

*Приложение 1.3.1 к ОПОП-П по специальности
22.02.11 Обработка металлов в металлургическом производстве
(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 ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.03 ОСВОЕНИЕ ПРОФЕССИЙ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЕЙ СЛУЖАЩИХ
МДК.03.01 Выполнение работ по профессии 11345 Вальцовщик стана горячей прокатки
для обучающихся специальности
22.02.11 Обработка металлов в металлургическом производстве
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

СОДЕРЖАНИЕ

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).

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является эксплуатация учебного лабораторного оборудования для формирования профессиональных умений.

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен **уметь:**

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.3 устанавливать и выполнять наладку валковой арматуры, инструментов деформации, направляющих роликов на обслуживаемой клети при переходе с одного профиля на другой;

У 3.1.4 устанавливать обводки, проводки и пропуски;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-нереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

У 3.1.11 участвовать в ремонте и приемке обслуживаемой клети после ремонта;

У 3.1.12 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на освоение вида деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 3.1. Вести технологический процесс производства листового проката на станах горячей прокатки.

А также формированию общих компетенций:

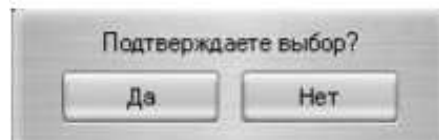
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

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

Алгоритм работы с тренажерами

1. Запустите тренажер.
2. Пройдите авторизацию:
 - 2.1. В поле «Логин» введите логин пользователя:
 - 2.2. В поле «Пароль» введите пароль пользователя:
 - 2.3. Нажмите кнопку [ОК] для входа в программу. Для завершения работы с программой нажмите кнопку [Отмена].
3. В режиме Демонстрация изучите конструкции изучаемого оборудования:
 - 3.1. Для вызова Руководства пользователя нажмите кнопку.
На экране появится Главный экран системы.
В верхнем левом углу располагается меню доступа к разделам обучения.
 - 3.2. В главном меню выберите пункт «Конструкция основных узлов и агрегатов [наименование стана]». На экране появятся доступные режимы работы с данным разделом.
 - 3.3. Для перехода к демонстрационному режиму выберите пункт «Демонстрация». Запустится демонстрационный режим.
 - 3.4. Щелкните левой кнопкой мыши на одном из объектов панели «Список объектов» - камера будет автоматически наведена на данный объект, а сам объект выделится цветом.
Также объект можно выделить, щёлкнув левой кнопкой мыши по конкретному элементу на 3-х мерной модели агрегата: Для выбранного объекта отобразится информация: - Описание объекта.
 - 3.5. Для просмотра дополнительных материалов по объекту выделите интересующий Вас объект и нажмите правую клавишу мыши:
 - 3.6. Для просмотра видеоматериалов по объекту выберите пункт «Видеоматериалы».
 - 3.7. Перейти к дополнительной информации по объекту можно при помощи «Списка объектов»: Для этого щёлкните левой кнопкой мыши по соответствующей кнопке около названия объекта.
 - 3.8. Кнопки управления 3-х мерной конструкцией, расположенные в левом нижнем углу экрана:
 - 3.9. Перемещать 3-х мерную модель конструкции можно при помощи мыши. Для этого зажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор в соответствующем направлении. Для вращения конструкции перемещайте курсор мыши, зажав правую кнопку мыши.
 - 3.10. Кнопки управления, расположенные в правом нижнем углу экрана.
4. Для перехода к режиму тестирования выберите пункт «Тестирование».
 - 4.1. Появится меню выбора сцен для тестирования. Выберите сцену для тестирования и нажмите на кнопку [Далее].
 - 4.2. Появится экран тестирования
 - 4.3. В правой части экрана появится окно с заданием, которое нужно выполнить:
Для подтверждения выбора нажмите [Да]. Для отказа нажмите [Нет].



