакомиться со схемами расположения оборудования прокатных станов.
3. вычертить схемы расположения клеток в рабочую тетрадь.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение прокатных станов по расположению рабочих клеток и по назначению.
2. Сделать необходимые записи в рабочей тетради.
3. Составить схему расположения оборудования прокатных станов.
4. Схему вычертить в рабочей тетради.
5. Защитить практическую работу.

Ход работы:

1. Ознакомиться с методическим указанием к практической работе.
2. Разобрать схемы станов и рабочих клеток по наглядным пособиям.
3. Определить зависимость расположения рабочих клеток от его назначения.

Прокатным станом называют комплекс машин и агрегатов, предназначенных для пластической деформации металла в валках (собственно прокатки), дальнейшей его обработки (правки, резки и пр.) и транспортирования. Кроме того, в прокатных цехах установлены нагревательные печи и колодцы, печи для отжига и нормализации, устройства для очистки поверхности, лужения и оцинкования полосы, станки для шлифования и нарезки калибров валков и т. д. Все это, а также подъемные краны и другое оборудование не входят в понятие «прокатный

стан», однако они необходимы для обеспечения работы прокатного цеха и выпуска готовой продукции требуемого качества.

Оборудование прокатного стана делят на две группы: оборудование, входящее в линии рабочих клетей, и прочее оборудование для транспортировки и отделки металла. Прокатные станы можно классифицировать по различным признакам: назначению, числу и расположению валков, расположению рабочих клетей, режиму работы.

Блюминг — обжимной стан для переработки стальных слитков сечением более 125×125 мм.

Слябинг — обжимной универсальный стан для переработки крупных стальных слитков в слябы шириной более 700 мм и толщиной более 75 мм.

Непрерывный заготовочный стан, характеризуемый последовательным расположением клетей, предназначен для непрерывной прокатки из блюмов заготовок квадратного и прямоугольного сечений от 50×50 до 150×150 мм.

Рельсобалочный (сортовой) стан с валками диаметром 500—950 мм предназначен для производства круглого профиля диаметром 80—300 мм, двутавровых балок до № 60, швеллеров до № 40, рельсов до № 18 и других профилей.

Крупносортовый стан с валками диаметром 500—750 мм — для производства квадратных и круглых профилей размером 80—200 мм, двутавровых балок швеллеров до № 30 и др.

Среднесортный стан с валками диаметром 300—500 мм — для производства квадратных и круглых профилей 30—100 мм, швеллеров до № 12; используют также для прокатки профилей простого сечения из других металлов и сплавов.

Мелкосортный стан с валками диаметром 250—350 мм — для производства круглых профилей диаметром до 20 мм, квадратных профилей со стороной до 18 мм, полос толщиной до 25 мм и уголков до № 5.

Проволочный стан — для прокатки катанки диаметром от 5 до 10 мм.

Универсальный балочный стан — стан с одной парой горизонтальных и одной парой вертикальных валков, расположенных в одной плоскости.

Толстолистовой стан — для производства листов толщиной до 40—50 мм и шириной до 3000—4500 мм.

Листовые станы горячей прокатки для производства листов толщиной 1,5—12 мм и шириной 1000—2350 мм (масса рулона до 10 т).

Листовые станы холодной прокатки — для производства листов толщиной 0,5—2,5 мм.

Трубопрокатный стан — для выполнения всех основных технологических операций при производстве цельнокатаных (бесшовных) труб (состоит из системы машин).

Лентопрокатный стан — для холодной прокатки ленты (полос) шириной до 250 мм.

Фольгопрокатный стан — для холодной прокатки фольги толщиной до нескольких микрон (из стали и цветных металлов).

Колесопрокатный стан — для производства цельнокатаных железнодорожных колес и дисков.

Кольцепрокатный стан — для горячей прокатки колец подшипников качения и других заготовок в форме кольца.

Шаропрокатный стан — для поперечной прокатки шаров и других коротких тел вращения в винтовых калибрах.

Стан для прокатки зубчатых колес — специальный стан для горячей прокатки прямоугольных, шевронных цилиндрических и конических шестерен.

4. Разобрать на какие группы подразделяются прокатные станы по расположению рабочих клетей.

5. Переписать нужный материал в рабочую тетрадь.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схемы прокатных станов по расположению рабочих клеток. Выводы предоставить в устной форме

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.1 Прокатное производство

Лабораторное занятие № 11

Работа на виртуальном тренажере «Непрерывный стан»

Цель: с помощью трехмерной графики и анимации реализовать процесс обучения технологии прокатки стальной полосы с небольшим обжатием и последующем растяжением

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач.

ПК 2.3.3 Выполняет технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации стана прокатки рулонной стали»

Задание:

- 1 Изучить трехмерные модели участка линии горячего цинкования.
- 2 Изучить виртуальные пульта управления.
- 3 Изучить принцип работы оборудования непрерывного стана.
- 4 Провести проверку и оценку полученных знаний.

Порядок выполнения работы:

- 1 Запустить тренажер- имитатор.
- 2 Запросить сессию USB – ключом для активации.
- 3 Загрузить программу.
- 4 Ввести логин и пароль.
- 5 Начать обучение.

Ход работы:

- 1 Запустить агрегат
 - моечная машина;
 - сушило;
 - параметры СОЖ;
 - подача СОЖ;
 - ролики;
 - подача воды.

Форма представления результата:

По окончании практического занятия должно быть пройдено тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка
------------------------------	--------

	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 2.1 Прокатное производство

Лабораторное занятие № 12

Работа на тренажере-имитаторе «Технологии эксплуатации стана прокатки рулонной стали»

Цель: с помощью трехмерной графики и анимации реализовать процесс обучения технологии прокатки стальной полосы с небольшим обжатием и последующем растяжением

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач.

ПК 2.3.3 Выполняет технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации стана прокатки рулонной стали».

Задание:

- 1 Изучить трехмерные модели участка линии горячего цинкования.
- 2 Изучить виртуальные пульта управления.
- 3 Изучить принцип работы оборудования непрерывного стана.
- 4 Провести проверку и оценку полученных знаний.

Порядок выполнения работы:

- 1 Запустить тренажер- имитатор.
- 2 Запросить сессию USB – ключом для активации.
- 3 Загрузить программу.
- 4 Ввести логин и пароль.
- 5 Начать обучение.

Ход работы:

- 1 запустить агрегат
 - моечная машина;
 - сушило;
 - параметры СОЖ;
 - подача СОЖ;
 - ролики;
 - подача воды.

Форма представления результата:

По окончании практического занятия должно быть пройдено тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 2.1 Прокатное производство

Практическое занятие № 12 Составление схемы производства проката

Цель: научиться составлять схемы производства проката различного назначения

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Ознакомиться с сортаментом прокатной продукции.
3. Вычертить схемы производства проката различного сортамента.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить сортамент прокатного производства
2. Сделать необходимые записи в рабочей тетради.
3. Составить схему производства прокатной продукции различного сортамента.
4. Схему вычертить в рабочей тетради.
5. Защитить практическую работу.

Ход работы:

1. Ознакомиться с методическим указанием к практической работе.
2. Изучить сортамент продукции прокатного производства.

Сортовая сталь - один из важнейших видов проката, сортамент которого является наиболее обширным. Она находит применение в различных отраслях народного хозяйства для изготовления деталей машин, станков, строительных и железобетонных конструкциях и т.д. В зависимости от назначения сортовую сталь делят на профили простой геометрической формы, к которым относятся круглые, квадратные, овальные, шестигранные, полосовые и др., и фасонные профили общего, отраслевого и специального назначения.

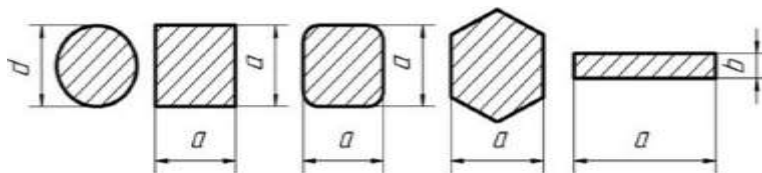
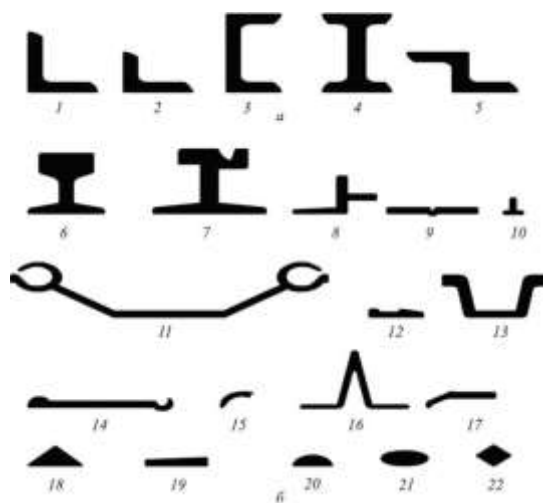


Рисунок 1 – Сортные профили общего назначения

К фасонным профилям общего назначения относят угловую равнобокую и неравнобокую стали, швеллеры, балки и зетовый профиль. Эти профили широко применяют при изготовлении стальных конструкций, различных машин, промышленных сооружений, транспортных средств и т.



1 - равнобокая угловая; 2 - неравнобокая угловая; 3 - швеллер; 4 - балка; 5 - зетовая; 6 - рельс железнодорожный; 7 - рельс трамвайный; 8 - зетобразный профиль; 9 - рессорный желобчатый; 10 - оконнорамный; 11 - шпунтовая свая; 12 - для колосниковых решеток; 13 - для шахтных креплений; 14 - для автомобильных ободов; 15 - для бортовых колец автомобилей; 16 - для тракторных шпор; 17 - для подбичников; 18 - трехгранный профиль; 19 - клиновидный; 20 - сегментный; 21 - овальный; 22 - ромбический

Рисунок 2 – Фасонные сортовые профили проката

Листовую сталь в зависимости от толщины делят на две основные группы: толщиной более 4 мм относят к толстолистовой, а менее 4 мм - к тонколистовой стали.

Толстолистовую сталь толщиной от 4 до 160 мм из различных видов сталей и сплавов поставляют в горячекатаном состоянии для различных отраслей машиностроения, судостроения, предприятий авиационной промышленности, кораблестроения, мостостроения, для железнодорожного транспорта и целого ряда других отраслей народного хозяйства. Ширина листов колеблется от 600 до 4000 мм. В некоторых случаях ширина листов может достигать 5200 мм при длине до 50 м.

Размеры холоднокатаной тонколистовой стали, регламентированные стандартом, отличаются от горячекатаных и изменяются по толщине от 0,2 до 4,0 мм. В стандарте также оговорены ширина и длина листов, а также допускаемые отклонения по толщине, ширине и длине листов.

Трубы разделяют на бесшовные и сварные.

Доля труб в общем выпуске проката увеличивается с каждым годом; особенно быстро растет производство сварных и холоднокатаных труб диаметром 650 мм с толщиной стенки 2,5... 75 мм. Горячекатаные трубы диаметром до 17 мм изготавливают на современных редуцированных многовалковых станах с натяжением, а трубы диаметром до 820 мм и выше - на станах-расширителях.

Волочением и холодной прокаткой изготавливают трубы диаметром 0,3... 200 мм с толщиной стенки 0,2... 12 мм. Основной сортament труб, который охватывает холодноотянутые и холоднокатаные трубы из углеродистой и легированной стали, используется для трубопроводов и деталей конструкций разного назначения.

Сварные трубы диаметром 5... 2500 мм с толщиной стенки 0,5... 35 мм получают из углеродистых и низколегированных сталей. Трубы водогазопроводные (газовые) диаметром 6... 168 мм из низкоуглеродистой стали изготавливают в основном печной сваркой встык, а также контактной и индукционной электрической сваркой. Эти трубы применяют для водо-, воздухо- и газопроводов, а также для систем отопления и деталей конструкций.

Трубы электросварные большого диаметра изготавливают дуговой сваркой иод слоем флюса из углеродистых и легированных сталей. Эти трубы используют для магистральных трубопроводов газа, нефти, воды и других жидкостей.

Бесшовные трубы диаметром до 216 мм и толщиной стенки до 25 мм изготавливают на продольно-винтовых станах горячей прокатки. Эти трубы используются при бурении нефтегазовых скважин, в опорных конструкциях различных сооружений и в других отраслях промышленности.

Гнутые профили, изготавливаемые из листов и ленты толщиной от 0,2 до 20 мм, широко променяют в разных отраслях промышленности и для бытовых целей (например, для элементов строительных конструкций и машин, для оконных переплетов, дверей, витрин и др.). По сравнению с горячекатаными профилями гнутые профили обеспечивают большую точность, имея меньшую толщину, могут иметь закрытую форму, не выполняемую при прокатке

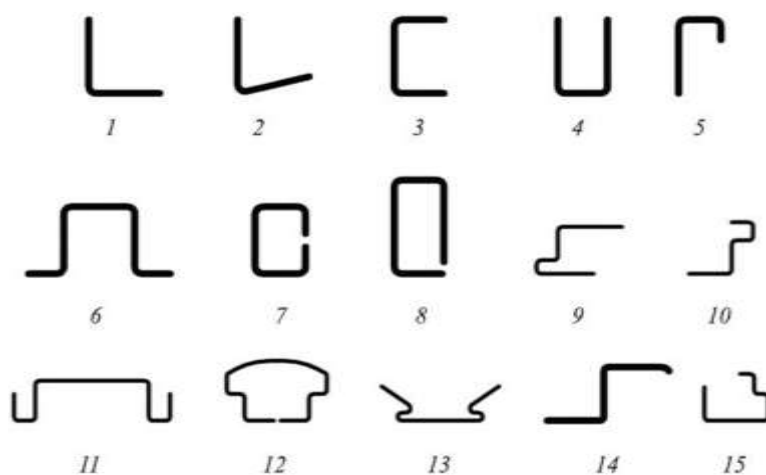


Рисунок 3 – Гнутые профили проката

5. Переписать нужный материал в рабочую тетрадь.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схемы производства прокатной продукции различного сортамента . Выводы предоставить в устной форме

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 2.5 Производство гнутых профилей

Лабораторное занятие №13

Расчет калибровки валков для производства гофрированных профилей

Цель работы: освоить методику расчета калибровки валков для производства гофрированных профилей.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- 1 Изучить методику расчета калибровки валков для производства гофрированных профилей.
- 2 Выполнить конспект в рабочей тетради.

Порядок выполнения работы:

- 1 Ознакомиться с методикой расчета калибровки для производства гофрированных профилей..
- 2 Оформить практическую работу.

Ход работы:

- 1 Записать в рабочую тетрадь виды калибровки валков профилегибочных станов.
- 2 Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета калибровки валков гофрированных профилей.

По сортаменту готовой продукции профилегибочные агрегаты можно классифицировать по двум группам — общего назначения и специальные. Агрегаты общего назначения являются универсальными и предназначены для производства гнутых профилей широкого сортамента. Как правило, такие профилегибочные агрегаты устанавливаются на предприятиях черной металлургии.

На агрегатах специального назначения изготавливаются профили одного типа, часто являющиеся готовыми деталями конструкций, машин, и сооружений. Такие агрегаты устанавливаются в основном на машиностроительных и других неметаллургических предприятиях и служат для удовлетворения их потребности в гнутых профилях. Подобным образом организовано производство гнутых профилей на всех автомобильных заводах, на ряде предприятий транспортного машиностроения, энергетического и промышленного строительства. Агрегаты специального назначения имеют в своем составе машины и механизмы для перфорации, продольной сварки кромок профилей замкнутого контура, продольной гибки, резки, штамповки,

покраски и т. п. Специализированные профилегибочные агрегаты для изготовления перфорированных, сварных замкнутых профилей, профилей с периодическими гофрами в ряде случаев целесообразно эксплуатировать и в условиях металлургического предприятия. Благодаря узкой специализации, большим размерам партий профилей, небольшим затратам времени на перестройку и переналадку агрегаты специального назначения имеют достаточно высокую производительность.

Непрерывный процесс профилирования является наиболее прогрессивным и совершенным с точки зрения обеспечения высокого качества готовых профилей. Его особенность состоит в том, что поступающие для профилирования рулоны исходной заготовки соединяются своими концами стыковой сваркой в начале технологической линии. Тем самым обеспечиваются бесконечность заготовки и непрерывность всего процесса. Непрерывность процесса определяет следующие его преимущества: высокую производительность; стабильность скоростного режима профилирования и настройки валков; возможность применения для формовки профилей увеличенных углов подгибки, что сокращает количество технологических переходов профилирования и число формирующих клеток; повышенную точность готовых профилей; возможность достижения максимальных скоростей профилирования; меньший, чем при поштучном профилировании, износ рабочих калибров; оптимальные условия для перфорации, продольной сварки, нанесения защитных покрытий и других дополнительных операций по приданию готовым профилям специальных служебных свойств.

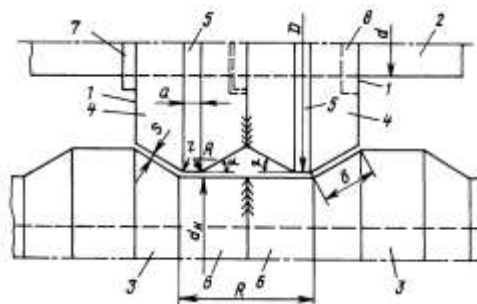


Схема калибровки гнутых профилей

3 Вычертить схемы калибровок валков в рабочей тетради.

4.Подготовить защиту практической работы.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схемы калибровки валков. Отчет предоставить в устной форме.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 2.5 Производство гнутых профилей

Лабораторное занятие №14 Расчет формирования швеллера при гибке

Цель: освоить алгоритм расчета формирования швеллера при гибке.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- 1 Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
- 2 Изучить методику расчета формирования швеллера при гибке.
- 3 Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

Порядок выполнения работы:

- 1 Ознакомиться с методикой расчета калибровки для производства гофрированных профилей..
- 2.Выполнить расчет.
- 3 Оформить расчет в рабочей тетради.
- 4 Защитить практическую работу.

Ход работы:

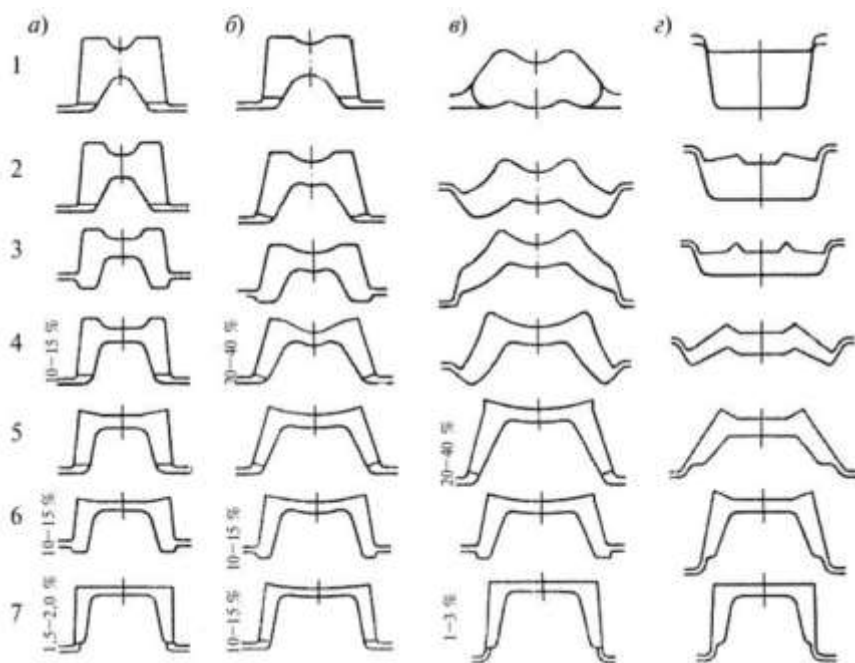
- 1 Записать в рабочую тетрадь алгоритм формирования швеллера из полосового металла.

По ГОСТ 8240—89 выпускаются швеллеры высотой $Я = 50—600$ мм (№ 5— 60), шириной полки $В$ от 32 до 190 мм, толщиной полки t от 7,0 до 17,8 мм и толщиной стенки d от 4,5 до 12 мм. Обыкновенные швеллеры серии У и специальные серии С (отличающиеся от первых большими толщинами полки и стенки) выпускаются с уклонами по внутренним граням полки (рис. 14.32). Швеллеры серии П (параллельные), Э (экономичные) и Л (легкие) имеют параллельные грани полок. Швеллеры серии Э в отличие от серии П имеют более тонкую стенку 5 (от 4,4 до 8,0 мм), швеллеры легкой серии Л — более тонкую стенку и полки и укороченные размеры полки. Для товарной продукции обозначают тип и размеры швеллера, например № 20У, 14Л или 14С. Допуски на размеры элементов швеллера: по высоте $Я$: при $Я < 80$ мм $\pm 1,5$ мм; при $81 < Я < 200$ мм $\pm 2,0$ мм; по ширине $В$: при $В < 40$ мм $\pm 1,5$ мм; при $41 < В < 90$ мм $\pm 2,0$ мм; по толщине полки z . при $Г < 10$ мм $\pm 0,5$ мм; при $z > 11$ мм $\pm 1,0$ мм; по толщине стенки 5 : при $5 < 5,1$ мм $\pm 0,5$ мм; при $> 6,0$ мм $\pm 0,7$ мм.

ГОСТом оговариваются перекося полков на длине 1 м, прогиб стенки (до 0,5—1,5 мм), общая кривизна и т. д. Длина выпускаемого проката — в пределах 2—12 м. Швеллеры изготовляют в основном из углеродистой стали обыкновенного качества и низколегированных сталей.

Швеллер производится на тех же станах, что и двутавровая балка, т. е. на последовательных, линейных и универсальных специализированных. Существует несколько способов прокатки швеллера на линейных и последовательных станах. В балочном способе используется общность конфигурации балки и швеллера. Можно построить универсальную калибровку, в которой три-четыре черновые клетки являются общими для прокатки балок и швеллеров (и других профилей), при этом сокращается парк валков, снижается число перевалок и время на настройку стана.

Швеллерные калибры, в отличие от балочных, имеют разъемы только с одной стороны, поэтому закрытый фланец по ходу прокатки должен постепенно сокращаться. Наличие его, с одной стороны, требует дополнительного расхода энергии, связано с большой неравномерностью деформации по сечению и кажется бесполезным. С другой стороны, ложный (закрытый) фланец необходим, чтобы сохранить температуру металла более равномерной по сечению профиля. Особенно это важно для правильного выполнения угла швеллера в месте сочленения полки и стенки.



Способы прокатки швеллера

Для контроля ширины полков применяют контрольные калибры. Предпоследний калибр обязательно должен быть контрольным. По конструкции калибра видно, что путем изменения зазора между валками можно регулировать ширину полков. Контрольных калибров по ходу прокатки может быть два.

Балочный метод прокатки — самый старый и даже на старых линейных станах применяется редко. Основной недостаток связан с тем, что деформация полков осуществляется боковым обжатием и протекает неинтенсивно, поэтому требуется большое количество калибров. Чтобы увеличить обжатие полков, применяют прокатку с увеличенным выпуском. При этом стенка готового профиля (чистового калибра) может быть как изогнутой, так и прямой. В первом случае стенка и полки стыкуются под прямым углом, и на правильной машине после прокатки

выправляется стенка профиля. На отечественных заводах такая калибровка наиболее распространена. Во втором случае правке подвергаются полки.