- 4.4. Прервать тестирование можно нажатием на кнопку «Заккрыть».
- 4.5. После окончания тестирования на экран выводятся результаты:

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторные занятия

Тема 1.1 Производство горячекатаных листов на одно-двухклетевых толстолистовых станах

Лабораторное занятие №1

Работа в мультимедийной программе Стан 5000 по сценарию «Конструкция основных узлов и агрегатов»

Цель: формирование умений использовать оборудование для осуществления технологических процессов на стане 5000.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.3 устанавливать и выполнять наладку валковой арматуры, инструментов деформации, направляющих роликов на обслуживаемой клети при переходе с одного профиля на другой;

У 3.1.4 устанавливать обводки, проводки и пропуски;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуонереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

У 3.1.11 участвовать в ремонте и приемке обслуживаемой клети после ремонта;

У 3.1.12 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение: Тренажер. Конструкция оборудования стана 5000 ЛПЦ-9.

Задание:

Изучите алгоритм эксплуатации основных участков стана 5000.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните шаги 1-3 по алгоритму работы с тренажерами.
2. Изучите конструкцию чистовой клети стана 5000.
3. Пройдите режим тестирования.

Форма представления результата: тестирование на тренажере.

Критерии оценки:

«Отлично» (5): выставляется, если тест выполнен правильно и составляет 90-100%.

«Хорошо» (4): выставляется, если тест выполнен с небольшими ошибками и составляет 80-90%.

«Удовлетворительно» (3): выставляется, если тест выполнен с ошибками и составляет 60-80%.

«Неудовлетворительно» (2): выставляется, если студент не справился с тестированием и набрал меньше 60%.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие №2

Работа в мультимедийной программе Стан 2000 по сценарию «Конструкция основных узлов и агрегатов»

Цель: формирование умений использовать оборудование для осуществления технологических процессов на сортовом стане.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.3 устанавливать и выполнять наладку валковой арматуры, инструментов деформации, направляющих роликов на обслуживаемой клети при переходе с одного профиля на другой;

У 3.1.4 устанавливать обводки, проводки и пропуски;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуонереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

У 3.1.11 участвовать в ремонте и приемке обслуживаемой клети после ремонта;

У 3.1.12 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение: Тренажёр. Стан 2000.

Задание:

Изучите алгоритм эксплуатации основных участков стана 2000.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните шаги 1-3 по алгоритму работы с тренажерами.
2. Изучите конструкции основных узлов стана 2000.
3. Изучите устройство и эксплуатацию системы управления.
4. Изучите принципы ведения технологического процесса.
5. Изучите порядок локализации аварий на постах управления.
6. Пройдите режим тестирования.

Форма представления результата: результаты тестирования программы.

Критерии оценки:

«Отлично» (5): выставляется, если тест выполнен правильно и составляет 90-100%.

«Хорошо» (4): выставляется, если тест выполнен с небольшими ошибками и составляет 80-90%.

«Удовлетворительно» (3): выставляется, если тест выполнен с ошибками и составляет 60-80%.

«Неудовлетворительно» (2): выставляется, если студент не справился с тестированием и набрал меньше 60%.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Лабораторное занятие №3

Работа в мультимедийной программе Стан 2000 по заданному сценарию

Цель: формирование умений использовать оборудование для осуществления технологических процессов на сортовом стане.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.3 устанавливать и выполнять наладку валковой арматуры, инструментов деформации, направляющих роликов на обслуживаемой клети при переходе с одного профиля на другой;

У 3.1.4 устанавливать обводки, проводки и пропуски;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-нереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

Материальное обеспечение: Тренажёр. Стан 2000.

Задание:

Выполните технологические операции производственного процесса в штатном и аварийном режимах.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните шаги 1-3 по алгоритму работы с тренажерами.
2. Выполните технологические операции производственного процесса в штатном и аварийном режимах.
3. Пройдите режим тестирования.

Форма представления результата: демонстрация экрана, результаты тестирования.

Критерии оценки:

Тема 1.1 Производство горячекатаных листов на одно-двухклетевых толстолистовых станах

Практическое занятие №1

Требования технологических инструкций, правила, порядок и способы перевалки комплектов валков, клетей на стане 5000 ПАО «ММК»

Цель: формирование умений перевалки комплектов валков на стане 5000 ПАО ММК.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-нереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

У 3.1.11 участвовать в ремонте и приемке обслуживаемой клетки после ремонта;

У 3.1.12 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

1. Составить алгоритм проведения перевалки валков на стане горячей прокатки на основе технологической инструкции стана

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями (ссылка на источник в ЭБС с указанием конкретных страниц).

2. Ответьте на вопросы: перечень вопросов. 3

5. Составьте алгоритм проведения перевалки валков на стане горячей прокатки

Форма представления результата:

Например, работа должна быть представлена в виде блок-схемы

Критерии оценки:

Критерии оценки:

Критерии оценки:

«Отлично». Выставляется, если блок-схема составлена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача блок-схема составлена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные поправки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку

Тема 1.1 Производство горячекатаных листов на одно-двухклетевых толстолистовых станах

Практическое занятие №2

Определение режима обжатий на толстолистовых станах горячей прокатки

Цель: формирование умений рассчитывать режим обжатий на толстолистовых станах горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-нереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание: Рассчитать режим обжатий прокатки стали на стане 2350 ПАО ММК по заданному варианту.

1. 12*1500*6000мм
2. 13*1500*6100мм
3. 14*1560*6500мм
4. 15*1580*7000мм
5. 16*1600*7100мм
6. 17*1650*7500мм
7. 18*1700*8000мм
8. 19*1720*7200мм
9. 20*1750*6000мм
10. 25*1800*8000мм
11. 26*1830*7800мм
12. 15*1750*6500мм
13. 16*1700*8000мм
14. 17*1800*6000мм
15. 19*1890*8000мм
16. 23*1750*7100мм
17. 25*1650*6000мм
18. 24*1650*6000мм
19. 23*1740*8000мм
20. 12*1890*7000мм
21. 17*1990*7000мм

22. 18*1800*7000мм
22. 18*1800*7000мм
23. 17*1600*6000мм
24. 18*1750*6000мм
25. 22*1830* 8000мм
26. 19*1760*7600мм
27. 21*1810*8000мм
28. 20*1830*7000мм
29. 21*1740*6500мм
30. 12*1830*8000мм

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.

Расчет режима обжатий производится по методу распределения обжатий по коэффициентам деформации. Катается лист 15х1500х8000 мм

Определяется вес готового листа :

$$G_{\text{л}} = h * b * \ell * \gamma$$

где h- толщина листа

ℓ - длина листа

γ - удельный вес

$$G_{\text{л}} = 0,015 * 1,5 * 8 * 7,85 = 14,1 \text{ т}$$

Определяется вес заготовки (2):

$$G_3 = k_{\phi} * k * G_{\text{л}}$$

где $k_{\phi} = 1,25 \div 1,45$

k – кратное листов

$$G_3 = 1,35 * 14,1 * 1 = 19,03 \text{ т}$$

Выбираем ширина заготовки по практическим данным: $h_0 = 250$ мм, $b_0 = 1200$ мм

Длина заготовки:

$$L_0 = \frac{G_3}{F \gamma}$$

$$L_0 = \frac{19,03}{0,25 * 1,2 * 7,85} = 8,2 \text{ м}$$

Ширина готового проката

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

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

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

$$b_p = 1500 + 2 \cdot 55 = 1610 \text{ мм}$$

Коэффициент вытяжки при разбивке ширины

$$\lambda_B = \frac{b_\delta}{b_0}$$

$$\lambda_B = \frac{1610}{1200} = 1,3$$

Высота раската при разбивке ширины

$$h_p = \frac{h_0}{\lambda_a}$$

$$h_p = \frac{250}{1,3} = 192,30 \text{ мм}$$

Суммарное абсолютное обжатие при разбивке ширины:

$$\Delta h_\Sigma = h_0 - h_p$$

$$\Delta h_\Sigma = 250 - 192,30 = 57,7 \approx 58 \text{ мм}$$

Абсолютное обжатие в первом пропуске принимается $\Delta h_1 = 30 \text{ мм}$; во втором $\Delta h_2 = 28 \text{ мм}$.