Еще интенсивнее деформируются полки по калибровке с развернутыми полками. При такой прокатке также сокращается расход энергии на формообразование, снижается неравномерность деформации и износ валков, обеспечивается более равномерная температура по сечению профиля. Однако, несмотря на очевидные преимущества данной калибровки, она не получила широкого распространения. Полоса в таких калибрах менее устойчива, условия захвата в калибрах затруднены, переход от развернутых к прямополочным калибрам требует сложной арматуры. Развернутые калибры занимают большое место на валках, поэтому не всегда размещаются на валках. При резком переходе от развернутых к прямополочным калибрам могут появиться морщины на полках профиля.

По калибровке профиля, в которой несколько первых закрытых калибров выполнены по полосовому принципу, обеспечивается самая высокая степень обжатия, хорошая равномерность деформации по сечению, невысокий врез ручьев в валки, малый износ калибров. При прокатке мелких швеллеров полосовые калибры применяют практически до предчистового контрольного калибра и разгибание производят только в чистовом калибре. С увеличением размеров профиля требуется несколько калибров с прямыми полками, в которых происходит более плавное разгибание полок. Однако на крупных швеллерах разгибание полок даже в нескольких калибрах протекает трудно. Требуется сложная и точно настраиваемая арматура, не исключены риски на полках от буртов валков, размеры профиля неустойчивы.

2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета калибровки швеллера в результате его гибки в валках профилегибочных агрегатов.

3. Вычертить схему калибровки швеллера при гибке.

4. Подготовить защиту практической работы.

Исходные данные: гнутый из листа толщиной S равнополочный швеллер с внутренними радиусами изгиба R , с высотой H и с шириной полок B . Высота швеллера H в миллиметрах **200**. Ширина полок швеллера B в миллиметрах **80**. Толщина стенки и полок S в миллиметрах **4**. Внутренний радиус сгибов R в миллиметрах **6**

Длину развертки сечения швеллера L в миллиметрах считаем

$$L=2*(B-R-S)+H-2*(R+S)+3.14*(S/\ln(1+S/R))$$

Расстояние до линии сгиба от края заготовки a в миллиметрах считаем

$$a=B-R-S+3.14/4*(S/\ln(1+S/R))$$

Расстояние для установки упора №1 от оси матрицы $U1$ в миллиметрах рассчитываем

$$U1=L-a$$

Расстояние для установки упора №2 от оси матрицы $U2$ в миллиметрах рассчитываем

$$U2=H-S-R+3.14/4*(S/\ln(1+S/R))$$

Расстояние от края свободной полки швеллера до оси матрицы c в миллиметрах

$$c=(H-B-S)*(2-0.5)/2$$

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схемы калибровки валков швеллера. Отчет предоставить в устной форме.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 2.5 Производство гнутых профилей

Лабораторное занятие №15 Виртуальный учебный комплекс «Листогибочный стан»

Цель: исследование процессов настройки и наладки гидравлического оборудования листогибочного прессы.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач.

ПК 2.3.3 Выполняет технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Тренажер "Листогибочный стан"

Задание:

- 1 Изучить 3Д модель – симулятор гидравлического листогибочного прессы.
- 2 Изучить панель управления гидравлическим прессом.
- 3 Изучить аварийную сигнализацию.

Порядок выполнения работы:

- 1 Запустить тренажер- имитатор.
- 2 Запросить сессию USB – ключом для активации.
- 3 Загрузить программу.
- 4 Ввести логин и пароль.
- 5 Начать обучение.

Ход работы:

- 1 Укажите где находится:
 - «часть верхней балки»;
 - «держатель»;
 - «часть фильтра»;
 - «лазерная система безопасности»;
 - «наземные плиты»;
 - «пульт ЧПУ»;
 - «опорные кронштейны»;
 - «кнопка аварийной остановки».

Форма представления результата:

По окончании практического занятия должно быть пройдено тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 2.7 Организация контроля в прокатных цехах

Практическое занятие № 13

Техническая документация

Цель: обобщить, систематизировать и углубить полученные теоретические знания по теме: Организация контроля в прокатных цехах.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить мероприятия по предупреждению, обнаружению и устранению дефектов выпускаемой продукции.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.4.3 Предупреждает появление, обнаруживает и устраняет возможные дефекты выпускаемой продукции

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- 1 Ознакомиться с методическим указанием к данной практической работе.
- 2 Изучить виды документации в прокатных цехах.
- 3 Записи сделать в рабочую тетрадь.

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить техническую документацию
- 2 Сделать необходимые записи в рабочей тетради.
- 3 Сделать необходимые записи в рабочей тетради.
- 4 Защитить практическую работу.

Ход работы:

- 1 Ознакомиться с методическим указанием к практической работе.
- 2 Разобрать виды технической документации по наглядным пособиям.

Техническая документация - это документация, которая используется при проектировании, изготовлении и эксплуатации каких-либо технических объектов: зданий, сооружений, промышленных товаров, программного и аппаратного обеспечения.

Техническую документацию разделяют на несколько видов:

- конструкторская документация
- эксплуатационная документация
- ремонтная документация
- технологическая документация
- документы, определяющие технологический цикл изделия
- документы, дающие информацию, необходимую для организации производства и ремонта изделия

Технической документацией также может называться технические условия, технический паспорт, техническое руководство или техническая литература.

Кроме того существуют более узко применимые документы, устанавливающие специфические требования. К таким можно отнести паспорта безопасности, расчет калорийности и некоторые другие.

Техническая документация наглядно демонстрирует и позволяет проследить правильность хода процесса, своевременно выявить отклонения или сбои и предупредить выпуск некачественной продукции или выполнение услуг. Также техническая документация необходима при оформлении договоров, сертификатов соответствия и при прохождении инспекционных проверок в компании надзорными органами.

В производстве продукции существуют следующие виды технической документации – спецификация, паспорт качества, технические условия (ТУ), которые необходимо зарегистрировать в надзорных органах

Опытные эксперты Российского Сертификационного Центра осуществляют разработку технической документации строго в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: Технических регламентов Таможенного Союза, ГОСТ 2 "Единая система конструкторской документации", Стандартов международной организации по стандартизации (ISO), Внутренних стандартов клиента

Нормативно-техническая документация – совокупность материалов и документов, обеспечивающих качество производимой продукции, а также ее соответствие всем утвержденным требованиям безопасности, условиям эксплуатации, хранения и транспортировки. Одним словом нормативно-техническая документация – это своего рода стандарт предприятия, в соответствии с которым осуществляется весь производственный процесс. В наше время разработка нормативно-технической документации на производство позволяет предприятиям оптимизировать осуществляемые работы и привести их в соответствии со всеми требованиями законодательства Российской Федерации. Нормативно-техническая документация – это полный комплект документов, позволяющий без лишних финансовых потерь и затрат дополнительных ресурсов, производить качественную и безопасную продукцию, соответствующую всем нормативам и государственным стандартам.

Технические условия – документ, разрабатываемый предприятием для производства какого-либо вида продукции в том случае, если для данной продукции законодательством Российской Федерации еще не установлены обязательные требования по изготовлению, или требуется дополнить соответствующий ГОСТ, применяемый к данной категории товаров. Технические условия являются неотъемлемой частью конструкторской документации.

Технологической инструкцией называется вид нормативно-технической производственной документации, разрабатываемой предприятием для производства какой-либо продукции. Содержит в себе информацию о технологических процессах производства и о выпуске товаров непосредственно на потребительский рынок страны. Разработка данного документа осуществляется для одного конкретного вида изделий или группы идентичных изделий в соответствии с требованиями ГОСТ № 34, определяющего основные этапы по разработке и конечному результату изготовленной продукции.

3 Переписать нужный материал в рабочую тетрадь.

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы. Выводы предоставить в устной форме

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 2.8 Производство горячекатаных листов на одно-двухк, трех - четырехклетевых толстолистовых станах

Лабораторное занятие №16 Расчёт режима обжатий на одноклетевых станах горячей прокатки

Цель: освоить методику расчета режимов обжатий на толстолистовых станах (одно-двухклетевых)

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. 12*1500*6000мм | 18. 24*1650*6000мм |
| 2. 13*1500*6100мм | 19. 23*1740*8000мм |
| 3. 14*1560*6500мм | 20. 12*1890*7000мм |
| 4. 15*1580*7000мм | 21. 14*1730*6500мм |
| 5. 16*1600*7100мм | 22. 18*1800*7000мм |
| 6. 17*1650*7500мм | 23. 17*1600*6000мм |
| 7. 18*1700*8000мм | 24. 18*1750*6000мм |
| 8. 19*1720*7200мм | 25. 22*1830* 8000мм |
| 9. 20*1750*6000мм | 26. 19*1760*7600мм |
| 10. 25*1800*8000мм | 27. 21*1810*8000мм |
| 11. 26*1830*7800мм | 28. 20*1830*7000мм |
| 12. 15*1750*6500мм | 29. 21*1740*6500мм |
| 13. 16*1700*8000мм | 30. 12*1830*8000мм |
| 14. 17*1800*6000мм | |
| 15. 19*1890*8000мм | |
| 16. 23*1750*7100мм | |
| 17. 25*1650*6000мм | |
| 18. | |

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Определить вес заготовки;
- 3 Определяем длину раската;
- 4 Определяем абсолютные обжатия по проходам;

- 5 Находим число проходов необходимое для прокатки полосы данного размера;
- 6 Распределяем обжатия по клетям;
- 7 Находим относительные деформации и вытяжку по проходам.
- 8 Проводим проверочный расчёт.
- 9 Выполнить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

Расчёт режима обжатий производится по методу распределения коэффициентов деформации по клетям для листа $h=15$ мм, $b=1500$ мм, $l=8000$ мм.

Определим вес готового листа:

Определяется вес готового листа:

$$G_{\text{л}} = h \cdot b \cdot l \cdot \gamma ;$$

где h - толщина листа;

b - ширина листа;

l - длина листа;

γ - удельный вес.

$$G_{\text{л}} = 0,015 \cdot 1,5 \cdot 8 \cdot 7,85;$$

$$G_{\text{л}} = 1,51 \text{ т.}$$

Определяется вес заготовки:

$$G_3 = G_{\text{л}} \cdot k_{\text{ф}} \cdot k;$$

где $k_{\text{ф}} = 1,12 \div 1,45$;

k - кратность листов.

$$G_3 = 1,51 \cdot 1,2 \cdot 1;$$

$$G_3 = 1,81 \text{ т.}$$

Выбирается ширина и высота заготовки по практическим данным:

$$h_0 = 180 \text{ мм};$$

$$b_0 = 780 \text{ мм.}$$

Длина заготовки:

$$l_0 = \frac{G_3}{F \cdot \gamma};$$

где F - площадь поперечного сечения заготовки.

$$l_0 = \frac{1,81}{0,18 \cdot 0,78 \cdot 7,85};$$

$$l_0 = 1,6 \text{ м.}$$

Ширина готового раската:

$$b_p = b_{\text{л}} + 2\Delta b_{\text{обр}};$$

где $2\Delta b_{\text{обр}}$ - ширина обреза на 2 стороны листа

$$2\Delta b_{\text{обр}} = 20 \div 75 \text{ мм};$$

$$b_p = 1500 + 2 \cdot 30;$$

$$b_p = 1560 \text{ мм.}$$

Коэффициент вытяжки при разбивке ширины:

$$\lambda_{\text{в}} = \frac{b_p}{b_0};$$

$$\lambda_B = \frac{1560}{780};$$

$$\lambda_B = 2.$$

Высота раската при разбивке ширины:

$$h_p = \frac{h_0}{\lambda_{\epsilon}};$$

$$h_p = \frac{180}{2};$$

$$h_p = 90 \text{ мм}.$$

Суммарное абсолютное обжатие при разбивке ширины:

$$\Delta h_{\Sigma} = h_0 - h_p;$$

$$\Delta h_{\Sigma} = 180 - 90;$$

$$\Delta h_{\Sigma} = 90 \text{ мм}.$$

Абсолютное обжатие в первом пропуске принимается $\Delta h_1 = 43$ мм; во втором $\Delta h_2 = 47$ мм.

$$\lambda_{\text{одш}} = \frac{h_p}{h_{\lambda}};$$

$$\lambda_{\text{одш}} = \frac{90}{15};$$

$$\lambda_{\text{одш}} = 5,6.$$

$$n = \frac{\lg \lambda_{\text{одш}}}{\lg \lambda_{\text{ср}}};$$

$$\lambda_{\text{ср}} = 1,1 \div 1,3;$$

$$n = \frac{\lg 5,6}{\lg 1,3};$$

$$n = 15$$

Принимаем $n = 16$.

Суммарное обжатие при прокатке раската вдоль:

$$\Delta h_{\Sigma} = h_p - h_{\lambda};$$

$$\Delta h_{\Sigma} = 90 - 16;$$

$$\Delta h_{\Sigma} = 74 \text{ мм}.$$

Среднее обжатие за проход:

$$\Delta h_{\text{ср}} = \frac{\Delta h_{\Sigma}}{n};$$

$$\Delta h_{\text{ср}} = \frac{74}{16};$$

$$\Delta h_{\text{ср}} = 4,6 \text{ мм}.$$

В последнем проходе сглаживание и улучшение качеств, относительное обжатие не должно превышать $3 \div 10\%$.

$$\Delta h = 0,03 \div 0,1;$$

$$\Delta h_{16} = 16 \cdot 0,05;$$

$$\Delta h_{16} = 0,8 \text{ мм}.$$

$$\Delta h_{\Sigma \text{сд}} = \Delta h_3 + \Delta h_4 + \dots + \Delta h_{14};$$

Высота раскатов по пропускам:

$$\begin{aligned} h_n &= h_{n-1} - \Delta h_n; \\ h_1 &= 180,0 - 43,0; \\ h_1 &= 137,0 \text{ мм}; \\ h_2 &= 137,0 - 47,0; \\ h_2 &= 90,0 \text{ мм}; \\ h_3 &= 90,0 - 10,0; \\ h_3 &= 80,0 \text{ мм}; \\ h_4 &= 80,0 - 9,5; \\ h_4 &= 70,5 \text{ мм}; \\ h_5 &= 70,5 - 8,0; \\ h_5 &= 62,5 \text{ мм}; \\ h_6 &= 62,5 - 7,5; \\ h_6 &= 55,0 \text{ мм}; \\ h_7 &= 55,0 - 6,2; \\ h_7 &= 48,8 \text{ мм}; \\ h_8 &= 48,8 - 6,3; \\ h_8 &= 42,5 \text{ мм}; \\ h_9 &= 42,5 - 5,5; \\ h_9 &= 37,0 \text{ мм}; \\ h_{10} &= 37,0 - 5,0; \\ h_{10} &= 32,0 \text{ мм}; \\ h_{11} &= 32,0 - 4,5; \\ h_{11} &= 27,5 \text{ мм}; \\ h_{12} &= 27,5 - 4,0; \\ h_{12} &= 23,5 \text{ мм}; \\ h_{13} &= 23,5 - 2,5; \\ h_{13} &= 21,0 \text{ мм}; \\ h_{14} &= 21,0 - 2,2; \\ h_{14} &= 18,8 \text{ мм}; \\ h_{15} &= 18,8 - 2,0; \\ h_{15} &= 16,8 \text{ мм}; \\ h_{16} &= 16,8 - 0,8; \\ h_{16} &= 16,0 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Относительное обжатие:

$$\begin{aligned} \xi_h &= \frac{\Delta h_n}{h_{n-1}} \cdot 100 \%; \\ \xi_1 &= \frac{43,0}{180,0} \cdot 100 \%; \\ \xi_1 &= 23,9\%; \\ \xi_2 &= \frac{47,0}{137,0} \cdot 100 \%; \\ \xi_2 &= 34,3\%; \\ \xi_3 &= \frac{10,0}{90,0} \cdot 100 \%; \\ \xi_3 &= 11,1\%; \end{aligned}$$

$$\xi_4 = \frac{9,5}{80,0} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_4 = 11,9\%;$$

$$\xi_5 = \frac{7,5}{80,0} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_5 = 11,3\%;$$

$$\xi_6 = \frac{7,5}{62,5} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_6 = 12,0\%$$

$$\xi_7 = \frac{6,2}{55,0} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_7 = 11,3\%;$$

$$\xi_8 = \frac{6,3}{48,5} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_8 = 12,9\%;$$

$$\xi_9 = \frac{5,5}{42,5} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_9 = 13,0\%;$$

$$\xi_{10} = \frac{5,0}{37,0} \cdot 100\%;$$

$$\xi_{10} = 13,5\%;$$

$$\xi_{11} = \frac{4,5}{32,0} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_{11} = 14,1\%;$$

$$\xi_{12} = \frac{4,0}{27,5} \cdot 100\%;$$

$$\xi_{12} = 14,5\%;$$

$$\xi_{13} = \frac{2,5}{23,5} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_{13} = 10,6\%;$$

$$\xi_{14} = \frac{2,2}{21,0} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_{14} = 10,5\%;$$

$$\xi_{15} = \frac{2,0}{18,8} \cdot 100\%;$$

$$\xi_{15} = 10,6\%;$$

$$\xi_{16} = \frac{0,8}{16,8} \cdot 100 \%;$$

$$\xi_{16} = 4,8\%;$$

Коэффициент вытяжки:

$$\lambda_n = \frac{h_{n-1}}{h_n};$$

$$\lambda_1 = \frac{180,0}{137,0};$$

$$\lambda_1 = 1,31;$$

$$\lambda_2 = \frac{137,0}{90,0};$$

$$\lambda_2 = 1,52;$$

$$\lambda_3 = \frac{90,0}{80,0};$$

$$\lambda_3 = 1,13;$$

$$\lambda_4 = \frac{80,0}{70,5};$$

$$\lambda_4 = 1,13;$$

$$\lambda_5 = \frac{70,5}{62,5};$$

$$\lambda_5 = 1,13;$$

$$\lambda_6 = \frac{62,5}{55,0};$$

$$\lambda_6 = 1,14;$$

$$\lambda_7 = \frac{55,0}{48,8};$$

$$\lambda_7 = 1,13;$$

$$\lambda_8 = \frac{48,8}{42,5};$$

$$\lambda_8 = 1,15;$$

$$\lambda_9 = \frac{42,5}{37,0};$$

$$\lambda_9 = 1,15;$$

$$\lambda_{10} = \frac{37,0}{32,0};$$

$$\lambda_{10} = 1,16;$$

$$\lambda_{11} = \frac{32,0}{27,5};$$

$$\lambda_{11} = 1,16;$$

$$\lambda_{12} = \frac{27,5}{23,5};$$

$$\lambda_{12} = 1,17;$$

$$\lambda_{13} = \frac{23,5}{21,0};$$

$$\lambda_{13} = 1,12;$$

$$\lambda_{14} = \frac{21,0}{18,8};$$

$$\lambda_{14} = 1,12;$$

$$\lambda_{15} = \frac{18,8}{16,8};$$

$$\lambda_{15} = 1,14;$$

$$\lambda_{16} = \frac{16,8}{16,0};$$

$$\lambda_{16} = 1,05.$$

Длина раскатов по пропускам:

1. Прокатка по ширине

$$\ell_1 = b_0 \cdot \lambda_1$$

$$\ell_1 = 780 \cdot 1,31;$$

$$\ell_1 = 1021,8 \text{ мм};$$

$$\ell_n = \ell_{n-1} \cdot \lambda_n;$$

$$\ell_2 = \ell_1 \cdot \lambda_2;$$

$$\ell_2 = 1021,8 \cdot 1,52;$$

$$\ell_2 = 1553,1 \text{ мм};$$

2. Прокатка вдоль

$$\ell_3 = 1553,1 \cdot 1,13;$$

$$\ell_3 = 1755 \text{ мм};$$

$$\ell_4 = \ell_3 \cdot \lambda_4;$$

$$\ell_4 = 1755 \cdot 1,13;$$

$$\ell_4 = 1983,2 \text{ мм};$$

$$\ell_5 = \ell_4 \cdot \lambda_5;$$

$$\ell_5 = 1983,2 \cdot 1,13;$$

$$\ell_5 = 2241 \text{ мм};$$

$$\ell_6 = \ell_5 \cdot \lambda_6;$$

$$\ell_6 = 12241 \cdot 1,14;$$

$$\ell_6 = 2554,7 \text{ мм};$$

$$\ell_7 = \ell_6 \cdot \lambda_7;$$

$$\ell_7 = 2554,7 \cdot 1,13;$$

$$\ell_7 = 2886,8 \text{ мм};$$

$$\ell_8 = \ell_7 \cdot \lambda_8;$$

$$\ell_8 = 2886,8 \cdot 1,15;$$

$$\ell_8 = 3319,8 \text{ мм};$$

$$\ell_9 = \ell_8 \cdot \lambda_9;$$

$$\ell_9 = 3319,8 \cdot 1,15;$$

$$\ell_9 = 3817,8 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
\ell_{10} &= \ell_9 \cdot \lambda_{10}; \\
\ell_{10} &= 3817,8 \cdot 1,16; \\
\ell_{10} &= 4428,6 \text{ мм}; \\
\ell_{11} &= \ell_{10} \cdot \lambda_{11}; \\
\ell_{11} &= 4428,6 \cdot 1,16; \\
\ell_{11} &= 5137,2 \text{ мм}; \\
\ell_{12} &= \ell_{11} \cdot \lambda_{12}; \\
\ell_{12} &= 5137,2 \cdot 1,17; \\
\ell_{12} &= 6010,5 \text{ мм}; \\
\ell_{13} &= \ell_{12} \cdot \lambda_{13}; \\
\ell_{13} &= 6010,5 \cdot 1,12; \\
\ell_{13} &= 6731,8 \text{ мм}; \\
\ell_{14} &= \ell_{13} \cdot \lambda_{14}; \\
\ell_{14} &= 6731,8 \cdot 1,12; \\
\ell_{14} &= 7539,6 \text{ мм}; \\
\ell_{15} &= \ell_{14} \cdot \lambda_{15}; \\
\ell_{15} &= 7539,6 \cdot 1,14; \\
\ell_{15} &= 8595,1 \text{ мм}; \\
\ell_{16} &= \ell_{15} \cdot \lambda_{16}; \\
\ell_{16} &= 8595,1 \cdot 1,05; \\
\ell_{16} &= 9024,9 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Распределяем числа пропусков по клетям. В черновой клетке принимается 70÷85% суммарного абсолютного обжатия и в чистовой клетке 15÷30%.

$$\begin{aligned}
\Delta h_{\Sigma} &= h_0 - h_1; \\
\Delta h_{\Sigma} &= 180 - 16; \\
\Delta h_{\Sigma} &= 164 \text{ мм}; \\
\Delta h_{\Sigma_{\text{oyo}}} &= 164 \cdot 0,8; \\
\Delta h_{\Sigma_{\text{oyo}}} &= 131,2 \text{ мм}; \\
\Delta h_{\Sigma_{\text{mpuo}}} &= 164 \cdot 0,2; \\
\Delta h_{\Sigma_{\text{mpuo}}} &= 32,8 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Следовательно, принимается в чистовой клетке 9 пропусков, а в черновой - 7 пропусков.

$$\begin{aligned}
&\Delta h_{16} + \Delta h_{15} + \Delta h_{14} + \Delta h_{13} + \Delta h_{12} + \Delta h_{11} + \Delta h_{10} + \Delta h_9 + \Delta h_8 = \\
&= 0,8 + 2 + 2,2 + 2,5 + 4 + 4,5 + 5 + 5,5 + 6,3 = 32,8
\end{aligned}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет режима обжатий. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Тема 2.8 Производство горячекатаных листов на одно-двухк, трех - четырехклетевых толстолистовых станах

Лабораторное занятие № 17

Расчёт часовой производительности одноклетевых станов горячей прокатки

Цель: освоить методику определения часовой производительности толстолистого стана и построения графика прокатки.