Общий коэффициент вытяжки при прокатке листов:

$$\lambda_{\text{общ}} = \frac{h_p}{h_e}$$

$$\lambda_{\text{общ}} = \frac{192,3}{15} = 12,82$$

$$n = \frac{\lg \lambda_{\text{общ}}}{\lg \lambda_{\text{н}}}$$

где $\lambda_{\text{н}} = 1,1 \div 1,3$

$$n = \frac{\lg 12,82}{\lg 1,2} = 15,7 \approx 16$$

Суммарное обжатие при прокатке раската вдоль

$$\Delta h_\Sigma = h_p - h_n$$

$$\Delta h_\Sigma = 192,30 - 15 = 177,3 \text{ мм}$$

Среднее обжатие за проход (11):

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

$$\Delta h_{cp} = \frac{178,3}{16} = 11,14 \text{ мм}$$

В последнем проходе сглаживание и улучшение качеств относительное обжатие не должно превышать 3 – 10 %

$$\Delta h = 0,3 \div 0,1$$

$$\Delta h_{20} = 15 * 0,07 = 1,05 \text{ мм}$$

Выбираем распределение обжатий в соответствии с практическими данными работы стана или по графику.

Таблица 1 – Распределение обжатий

№ прох	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Обжат.	28	26,2	25,2	23,3	17,6	14,4	13,2	7,3	7,0	5,5	4	3,3	1,25	1,05

Высота раската по пропускам:

$$h_n = h_{n-1} - \Delta h_n$$

$$h_1 = 250 - 30 = 220 \text{ мм}$$

$$h_2 = 220 - 28 = 192 \text{ мм}$$

$$h_3 = 192 - 26,2 = 165,8 \text{ мм}$$

$$h_4 = 165,8 - 25,2 = 140,6 \text{ мм}$$

$$h_5 = 140,6 - 23,3 = 117,3 \text{ мм}$$

$$h_6 = 117,3 - 17,6 = 99,7 \text{ мм}$$

$$h_7 = 99,7 - 14,4 = 85,3 \text{ мм}$$

$$h_8 = 85,3 - 13,2 = 72,1 \text{ мм}$$

$$h_9 = 72,1 - 7,3 = 64,8 \text{ мм}$$

$$h_{10} = 64,8 - 7,0 = 57,8 \text{ мм}$$

$$h_{11} = 57,8 - 5,5 = 52,3 \text{ мм}$$

$$h_{12} = 52,3 - 4 = 48,3 \text{ мм}$$

$$h_{13} = 48,3 - 3,3 = 45,0 \text{ мм}$$

$$h_{14} = 45,0 - 1,25 = 43,75 \text{ мм}$$

$$h_{15} = 43,75 - 1,05 = 42,7 \text{ мм}$$

$$h_{16} = 42,7 - 1,05 = 41,65 \text{ мм}$$

Относительное обжатие по проходам

$$\zeta_{hn} = \frac{\Delta h_n}{h_{n-1}} * 100$$

где Δh – абсолютное обжатие

h_{n-1} - толщина листа соответствующего прохода

$$\begin{aligned}
\zeta_{h1} &= 30/250*100=12\% \\
\zeta_{h2} &= 28/220*100=12,7\% \\
\zeta_{h3} &= 28/192*100=14,5\% \\
\zeta_{h4} &= 26,2/164*100=15,9\% \\
\zeta_{h5} &= 25,2/137,8*100=18,2\% \\
\zeta_{h6} &= 23,3/112,6*100=20,6\% \\
\zeta_{h7} &= 17,6/89,3*100=19,7\% \\
\zeta_{h8} &= 14,4/71,7*100=20,3\% \\
\zeta_{h9} &= 13,2/57,3*100=23,0\% \\
\zeta_{h10} &= 7,3/44,1*100=16,5\% \\
\zeta_{h11} &= 7/36,8*100=19,0\% \\
\zeta_{h12} &= 5,5/29,8*100=18,4\% \\
\zeta_{h13} &= 4/24,3*100=16,4\% \\
\zeta_{h14} &= 3,3/20,3*100=16,2\% \\
\zeta_{h15} &= 1,25/17*100=7,3\% \\
\zeta_{h16} &= 1,05/15,75*100=6,6\%
\end{aligned}$$

Коэффициент вытяжки :

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

$$\begin{aligned}
\lambda_1 &= 250/220 = 1,13 \text{ мм} \\
\lambda_2 &= 220/192 = 1,14 \text{ мм} \\
\lambda_3 &= 192/164 = 1,17 \text{ мм} \\
\lambda_4 &= 164/137,8 = 1,19 \text{ мм} \\
\lambda_5 &= 137,8/112,6 = 1,22 \text{ мм} \\
\lambda_6 &= 112,6/89,3 = 1,26 \text{ мм} \\
\lambda_7 &= 89,3/71,7 = 1,24 \text{ мм} \\
\lambda_8 &= 71,7/57,3 = 1,25 \text{ мм} \\
\lambda_9 &= 57,3/44,1 = 1,29 \text{ мм} \\
\lambda_{10} &= 44,1/36,8 = 1,19 \text{ мм} \\
\lambda_{11} &= 36,8/29,8 = 1,23 \text{ мм} \\
\lambda_{12} &= 29,8/24,3 = 1,22 \text{ мм} \\
\lambda_{13} &= 24,3/20,3 = 1,19 \text{ мм} \\
\lambda_{14} &= 20,3/17 = 1,19 \text{ мм} \\
\lambda_{15} &= 17/15,75 = 1,07 \text{ мм} \\
\lambda_{16} &= 15,75/14,7 = 1,07 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Длина раската по пропускам:

1. прокатка по ширине

$$\ell_n = \ell_0 * \lambda_n$$

$$\begin{aligned}
\ell_1 &= 1200 * 1,13 = 1356 \text{ мм} \\
\ell_2 &= 1356 * 1,14 = 1545,8 \text{ мм}
\end{aligned}$$

2. прокатка вдоль:

$$\begin{aligned}
\ell_3 &= 1545,8 * 1,17 = 1808,5 \text{ мм} \\
\ell_4 &= 1808,5 * 1,19 = 2152,1 \text{ мм} \\
\ell_5 &= 2152,1 * 1,22 = 2625,5 \text{ мм} \\
\ell_6 &= 2625,2 * 1,26 = 3308,2 \text{ мм}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ell_7 &= 3308,2 * 1,24 = 4102,2 \text{ мм} \\
\ell_8 &= 4102,2 * 1,25 = 5127,7 \text{ мм} \\
\ell_9 &= 5127,7 * 1,29 = 6614,8 \text{ мм} \\
\ell_{10} &= 6614,8 * 1,19 = 7874,6 \text{ мм} \\
\ell_{11} &= 7874,5 * 1,24 = 9764,3 \text{ мм} \\
\ell_{12} &= 9764,3 * 1,22 = 11912,5 \text{ мм} \\
\ell_{13} &= 11912,5 * 1,19 = 14175,9 \text{ мм} \\
\ell_{14} &= 14175,9 * 1,19 = 16869,3 \text{ мм} \\
\ell_{15} &= 16869,3 * 1,07 = 18050,2 \text{ мм} \\
\ell_{16} &= 18050,2 * 1,07 = 19313,7 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Распределяем числа пропусков по клетям.

В черновой клети принимаем 70-85% суммарного обжатия (абсолютного) и в чистовой клети 15 -30% :

$$\Delta h_{\Sigma} = h_0 - h_1$$

$$\Delta h_{\Sigma} = 250 - 15 = 235 \text{ мм}$$

$$\Delta h_{\Sigma_{до}} = 235 * 0,8 = 188 \text{ мм}$$

$$\Delta h_{\Sigma_{до}} = 235 * 0,125 = 29,4 \text{ мм}$$

Следовательно, принимаем в черновой клети 9 проходов, а в чистовой 7 проходов.

$$\Delta h_{\Sigma_{10-16}} = 7 + 7,3 + 5,5 + 4 + 3,3 + 1,25 + 1,05 = 29,4 \text{ м}$$

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:

«**Отлично**». Выставляется, если задача решена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«**Хорошо**». Выставляется, если задача решена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные поправки.

«**Удовлетворительно**». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«**Неудовлетворительно**». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.