Выполнив работу Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. 12*1500*6000мм | 18. 24*1650*6000мм |
| 2. 13*1500*6100мм | 19. 23*1740*8000мм |
| 3. 14*1560*6500мм | 20. 12*1890*7000мм |
| 4. 15*1580*7000мм | 21. 14*1730*6500мм |
| 5. 16*1600*7100мм | 22. 18*1800*7000мм |
| 6. 17*1650*7500мм | 23. 17*1600*6000мм |
| 7. 18*1700*8000мм | 24. 18*1750*6000мм |
| 8. 19*1720*7200мм | 25. 22*1830* 8000мм |
| 9. 20*1750*6000мм | 26. 19*1760*7600мм |
| 10. 25*1800*8000мм | 27. 21*1810*8000мм |
| 11. 26*1830*7800мм | 28. 20*1830*7000мм |
| 12. 15*1750*6500мм | 29. 21*1740*6500мм |
| 13. 16*1700*8000мм | 30. 12*1830*8000мм |
| 14. 17*1800*6000мм | |
| 15. 19*1890*8000мм | |
| 16. 23*1750*7100мм | |
| 17. 25*1650*6000мм | |

Порядок выполнения работы:

1 Определяем суммарную продолжительность времени пауз в черновой и чистовой клетки.

- 2 Рассчитываем машинное время прокатки в черновой и чистовой клети.
- 3 Определяем ритм прокатки чистовой клети.
- 4 Рассчитываем часовую производительность стана.

Ход работы:

На одноклетьевом прокатывается лист 15x1500x8000 мм из сляба 180x780 мм, весом $G=1,81$ т. Стан состоит из двух последовательно установленных рабочих клеток, черновой «Дуо», реверсивной с диаметром прокатных валков $D_1=850$ мм, длиной бочки $L_1=2350$ мм, и чистовой «Трио» Лаута с диаметром прокатных валков $D_2=850$ мм, длиной бочки $L_2=2350$ мм. На стане прокатывается толстолистовая сталь 20пс, размером 16x1500 мм, из сляба массой 1,81т, число проходов сляба в прокатных валках черновой клети $p_1=7$, чистовой $p_2=9$. Суммарное машинное время прокатки сляба в черновой и чистой клетях составляет соответственно $\sum \tau'_m = 35$ с; $\sum \tau''_m = 34,1$ с;

$$\sum \tau'_m = \frac{\sum \ell_1}{V_1};$$

$$\sum \tau''_m = \frac{\sum \ell_2}{V_2}.$$

По хронометражным наблюдениям продолжительность пауз, с., равна: между проходами $\tau_1 = 3$, при кантовке сляба $\tau'_1 = 10$, между концом прокатки одного сляба и началом прокатки следующего $\tau_2 = 9$, при подъеме стола чистовой клети $\tau_3 = 1,5$. Коэффициент выхода годного проката $\alpha = 0,84$.

График работы стана прерывный. Продолжительность: планово-предупредительных ремонтов оборудования $N_1 = 15$ суток/год, капитального ремонта оборудования $N_2 = 3$ суток/год, текущих плановых простоев $N_3 = 12,5\%$ от номинального времени работы, остановок в праздничные дни $N_n = 8$ суток/год, остановок в выходные дни $N_e = 52$ суток/год. Коэффициент использования фактического времени работы стана $k=0,85$.

Суммарная продолжительность пауз при прокатке сляба: в черновой клети

$$\begin{aligned}\tau'_2 &= (\sigma_1 - 1)\tau_1 + \tau'_1 + \tau_2; \\ \tau'_2 &= (7 - 1) \cdot 3 + 10 + 9; \\ \tau'_2 &= 37 \text{ с};\end{aligned}$$

в чистовой клети

$$\begin{aligned}\tau''_2 &= (\sigma_2 - 1)(\tau_1 + \tau_3) + \tau'_1; \\ \tau''_2 &= (9 - 1) \cdot (3 + 1,5) + 10; \\ \tau''_2 &= 46 \text{ с};\end{aligned}$$

Ритм прокатки в черновой клети:

$$\tau_p = \sum \tau_m + \sum \tau_n;$$

где $\sum \tau_m$ - суммарное машинное время прокатки исходного металла в готовый профиль, с.

$\sum \tau_n$ - суммарная продолжительность пауз между проходами при прокатке, с.

$$\begin{aligned}\tau'_p &= 35 + 37; \\ \tau'_p &= 72 \text{ с}.\end{aligned}$$

в чистовой клети

$$\tau_p'' = 34,1 + 46;$$

$$\tau_p'' = 80,1 \text{ с.}$$

Производительность стана рассчитываем по черновой клети, в которой ритм прокатки больше, чем ритм в чистовой клети.

Технически возможная производительность почасовая стана по годному:

$$A_z = \frac{3600 \cdot G \cdot k_u \cdot \alpha}{T_p}; \text{ Т/ч}$$

где k_u - коэффициент использования фактического времени работы стана;

α - коэффициент выхода годного проката;

G - масса заготовки;

T_p - ритм прокатки.

$$A_z = 83, \frac{3600 \cdot 1,81 \cdot 0,84 \cdot 0,85}{80,1};$$

$$A_z = 58,1 \text{ Т/ч.}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.8 Производство горячекатаных листов на одно-двухк, трех - четырехклетевых толстолистовых станах

Лабораторное занятие № 18

Расчет режима обжатий на двухклетевых станах горячей прокатки

Цель: освоить методику расчета режимов обжатий на толстолистовых станах (двухклетевых).

Выполнив работу Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. 12*1500*6000мм | 18. 24*1650*6000мм |
| 2. 13*1500*6100мм | 19. 23*1740*8000мм |
| 3. 14*1560*6500мм | 20. 12*1890*7000мм |
| 4. 15*1580*7000мм | 21. 14*1730*6500мм |
| 5. 16*1600*7100мм | 22. 18*1800*7000мм |
| 6. 17*1650*7500мм | 23. 17*1600*6000мм |
| 7. 18*1700*8000мм | 24. 18*1750*6000мм |
| 8. 19*1720*7200мм | 25. 22*1830* 8000мм |
| 9. 20*1750*6000мм | 26. 19*1760*7600мм |
| 10. 25*1800*8000мм | 27. 21*1810*8000мм |
| 11. 26*1830*7800мм | 28. 20*1830*7000мм |
| 12. 15*1750*6500мм | 29. 21*1740*6500мм |
| 13. 16*1700*8000мм | 30. 12*1830*8000мм |
| 14. 17*1800*6000мм | |
| 15. 19*1890*8000мм | |
| 16. 23*1750*7100мм | |

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Определить вес заготовки;
- 3 Определяем длину раската;
- 4 Определяем абсолютные обжатия по проходам;
- 5 Находим число проходов необходимое для прокатки полосы данного размера;

- 6 Распределяем обжатия по клетям;
- 7 Находим относительные деформации и вытяжку по проходам.
- 8 Проводим проверочный расчёт.
- 9 Выполнить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

Для четырех валковых клетей для расчета обжатий принимают условие прочности бочки опорных валков. Если принять общий допускаемый износ валков равным 10%, то расчетный диаметр опорного вала составит:

$$D_{\text{расч}} = 0,9 \cdot D,$$

$$D_{\text{расч}} = 0,9 \cdot 1800 = 1620 \text{ мм}.$$

Взяв за основу диаметр валков, примем условие равнопрочности бочки и шейки валков. Величина абсолютного обжатия будет равна:

$$\Delta h_{\text{max}} = \frac{0,32 D^3 [\sigma_{\text{изг}}]^2}{[(L + l - 0,5B) p B]^2}$$

где $[\sigma_{\text{изг}}]$ - допускаемое напряжение на изгиб;
 D - диаметр рабочих валков;
 B - ширина раската;
 L - длина бочки вала;
 l - длина шейки вала;
 p - удельное давление.

Опорные валки изготовлены из чугуна и имеют отбеленный слой глубиной 15—25 мм. Химический состав чугуна: 2,9—3,2% С, 0,4—0,55% Si; 0,25—0,45 Мп, 0,55% Р, по 0,1 % S и Сг, 0,7%. Твердость по Шору составляет 70 единиц.

В качестве отправных данных примем размеры готового профиля 17х2020 мм; исходной заготовкой является слиток толщиной 410 мм, шириной 1000 мм, длина 1700 мм и массой 3850 кг. Для чугунных валков принимаем допускаемое напряжение на изгиб $[\sigma_{\text{изг}}] = 80$ МПа.

Определение максимального обжатия по приведенному уравнению затруднено, так как в знаменатель входит величина удельного давления, которое в свою очередь зависит от обжатия.

Поэтому определение максимального обжатия, основанного на прочности валков, может сводиться к двум вариантам: или предварительно задаются средней величиной удельного давления, согласно практическим данным, или задаются условной величиной обжатия, а по ней находят удельное давление, которое затем корректируют. Последний вариант несколько сложнее и требует двойных расчетов, но он дает более точные результаты.

Принимаем среднее значение удельного давления отдельно для прокатки поперек и вдоль с учетом толщины раската. Практическое значение средних удельных давлений для толстолистовых станов при нормальной температуре прокатки и толщине прокатываемой полосы 60... 150 мм можно принять в пределах 55...80 МПа, для меньших толщин 80... 120 МПа.

Для получения заданной ширины готового листа необходимо осуществить прокатку слитка в поперечном направлении.

При этом общий коэффициент высотной деформации слитка:

$$\frac{1}{\eta_{122}} = \frac{H}{h_k},$$

$$\frac{1}{\eta_{122}} = 2,2$$

где H - начальная толщина заготовки;

h_k - конечная толщина в поперечном направлении.

Тогда конечная толщина раската в поперечном направлении до получения необходимой ширины равна:

$$h_k = \frac{H}{\eta_{122}},$$

$$h_k = 186 \text{ мм}.$$

Общее обжатие при этом составит

$$\Delta h_k = H - h_k,$$

$$\Delta h_k = 410 - 186 = 224 \text{ мм}.$$

После этого раскат поворачивается на 90° в горизонтальной плоскости, и дальнейшая прокатка производится в продольном направлении до $h=17$ мм. и общее обжатие при этом составит:

$$\Delta h = 224 - 17 = 207 \text{ мм}.$$

Определим предельную величину обжатия за один проход в продольном направлении при снятии конусности слитка. Для расчетов принимаем удельное давление $p=60$ МПа

$$\Delta h_{\max} = \frac{0,32 \cdot (1620)^2 \cdot (80)^2}{\left[(2800 + 1440 - 0,5 \cdot (1000 \cdot 60 \cdot 1000)) \right]^2} = 45,3 \text{ мм}$$

Рассчитаем максимальную величину обжатия после разворота слитка на 90° , для разбивки ширины. Удельное давление при прокатке в поперечном направлении $p=60$ МПа [11]:

$$\Delta h_{\max} = \frac{0,32 \cdot (1620)^2 \cdot (80)^2}{\left[(2800 + 1440 - 0,5 \cdot (2300 \cdot 120 \cdot 2300)) \right]^2} = 26,7 \text{ мм}$$

Теперь определим возможные обжатия при прокатке раската в продольном направлении, когда толщина раската будет изменяться от 186 мм до 17 мм. В продольном направлении, при $p=120$ МПа

$$\Delta h_{\max} = \frac{0,32 \cdot (1620)^2 \cdot (80)^2}{\left[(2800 + 1440 - 0,5 \cdot (2300 \cdot 120 \cdot 2300)) \right]^2} = 45,3 \text{ мм}$$

По приведенному методу расчета обжатий, следует сделать дополнительные замечания. Если режимы обжатий на листовом стане определять, исходя из минимальных диаметров валков, и эти схемы считать постоянными во всех случаях, то такой подход к работе стана и эксплуатации его оборудования будет не верен, на практике приходится иметь несколько таблиц, отвечающих разным величинам переточек. Для определенных диаметров валков и рассчитывают

величины обжатий, составляют таблицы и схемы обжатий. Вместо таблиц можно пользоваться графиками, на которых каждому диапазону диаметров валков отвечает определенная кривая изменения величин обжатий по проходам.

$$h_{i0} = 350 \text{ мм}, h_{i1} = 320 \text{ мм}, h_0 = 1034 \text{ мм}.$$

где h_{i0}, h_{i1} - толщина раската до и после обжатия.

Если принять общий допускаемый износ валков равным 10%, то расчетный диаметр рабочих валков составит

$$D_{расч} = 0,9 \cdot D,$$

$$D_{расч} = 900 \text{ мм}.$$

Найдем окружную скорость валков по формуле:

$$v_e = \frac{\pi \cdot D_{расч} \cdot n}{60}, \quad v_e = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Найдем длину дуги захвата металла валками по формуле

$$l = \sqrt{\Delta h \cdot R}$$

$$l = 122,5 \text{ мм}.$$

где $\Delta h = h_{i0} - h_{i1}$ - абсолютное обжатие.

$$\Delta h = 30 \text{ мм},$$

Определим угол захвата полосы

$$\alpha_0 = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}},$$

$$\alpha_0 = 0,24 \text{ град}$$

Определим уширение по формуле А.П. Чекмарева

$$\Delta b = \frac{2 \Delta h \cdot b_0}{(h_0 + h_1) \cdot \left(1 + (1 + \alpha_0) \left(\frac{b_0}{R_{\phi} \cdot \alpha_0} \right) \right)},$$

где Δb - уширение полосы;

при $b_0 \leq R_{\alpha}, n = 1;$

при $b_0 \geq R_{\alpha}, n = 2.$

$$R_{\alpha} = 120 \text{ и т.д.}$$

Определим ширину полосы на выходе:

$$b_3 = b_2 + \Delta b$$

$$b_3 = 1029 \text{ мм}.$$

Для определения длины полосы найдем коэффициент вытяжки. Так как при прокатки уширение полосы незначительно, то можно воспользоваться формулой :

$$\lambda = \frac{h_3}{h_2},$$

$$\lambda = 1,08,$$

$$l_3 = \lambda \cdot l_2$$

$$l_3 = 2130 \text{ мм.}$$

Для определение коэффициента трения при прокатке воспользуемся формулой С. Эжелундра с поправками Б.М. Бахтинова.

Определим f при прокатке в чугунных валках

$$f = K_p \cdot K_m \cdot K_v \cdot (1,05 - 0,0005 \cdot t)$$

где: K_p - значение коэффициента зависит от материала валков ($K_p=0,8$ для чугунных валков)

$$K_v=0,95.$$

Значение K_m - коэффициента, учитывающий влияние скорости валков (скорости прокатки) на коэффициент трения, принимаем

$$K_m = 1.45.$$

$$f = 0.52.$$

Падение температуры металла при прокатке происходит из-за потерь тепла в результате излучения, отдачи тепла конвекцией воздуху, омывающему полосу, потерь с охлаждающей водой, теплоотдачи валкам.

При прокатке выделяется тепло, пропорциональное работе, затрачиваемой на деформацию.

Находим температуру раската в каждом проходе по формуле В. А. Тягунова

$$t_1 = t_{i-1} - \left(\left(\frac{1000}{(t_{i-1}/100)^3} \right)^{\frac{1}{3}} + 0.055 \cdot \frac{t_{i-1}}{h_i} \right) - 273 - \frac{500}{(h_i \cdot v_s)},$$

$$t = 1199^\circ \text{C}$$

где t — температура в анализируемом проходе, $^\circ\text{C}$;

t_0 - температура в предыдущем проходе, $^\circ\text{C}$;

h - толщина прокатываемой полосы в предыдущем проходе, мм;

z - время прохода с последующей паузой, сек.

Находим степень деформации

$$\varepsilon_3 = \frac{h_2 - h_3}{h_2},$$

$$\varepsilon_3 = 0.086.$$

Логарифмическая степень деформации

$$\varepsilon_3 = \ln \frac{h_2}{h_1},$$

$$\varepsilon_3 = 0.09.$$

Определим количество проходов:

$$n = \frac{\lambda_{\Sigma}}{\lambda_{\text{рас}}};$$

Где n – число проходов;

λ_{Σ} – суммарная вытяжка;

λ_c – средняя вытяжка.

$$n = \frac{26}{1,22} = 24.$$

Так как стан реверсивный число проходов должно быть нечетным, принимаем число проходов $n=25$.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет режима обжаривания. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.8 Производство горячекатаных листов на одно-двухк, трех - четырехклетевых толстолистовых станах

Лабораторное занятие №19

Расчёт часовой производительности двухклетевых станов горячей прокатки

Цель работы: освоить методику определения часовой производительности двухклетьевого стана и построения графика прокатки.

Выполнив работу Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: выполнить расчет часовой производительности по следующим данным

12*1500*6000мм	24*1650*6000мм
13*1500*6100мм	23*1740*8000мм
14*1560*6500мм	12*1890*7000мм
15*1580*7000мм	14*1730*6500мм
16*1600*7100мм	18*1800*7000мм
17*1650*7500мм	17*1600*6000мм
18*1700*8000мм	18*1750*6000мм
19*1720*7200мм	22*1830* 8000мм
20*1750*6000мм	19*1760*7600мм
25*1800*8000мм	21*1810*8000мм
26*1830*7800мм	20*1830*7000мм
15*1750*6500мм	21*1740*6500мм
16*1700*8000мм	12*1830*8000мм
17*1800*6000мм	
19*1890*8000мм	
23*1750*7100мм	
25*1650*6000мм	

Порядок выполнения работы:

1 Определяем суммарную продолжительность времени пауз в черновой и чистовой клетки.

2Рассчитываем машинное время прокатки в черновой и чистовой клети.

3Определяем ритм прокатки чистовой клети.

4Рассчитываем часовую производительность стана

Ход работы:

На двухклетевом стане прокатывается лист 15х1500х8000 мм из сляба 180х780 мм, весом $G=1,81$ т. Стан состоит из двух последовательно установленных рабочих клеток, черновой «Дуо», реверсивной с диаметром прокатных валков $D_1=850$ мм, длиной бочки $L_1=2350$ мм, и чистовой «Трио» Лаута с диаметром прокатных валков $D_2=850$ мм, длиной бочки $L_2=2350$ мм. На стане прокатывается толстолистовая сталь 20пс, размером 16х1500 мм, из сляба массой 1,81т, число проходов сляба в прокатных валках черновой клети $p_1=7$, чистовой $p_2=9$. Суммарное машинное время прокатки сляба в черновой и чистой клетях составляет соответственно $\sum \tau'_m = 35$ с; $\sum \tau''_m = 34,1$ с;

$$\sum \tau'_m = \frac{\sum \ell_1}{V_1};$$

$$\sum \tau''_m = \frac{\sum \ell_2}{V_2}.$$

По хронометражным наблюдениям продолжительность пауз, с., равна: между проходами $\tau_1 = 3$, при кантовке сляба $\tau'_1 = 10$, между концом прокатки одного сляба и началом прокатки следующего $\tau_2 = 9$, при подъеме стола чистовой клети $\tau_3 = 1,5$. Коэффициент выхода годного проката $\alpha = 0,84$.

График работы стана прерывный. Продолжительность: планово-предупредительных ремонтов оборудования $N_1 = 15$ суток/год, капитального ремонта оборудования $N_2 = 3$ суток/год, текущих плановых простоев $N_3 = 12,5\%$ от номинального времени работы, остановок в праздничные дни $N_n = 8$ суток/год, остановок в выходные дни $N_e = 52$ суток/год. Коэффициент использования фактического времени работы стана $k=0,85$.

Суммарная продолжительность пауз при прокатке сляба:
в черновой клети

$$\tau'_2 = (\sigma_1 - 1)\tau_1 + \tau'_1 + \tau_2;$$

$$\tau'_2 = (7 - 1) \cdot 3 + 10 + 9;$$

$$\tau'_2 = 37 \text{ с};$$

в чистовой клети

$$\tau''_2 = (\sigma_2 - 1)(\tau_1 + \tau_3) + \tau'_1;$$

$$\tau''_2 = (9 - 1) \cdot (3 + 1,5) + 10;$$

$$\tau''_2 = 46 \text{ с};$$

Ритм прокатки в черновой клети:

$$\tau_p = \sum \tau_m + \sum \tau_n;$$

где $\sum \tau_m$ - суммарное машинное время прокатки исходного металла в готовый профиль, с.

$\sum \tau_n$ - суммарная продолжительность пауз между проходами при прокатке, с.

$$\tau'_p = 35 + 37;$$

$$\tau'_p = 72 \text{ с}.$$

в чистовой клети

$$\tau_p'' = 34,1 + 46;$$

$$\tau_p'' = 80,1 \text{ с.}$$

Производительность стана рассчитываем по черновой клети, в которой ритм прокатки больше, чем ритм в чистовой клети.

Технически возможная производительность почасовая стана по годному:

$$A_z = \frac{3600 \cdot G \cdot k_u \cdot \alpha}{T_p}; \text{ Т/ч}$$

где k_u - коэффициент использования фактического времени работы стана;

α - коэффициент выхода годного проката;

G - масса заготовки;

T_p - ритм прокатки.

$$A_z = 83, \frac{3600 \cdot 1,81 \cdot 0,84 \cdot 0,85}{80,1};$$

$$A_z = 58,1 \text{ Т/ч.}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.9 Производство горячекатаного металла на полунепрерывном широкополосном стане 2500 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие № 20

Расчет режима обжатий на полунепрерывном стане горячей прокатки

Цель: освоить методику расчета режима обжатий на ПНШПС и построение графиков определения толщины полосы в черновой и чистовой клети.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать режим обжатий по индивидуальным данным

Вариант	Стан	Исходный сляб	Толщина листа мм	Марка стали
1	2500	250*750*5000	2,0	Ст1
2	2000	250*1000*5000	1,2	Ст2
3	2500	250*1050*5000	3,0	Ст3
4	2000	200*750*6000	4,0	Ст4
5	2500	200*1000*6000	4,0	Ст3Гпс
6	2000	250*2000*7000	3,0	08сп
7	2500	250*1500*7000	1,2	10сп
8	2000	250*1500*3000	2,0	08пс
9	2500	250*1500*9000	5,0	20пс
10	2000	250*1500*10000	5,0	Ст25
11	2500	200*2000*11000	6,0	08ю
12	2000	200*1500*10000	6,0	13гс
13	2500	200*1200*9000	7,0	22гю
14	2000	200*1000*11000	7,0	65г
15	2500	250*2000*10000	8,0	30г
16	2000	200*1200*10000	8,0	40г
17	2500	250*1200*10000	9,0	15г
18	2000	200*1400*11000	9,0	60г
19	2500	200*1500*10000	10,0	50г

20	2000	250*1500*11000	10,0	40х
21	2500	200*1800*10000	2,5	09Г2с
22	2000	250*1800*11000	11,0	11юа
23	2500	200*2000*10000	1,8	08ПС
24	2000	200*1500*8000	12,0	Ст5
25	2500	200*1000*5000	2,5	Ст25
26	2000	250*1000*5000	13,0	Ст1
27	2500	200*1200*6000	3,5	Ст4
28	2000	250*1200*6000	14,0	Ст3
29	2500	200*1700*7000	4,5	50Г
30	2000	250*1700*7000	2,5	08СП

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Определяем размеры в окатиноломателе и уширительной клетки;
- 3 Строим график определения толщины раската по клетям в черновой группе;
- 4 Определяем абсолютные обжатия по проходам;
- 5 Строим график определения толщины раската в чистовой группе стана;
- 6 Определяем абсолютные и относительные деформации в чистовой группе стана.