Тема 1.1 Производство горячекатаных листов на одно-двухклетевых толстолистовых станах

Практическое занятие №3

Расчет часовой производительности одноклетевых станов горячей прокатки

Цель: формирование умений рассчитывать часовую производительность на толстолистовых станах горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-реверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание: Рассчитать часовую производительность стана 2350 ПАО ММК по заданному варианту, используя расчеты с практической работы №1.

На стане 2350 прокатывается лист 15x1500x8000 мм из сляба 250x1200 мм весом $g=19,03$ т.

Стан состоит из двух последовательно установленных рабочих клетей: черновой «Дуо» реверсивной с диаметром прокатных валков $D_1=850$ мм, длиной бочки $L_1=2350$ мм и чистой «Трио» Лаута с диаметром прокатных валков $D_2=850$ мм, длиной бочки $L_2=2350$ мм. Число проходов сляба в черновой клетке $n_1 = 7$.

Суммарное машинное время прокатки сляба в черновой и чистой клетях составляют.

t_m -машинной - это время нахождения раската в клетке. $t_m=l/v$; l -длина раската при выходе из клетки, v -скорость прокатки.

По хронометражу продолжительность пауз, равна: между проходами $t_{n1}=3$ с, при кантовке сляба $t_{n2}=10$ с. Между концом прокатки одного сляба и началом прокатки следующего $t_{n3}=9$ с, при подъеме стали чистой клетки $t_{n4}=1,5$ с.

График работы стана прерывный. Продолжительность: планово-предупредительных ремонтов оборудования $N_1 = 15$ суток/год, капитального ремонта оборудования $N_2 = 12$ суток/год, остановок в праздничные дни $N_3 = 8$ суток/год, остановок в выходные дни $N_4 = 52$ суток/год. Суммарная продолжительность пауз при прокатке сляба: в черновой клетке :

$$t_{n1} = (n - 1)t_{n1} + t_{n2} + t_{n3}$$

$$t_{n1} = (7 - 1) \cdot 3 + 10 + 9 = 37 \text{ с}$$

В чистой клетке :

$$t_{n_2} = (n - 1)(t_{n1} + t_{n4})$$

$$t_{n_2} = (9 - 1) \cdot (3 + 1,5) + 10 = 46 \text{ с}$$

Ритм прокатки в черновой клет:

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

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

$$\tau'_\delta = 35 + 37 = 72 \text{ с}$$

в чистовой клет

$$\tau''_p = 34 + 46 = 80,1 \text{ с}$$

Часовая производительность определяется по формуле:

$$A_z = \frac{3600 \cdot G \cdot k_u \cdot \alpha}{T_p}$$

где k_u - коэффициент использования фактического времени работы стана

α - коэффициент выхода годного проката

G- масса заготовки

T_p - ритм прокатки

$$A_z = \frac{3600 \cdot 19,03}{80,1} = 855,2 \text{ т / ч}$$

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:

«Отлично». Выставляется, если задача решена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача решена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные поправки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Практическое занятие №4

Определение оптимальных параметров (режимов) горячей прокатки в зависимости от марочного и размерного сортамента стана 2500 ПАО «ММК»

Цель: формирование умений рассчитывать оптимальные параметры горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуонереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание: Рассчитать режим обжатий прокатки стали на стане 2500 ПАО ММК по заданному варианту.

Расчет режима обжатий на стане 2500 для листа толщиной 4,8 мм из сляба 180•1050•4000мм.

Черновой окалиноломатель. По практическим данным в черновом окалиноломателе $E_h = 6\%$, тогда

$$\Delta h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%}$$

Где E_h – относительное обжатие, %

h_0 – начальная толщина, мм.

$$\Delta h = \frac{6 \cdot 180}{100\%} = 10,8 \text{ мм}$$

$$\Delta h = h_0 - h \quad \Delta h = 180 - 10,8 = 169,2 \text{ мм}$$

Уширительная клеть:

$$\eta = \frac{h_0}{h} = \frac{b}{b_0};$$

$$\eta = \frac{180}{169,2} = 1,06;$$

$$h = \frac{159,6}{1,06} = 159,6 \text{ мм};$$

$$\Delta h = 169,2 - 159,6 = 9,6 \text{ мм}.$$

$$E_h = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%;$$

$$E_h = \frac{9,6}{169,2} \cdot 100\% = 5,6\%.$$

Черновая группа клеток. Применяют величины относительных высотных обжатий в первой клетке 28,5%, а в последней 40%.