Ход работы:

Расчет производится для прокатки широкополосной горячекатаной стали сечением 1,5х1800 мм из сляба размером 250х1500 мм на стане 2500 ОАО ММК.

Исходя из практических данных значение относительной деформации в черновом окатиноломателе $E_0=9,5\%$, что дает обжатие:

$$\Delta h = E_0 H / 100$$

$$\Delta h = 9,5 * 250 / 100;$$

$$\Delta h = 23,75 \text{ мм},$$

толщина выходящего раската

$$h = 250 - 23,75 = 226,25 \text{ мм}.$$

Обжимная двухвалковая клеть. Коэффициент высотной деформации:

$$\eta = H / h = b / B$$

$$\eta = 1800 / 1500$$

$$\eta = 1,2$$

Толщина раската, выходящего из обжимной двухвалковой клетки:

$$h = H / \eta$$

$$h = 226,25 / 1,2$$

$$h = 188,5 \text{ мм}$$

а обжатие:

$$\Delta h = 226,25 - 188,5 = 37,75 \text{ мм}$$

Относительное обжатие в обжимной двухвалковой клетки равно:

$$E_0 = (\Delta h / H) \cdot 100$$

$$E_0 = (37,75 / 226,25) \cdot 100 = 16,7\%$$

Первая универсальная черновая клеть. Принимаем величину относительных обжатий в универсальной клетке 28,5%, в последней 40%. Строим график значений относительной деформации, чтобы определить ее для остальных универсальных клеток.

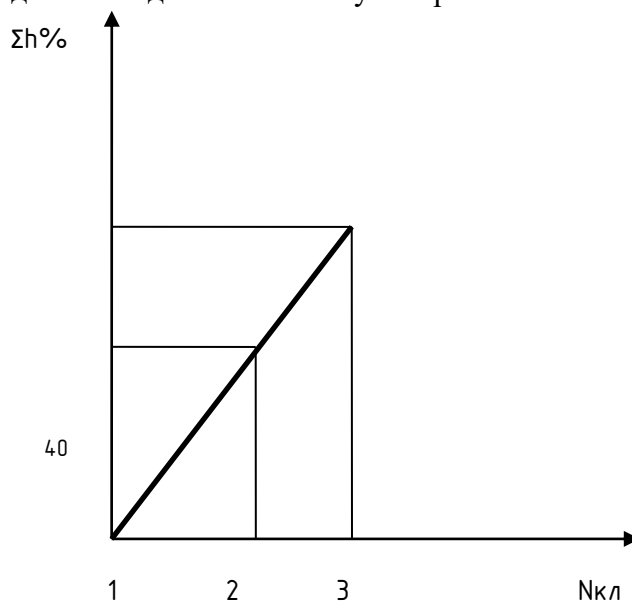


График значений относительной деформации по проходам (клетям) при прокатке на черновой группе клеток стана «2500»

Черновая группа клеток

$$\Delta h = E_0 H / 100$$

$$\Delta h = 28,5 \cdot 250 / 100 = 71,25 \text{ мм},$$

а толщина входящей полосы:

$$h = H - \Delta h$$

$$h = 188,5 - 37,75 = 150,75 \text{ мм}$$

Вторая универсальная клеть. Согласно графику относительная деформация для этой клетки $E_0 = 35\%$

$$\Delta h = 35 \cdot 150,75 / 100 = 52,8 \text{ мм},$$

а толщина выходящей полосы:

$$h = 150,75 - 52,8 = 97,5 \text{ мм}$$

Третья универсальная клеть. Согласно графику относительная деформация для этой клетки $E_0 = 40\%$

$$\Delta h = 40 \cdot 97,5 / 100 = 39 \text{ мм},$$

Чистовая группа клеток.

Из последней клетки чистовой группы выходит готовый профиль толщиной

$$h_7 = 97,5 - 39 = 58,5 \text{ мм}$$

Общий коэффициент высотной деформации в чистовой группе:

$$\eta = H / h$$

$$\eta = 188,5 / 58,5 = 3,22$$

Среднее значение коэффициента высотной деформации по проходам:

$$\eta_{cp} = \sqrt[3]{\hat{E}}$$

$$\eta_{cp} = \sqrt[7]{5,1} = 1,26$$

Если $\eta_{cp} = 1,26$ был бы одинаковый по всем клетям, из первой клетки выходил бы раскат толщиной:

$$h_1 = H_1 / \eta_{cp}$$

$$h_1 = 38,5 / 1,26 = 30,5 \text{ мм}$$

При этом обжатие в первой клетки было бы

$$\Delta h_1 = 38,5 - 30,5 = 8 \text{ мм}$$

а среднее значение относительной деформации

$$E_{0cp} = (\Delta h_1 / H_1) \cdot 100$$

$$E_{0cp} = (8 / 30,5) \cdot 100 = 26,2\%.$$

Исходя из практических данных, относительное обжатие принимаем в пятой клетки чистовой группы 40%. Тогда относительная деформация в 11 клетки чистовой группы будет больше средней в 1,52 раза. В последней клетки относительная деформация должна быть соответственно уменьшена и равна

$$E_7 = E_{окр} / 1,52$$

$$E_7 = 26,2 / 1,52 = 17\%$$

Имея крайние значения деформации строим график

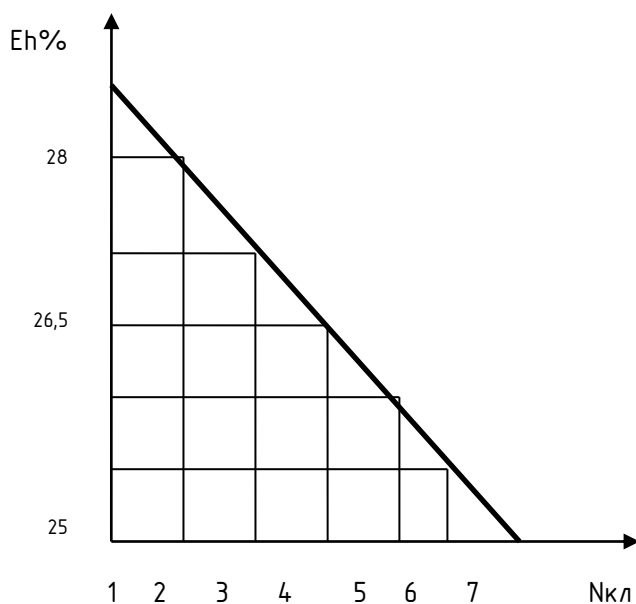


График для значений относительной деформации по клетям чистовой группы стана 2500

$$E_1 = 28\%;$$

$$\Delta h_1 = 0,28 \cdot 38,5 = 10,8 \text{ мм};$$

$$h_1 = 38,5 - 10,8 = 27,7 \text{ мм}$$

$$E_2 = 26,5\%;$$

$$\Delta h_2 = 0,265 \cdot 27,7 = 7,3 \text{ мм};$$

$$h_2 = 27,7 - 7,3 = 20,4 \text{ мм}$$

$$E_3 = 25\%;$$

$$\Delta h_3 = 0,25 \cdot 20,4 = 5,1 \text{ мм};$$

$$h_3 = 20,4 - 5,1 = 15,3 \text{ мм}$$

$$E_4 = 23,5\%;$$

$$\Delta h_4 = 0,235 \cdot 15,3 = 3,6 \text{ мм};$$

$$100$$

$$\begin{aligned}
h_4 &= 15,3 - 3,6 = 11,7 \text{ мм} \\
E_5 &= 22\%; \\
\Delta h_5 &= 0,22 * 11,7 = 2,6 \text{ мм}; \\
h_5 &= 11,7 - 2,6 = 9,1 \text{ мм} \\
E_6 &= 20,5\%; \\
\Delta h_6 &= 0,205 * 9,1 = 1,9 \text{ мм}; \\
h_6 &= 9,1 - 1,9 = 7,2 \text{ мм}. \\
\Delta h_7 &= 0,17 * 7,2 = 1,2 \text{ мм}; \\
h_7 &= 7,2 - 1,2 = 6 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Из 7 клетки выдается готовый профиль толщиной $h_7 = 7,5$ мм.

Следовательно:

$$\Delta h_7 = 7,5 - 6 = 1,5 \text{ мм}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет режима обжаривания. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.9 Производство горячекатаного металла на полунепрерывном широкополосном стане 2500 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие № 21 Расчет часовой производительности стана 2500.

Цель: освоить методику определения часовой производительности на стане 2500.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Вариант	Стан	Исходный сляб	Толщина листа мм	Марка стали
1	2500	250*750*5000	2,0	Ст1
2	2000	250*1000*5000	1,2	Ст2
3	2500	250*1050*5000	3,0	Ст3
4	2000	200*750*6000	4,0	Ст4
5	2500	200*1000*6000	4,0	Ст3Гпс
6	2000	250*2000*7000	3,0	08сп
7	2500	250*1500*7000	1,2	10сп
8	2000	250*1500*3000	2,0	08пс
9	2500	250*1500*9000	5,0	20пс
10	2000	250*1500*10000	5,0	Ст25
11	2500	200*2000*11000	6,0	08ю
12	2000	200*1500*10000	6,0	13гс
13	2500	200*1200*9000	7,0	22гю
14	2000	200*1000*11000	7,0	65г
15	2500	250*2000*10000	8,0	30г
16	2000	200*1200*10000	8,0	40г
17	2500	250*1200*10000	9,0	15г
18	2000	200*1400*11000	9,0	60г
19	2500	200*1500*10000	10,0	50г
20	2000	250*1500*11000	10,0	40х

21	2500	200*1800*10000	2,5	09Г2с
22	2000	250*1800*11000	11,0	11Юа
23	2500	200*2000*10000	1,8	08ПС
24	2000	200*1500*8000	12,0	Ст5
25	2500	200*1000*5000	2,5	Ст25
26	2000	250*1000*5000	13,0	Ст1
27	2500	200*1200*6000	3,5	Ст4
28	2000	250*1200*6000	14,0	Ст3
29	2500	200*1700*7000	4,5	50Г

Порядок выполнения работы

1. Определяем длину раската по клетям в черновой группе;
2. Определяем вытяжку по проходам;
3. Рассчитываем машинное время и время паузы в клетях черновой группы стана.
4. Определяем ритм прокатки в черновой группе;
5. Определяем длину раската в чистовой группе стана;
6. Рассчитываем машинное время и время паузы в чистовой группе стана;
7. Определяем ритм прокатки в чистовой группе;
8. Рассчитываем часовую производительность стана.

Ход работы:

Часовая производительность прокатного стана A т/ч, определяется по формуле:

$$A_q = \frac{3600 \cdot G}{T_p}$$

где G - масса заготовки;

T - ритм прокатки.

Для определения режима прокатки T , необходимо найти (t_m) максимальное время и время паузы t_n , с.

$$t_m = \frac{l}{V}$$

где l - длина металла после прохода, м/с;

V - скорость прокатки, м/с.

$$\lambda = \frac{h_0}{h_1}$$

$$\lambda_1 = \frac{250}{226,25} = 1,1$$

$$\lambda_2 = \frac{226,25}{188,5} = 1,2$$

$$\lambda_3 = \frac{188,5}{150,75} = 1,2$$

$$\lambda_4 = \frac{150,75}{97,5} = 1,5$$

$$l_1 = \lambda \cdot l_0$$

$$l_1 = 11 \cdot 5 = 5,5 \text{ м}$$

$$l_2 = 1,2 * 5,5 = 6,6 \text{ м}$$

$$l_3 = 1,2 * 6,6 = 7,92 \text{ м}$$

$$l_4 = 1,5 * 7,92 = 11,88 \text{ м}$$

Теперь находим машинное время

$$t_{m1} = 5,5 / 1 = 5,5 \text{ с}$$

$$t_{m2} = 6,6 / 1,25 = 5,28 \text{ с}$$

$$t_{m3} = 7,92 / 1,5 = 5,28 \text{ с}$$

$$t_{m4} = 11,88 / 1,5 = 7,92 \text{ с}$$

$$\Sigma t_m = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3} + t_{m4} + t_{m5}$$

$$\Sigma t_m = 5,5 + 5,28 + 5,28 + 7,92 = 23,98 \text{ с}$$

Теперь я нахожу время паузы t_n для каждого прохода по формуле:

$$t_n = \frac{l}{V}$$

где l - расстояние между клетями, м;

$$t_{n1} = 34 / 1 = 34 \text{ с}$$

$$t_{n2} = 21,2 / 1,25 = 16,96 \text{ с}$$

$$t_{n3} = 26 / 1,5 = 17,3 \text{ с}$$

$$t_{n3} = 34,3 / 1,5 = 22,8 \text{ с}$$

$$\Sigma t_n = 34 + 16,96 + 17,3 + 22,8 = 91,06 \text{ с}$$

Теперь нахожу режим прокатки T для черновой группы:

$$T_{\text{черн}} = \Sigma t_m + \Sigma t_n$$

$$T_{\text{черн}} = 23,98 + 91,06 = 115,04 \text{ с}$$

Рассчитываю время паузы t_n и машинное время t_m для чистовой непрерывной группы:

$$t_{m13} = \frac{l_{13}}{V}$$

где l_{13} - длина после прокатки, м

V - скорость перемещения по промежуточному рольгангу, м/с

$$l_{13} = \frac{h_0 b_0 l_0}{h_{13} b_{13}}$$

$$l_{11} = \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 5}{0,0015 \cdot 1,8} = 694,4 \text{ м}$$

$$t_m = \frac{694,4}{10} = 69,4 \text{ с}$$

$$t_n = \frac{l}{V}$$

где l - расстояние между черновой и чистовой группами, м

$$t_n = \frac{150}{5} = 30 \text{ с}$$

$$T_p = 23,98 + 30 = 53,98 \text{ с}$$

Массу прокатываемого металла G , т определяем по формуле:

$$G = h \cdot b \cdot l \cdot g$$

где g - удельный вес;

$$G = 0,25 * 1,5 * 5 * 7,85 = 14,7 \text{ т}$$

$$A_u = \frac{3600 \cdot 14,7}{115,04} = 460 \text{ т/ч}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности и графи прокатки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.9 Производство горячекатаного металла на полунепрерывном широкополосном стане 2500 ПАО «ММК»

Практическое занятие № 14 Построение графика прокатки полунепрерывного стана

Цель: освоить методику построения графика прокатки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Вариант	Стан	Исходный сляб	Толщина листа мм	Марка стали
1	2500	250*750*5000	2,0	Ст1
2	2000	250*1000*5000	1,2	Ст2
3	2500	250*1050*5000	3,0	Ст3
4	2000	200*750*6000	4,0	Ст4
5	2500	200*1000*6000	4,0	Ст3Гпс
6	2000	250*2000*7000	3,0	08сп
7	2500	250*1500*7000	1,2	10сп
8	2000	250*1500*3000	2,0	08пс
9	2500	250*1500*9000	5,0	20пс
10	2000	250*1500*10000	5,0	Ст25
11	2500	200*2000*11000	6,0	08ю
12	2000	200*1500*10000	6,0	13гс
13	2500	200*1200*9000	7,0	22гю
14	2000	200*1000*11000	7,0	65г
15	2500	250*2000*10000	8,0	30г
16	2000	200*1200*10000	8,0	40г
17	2500	250*1200*10000	9,0	15г
18	2000	200*1400*11000	9,0	60г
19	2500	200*1500*10000	10,0	50г
20	2000	250*1500*11000	10,0	40х
21	2500	200*1800*10000	2,5	09г2с

22	2000	250*1800*11000	11,0	11юа
23	2500	200*2000*10000	1,8	08ПС
24	2000	200*1500*8000	12,0	Ст5
25	2500	200*1000*5000	2,5	Ст25
26	2000	250*1000*5000	13,0	Ст1
27	2500	200*1200*6000	3,5	Ст4
28	2000	250*1200*6000	14,0	Ст3
29	2500	200*1700*7000	4,5	50Г

Порядок выполнения работы

- 1 Определяем длину раската по клетям в черновой группе;
- 2 Определяем вытяжку по проходам;
- 3 Рассчитываем машинное время и время паузы в клетях черновой группы стана.
- 4 Определяем ритм прокатки в черновой группе;
- 5 Определяем длину раската в чистовой группе стана;
- 6 Рассчитываем машинное время и время паузы в чистовой группе стана;
- 7 Определяем ритм прокатки в чистовой группе;
- 8 Рассчитываем часовую производительность стана.

Ход работы:

Часовая производительность прокатного стана A т/ч, определяется по формуле:

$$A_u = \frac{3600 \cdot G}{T_p}$$

где G - масса заготовки;

T - ритм прокатки.

Для определения режима прокатки T , необходимо найти (t_m) максимальное время и время паузы t_n , с.

$$t_m = \frac{l}{V}$$

где l - длина металла после прохода, м/с;

V - скорость прокатки, м/с.

$$\lambda = \frac{h_0}{h_1}$$

$$\lambda_1 = \frac{250}{226,25} = 1,1$$

$$\lambda_2 = \frac{226,25}{188,5} = 1,2$$

$$\lambda_3 = \frac{188,5}{150,75} = 1,2$$

$$\lambda_4 = \frac{150,75}{97,5} = 1,5$$

$$l_1 = \lambda \cdot l_0$$

$$l_1 = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ м}$$

$$l_2 = 1,2 \cdot 5,5 = 6,6 \text{ м}$$

$$l_3 = 1,2 * 6,6 = 7,92 \text{ м}$$

$$l_4 = 1,5 * 7,92 = 11,88 \text{ м}$$

Теперь находим машинное время

$$t_{m1} = 5,5 / 1 = 5,5 \text{ с}$$

$$t_{m2} = 6,6 / 1,25 = 5,28 \text{ с}$$

$$t_{m3} = 7,92 / 1,5 = 5,28 \text{ с}$$

$$t_{m4} = 11,88 / 1,5 = 7,92 \text{ с}$$

$$\Sigma t_{\text{м}} = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3} + t_{m4} + t_{m5}$$

$$\Sigma t_{\text{м}} = 5,5 + 5,28 + 5,28 + 7,92 = 23,98 \text{ с}$$

Теперь я нахожу время паузы t_n для каждого прохода по формуле:

$$t_n = \frac{l}{V}$$

где l - расстояние между клетями, м;

$$t_{n1} = 34 / 1 = 34 \text{ с}$$

$$t_{n2} = 21,2 / 1,25 = 16,96 \text{ с}$$

$$t_{n3} = 26 / 1,5 = 17,3 \text{ с}$$

$$t_{i3} = 34,3 / 1,5 = 22,8 \text{ с}$$

$$\Sigma t_n = 34 + 16,96 + 17,3 + 22,8 = 91,06 \text{ с}$$

Теперь нахожу режим прокатки T для черновой группы:

$$T_{\text{черн}} = \Sigma t_{\text{м}} + \Sigma t_n$$

$$T_{\text{черн}} = 23,98 + 91,06 = 115,04 \text{ с}$$

Рассчитываю время паузы t_n и машинное время t_m для чистовой непрерывной группы:

$$t_{m13} = \frac{l_{13}}{V}$$

где l_{13} - длина после прокатки, м

V - скорость перемещения по промежуточному рольгангу, м/с

$$l_{13} = \frac{h_0 b_0 l_0}{h_{13} b_{13}}$$

$$l_{11} = \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 5}{0,0015 \cdot 1,8} = 694,4 \text{ м}$$

$$t_m = \frac{694,4}{10} = 69,4 \text{ с}$$

$$t_n = \frac{l}{V}$$

где l - расстояние между черновой и чистовой группами, м

$$t_n = \frac{150}{5} = 30 \text{ с}$$

$$Tp = 23,98 + 30 = 53,98 \text{ с}$$

Массу прокатываемого металла G , т определяем по формуле:

$$G = h \cdot b \cdot l \cdot g$$

где g - удельный вес;

$$G = 0,25 * 1,5 * 5 * 7,85 = 14,7 \text{ т}$$

$$A_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot 14,7}{115,04} = 460 \text{ м/ч}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности и графи прокатки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.10 Прокатка тонколистовой горячекатаной стали на непрерывном широкополосном стане 2000 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие № 22

Расчет режима обжатый на непрерывном стане 2000 ПАО «ММК»

Цель: освоить методику распределения режима обжатый по клетям стана 2000, построение графиков определения толщины в черновой и чистовой клетях.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

Вариант	Стан	Исходный сляб	Толщина листа мм	Марка стали
1	2500	250*750*5000	2,0	Ст1
2	2000	250*1000*5000	1,2	Ст2
3	2500	250*1050*5000	3,0	Ст3
4	2000	200*750*6000	4,0	Ст4
5	2500	200*1000*6000	4,0	Ст3Гпс
6	2000	250*2000*7000	3,0	08сп
7	2500	250*1500*7000	1,2	10сп
8	2000	250*1500*3000	2,0	08пс
9	2500	250*1500*9000	5,0	20пс
10	2000	250*1500*10000	5,0	Ст25
11	2500	200*2000*11000	6,0	08ю
12	2000	200*1500*10000	6,0	13гс
13	2500	200*1200*9000	7,0	22гю
14	2000	200*1000*11000	7,0	65г
15	2500	250*2000*10000	8,0	30г
16	2000	200*1200*10000	8,0	40г
17	2500	250*1200*10000	9,0	15г
18	2000	200*1400*11000	9,0	60г
19	2500	200*1500*10000	10,0	50г
20	2000	250*1500*11000	10,0	40х

21	2500	200*1800*10000	2,5	09Г2с
22	2000	250*1800*11000	11,0	11Юа
23	2500	200*2000*10000	1,8	08ПС
24	2000	200*1500*8000	12,0	Ст5
25	2500	200*1000*5000	2,5	Ст25
26	2000	250*1000*5000	13,0	Ст1
27	2500	200*1200*6000	3,5	Ст4
28	2000	250*1200*6000	14,0	Ст3
29	2500	200*1700*7000	4,5	50Г
30	2000	250*1700*7000	2,5	08СП

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Определяем размеры в окалиноломателе и уширительной клетки;
- 3 Строим график определения толщины раската по клетям в черновой группе;
- 4 Определяем абсолютные обжаты по проходам;
- 5 Строим график определения толщины раската в чистовой группе стана;
- 6 Определяем абсолютные и относительные деформации в чистовой группе стана.

Ход работы:

Расчет режимов обжатий на стане 2000 для листа 12,0х1600 мм из сляба 250х1500х8000 мм, марка стали 08 сп.

Черновой окалиноломатель. По практическим данным в черновом окалиноломателе $\xi=9,5\%$, что дает обжатие:

$$\Delta h = \xi_h h_0 / 100$$

$$\Delta h = 9,5 * 250 / 100 = 23 \text{ мм}$$

толщина выходящего раската

$$h = 250 - 23,0 = 227 \text{ мм}$$

Уширительная клеть

$$\eta = 1500 / 1600 = 1,2$$

$$h = 227 / 1,2 = 189 \text{ мм}$$

$$\Delta h = 227 - 189 = 38 \text{ мм}$$

$$\xi = \Delta h / h_0 \cdot 100$$

$$\xi = 38 / 189 \cdot 100 = 20 \%$$

Черновая группа клетей. Принимаем величины относительных высотных обжатий в первой клетки (28,5), а в последней (40%).

Первая черновая клеть (кварто).

Принимаем значение $\xi=28,5\%$, тогда

$$\Delta h = \xi_h h_0 / 100$$

$$\Delta h = 28,5 * 189 / 100 = 53 \text{ мм}$$

толщина выходящего раската

$$h = h_0 - \Delta h$$

$$h = 189 - 53 = 136 \text{ мм}$$

Зная крайние значения строим график

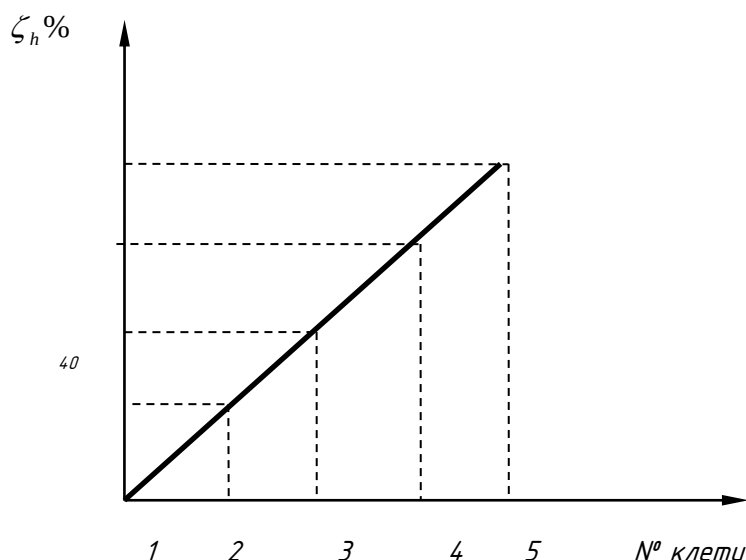


График значений относительной деформации по проходам (клетям) при прокатке на черновой группе клеток стана

$$\xi h_1=28,5\% \quad \xi h_2=31\% \quad \xi h_3=32\% \quad \xi h_4=32,5\% \quad \xi h_5=40\%$$

Вторая черновая клетка (кварто). Согласно графику $\xi h_2=31\%$

$$\Delta h = \xi h h_0 / 100$$

$$\Delta h = 31 \cdot 136 / 100 = 42 \text{ мм}$$

$$h = h_0 - \Delta h$$

$$h = 136 - 42 = 94 \text{ мм}$$

Третья черновая универсальная клетка (кварто). Согласно графику

$$\xi h_3=32\%$$

$$\Delta h = \xi h h_0 / 100$$

$$\Delta h = 32 \cdot 94 / 100 = 30 \text{ мм}$$

$$h = 94 - 30 = 64 \text{ мм}$$

Четвертая черновая универсальная клетка (кварто). Согласно графику

$$\xi h_4=32,5\%$$

$$\Delta h = 32,5 \cdot 64 / 100 = 20 \text{ мм}$$

$$h = 64 - 20 = 44 \text{ мм}$$

Пятая черновая универсальная клетка (кварто). Согласно графику

$$\xi h_5=40\%$$

$$\Delta h = 40 \cdot 44 / 100 = 17 \text{ мм}$$

$$h = 44 - 17 = 27 \text{ мм}$$

Горизонтальный окалиноломатель

Принимаем в чистовом окалиноломателе $\Delta h_1=0,5$ мм, тогда в первую клетку будет задаваться полоса толщиной $h_1=27-0,5=26,5$ мм, а из последней клетки будет выходить полоса толщиной $h=12,0$ мм

Чистовая группа клеток

Определим коэффициент высотной деформации общий и средний

$$\eta_{об} = h_1 / h_7$$

$$\eta_{об} = 26,5 / 12,0 = 2,2$$

$$\eta_{ср} = \sqrt[3]{2,2}$$

$$\eta_{ср} = 1,1$$

$$112$$

тогда

$$h = h_1/h_{cp}$$

$$h = 26,5/1,1 = 24 \text{ мм}$$

а обжатие:

$$\Delta h = 26,5 - 24 = 2,5 \text{ мм}$$

Из первой клетки будет выходить полоса $h=24$ мм, если η будет равен по всем клетям 1,1 мм и

$$\xi_{h_{cp}} = \Delta h_1/h_1 * 100$$

$$\xi_{h_{cp}} = 2,5 / 24 * 100 = 10 \%$$

Исходя из практических данных работы стана $\xi_{h_1} = 40\%$, что больше $\xi_{h_{cp}}$ в 4 раза, следовательно ξ_{h_7} должно быть во столько раз меньше, т.е.

$$\xi_{h_7} = \xi_{h_{cp}}/4$$

$$\xi_{h_7} = 24 / 4 = 6 \%$$

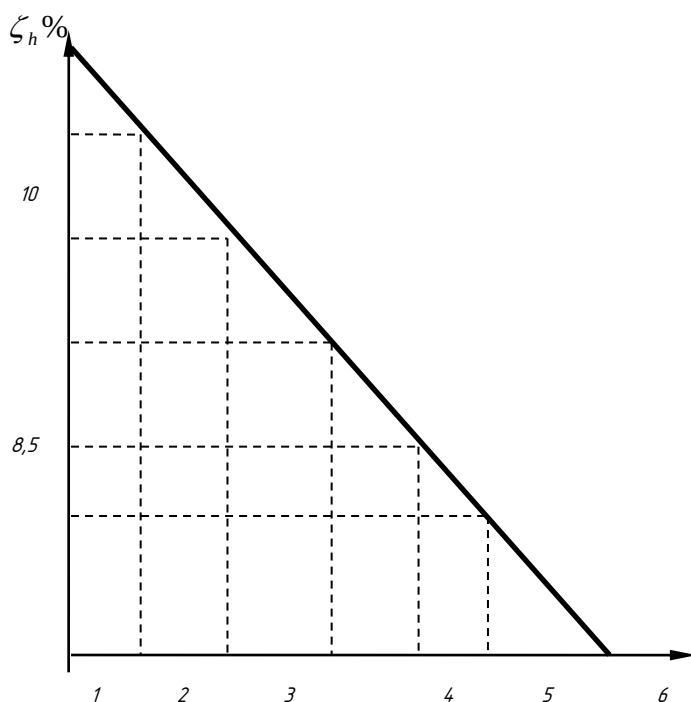


График для значений относительной деформации по клетям чистовой группы стана

$\xi_{h_1} = 10\%$; $\xi_{h_2} = 8,5\%$; $\xi_{h_3} = 7,6 \%$; $\xi_{h_4} = 7,0 \%$; $\xi_{h_5} = 6,8 \%$; $\xi_{h_6} = 6,2 \%$; $\xi_{h_7} = 6 \%$

$$\Delta h_1 = 0,1 * 26,5 = 2,65 \text{ мм};$$

$$h_1 = 26,5 - 2,65 = 23,85 \text{ мм}$$

$$\Delta h_2 = 0,085 * 23,85 = 2,02 \text{ мм};$$

$$h_2 = 23,85 - 2,02 = 21,83 \text{ мм}$$

$$\Delta h_3 = 0,076 * 21,83 = 1,65 \text{ мм};$$

$$h_3 = 21,83 - 1,65 = 20,2 \text{ мм}$$

$$\Delta h_4 = 0,07 * 20,02 = 1,4 \text{ мм};$$

$$h_4 = 20,02 - 1,4 = 18,8 \text{ мм}$$

$$\Delta h_5 = 0,068 * 18,8 = 1,27 \text{ мм};$$

$$h_5 = 18,8 - 1,27 = 17,53 \text{ мм}$$

$$\Delta h_6 = 0,062 * 17,53 = 1,09 \text{ мм};$$

$$h_6 = 17,53 - 1,09 = 16,44 \text{ мм.}$$

Из седьмой клетки должна выходить полоса $h_7 = 12 \text{ мм.}$

Следовательно:

$$\Delta h_7 = 16,44 - 12 = 4,4 \text{ мм}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет режима обжаривания. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.10 Прокатка тонколистовой горячекатаной стали на непрерывном широкополосном стане 2000 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие № 23

Расчет часовой производительности стана 2000 ПАО «ММК». Построение графика прокатки полунепрерывного стана

Цель: освоить методику определения часовой производительности стана 2000 и построение графика часовой производительности.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать часовую производительность. Основываясь на данных из предыдущего расчета.

Порядок выполнения работы

- 1 Определяем длину раската по клетям в черновой группе;
- 2 Определяем вытяжку по проходам;
- 3 Рассчитываем машинное время и время паузы в клетях черновой группы стана.
- 4 Определяем ритм прокатки в черновой группе;
- 5 Определяем длину раската в чистовой группе стана;
- 6 Рассчитываем машинное время и время паузы в чистовой группе стана;
- 7 Определяем ритм прокатки в чистовой группе;
- 8 Рассчитываем часовую производительность стана.

Ход работы:

Часовая производительность прокатного стана определяется по формуле:

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T} \cdot K_u (м / ч)$$

Где, G – масса прокатываемого Ме

T – ритм прокатки.

K_и – коэффициент использования стана

Для определения режима прокатки T, необходимо найти (тм,с) машинное время и время паузы t п.с.:

$$t_m = \frac{l}{v}$$

где: L – длина металла после прокатки v – скорость прокатки м/с

$$\lambda = \frac{h_0}{h_1}$$

$$\lambda_1 = \frac{250}{227} = 1,1$$

$$\lambda_2 = \frac{227}{189} = 1,2$$

$$\lambda_3 = \frac{189}{136} = 1,4$$

$$\lambda_4 = \frac{136}{94} = 1,45$$

$$\lambda_5 = \frac{94}{64} = 1,5$$

$$L_1 = \lambda \cdot l_0$$

$$L_1 = 1,1 \cdot 8 = 8,8 \text{ м}$$

$$L_2 = 1,2 \cdot 8,8 = 10,56 \text{ м}$$

$$L_3 = 1,4 \cdot 10,56 = 14,78 \text{ м}$$

$$L_4 = 1,45 \cdot 14,78 = 21,4 \text{ м}$$

$$L_5 = 1,5 \cdot 21,4 = 32 \text{ м}$$

Определяем машинное время t_m , с для каждого прохода:

$$t_{m1} = 8,8 / 1 = 8,8 \text{ с}$$

$$t_{m2} = 10,56 / 1,25 = 8,45 \text{ с}$$

$$t_{m3} = 14,78 / 1,5 = 9,85 \text{ с}$$

$$t_{m4} = 21,4 / 1,5 = 14,26 \text{ с}$$

$$t_{m5} = 32 / 5 = 6,4 \text{ с}$$

$$\sum t_m = t_{m1} + t_{m2} + \dots + t_{m5}$$

$$\sum t_m = 8,8 + 8,45 + 9,85 + 14,26 + 6,4 = 48,15 \text{ с}$$

Определяем время паузы t_n , с для каждого прохода по формуле:

$$t = \frac{l}{v}$$

где L - расстояние между клетями

$$t_{n1} = 34 / 1 = 34 \text{ с}$$

$$t_{n2} = 21,2 / 1,25 = 16,96 \text{ с}$$

$$t_{n3} = 26 / 1,5 = 17,3 \text{ с}$$

$$t_{n4} = 34,3 / 1,5 = 22,8 \text{ с}$$

$$t_{n5} = 49,3 / 5 = 9,8 \text{ с}$$

$$\sum t_n = 34 + 16,96 + 17,3 + 22,8 + 9,8 = 100,92 \text{ с}$$

Теперь находим ритм прокатки T , с для черновой группы:

$$T_{\text{черн}} = 48,15 + 100,92 = 149 \text{ с}$$

Рассчитываем время паузы t_n , с и машинное время t_m , с для чистовой непрерывной группы:

$$t_{m13} = \frac{l_{13}}{v}$$

где l_{13} - длина после прокатки.

v – скорость перемещения по промежуточному рольгангу, м.

$$l_{13} = \frac{h_0 \cdot b_0 \cdot l_0}{h_{13} \cdot b_{13}}$$

$$l_{13} = \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 8}{0,012 \cdot 1,6} = 156 \text{ м}$$

$$t_{м13} = \frac{156}{10} = 15,6 \text{ с}$$

Определяем:

$$tn = \frac{l}{v}$$

$$tn = \frac{150}{5} = 30$$

$$T_{\text{числ}} = 15,5 + 30 = 45,6 \text{ с}$$

$$G = h \cdot b \cdot l \cdot \gamma$$

$$G = 0,25 \cdot 1,5 \cdot 8 \cdot 7,85 = 23,55 \text{ т}$$

Определим А:

$$A = \frac{3600 \cdot 23,55}{149} = 568,9 \text{ т}$$

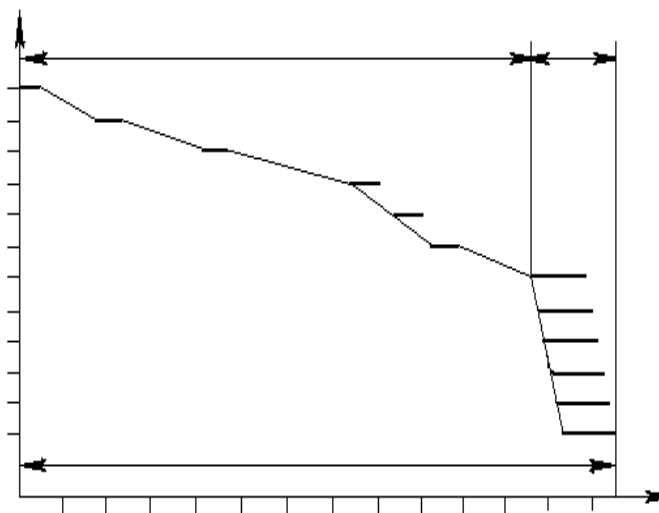


График прокатки

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.10 Прокатка тонколистовой горячекатаной стали на непрерывном широкополосном стане 2000 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие №24

Тренажер – имитатор «Технология эксплуатации стана прокатки рулонной стали»

Цель: с помощью трехмерной графики и анимации реализовать процесс обучения технологии прокатки стальной полосы с небольшим обжатием и последующем растяжением

Выполнив работу, Вы будете:

- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач.

ПК 2.3.3 Выполняет технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации стана прокатки рулонной стали».

Задание:

- 1 Изучить трехмерные модели участка линии горячего цинкования.
- 2 Изучить виртуальные пульта управления.
- 3 Изучить принцип работы оборудования непрерывного стана.
- 4 Провести проверку и оценку полученных знаний.

Порядок выполнения работы:

- 1 Запустить тренажер- имитатор.
- 2 Запросить сессию USB – ключом для активации.
- 3 Загрузить программу.
- 4 Ввести логин и пароль.
- 5 Начать обучение.

Ход работы:

- 1 запустить агрегат
 - моечная машина;
 - сушило;
 - параметры СОЖ;
 - подача СОЖ;
 - ролики;
 - подача воды.

Форма представления результата:

По окончании практического занятия должно быть пройдено тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 2.12 Производство холоднокатаного металла

Лабораторное занятие № 25

Расчет режима обжатий и натяжений при холодной прокатке

Цель: освоить методику распределения обжатий по клетям стана холодной прокатки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

№ П/П	Стан	Размер листа	Размер подката	Масса рулона, т
1	630	0,6*400	2,2*400	4,0
2	1200	0,36*1000	2,2*1000	7,0
3	2500	0,6*2000	2,5*2000	12
4	630	0,7*400	2,5*400	3,5
5	1200	0,20*800	2,0*800	6,0
6	2500	0,7*1800	3,0*1800	10
7	630	0,8*400	4,0*400	3,0
8	1200	0,22*1000	2,2*1000	5,0
9	2500	0,8*2000	4,0*2000	8,0
10	630	1,0*400	5,0*400	4,5
11	1200	0,28*800	2,5*800	4,0
12	2500	1,0*1000	4,0*1000	7,0
13	630	1,2*420	5,0*420	5,0
14	1200	0,25*1500	2,5*1500	3,0
15	2500	1,2*1600	3,5*1600	10
16	630	1,5*400	3,5*400	6,0
17	1200	0,20*800	2,2*800	3,5
18	2500	1,5*1000	4,0*1000	12
19	630	1,8*400	405*400	5,0
20	2500	1,8*1500	5,0*1500	14
21	1200	1,8*1000	2,0*1000	4,0
22	630	2,0*420	6,0*420	6,0

23	1200	0,20*850	2,2*850	4,5
24	2500	2,2*1700	6,0*1700	15
25	630	3,0*420	6,0*420	4,0
26	1200	0,32*850	2,8*850	5,0
27	2500	2,5*1800	5,0*1800	14
28	630	2,8*420	5,0*420	3,0
29	1200	0,18*800	2,0*800	6,0

Порядок выполнения работы:

- 1 Строим диаграмму распределения обжатий по проходам;
- 2 Определяем по диаграмме размеры прокатываемой полосы и суммарный расход энергии.
- 3 Определяем абсолютное обжатие по клетям;
- 4 Определяем суммарные и единичные относительные обжатия;
- 5 По графикам определяем предел текучести для заданной марки стали;
- 6 Определяем предел натяжения для каждой клетки.
- 7 Сводим все расчётные данные в таблицу.

Ход работы:

Необходимо определить режим обжатий при прокатке тонколистовой стали марки 0,8ю толщиной 2,5х1100 мм из подката толщиной 5,5х1100 мм.

Расчет ведем исходя из равномерной загрузки электродвигателей стана, суммарная мощность которых составляет:

$$N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 5600 \cdot 4 = 22400 \text{ кВт}$$

Для указанного графика имеется диаграмма удельного расхода энергии. Согласно этой диаграмме при общем сжатии $h = 5.5 - 2.5 = 3,0$ мм, суммарный расход энергии составляет 85 кВт/ч. Определим какое количество израсходованной энергии приходится на 1 кВт установленной на стане мощности привода клеток:

$$C = 85 / 22400 = 0,003$$

Эта величина для данных условий прокатки является постоянной. В связи с тем, что в основу положен расход энергии пропорциональной мощности электродвигателей, определим какую мощность будет расходовать каждый электродвигатель. Для этого умножим мощность каждого электродвигателя на коэффициент C:

$$N_1 = N_2 = N_3 = N_4 \cdot C = 5600 \cdot 0.003 = 16.8$$

Полученные значения откладываем на оси графика, принимая за начало число, отвечающие толщине подката, равной 5.5 мм. Пересечение каждой точки с кривой определяет точку на оси абсцисс, отвечающую толщине выходящей из клетки полосы.

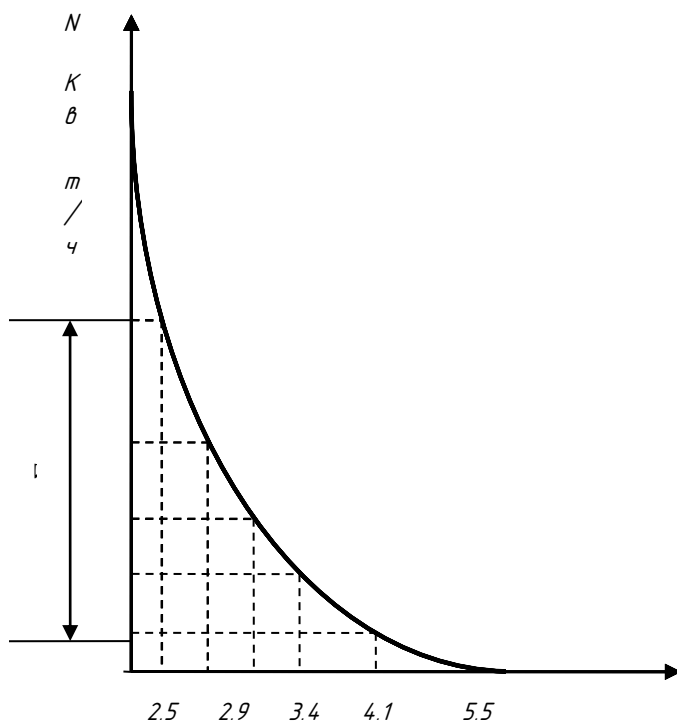


Диаграмма удельного расхода энергии при прокатке полосы толщиной 2,5 мм на валках диаметром 500 мм.

Пересечении каждой точки ординаты с кривой определяет точку на оси абсцисс, отвечающую толщине выходящей из клетки полосы.

$H=5.5$ мм; $h_1=4.1$ мм; $h_2=3.4$ мм; $h_3=2.9$ мм; $h_4=2.5$ мм.

Тогда обжатие по клетям определяется:

$$\Delta h_1 = H - h_1$$

$$\Delta h_1 = 5.5 - 4.3 = 1.2 \text{ мм};$$

$$\Delta h_2 = h_1 - h_2$$

$$\Delta h_2 = 4.3 - 3.6 = 0.7 \text{ мм};$$

$$\Delta h_3 = h_2 - h_3$$

$$\Delta h_3 = 3.6 - 3.2 = 0.4 \text{ мм};$$

$$\Delta h_4 = h_3 - h_4$$

$$\Delta h_4 = 3.2 - 2.5 = 0.7 \text{ мм};$$

Далее можно определить относительное обжатие по клетям:

$$Eh = \frac{\Delta h_n}{h_{n-1}} * 100;$$

$$Eh_1 = (1.2/4.3) * 100 = 34\%$$

$$Eh_2 = (0.7/3.4) * 100 = 20.6\%$$

$$Eh_3 = (0.5/2.9) * 100 = 17.2\%$$

$$Eh_4 = (0.4/2.5) * 100 = 16\%$$

Определяем суммарное обжатие по клетям:

$$\sum Eh_1 = \frac{\Delta h}{h_0} * 100\%;$$

$$\sum Eh_1 = (1.4/5.5) * 100 = 25.4\%$$

$$\sum Eh_2 = (0.7/5.5) * 100 = 12.7\%$$

$$\sum Eh_3 = (0.5/5.5) * 100 = 9.1\%$$

$$\sum Eh_4 = (0.4/5.5) * 100 = 7.2\%$$

Значение предела текучести (σ_T) определяется по графику:

$$\sigma_{T1}=53.7 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{T2}=45 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{T3}=41 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{T4}=37.5 \text{ кг/мм}^2;$$

Определяем натяжение (σ_n) по клетям

$$\sigma_n=(0,5 \div 0,8) \sigma_T$$

$$\sigma_{n1}=0,3*53.7=16.1 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{n2}=0,3*45=13.5 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{n3}=0,3*41=12.3 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{n4}=0,3*37.5=11.25 \text{ кг/мм}^2$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет режима обжарки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.12 Производство холоднокатаного металла

Лабораторное занятие № 26

Расчет часовой производительности станов холодной прокатки

Цель: освоить методику определения часовой производительности стана холодной прокатки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать режим обжатий и натяжений при холодной прокатке по следующим данным:

№ П/П	Стан	Размер листа	Размер подката	Масса рулона, т	Кол-во полос
1	630	0,6*400	2,2*400	4,0	2
2	1200	0,36*1000	2,2*1000	7,0	3
3	2500	0,6*2000	2,5*2000	12	3
4	630	0,7*400	2,5*400	3,5	2
5	1200	0,20*800	2,0*800	6,0	3
6	2500	0,7*1800	3,0*1800	10	2
7	630	0,8*400	4,0*400	3,0	2
8	1200	0,22*1000	2,2*1000	5,0	3
9	2500	0,8*2000	4,0*2000	8,0	2
10	630	1,0*400	5,0*400	4,5	3
11	1200	0,28*800	2,5*800	4,0	2
12	2500	1,0*1000	4,0*1000	7,0	2
13	630	1,2*420	5,0*420	5,0	2
14	1200	0,25*1500	2,5*1500	3,0	3
15	2500	1,2*1600	3,5*1600	10	3
16	630	1,5*400	3,5*400	6,0	2
17	1200	0,20*800	2,2*800	3,5	3
18	2500	1,5*1000	4,0*1000	12	2
19	630	1,8*400	405*400	5,0	3
20	2500	1,8*1500	5,0*1500	14	2

21	1200	1,8*1000	2,0*1000	4,0	2
22	630	2,0*420	6,0*420	6,0	3
23	1200	0,20*850	2,2*850	4,5	3
24	2500	2,2*1700	6,0*1700	15	2
25	630	3,0*420	6,0*420	4,0	2
26	1200	0,32*850	2,8*850	5,0	3
27	2500	2,5*1800	5,0*1800	14	2

Порядок выполнения работы:

- 1 Определяем заправочную скорость;
- 2 Определяем время пропуска переднего конца от 1 клетки до моталки;
- 3 Определяем время на закрепление конца рулона в моталке;
- 4 Определяем время для замедления 4 клетки;
- 5 Определяем время для замедления и ускорения швов;
- 6 Определяем длину полосы при работе двигателя;
- 7 Определяем время прокатки на рабочей скорости;
- 8 Определяем часовую производительность.

Ход работы:

Часовая производительность 4-х клетового стана 2500 холодной прокатки без учета времени простоев при прокатке полосы 2,5х1100 мм из 3-х полосного рулона 5,5х1100 мм, весом 20 т определяется по формуле:

$$A = 3600 \cdot G / T; \text{ т/час}$$

где G – масса прокатываемого рулона; T – ритм прокатки.

$$T = T_{\text{ц}} - T_{\text{п}}$$

где $T_{\text{ц}}$ – цикл прокатки, т.е. продолжительность всех операций при прокатке одного рулона;
 $T_{\text{п}}$ – время перекрытия

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + \dots + t_{10}$$

- t_1 – установка рулона на разматыватель;
- t_2 – захват переднего конца отгибатель и подача его в первую клетку;
- t_3 – пропуск переднего конца от 1 клетки до моталки;
- t_4 – закрепление конца рулона в моталке;
- t_5 – ускорение двигателей стана от заправочной скорости до рабочей;
- t_6 – прокатка на установленной скорости;
- t_7 – время замедления и ускорения при прокатке швов;
- t_8 – замедление двигателей стана;
- t_9 – прокатка заднего конца полосы на заправочной скорости;
- t_{10} – снятие рулона с барабана моталки.

Продолжительность этих операций определяется либо только хронометражем, либо и хронометражем и расчетами.

Принимаем по данным хронометражных наблюдений:

$$t_1 = 45 \text{ с}, t_2 = 45 \text{ с}, t_{10} = 40 \text{ с}.$$

Заправочные скорости определяются исходя из условий постоянства секундных объемов:

$$V_1 h_1 = V_2 h_2 = V_3 h_3 = V_4 h_4,$$

где V_1, V_2, V_3, V_4 , – заправочные скорости после соответствующих клеток, м/с;

h_1, h_2, h_3, h_4 – толщина полосы после соответствующих клеток.

$$h_1 = 4.1 \text{ мм}; h_2 = 3.4 \text{ мм}; h_3 = 2.9 \text{ мм}; h_4 = 2.5 \text{ мм}.$$

Заправочная скорость прокатки в последней клетке $V_4 = 0,8 \text{ м/с}$.

Следовательно:

$$V_3' = V_4 h_4 / h_3 = (0,8 * 2,5) / 2,9 = 0,7 \text{ м/с};$$

$$V_2' = V_4 h_4 / h_2 = (0,8 * 2,5) / 3,4 = 0,6 \text{ м/с};$$

$$V_1' = V_4 h_4 / h_1 = (0,8 * 2,5) / 4,7 = 0,5 \text{ м/с};$$

Время пропуска переднего конца от первой клетки до моталки:

$$t_3 = L_1 / V_1' + L_2 / V_2' + L_3 / V_3' + L_4 / V_4',$$

где L_1, L_2, L_3, L_4 – расстояние между клетями, равное 4,5 м;

$$t_3 = 37 \text{ с.}$$

Время на закрепление конца рулона в моталке:

$$t_4 = \pi * D_8 * n / V_4',$$

где D_8 – диаметр барабана моталки, равный 0,8 м;

n – число оборотов, необходимое на закрепление рулона.

$$t_4 = 3,14 * 0,8 * 3 / 0,8 = 10 \text{ с.}$$

Время на ускорение двигателя пятой клетки от заправочной до рабочей:

$$t_5 = V_4 - V_4' / a,$$

где a – ускорение двигателя в 4 клетки, равное 3 м/с².

$$t_5 = 20 - 0,8 / 3 = 7 \text{ с}$$

Время на замедления двигателя 4 клетки от рабочей V_4 до заправочной V_4' :

$$t_8 = V_4 - V_4' / b,$$

где b – замедление в клетки, равное 2 м/с².

$$t_8 = 20 - 0,8 / 2 = 10 \text{ с.}$$

Время прокатки заднего конца полосы на заправочной скорости:

$$t_9 = t_3 = 37 \text{ с.}$$

Время на замедление и ускорение при прокатке швов:

$$t_7 = n * (V_4 - V_4'' / a + V_4 - V_4'' / b),$$

где n – количество швов, равное 2

V_4'' – скорость прокатки швов, равная 2,5 м/с.

$$t_7 = 2 * ((20 - 2,5) / 3 + (20 - 2,5) / 2) = 30 \text{ с.}$$

Длина полосы, прокатываемой на заправочной скорости:

$$L' = V_4' * (t_3 + t_4 + t_9)$$

$$L' = 0,8 * (37 + 10 + 37) = 67 \text{ м.}$$

Длина полосы, прокатываемой при ускорении двигателя:

$$L_y = V_4 + V_4' / 2;$$

$$L_y = ((20 + 0,8) / 2) * 7 = 73 \text{ м.}$$

Длина полосы, прокатываемой при замедлении двигателя:

$$L_3 = V_4 + V_4' / 2$$

$$L_3 = (20 + 0,8 / 2) * 10 = 104 \text{ м.}$$

Длина полосы при прокатке швов на скорости прокатки швов:

$$L_{ш} = V_4 + V_4' / 2$$

$$L_{ш} = (20 + 2,5) / 2 * 30 = 330 \text{ м.}$$

Длина полосы, прокатываемой на рабочей скорости:

$$L_p = L_n - (L' + L_y + L_3 + L_{ш})$$

где L_n – длина рулона.

$$L_n = G / (\gamma * b * h_4)$$

$$L_n = 20 / (7,85 * 1,1 * 0,0004) = 5790,4 \text{ м};$$

$$L_p = 5790,4 - (67 + 73 + 104 + 330) = 5216,4 \text{ м.}$$

Время прокатки на рабочей скорости:

$$t_6 = L_p / V_4$$

$$t_6 = 5790,4 / 20 = 289,5 \text{ с}$$

$$T_{ц} = 45 + 45 + 37 + 10 + 7 + 289,5 + 30 + 10 + 37 + 40 = 550,5 \text{ с}$$

Время перекрытия:

$$T_{\Pi}=30 \text{ с;}$$

$$T=550.5-30=520.5 \text{ с}$$

$$A=(3600*20)/520.5=138.3 \text{ т/час.}$$

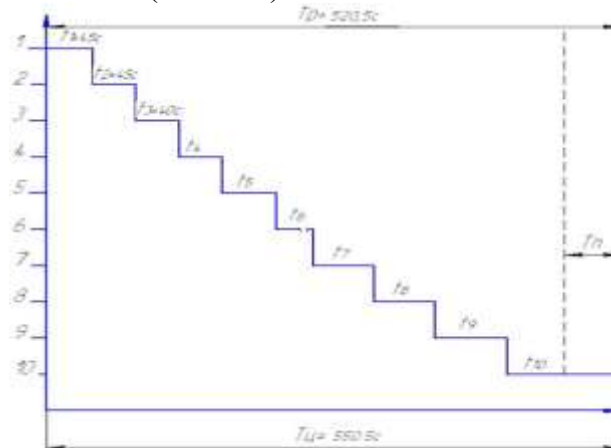


График прокатки

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет часовой производительности. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.12 Производство холоднокатаного металла

Лабораторное занятие № 27

Виртуальный тренажер «Вальцовщик стана холодной прокатки». Участок дрессировки и оцинковки

Цель: с помощью трехмерной графики и анимации реализовать процесс обучения технологии прокатки полосы на участке дрессировки и оцинковки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- использовать программное обеспечение управления технологическим процессом обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач.

ПК 2.3.3 Выполняет технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Тренажерные комплексы с реальными пультами управления «Вальцовщик стана холодной прокатки: участок дрессировки и правки оцинкованной полос

Задание:

- 1 Изучить пульт управления тренажера.
- 2 Изучить принцип работы оборудования дрессировочного стана.
- 3 Выполнить работу по индивидуальным данным.
- 4 Провести проверку и оценку полученных знаний.

Порядок выполнения работы:

- 1 Запустить тренажер- имитатор.
- 2 Запросить сессию USB – ключом для активации.
- 3 Загрузить программу.
- 4 Ввести логин и пароль.
- 5 Начать обучение.

Ход работы:

- 1 Выбрать нужный вариант задания.
- 2 Ввести данные.
- 3 По полученным данным составить маршрут процесса дрессировки.
- 4 По окончании работы просмотреть паспорт прокатки.

Форма представления результата:

По окончании практического занятия должно быть пройдено тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично

80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

2.13 Калибровка угловой стали

Практическое занятие № 15 Калибровка угловой стали. Построение калибров

Цель работы: освоить типовую методику расчета калибровки валков для прокатки угловой стали и основные операции при построении угловых калибров.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

- 1 Изучить методику расчета калибровки валков при прокатке угловой стали.
- 2 Изучить методику построения системы угловых калибров.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с методикой расчета угловых калибров.
- 2 Вычертить схему калибровки угловой стали.

Ход работы:

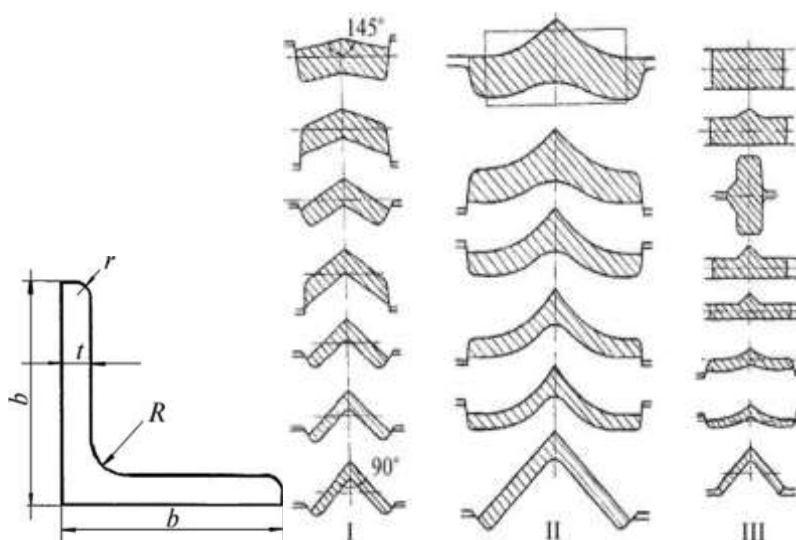
По ГОСТ 8509—72 и ГОСТ 8510—72 равнополочную угловую сталь прокатывают с полками шириной от 20X20 до 250X250 мм, неравнополочную угловую сталь — от 25X 16 до 250X160 мм.

Схема калибровки угловой стали зависит от типа стана, размеров исходной заготовки, а также от общего принципа построения калибров валков черновой, промежуточных и чистовой групп клетей. На современных сортовых станах широко применяют прокатку угловой стали с развернутыми полками в закрытых калибрах. Распространена и прокатка угловой стали в открытых калибрах со свободным уширением, впервые разработанная в отечественном прокатном производстве. Прокатка со свободным уширением весьма удобна на непрерывных станах, где наличие клетей с вертикальным расположением валков обеспечивает необходимый контроль размеров ширины полок.

Вершины угловых калибров располагают в валках сверху, а концы полок — снизу. При таком расположении калибров облегчается удаление окалины и воды, а прокатываемый раскат устойчив на рольганге при задаче в валки и выходе из них.

Обратим внимание на построение чистового калибра. В нем происходит выпрямление полок углового профиля до образования прямого угла у вершины и обжатие по толщине полок. Различают чистовой калибр со стесненным (ограниченным) уширением и со свободным уширением. На приведенных схемах даны чистовые калибры со свободным уширением, имеющие большие преимущества. При их использовании исключено образование заусенцев и можно прокатывать в одном чистовом калибре угловую сталь нескольких размеров.

Калибры равнополочной угловой стали врезают относительно вертикальной оси так, чтобы каждая полка имела с вертикальной осью угол 45° . При этом не возникают горизонтальные силы, способствующие осевому смещению валков друг относительно друга, ибо вертикальные проекции обеих полок равны между собой. Равенства вертикальных проекций обеих полок, как правило, достигают и при расположении в валках калибров неравнополочной угловой стали. В этом случае биссектриса угла не перпендикулярна осям валков.



Исходные данные для расчета калибровки валков должны содержать технические характеристики стана, размеры готового профиля марку стали и начальную температуру прокатки; иногда указывают дополнительные ограничения на условия прокатки и физико-механические свойства профиля.

Расчет выполняется в следующем порядке.

1. Определяют размеры чистого калибра.

2. Рассчитывают «горячие» основные размеры профиля, определяют среднюю линию полок и высоту чистого калибра. С учетом типа стана выбирают количество проходов фасонных калибрах пу (для мелких и средних профилей количество проходов составляет 4-5, для крупных 6-7 проходов) и составляют схему прокатки (маршрутную схему).

3. Рассчитывают общий и частные по проходам коэффициенты обжатия и проверяют выполнение условия. При необходимости корректируют частные коэффициенты обжатия, учитывая ограничения по устойчивости раската при прокатке: .

4. Рассчитывают параметры условного чистого калибра.

5. Последовательно против хода прокатки определяют параметры деформации, размеры поперечного сечения раската и рассчитывают размеры угловых калибров, соблюдая ограничения по условиям входа раската в калибр (ширина задаваемого раската должна быть меньше ширины калибра). При необходимости корректируют размеры калибра.

6. Определяют положение нейтральной линии калибра и с ее учетом определяют рабочие диаметры.

7. Определяют скорость прокатки и распределение температуры металла по проходам. С использованием метода «приведенной полосы» рассчитывают энергосиловые параметры. Проверяют ограничения по условиям захвата металла валками, прочности оборудования и мощности приводов.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.14 Калибровка круглой и квадратной стали

Лабораторное занятие № 28 Расчет калибровки круглой стали

Цель: освоить методику расчета калибровки валков для прокатки круглой стали. Изучить этапы построения схемы калибровки для круглой стали.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать калибровку валков для прокатки круглой стали на стане 370 ПАО ММК.

Порядок выполнения работы:

Калибровкой прокатных *валков* называется определение форм размеров и числа калибров, размеренных на валках для получения готового профиля.

Калибр прокатных валков - это просвет, образованный врезам в валках или ручьем в вертикальной плоскости, проходящей через оси валков.

Калибровка должна обеспечить прокатку из заготовки требуемого профиля необходимой формы и размеров в пределах принятых допусков, а также хорошее качество проката, максимальную производительность прокатки, минимальные износ и расход энергии, затрачиваемой на работу прокатного стана.

Прокатка профиля вначале ведется в вытяжных калибрах, предназначенных только для уменьшения площади сечения прокатываемой заготовки. При уменьшении площади сечения заготовки последняя вытягивается в длину без приближения формы сечения полосы к требуемой, поэтому эти калибры называются вытяжными. После прохода в вытяжных калибрах заготовка прокатывается в отделочных калибрах. Отделочные калибры разделяются на предчистовые и чистовые калибры. В предчистовых калибрах (их может быть несколько или один) наряду с дальнейшим уменьшением площади конфигурация сечения приближается к заданной форме готового профиля, и формируются отдельные его элементы. В чистовом калибре (он всегда один) требуемые формы и размер профиля формируются окончательно, размещается он на последнем проходе прокатки.

Для увеличения срока службы калибров расчет производится на получение профиля с минусовыми допусками его размеров. С целью учета снижения размеров профиля,

прокатываемого в горячем состоянии при охлаждении, необходимо умножать величину размеров профиля в холодном состоянии на коэффициент 1,01-1,015.

Ход работы:

Определяем размеры чистового и предчистового калибров для прокатки круглой стали Ø 35 мм на крупносортом стане 370 ПАО «ММК»

Заготовка имеет размеры 150x150x12000 мм. Прокатывается ст0.

Чистовой круглый калибр выполняется с развалом, т.е ширина калибра (горизонтальный диаметр) принимается больше диаметра круга.

Согласно схеме калибровки предчистой калибр (овальный) может быть в виде однорациусного или плоского овала. Между размерами предчистового овала и диаметром готового круга существует зависимость. Если вытяжка в овальном калибре задана, то размеры его корректируем так, чтобы получилось лучшая площадь калибров.

Диаметр калибра с учетом теплового расширения:

$$d = 1,013 \cdot d_{хол};$$

$$d = 1,013 \cdot 35 = 35,5 \text{ мм}$$

Принимаем по графику стр 134 $t=3,5$ мм

Горизонтальный диаметр калибра:

$$d_z = 2,089 \cdot R - 0,3 \cdot t;$$

$$d_z = 2,089 \cdot \frac{35,5}{2} - 0,3 \cdot 3,5 = 36 \text{ мм}$$

Радиус закругления фаски у разъема калибра:

$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot d;$$

$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot 35,5 = 28,4 \text{ мм}$$

Площадь круглого калибра:

$$F_{кр} = 0,785 \cdot d^2;$$

$$F_{кр} = 0,785 \cdot 35,5^2 = 989,29 \text{ мм}^2$$

По графику (рис. 87а) для Ø 20 мм определяем отношение h/d

$$h/d=0,87$$

$$h=0,87 \cdot 35=30,5$$

По графику определяем отношение h/b

$$h/b=0,62$$

$$b = \frac{30,5}{0,62} = 49,1 \text{ мм}$$

Принимаем $t=3,5$ мм т.к. t чистового калибра равно t предчистового.

Радиус очертания однорадиусного овала:

$$R = \frac{b_2 + (h-t)^2}{4 \cdot (h-t)};$$

$$R = \frac{35,5^2 + (30,5 - 3,5)^2}{4 \cdot (30,5 - 3,5)} = 22,5 \text{ мм}$$

Площадь овала:

$$F_{ов} = b \cdot t + \frac{2}{3} \cdot b \cdot (h-t)$$

$$F_{ов} = 49,1 \cdot 3,5 + 2/3 \cdot 49,1(30,5 - 3,5) = 1054,75 \text{ мм}^2$$

Форма продольного калибра соответствует выбранной схеме прокатки. Этот калибр должен иметь определенные размеры для получения нужного круга. Как показала практика соотношение размеров продольного и чистового круга таково.

а) для малых кругов 5-15 мм

$$A=d$$

$$\text{б) } A=(1,05-1,1)d$$

где а – сторона квадрата

для d=35 мм

$$A=(1,05-1,1)35=38,5 \text{ мм}$$

$$\text{в) } r=(0,1 \div 0,15)A$$

$$r=(0,1 \div 0,15)38,5=5,8 \text{ мм}$$

$$\text{г) } F_{кк}=A^2-0,86 \cdot r^2$$

$$F_{кк}=38,5^2-0,86 \cdot 5,8^2=1453,4 \text{ мм}^2$$

Так как схема калибровки задана, а расчет мы ведем против хода прокатки, то последним (первым) калибром является – прямоугольный.

Дано: заготовка 150x150x12000 мм. Прокатываем сталь 0, t=1200°C.

Прокатка ведется на стане с диаметром валков 650.

Определяем общую вытяжку

$$\lambda_{общ} = \frac{150 \cdot 150}{\pi \cdot F_{23}}$$

$$\lambda_{общ} = \frac{150 \cdot 150}{3,14 \cdot 17,5^2} = 23,4$$

Средняя величина вытяжки принимается в пределах $1,1 \div 1,35$

Принимаем $\lambda_1 = 4,78$, $\lambda_2 = 4,89$

Определим размеры второго калибра

$$F_{18} = \frac{F_i^2}{\lambda_0}$$

$$F_{18} = \frac{150^2}{4,78}$$
$$F_{18} = 4707,1 \text{ мм}^2$$

$$a_2 = \sqrt{F_{18}}$$

$$a_2 = \sqrt{4707,1}$$
$$a_2 = 68,6 \text{ мм}$$

Определяем размеры калибра

Для подсчета необходимо определить коэффициент трения

$$\mu = K_1 K_2 K_3 (1,05 - 0,0005t)$$

$$\mu = 1 \cdot 1 \cdot 1 (1,05 - 0,0005 \cdot 1200)$$

$$\mu = 0,45$$

Зададимся высотой калибра

$$h_1 = 140 \text{ мм}$$

Обжатие в калибре

$$\Delta h_1 = h_0 - h_1$$

$$\Delta h_1 = 150 - 140$$

$$\Delta h_1 = 10 \text{ мм}$$

Уширение в калибре

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{\Delta h_1}{2h_0} \left(\frac{\sqrt{R_\epsilon - \Delta h_1}}{2} - \frac{\Delta h_1}{2\mu} \right)$$

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{10}{2 \cdot 150} \left(\sqrt{650 / 2 - 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,45} \right) = 1,5 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_0 + \Delta b_1$$

$$b_1 = 140 + 1,5 = 141,5 \text{ мм}$$

Определяем высоту ручья

$$h_p = (0,2 \div 0,3) h_1$$

$$h_p = (0,2 \div 0,3) 140 = 42 \text{ мм}$$

Зазор между валками

$$t = h_1 - 2h_p$$

$$t = 140 - 2 \cdot 42$$

$$t = 56 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну

$$b_k = (0,95 \div 1,0) b_0$$

$$b_k = (0,95 \div 1,0) 150 = 142,5 \text{ мм}$$

Определяем ширину калибра по буртам

$$B_k = 150 + (1,25 \div 1,75) 1,5 = 151,8 \text{ мм}$$

Определяем выпуск калибра

$$tg \gamma = \frac{B_k - b_1}{2h_p} 100\%$$

$$tg \gamma = \frac{151,8 - 142,5}{2 \cdot 42} 100\%$$

$$tg \gamma = 11\%$$

Определяем радиусы закруглений

$$r_{вн} = (0,22 \div 0,25) h_p$$

$$r_{вн} = (0,22 \div 0,25) \cdot 42$$

$$r_{вн} = 10,5 \text{ мм}$$

$$r_{внут} = (0,8 \div 1,0) r_{вн}$$

$$r_{внут} = (0,8 \div 1,0) \cdot 10,5$$

$$r_{внут} = 8,4 \text{ мм}$$

Задаемся высотой второго ящичного калибра

$$h_2 = 120 \text{ мм}$$

тогда

$$\Delta h_3 = 150 - 120 = 30 \text{ мм}$$

Определяем уширение во втором калибре

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{30}{2 \cdot 150} \sqrt{650 / 2 * 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,45} = 27 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_1 + \Delta b_2$$

$$b_2 = 120 + 2,7$$

$$b_2 = 122,7 \text{ мм}$$

Определяем высоту ручья

$$h_p = (0,2 \div 0,3) h_2$$

$$h_p = (0,2 \div 0,3) \cdot 120$$

$$h_p = 36 \text{ мм}$$

Зазор между валками

$$t = h_2 - 2h_p$$

$$t = 120 - 2 \cdot 36$$

$$t = 48 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну

$$b_k = (0,95 \div 1) b_0$$

$$b_k = (0,95 \div 1) \cdot 150$$

$$b_k = 142,5 \text{ мм}$$

Ширина калибра по буртам

$$B_k = b_0 + (1,25 \div 1,75) \Delta b_2$$

$$B_k = 150 + (1,25 \div 1,75) \cdot 2,7$$

$$B_k = 154 \text{ мм}$$

Определяем выпуск калибра

$$\text{tg} \gamma = \frac{B_k - b_k}{2h_p} 100$$

$$\text{tg} \gamma = \frac{154 - 142,5}{2 \cdot 36} 100\%$$

$$\text{tg} \gamma = 15\%$$

Определяем радиусы закруглений

$$r_{\text{внеш}} = (0,22 \div 0,25) h_p$$

$$r_{\text{внеш}} = (0,22 \div 0,25) \cdot 36$$

$$r_{\text{внеш}} = 9 \text{ мм}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.14 Калибровка круглой и квадратной стали

Лабораторное занятие № 29

Расчет калибровки квадратной стали. Расположение квадратных калибров в валках и их построение

Цель: освоить методику расчета калибровки валков для прокатки квадратной стали. Научиться выстраивать схему калибровки для производства квадратной стали.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание

- 1 Рассчитать калибровку валков для прокатки квадратной стали по полученным данным.
- 2 Оформить расчет в рабочей тетради

Порядок выполнения работы

Черновые калибры валков для прокатки квадратных профилей можно выполнять в любой системе, но последние три калибра предпочтительно в системе ромб-квадрат. Угол при вершине ромба принимают до 120° . Иногда для лучшего выполнения углов квадрата угол у самой вершины ромба уменьшают до прямого.

При прокатке квадратов со стороной до 25 мм чистовой калибр строят в виде геометрически правильного квадрата, а при стороне свыше 25 мм – горизонтальную диагональ принимают на 1...2% больше вертикальной из-за разницы температур.

Черновые калибры для прокатки круглых профилей также выполняют в любой системе, а последние три калибра – в системе квадрат-овал-круг. Сторону предчистового квадрата для небольших кругов принимают равной диаметру чистового круга, а для средних размеров – в 1,1 раза больше диаметра круга.

Расчет режима обжатий квадрата 140 мм.

Принимаем следующую схему калибровки:

I - ящичный калибр; II - ромбический калибр; III - предчистовой квадратный калибр; IV - предчистовой ромбический калибр; V - чистовой квадратный калибр.

Расчет режима обжатия ведем против хода прокатки.

Соответственно стандарту 2590-88 допустимые отклонения для обычной точности составляют +0,8-2,0 мм, таким образом сторона квадрата в холодном стане с учетом допусков составит:

$$c_x = c + (\Delta^+ - \Delta^-)/2$$

где c - номинальный размер,
 Δ^+ - плюсовой допуск,
 Δ^- - минусовой допуск.

$$c_x = 140 + (0,8 - 2)/2 = 139,4 \text{ мм}$$

Сторона чистового квадрата в горячем состоянии:

$$c_r = c_1 = 1,013 c_x = 1,013 \times 139,4 = 141,2 \text{ мм}$$

Площадь чистового квадрата:

$$q_1 = 0,98 * c^2 = 0,98 * 141,2^2 = 19538,7 \text{ мм}^2$$

Толщина и ширина раската:

$$b_1 = h_1 = 1,41 * c_1 = 1,41 * 141,2 = 199,1 \text{ мм}$$

Зная сторону чистового квадрата определяем вытяжку в чистовом квадрате $\mu_1 = 1,12$.

Площадь предчистового ромба:

$$q_2 = q_1 * \mu_1 = 1,12 * 19538,7 = 21883,3 \text{ мм}^2$$

По рисунку определяем уширение в чистовом квадрате $\Delta b = 10 \text{ мм}$.

Толщина предчистового ромба:

$$h_2 = h_1 - \Delta b = 199,1 - 10 = 189,1 \text{ мм}$$

Ширина предчистового ромба:

$$b_2 = 2 * q_2 / (0,98 * h_2) = 2 * 21883,3 / (0,98 * 189,1) = 236,2 \text{ мм}$$

Обжатие в квадрате:

$$\Delta h_1 = 236,2 - 199,1 = 37 \text{ мм}$$

угол захвата:

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{\Delta h_1}{D - \frac{h_1}{2}} \right)$$

где D - минимальный диаметр валков, мм.

По определяем вытяжку в предчистовом ромбе: $\mu_2 = 1,16$. Площадь предчистового квадрата:

$$q_3 = q_2 * \mu_2 = 1,16 * 21883,3 = 25384,6 \text{ мм}^2.$$

Размеры предчистового квадрата:

$$c_3 = \sqrt{1,03 * q_3} = \sqrt{1,03 * 25384,6} = 161,7 \text{ мм}$$

Толщина и ширина раската:

$$b_3 = h_3 = 1,41 * 161,7 = 228 \text{ мм}$$

Обжатие в ромбе:

$$\Delta h_2 = h_3 - h_2 = 228 - 199 = 29 \text{ мм}$$

угол захвата:

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{29}{830 - \frac{199,1}{2}} \right) = 16,2^\circ$$

Уширение в ромбе определим по формуле:

$$\Delta b_3 = 0,4 * \sqrt{\Delta h_1 \frac{D - h_2}{2} \frac{\Delta h_2}{h_3}}$$

$$\Delta b_3 = 0,4 * \sqrt{29 \frac{830 - 199,1}{2} \frac{29}{161,7}} = 6,8 \text{ мм}$$

Пространство на уширение составит:

$$b_2 - b_3 = 236,1 - 228 = 8,2 \text{ мм},$$

таким образом перезаполнения не будет.

По рисунку определяем допустимый угол захвата при $t=950^\circ\text{C}$ скорости прокатки $v_n=4 \text{ м/с}$ $\alpha=19^\circ\text{C}$ по нем определяем вытяжку в предчистовом квадрате по $\mu_3=1,15$.

Площадь предчистового ромба:

$$q_4 = q_3 * \mu_3 = 1,15 * 25384,6 = 29192,3 \text{ мм}^2$$

Определяем уширение в предчистовом квадрате $\Delta b_3=13 \text{ мм}$.

Высота ромба:

$$h_4 = h_3 - \Delta b_3 = 228 - 13 = 215 \text{ мм}$$

Ширина ромба:

$$b_4 = 2 * q_{4/0,98} * h_4 = 2 * 29192,3 / 0,98 * 215 = 277,1 \text{ мм}$$

Обжатие в квадрате:

$$\Delta h_3 = 277,1 - 228 = 49,1 \text{ мм}$$

Угол захвата:

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{49,1}{830 - \frac{228,1}{2}} \right) = 21,2^\circ$$

Определим вытяжку в ромбе по $\mu_4=1,18$.

Площадь квадрата которая задается в ромб

$$q_5 = q_4 * \mu_4 = 1,18 * 29192,3 = 34447 \text{ мм}^2$$

Размеры квадрата определяем по формуле:

$$c_5 = \sqrt{1,03 \cdot q_5} = \sqrt{1,03 \cdot 34447} = 188.3 \text{ мм}$$

Толщина и ширина раската:

$$B_5 = h_5 = 1,41 \cdot 188.3 = 265.6 \text{ мм}$$

Обжатие в ромбе:

$$\Delta h_4 = h_5 - h_4 = 265.6 - 215 = 50.6 \text{ мм}$$

Уширение в ромбе :

$$\Delta b_3 = 0.4 \cdot \sqrt{50.6 \cdot \frac{830 - 215}{2}} \cdot \frac{50.6}{265.6} = 9.5 \text{ мм}$$

Пространство на уширение составит:

$$b_4 - b_5 = 277 - 265 = 12 \text{ мм},$$

Таким образом перезаполнения не будет.

По рисунку определяем допустимый угол захвата при $t = 950^\circ\text{C}$ скорости прокатки $v_{\text{п}} = 3 \text{ м/с}$, $\alpha = 23^\circ\text{C}$.

Обжатие в ящичном калибре:

$$\Delta h_6 = d_k (1 - \cos \alpha) = 750 (1 - \cos 23^\circ) = 60 \text{ мм}.$$

Толщина исходного блюма:

$$h_6 = h_5 + \Delta h_6 = 188.3 + 60 = 248 \text{ мм}.$$

Уширение в ящичном калибре:

$$\Delta b = \frac{2h_0 \cdot \Delta h \cdot k}{(h_0 - h_1) \left[1 + (1 + \alpha) \left(\frac{b_0}{R_k \alpha} \right) \right]}$$

где, R_k - катающий радиус, мм; α - угол захвата.

K -коэффициент учитывающий ограниченное уширение ($k = 0.6 - 0.8$)

$$\Delta b_6 = \frac{2 \cdot 188.3 \cdot 60 \cdot 0.7}{(248 + 188.3) \left[1 + 1(1 + 0.43) \left(\frac{188.3}{395 \cdot 0.43} \right) \right]^2} = 10 \text{ мм}$$

Ширина исходного блюма:

$$b_6 = b_5 - \Delta b_6 = 183.3 - 10 = 178.3 \text{ мм}.$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.15 Производство рельсов и балок

Практическое занятие № 16

Калибровка рельсов

Цель: освоить методику расчета калибровки валков для прокатки рельсов. Научиться выстраивать схему калибровки рельсов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

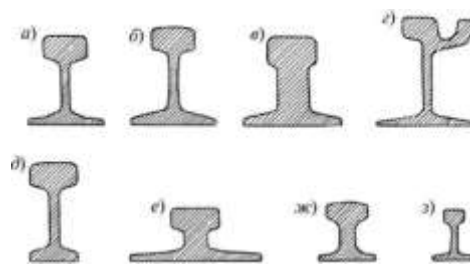
Задание: рассчитать калибровку валков для прокатки рельсов по полученным данным.

Порядок выполнения работы

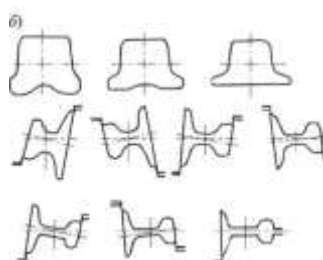
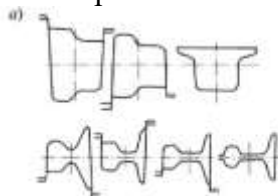
- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Рассчитать калибровку рельсов по полученным данным.
- 3 Расчет оформить в тетради.
- 4 Вычертить схему калибровки рельсов.

Ход работы:

Наиболее ответственным и распространенным является железнодорожный рельс Р50 (масса 1 пог. м равна 51,5 кг), применяемый для прокладки железнодорожных путей. По ГОСТ 7174—75 (который на территории РФ с 01.07 2001 г. временно отменен) он имеет следующие основные размеры и допуски по ним: высота — 152 (+0,8...—0,5) мм; ширина подошвы — 132 (± 1) мм; толщина стенки в среднем сечении — 16 (+0,75...—0,5) мм; средняя толщина подошвы — 10,5 (+1,0...—0,5) мм; ширина головки по основанию — 72 ($\pm 0,5$) мм; уклон внутренней грани подошвы — 1:4. Значительную часть рельсов производят на станах линейного типа, среди которых отдельно следует выделить рельсобалочные станы, производящие основную массу железнодорожных и других крупных рельсов. Мелкие рельсы производят также на других сортовых станах. Исходным материалом для прокатки железнодорожных рельсов являются слитки массой около 10 т, из которых на блюминге, входящем в состав комплекса рельсобалочного стана, катают блюмы массой 2—4 т, предназначенные непосредственно для рельсов. Для производства рельсов используют спокойную высокоуглеродистую сталь с содержанием углерода 0,5—0,78 %. Большая масса рельсовой стали в России выплавляется в мартеновских печах, идет постоянное сокращение доли мартеновской стали и замена ее на стали конвертерной плавки.



Типы рельсов



Схемы прокатки рельсов

Первый из рельсовых калибров — разрезной, и с него начинается формирование элементов профиля. В обеих схемах калибровки применяются закрытые рельсовые калибры с чередованием разъемов, как в балочных калибрах. Только чистовой калибр по головке рельса должен быть открытым, чтобы обеспечить требуемые по ГОСТу форму головки и радиусы закруглений. По схеме, представленной на рис. 14.37, а, разъемы калибров следуют с одной стороны и калибры располагаются в валках по горизонтальной оси. Это обеспечивает небольшой врез ручьев в валки и отсутствие осевых усилий на валках при прокатке. Зато схема с наклонными калибрами (см. рис. 14.37, б) дает возможность выдерживать параллельными плоскости подошвы и головки, что особенно важно при прокатке железнодорожных рельсов. Чтобы предотвратить осевое смещение валков при прокатке по этой схеме, часть бочки валков приходится расходовать на замки (рис. 14.38).

Необходимо отметить, что все приведенные схемы прокатки рельса уже значительно устарели и сохраняются только потому, что существуют рельсобалочные станы, удовлетворяющие потребности страны в рельсах. В мировой практике ведутся интенсивные работы по совершенствованию технологии производства рельсов. Например, компания SMS Meer GmbH (г. Менхенгладбах, Германия) поставила в Корею и Китай и имеет еще несколько заказов на новый непрерывный универсальный стан для прокатки рельсов (рис. 14.39). Стан имеет реверсивную клетку (малый блюминг), реверсивную клетку 1 с рельсовыми калибрами и непрерывную группу из трех клеток 2—4, из которых первая реверсивная и третья нереверсивная — универсальные, а средняя — клетка дуо нереверсивная. По расположению оборудования стан очень напоминает нижнетагильский УБС.

Калибры на валках расположены таким образом, чтобы реализовать схему прокатки, представленную на рис. 14.40. Видно, что после семи реверсивных пропусков в клетку 1 прокат проходит в одном направлении клеток 2 и 3, затем в обратном — только клетку 2 (в клетку 3 калибр отсутствует) и после реверса — клетки 2—4 в режиме непрерывной прокатки. Универсальные клетки

2 и 4 позволяют осуществлять обжатия с четырех сторон, что обеспечивает высокую точность готового проката.

При производстве рельсов высокие требования предъявляются к качеству готовой продукции. Показатели качества условно можно сгруппировать в две категории. В первую категорию входят требования по геометрии проката и состоянию его поверхности, а во вторую — механические характеристики металла профиля.

При расчете рельсовых калибров будем пользоваться методом Б.П. Бахтинова и М.М. Штернова. При определении размеров тавровых калибров используем практические данные и результаты исследований. Нумерацию калибров в данном случае принимаем по ходу прокатки, начиная с первого таврового калибра.

- 1 устанавливаем схему прокатки рельсов, например, принимаем три трапецеидальных калибра и шесть рельсовых калибров;
- 2 расчет ведем против хода прокатки, начиная от чистового калибра;
- 3 делим чистовой калибр на три элемента: головку, шейку и подошву с обозначением расчетных размеров
- 4 рассчитываем горячие размеры чистового калибра с учетом температурного коэффициента усадки профиля;
- 5 на основании практических данных хорошо работающих калибровок устанавливаем частные и общие коэффициенты деформации для отдельных элементов калибра — головки, шейки и подошвы.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.16 Производство сортовой стали на крупно-, средне- и мелкосортных станах

Лабораторное занятие № 30 Расчет калибровки круглой стали на стане 450

Цель: освоить методику расчета калибровки круглой стали на стане 450.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать калибровку валков для прокатки круглой стали по полученным данным.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Рассчитать калибровку круглой стали по полученным данным.
- 3 Расчет оформить в тетради.

Ход работы:

Определяем размеры чистового и предчистового калибров для прокатки круглой стали $\varnothing 45$ мм на крупносортном стане 450 ПАО ММК. Заготовка имеет размеры 150x150x12000 мм. Прокатывается ст 08ю.

Чистовой круглый калибр выполняется с развалом, т.е ширина калибра (горизонтальный диаметр) принимается больше диаметра круга.

Согласно схеме калибровки предчистовой калибр (овальный) может быть в виде однорадиусного или плоского овала. Между размерами предчистового овала и диаметром готового круга существует зависимость. Если вытяжка в овальном калибре задана, то размеры его корректируем так, чтобы получилось лучшая площадь калибров.

Диаметр калибра с учетом теплового расширения (1):

$$d = 1,013 \cdot d_{хол}; \quad (1)$$

$$d = 1,013 \cdot 45 = 46 \text{ мм}$$

Принимаем по графику стр 134 $t=6,5$ мм

Горизонтальный диаметр калибра рассчитывается по формуле (2):

$$d_e = 2,089 \cdot R - 0,3 \cdot t; \quad (2)$$

$$d_z = 2,089 \cdot \frac{30}{2} - 0,3 \cdot 6,5 = 30 \text{ мм}$$

Радиус закругления фаски у разъема калибра определяется из выражения (3):

$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot d;$$

$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot 46 = 6,1 \text{ мм}$$

Площадь круглого калибра находится как (4):

$$F_{кр} = 0,785 \cdot d^2; \quad (4)$$

$$F_{кр} = 0,785 \cdot 46^2 = 2920 \text{ мм}^2$$

По графику (рис. 87а) для Ø 60 мм определяем отношение h/d

$$h/d = 0,87$$

$$h = 0,87 \cdot 45 = 52$$

По графику определяем отношение h/b

$$h/b = 0,62$$

$$b = \frac{52}{0,62} = 83,8 \text{ мм}$$

Принимаем t=6,5 мм т.к. t чистового калибра равно t предчистового.

Радиус очертания однорадиусного овала (5):

$$R = \frac{b^2 + (h-t)^2}{4 \cdot (h-t)}; \quad (5)$$

$$R = \frac{61^2 + (52 - 6,5)^2}{4 \cdot (52 - 6,5)} = 13,5 \text{ мм}$$

Площадь овала определяется как (6):

$$F_{ов} = b \cdot t + \frac{2}{3} \cdot b \cdot (h-t) \quad (6)$$

$$F_{ов} = 83,8 \cdot 6,5 + 2/3 \cdot 83,8(52 - 6,5) = 3086 \text{ мм}^2$$

Форма продольного калибра соответствует выбранной схеме прокатки. Этот калибр должен иметь определенные размеры для получения нужного круга. Как показала практика соотношение размеров продольного и чистового круга таково.

а) для малых кругов 5-15 мм

$$A=d$$

$$б) A=(1,05-1,1)d$$

где a – сторона квадрата

для d=60 мм

$$A=(1,05-1,1)60=63 \text{ мм}$$

$$в) r=(0,1 \div 0,15)A$$

$$r=(0,1 \div 0,15)63 = 6,3 \text{ мм}$$

$$г) F_{кк} = A^2 - 0,86 \cdot r^2$$

$$F_{кк} = 63^2 - 0,86 \cdot 6,3^2 = 3936 \text{ мм}^2$$

Так как схема калибровки задана, а расчет мы ведем против хода прокатки, то последним (первым) калибром является – прямоугольный.

Дано: заготовка 150x150x12000 мм. Прокатываем сталь 0, t=1200°C.

Прокатка ведется на стане с диаметром валков 650.

Определяем общую вытяжку по формуле (7):

$$\lambda_{\text{обш}} = \frac{150 \cdot 150}{3.14 \cdot 30^2} = 7,96 \quad (7)$$

Средняя величина вытяжки принимается в пределах $1.1 \div 1.35$

Принимаем $\lambda_1 = 2,75$, $\lambda_2 = 2,9$

Определим размеры второго калибра по формуле (8):

$$F_{18} = \frac{F_n^2}{\lambda_0} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} F_{18} &= \frac{150^2}{2,75} \\ F_{18} &= 8181 \text{ мм}^2 \\ a_2 &= \sqrt{F_{16}} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \sqrt{8181} \\ a_2 &= 90,0 \text{ мм} \end{aligned}$$

Определяем размеры калибра.

Для подсчета необходимо определить коэффициент трения (10):

$$\begin{aligned} \mu &= K_1 K_2 K_3 (1,05 - 0,0005t) \\ \mu &= 1 \cdot 1 \cdot 1 (1,05 - 0,0005 \cdot 1200) \\ \mu &= 0,45 \end{aligned} \quad (10)$$

Зададимся высотой калибра $h_1 = 140 \text{ мм}$

Обжатие в калибре находим по формуле (11):

$$\Delta h_1 = h_0 - h_1 \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \Delta h_1 &= 150 - 140 \\ \Delta h_1 &= 10 \text{ мм} \end{aligned}$$

Уширение в калибре (12):

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{\Delta h_1}{2h_0} \left(\frac{\sqrt{R_k - \Delta h_1}}{2} - \frac{\Delta h_1}{2\mu} \right) \quad (12)$$

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{10}{2 \cdot 150} \left(\sqrt{650 / 2 - 10} - \frac{10}{2 \cdot 0,45} \right) = 1,5 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_0 + \Delta b_1 \quad (13)$$

$$b_1 = 140 + 1,5 = 141,5 \text{ мм}$$

Определяем высоту ручья по формуле (14):

$$h_p = (0,2 \div 0,3) h_1 \quad (14)$$

$$h_p = (0,2 \div 0,3) 140 = 42 \text{ мм}$$

Зазор между валками определяется как (15):

$$\begin{aligned} t &= h_1 - 2h_p \\ t &= 140 - 2 \cdot 42 \end{aligned} \quad (15)$$

$$t=56 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну определяется (16):

$$b_k=(0,95\div 1,0)b_0 \quad (16)$$

$$b_k=(0,95\div 1,0)150=142,5 \text{ мм}$$

Определяем ширину калибра по буртам:

$$B_k=150+(1,25\div 1,75)1,5=151,8 \text{ мм}$$

Определяем выпуск калибра по формуле (17):

$$tg\gamma = \frac{B_k - b_1}{2h_p} 100\% \quad (17)$$

Где, B_k - ширина калибра по буртам, мм

b_1 - ширина калибра по дну, мм

h_p - высота калибра, мм

$$tg\gamma = \frac{151,8 - 142,5}{2 \cdot 42} 100\%$$

$$tg\gamma = 11\%$$

Определяем радиусы закруглений:

$$r_{вн}=(0,22\div 0,25)h_p \quad (18)$$

$$r_{вн}=(0,22\div 0,25)\cdot 42$$

$$r_{вн}=10,5 \text{ мм}$$

$$r_{внут}=(0,8\div 1,0)r_{вн} \quad (19)$$

$$r_{внут}=(0,8\div 1,0)\cdot 10,5$$

$$r_{внут}=8,4 \text{ мм}$$

Задаемся высотой второго ящичного калибра:

$$h_2=120 \text{ мм}$$

тогда:

$$\Delta h_3=150-120=30 \text{ мм}$$

Определяем уширение во втором калибре (20):

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{30}{2 \cdot 150} \sqrt{650 / 2 * 30} - \frac{30}{2 \cdot 0.45} = 2,7 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_1 + \Delta b_2 \quad (20)$$

$$b_2 = 120 + 2,7$$

$$b_2 = 122,7 \text{ мм}$$

Определяем высоту ручья (21):

$$h_p=(0,2\div 0,3)h_2 \quad (21)$$

$$h_p=(0,2\div 0,3)\cdot 120$$

$$h_p=36 \text{ мм}$$

Зазор между валками (22):

$$t=h_2-2h_p$$

$$t=120-2\cdot 36$$

$$t=48 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну (23):

$$\begin{aligned}
 b_k &= (0,95 \div 1) b_0 \\
 b_k &= (0,95 \div 1) \cdot 150 \\
 b_k &= 142,5 \text{ мм}
 \end{aligned}
 \tag{23}$$

Ширина калибра по буртам (24):

$$B_k = b_0 + (1,25 \div 1,75) \Delta b_2 \tag{24}$$

$$\begin{aligned}
 B_k &= 150 + (1,25 \div 1,75) \cdot 2,7 \\
 B_k &= 154 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Определяем выпуск калибра (25):

$$tg \gamma = \frac{B_k - b_k}{2h_p} 100 \tag{25}$$

$$\begin{aligned}
 tg \gamma &= \frac{154 - 142,5}{2 \cdot 36} 100 \% \\
 tg \gamma &= 15 \%
 \end{aligned}$$

Определяем радиусы закруглений (26):

$$r_{внеш} = (0,22 \div 0,25) h_p \tag{26}$$

$$\begin{aligned}
 r_{внеш} &= (0,22 \div 0,25) \cdot 36 \\
 r_{внеш} &= 9 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.16 Производство сортовой стали на крупно-, средне- и мелкосортных станах

Лабораторное занятие № 31 Расчет калибровки квадратной стали на стане 370

Цель: освоить методику расчета калибровки квадратной стали на стане 370

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание: рассчитать калибровку валков для прокатки квадратной стали по полученным данным.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Рассчитать калибровку квадратной стали по полученным данным.
- 3 Расчет оформить в тетради.

Ход работы:

Сортовой прокат получают в результате несколько: последовательных пропусков число которых зависит от соотношения размеров и формы начального и конечного сечения, при этом в каждом пропуске сечение изменяется с постепенным приближением к готовому профилю.

Прокатка сортового металла осуществляется в калиброванных валках: т.е. в валках, имеющих специальные вырезы, соответствующие требуемой конфигурации проката в ленном пропуске. Кольцевой вырез в одном валке называется ручьем, а просвет двух ручьев расположенных одним над другим совместно работающих с учетом зазора между ними называется калибром.

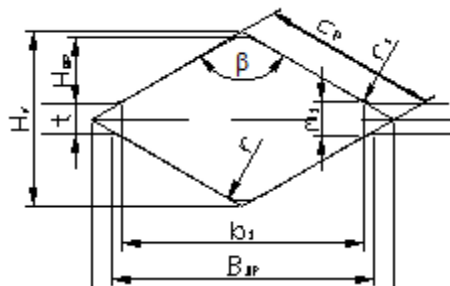
Прокатка в калибрах, как правило, является примером ярко выраженной неравномерной деформации металла и в большинстве случаев стесненным уширением.

При калибровке прокатных валков величину обжатия по пропускам приходится принимать одновременно с определением последовательных форм и размеров калибров, обеспечивающих получение качественного проката и точных размеров профиля.

ГОСТ 2591—71 предусматривает производство квадратной стали размером от 5 до 250 мм. Чистота поверхности такого проката (при условии предварительного удаления дефектов при зачистке заготовок), а также хорошее качество кромок должны соответствовать заданиям производства. Для этого калибровка валков должна быть выполнена с расчетом обеспечения

вышеуказанных условий. Очень важно прокатывать заготовку таким образом, чтобы полученный готовый профиль имел минимальную массу 1 м длины.

В практике работы отечественных заводов квадратную сталь прокатывают с применением ромбических калибров, число которых определяется размерами готового профиля. Например, для получения квадратной стали больших размеров с хорошими кромками достаточно иметь один ромбический калибр. Для мелких квадратов, имеющих небольшие обжатия в чистовом проходе, уже недостаточно иметь одного ромбического калибра. Для получения и обеспечения хорошего качества углов применяют два промежуточных ромба



Построение ромбического калибра

Размеры H_k и B_k ромбического калибра определяют в процессе расчета калибровки с учетом заданной величины коэффициента вытяжки в калибре, правильного заполнения калибра, а также с учетом получения размеров сечения, удовлетворяющим условиям прокатки в следующем калибре.

Откладывая на вертикальной и горизонтальной осях размеры H_k и B_k (рис.26), выполняют построение скелета в виде геометрически правильного ромба со стороной c_p и тупым углом при вершине β .

Расчет массы партии квадратного профиля, независимо от способа его изготовления и материала, используемого при изготовлении, можно произвести по формуле или расположенной ниже таблице. При ее составлении использовалось среднее значение плотности стали. Для получения требуемой величины вес 1 м умножают на общий метраж.

Формула определения веса 1 м стальных изделий:

$$M = \rho \cdot a^2,$$

где, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$;

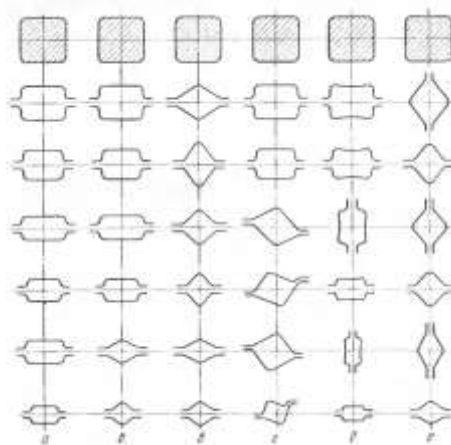
a – сторона, м.

Размеры и вес квадратного профиля

Сторона, мм	Масса 1 м, кг	Сторона мм	Масса 1 м кг	Сторона, мм	Масса 1 м, кг
3	0,071	14	1,54	55	23,72
3,2	0,08	15	1,77	60	28,26
4	0,126	16	2,01	65	33,17
4,5	0,159	18	2,54	70	38,4

5	0,196	20	3,14	80	50,24
6	0,238	22	3,46	85	56,72
6,3	0,283	24	4,52	90	63,59
7	0,385	25	4,91	100	78,5
8	0,502	30	7,06	110	94,99
9	0,636	32	8,04	120	113,04
10	0,785	35	9,62	140	153,86
11	0,95	40	12,56	150	176,63
12	1,13	45	15,9	160	200,96
13	1,33	50	19,62	180	254,34

Сторона квадрата	Предельное отклонение, не более
От 6 до 9 включ.	+0,5
Св. 9 » 19 «	+0,6
» 19 » 25 «	+0,8
» 25 » 30 «	+0,9
» 30	Суммы предельных отклонений для проката обычной точности прокатки в соответствии с табл.1



Схемы калибровки квадратной стали

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.16 Производство сортовой стали на крупно-, средне- и мелкосортных станах

Лабораторное занятие № 32 Расчет калибровки катанки на стане 170

Цель: освоить методику расчета калибровки круглой стали на стане 170

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание

- 1 Рассчитать калибровку валков для прокатки квадратной стали по полученным данным.
- 2 Оформить расчет в рабочей тетради

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические указания к данной практической работе.
- 2 Рассчитать калибровку мелкосортной круглой стали по полученным данным.
- 3 Расчет оформить в тетради.

Ход работы:

На современных отечественных проволочных станах средняя величина вытяжки достигает максимального значения 1,380—1,385. При максимальной средней вытяжке система прямоугольник — ящичный квадрат также применима, раскаты в калибрах устойчивы. Расчеты и практика показывают, что в черновой группе клетей проволочных станов вместо прямоугольного калибра можно использовать валки с гладкой бочкой если величина средней вытяжки меньше значения 1,3 (при этом повышается устойчивость раската). При использовании валков с гладкой бочкой упрощается подгонка валков и валковой арматуры к прокатке, облегчается настройка стана.

Рассмотрим вопрос о диаметре катанки, имея в виду задачи проволочных и волочильных станов. Катанка — дефицитный профиль и поэтому при изменении сортамента проволочного стана необходимо учитывать изменение его производительности. Современные проволочные станы, как правило, работают на предельных скоростных и деформационных режимах. В связи с этим уменьшение диаметра выпускаемой катанки ведет к снижению производительности стана. Уменьшение производительности заметно даже при переходе с катанки диаметром 6,5 на катанку диаметром 6,3 мм.

Производство катанки диаметром 6,3 мм вместо катанки диаметром 6,5 мм ухудшает технико-экономические показатели и в случае образования большего количества окалины, так как уменьшение площади поперечного сечения катанки приводит к относительному росту поверхности металла и, следовательно, к увеличению образующейся окалины, повышенному расходу металла.

Однако исходя из общих интересов народного хозяйства производство катанки малых диаметров (5—6 мм) на современных проволочных станах в ряде случаев целесообразно и необходимо.

Большой экономический эффект дает и производство катанки с высокой точностью размеров (с допуском $\pm 0,1$ — $0,15$ мм), и для этого есть необходимые условия на новых станах.

При осуществлении этих прогрессивных направлений весьма важными становятся ускоренное охлаждение катанки за чистовыми клетями, внедрение блоков чистовых клетей и повышение при этом скорости прокатки до 50—70 м/с, клетей с многовалковыми калибрами и так называемых калибрующих клетей высокой жесткости, а также увеличение массы бунтов до 2 т и более.

Другими важными направлениями в расширении производства и улучшении качества катанки на современных отечественных проволочных станах являются:

освоение прокатки профилей из литых заготовок сечением 120X120 мм и больше; широкое применение нагревательных печей с шагающим подом; создание бесконечной прокатки путем сварки концов нагретых заготовок встык на ходу.

Определяем размеры чистового и предчистового калибров для прокатки круглой стали $\varnothing 10$ мм на мелкосортном стане 170 ОАО ММК. Заготовка имеет размеры 150x150x12000 мм. Прокатывается ст 0.

Чистовой круглый калибр выполняется с развалом, т.е. ширина калибра (горизонтальный диаметр) принимается больше диаметра круга.

Согласно схеме калибровки предчистовой калибр (овальный) может быть в виде однорадиусного или плоского овала. Между размерами предчистового овала и диаметром готового круга существует зависимость. Если вытяжка в овальном калибре задана, то размеры его корректируем так, чтобы получилось лучшая площадь калибров.

Диаметр калибра с учетом теплового расширения определяется по формуле:

$$d = 1,013 \cdot d ;$$
$$d = 1,013 \cdot 10 = 10,13 \text{ мм}$$

Принимаем по графику стр 134 $t=3,5$ мм.

Горизонтальный диаметр калибра определяется по формуле:

$$d_z = 2,089 \cdot R - 0,3 \cdot t;$$

Где, R – радиус валка, мм

t – зазор между валками, мм

$$d_z = 2,089 \cdot \frac{10,13}{2} - 0,3 \cdot 3,5 = 9,53 \text{ мм}$$

Радиус закругления фаски у разъема калибра определяется по формуле:

$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot d ;$$
$$r = (0,08 \div 0,1) \cdot 10,13 = 1,01 \text{ мм}$$

Площадь круглого калибра определяется как

$$F_{кр} = 0,785 \cdot d^2 ;$$

$$F_{кр} = 0,785 \cdot 10,13^2 = 80,54 \text{ мм}^2$$

По графику (рис. 87а) для Ø 10 мм определяем отношение h/d :

$$h/d=0,87$$

$$h=0,87 \cdot 10=8,7 \text{ мм}$$

По графику определяем отношение h/b:

$$h/b=0,62$$

$$b = \frac{8,7}{0,62} = 14,03 \text{ мм}$$

Принимаем t=3,5 мм т.к. t чистового калибра равно t предчистового.

Радиус очертания однорадиусного овала определяется по формуле:

$$R = \frac{b^2 + (h-t)^2}{4 \cdot (h-t)};$$

$$R = \frac{14,03^2 + (8,7 - 3,5)^2}{4 \cdot (8,7 - 3,5)} = 10,71 \text{ мм}$$

Площадь овала определяется по формуле:

$$F_{ов} = b \cdot t + \frac{2}{3} \cdot b \cdot (h-t)$$

где, b – ширина калибра, мм

t – зазор между валками, мм

h – высота калибра, мм

$$F_{ов} = 8,7 \cdot 3,5 + 2/3 \cdot 8,7(10,13 - 3,5) = 88,2 \text{ мм}^2$$

Форма продольного калибра соответствует выбранной схеме прокатки. Этот калибр должен иметь определенные размеры для получения нужного круга. Как показала практика соотношение размеров продольного и чистового круга таково.

а) для малых кругов 5-15 мм . A=d

б) A=(1,05-1,1)d

где a – сторона квадрата

для d= 10 мм

A=(1,05-1,1) 10=10,5 мм

в) r=(0,1÷0,15)A, r=(0,1÷0,15)10,5=1,05 мм

г) F_{кк}=A²·0,86·r², F_{кк}=10,5²·0,86·1,05²=111,2 мм²

Так как схема калибровки задана, а расчет мы ведем против хода прокатки, то последним (первым) калибром является – прямоугольный.

Дано: заготовка 150x150x12000 мм. Прокатываем сталь 0, t=1200⁰С.

Прокатка ведется на стане с диаметром валков 170.

Определяем общую вытяжку по формуле:

$$\lambda_{общ} = \frac{150 \cdot 150}{\pi \cdot F_{23}}$$

$$\lambda_{общ} = \frac{150 \cdot 150}{3,14 \cdot 10^2} = 23,4$$

Средняя величина вытяжки принимается в пределах 1.1 ÷ 1.35

Принимаем λ₁ = 4,78, λ₂ = 4,89

Определим размеры второго калибра по формуле:

$$F_{18} = \frac{F_i^2}{\lambda_0}$$

$$F_{18} = \frac{150^2}{4,78}$$

$$F_{18} = 4707,1 \text{ мм}^2$$

Сторона квадрата а определяется по формуле:

$$a_2 = \sqrt{F}$$

$$a_2 = \sqrt{4707,1}$$

$$a_2 = 68,6 \text{ мм}$$

Определяем размеры калибра.

Для подсчета необходимо определить коэффициент трения по формуле:

$$\mu = K_1 K_2 K_3 (1,05 - 0,0005t)$$

Где, K_1 – коэффициент, учитывающий материал валков, для стальных валков K_1 равен 1;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние окружной скорости валков;

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние химического состава стали;

t – температура прокатываемого металла.

$$\mu = 1 \cdot 1 \cdot 1 (1,05 - 0,0005 \cdot 1200)$$

$$\mu = 0,45$$

Зададимся высотой калибра:

$$h_1 = 140 \text{ мм}$$

Обжатие в калибре определяется по формуле (11):

$$\Delta h_1 = h_0 - h_1$$

Где, h_0 – высота до прокатки, мм

h_1 – высота после прокатки, мм

$$\Delta h_1 = 150 - 140$$

$$\Delta h_1 = 10 \text{ мм}$$

Уширение в калибре определяется по формуле:

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{\Delta h_1}{2h_0} \left(\frac{\sqrt{R_k - \Delta h_1}}{2} - \frac{\Delta h_1}{2\mu} \right)$$

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{10}{2 \cdot 150} \left(\frac{\sqrt{650/2 - 10}}{2} - \frac{10}{2 \cdot 0,45} \right) = 1,5 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_0 + \Delta b$$

где, b_0 - ширина до прокатки, мм

$$b_1 = 140 + 1,5 = 141,5 \text{ мм}$$

Определяем высоту ручья по формуле:

$$h_p = (0,2 \div 0,3) h_1$$

$$h_p = (0,2 \div 0,3) 140 = 42 \text{ мм}$$

Зазор между валками определяется как:

$$t = h_1 - 2h_p$$

$$t = 140 - 2 \cdot 42$$

$$t = 56 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну определяется по формуле:

$$b_k = (0,95 \div 1,0) b_0$$

$$b_k = (0,95 \div 1,0) 150 = 142,5 \text{ мм}$$

Определяем ширину калибра по буртам:

$$B_k = 150 + (1,25 \div 1,75) 1,5 = 151,8 \text{ мм}$$

Определяем выпуск калибра по формуле:

$$tg\gamma = \frac{B_k - b_1}{2h_p} 100\%$$

Где, B_k - ширина калибра по буртам, мм

b – ширина калибра по дну, мм

h_p - высота ручья, мм

$$tg\gamma = \frac{151,8 - 142,5}{2 \cdot 42} 100\%$$

$$tg\gamma = 11 \%$$

Определяем радиусы закруглений по формуле

$$r_{вн} = (0,22 \div 0,25) h_p$$

$$r_{вн} = (0,22 \div 0,25) \cdot 42$$

$$r_{вн} = 10,5 \text{ мм}$$

$$r_{внут} = (0,8 \div 1,0) r_{вн}$$

$$r_{внут} = (0,8 \div 1,0) \cdot 10,5$$

$$r_{внут} = 8,4 \text{ мм}$$

Задаемся высотой второго ящичного калибра:

$$h_2 = 120 \text{ мм}$$

тогда,

$$\Delta h_3 = 150 - 120 = 30 \text{ мм}$$

Определяем уширение во втором калибре по формуле:

$$\Delta b_1 = 1,15 \frac{30}{2 \cdot 150} \sqrt{650 / 2 * 30} - \frac{30}{2 \cdot 0,45} = 2,7$$

Определяем высоту ручья по формуле:

$$h_p = (0,2 \div 0,3) h_2$$

$$h_p = (0,2 \div 0,3) \cdot 120$$

$$h_p = 36 \text{ мм}$$

Зазор между валками определяется по формуле:

$$t = h_2 - 2h_p$$

$$t = 120 - 2 \cdot 36$$

$$t = 48 \text{ мм}$$

Ширина калибра по дну:

$$b_k = (0,95 \div 1) b_0$$

$$b_k = (0,95 \div 1) \cdot 150$$

$$b_k = 142,5 \text{ мм}$$

Ширина калибра по буртам определяется как:

$$B_k = b_0 + (1,25 \div 1,75) \Delta b_2$$

$$B_k = 150 + (1,25 \div 1,75) \cdot 2,7$$

$$B_k = 154 \text{ мм}$$

Определяем выпуск калибра:

$$tg\gamma = \frac{154 - 142,5}{2 \cdot 36} 100\%$$
$$tg\gamma = 15\%$$

Определяем радиусы закруглений по формуле:

$$r_{внеш} = (0,22 \div 0,25) h_p$$
$$r_{внеш} = (0,22 \div 0,25) \cdot 36$$
$$r_{внеш} = 9 \text{ мм}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет калибровки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.16 Производство сортовой стали на крупно-, средне- и мелкосортных станах

Практическое занятие № 17, 18, 19

Определение часовой производительности на современном крупносортном стане 450 СЦ ПАО «ММК». Построение графика прокатки. Определение часовой производительности среднесортного стана 370 ПАО «ММК». Определение часовой производительности стана 170 ПАО «ММК»

Цель: освоить методику расчета часовой производительности на стане 450, 370 и 170 ПАО «ММК» и построения графика прокатки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- контролировать геометрические параметры заготовок и металлопродукции;
- рассчитывать параметры технологического процесса обработки металлов давлением.

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 2.1.1 Выполняет расчеты характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.1.2 Выполняет расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением.

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание: рассчитать часовую производительность сортопрокатных станов по индивидуальным данным.

Порядок выполнения работы

- 1 Определить часовую производительность стана 450.
- 2 Определить часовую производительность стана 370
- 3 Определить часовую производительность мелкосортного стана 170.
- 4 Построить график прокатки.

Ход работы:

Определить $A_{\text{час}}$ стана 370, количество оборотов электродвигателя в последней клетки чистовой группы $n=1200$ об/мин; передаточное число $i = 0,625$; заготовка $150 \times 150 \times 12000$ мм $G=2000$ кг; круглая сталь - диаметром 35 мм.

Принимаем t паузы между концом прокатки первой заготовки и началом следующей $t_n = 3 \text{ сек}$ $\hat{E}_u = 0,95$, выход годного составляет $\alpha = 0,96$.

Производительность стана рассчитывается по чистовой группе клеток, которая затрачивает на прокатку максимальное время.

Количество оборотов вала в чистовой клетки

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{об вал}} &= \Pi * i \\ \Pi_{\text{об вал}} &= 1200 * 0,625 = 750 \text{ об/мин} \end{aligned}$$

Скорость прокатки в последней клетки

$$V_{кл} = \frac{\pi * D_{к} * n_{об вал}}{60}$$

$$V_{кл} = \frac{3,14 * 0,65 * 780}{60} = 25,5 \text{ м/с}$$

Определим длину проката после последней клетки

$$l_{23} = l_0 \lambda_{общ}$$

$$l_{23} = 12 \cdot 23,4$$

$$l_{23} = 280,8 \text{ мм}$$

Определим машинное время

$$t_{м} = \frac{l_{43}}{v_{43}}$$

$$t_{м} = 280,8 / 25,5 = 11 \text{ с}$$

Определим время ритм

$$T_p = t_m + t_n$$

$$T_p = 11 + 3 = 14$$

Определим часовую производительность

$$A_{ч} = \frac{3600g}{T_p} K_u l$$

$$A_{ч} = \frac{3600 \cdot 2000}{14} 0,97 \cdot 0,96$$

$$A_{ч} = 4784 \text{ т/ч}$$

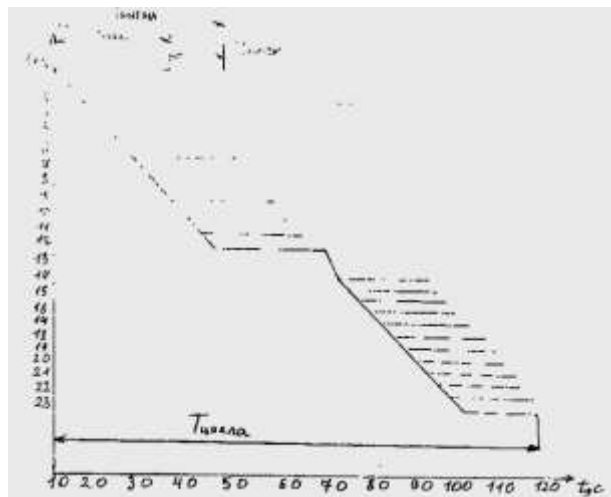


График прокатки сортового стана

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчеты часовой производительности сортовых станов, график прокатки. Отчет предоставить в письменном виде.

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.