Первая черновая клетка (кварто). Принято значение $E_h = 28,5\%$, тогда

$$\Delta h = \frac{E_h}{100\%} \cdot h_0;$$

$$\Delta h = \frac{28,5}{100\%} \cdot 159,6 = 45,5 \text{ мм}.$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h = 159,6 - 45,5 = 114,1 \text{ мм}.$$

Зная крайние значения, строим график.



Рисунок – График черновой группы клеток

$$E_{h_1} = 28,5\%$$

$$E_{h_2} = 34\%$$

$$E_{h_3} = 40\%$$

Вторая черновая универсальная клетка. Согласно графику $E_h = 35\%$, тогда

$$\Delta h = \frac{E_h}{100\%} \cdot h_0;$$

$$\Delta h = \frac{34}{100\%} \cdot 114,1 = 38,8 \text{ мм};$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h = 114,1 - 38,8 = 75,3 \text{ мм}.$$

Третья черновая универсальная клетка. Принято $E_h = 40\%$, тогда

$$\Delta h = \frac{E_h}{100\%} \cdot h_0;$$

$$\Delta h = \frac{40}{100\%} \cdot 75,3 = 30,1 \text{ мм};$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h = 75,3 - 30,1 = 45,2 \text{ мм}.$$

Чистовой окалиноломатель. Принимаем в чистовом окалиноломателе $\Delta h = 0,5$, тогда в первую клетку будет задаваться полоса толщиной $h_1 = 45,2 - 0,5 = 44,7 \text{ мм}$, а из последней клетки будет выходить полоса толщиной $h_7 = 4,8 \text{ мм}$

Чистовая группа клеток. Определяем коэффициент высотной деформации (общий и средний).

$$\eta_{\text{общ}} = \frac{h_1}{h_7};$$

$$\eta_{\text{общ}} = \frac{45,2}{4,8} = 9,4 \text{ мм.}$$

$$\eta_{\text{ср}} = \sqrt[3]{9,4} = 1,37;$$

тогда,

$$h = \frac{h_1}{\eta_{\text{ср}}};$$

$$h = \frac{45,2}{1,37} = 33 \text{ мм};$$

$$\Delta h = 45,2 - 33 = 12,2 \text{ мм}$$

Из первой клетки будет выходить полоса толщиной 33 мм, если η будет равен по всем клетям 1,37 и $E_{h_{\text{ср}}} = \frac{\Delta h_1}{h_1} \cdot 100\%$;

$$E_{h_{\text{ср}}} = \frac{12,2}{33} \cdot 100\%;$$

$$E_{h_{\text{ср}}} = 37\%$$

Исходя из практических данных работы стана $E_{h_1} = 47\%$, что больше $E_{h_{\text{ср}}}$ в 1,27 раза. Следовательно E_{h_7} должно во столько же раз меньше, т.е.

$$E_{h_7} = \frac{E_{h_{\text{ср}}}}{1,27};$$

$$E_{h_7} = \frac{37}{1,27} = 29,1\%.$$

Имея крайние значения, строим график для чистовой группы.

$$E_{h_1} = 37\%$$

$$E_{h_2} = 35,7\%$$

$$E_{h_3} = 34,4\%$$

$$E_{h_4} = 33,1\%$$

$$E_{h_5} = 31,7\%$$

$$E_{h_6} = 30,4\%$$

$$E_{h_7} = 29,1\%$$

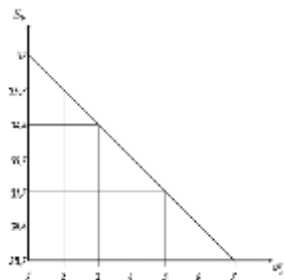


Рисунок – График чистовой группы клеток

$$\Delta h_1 = 44,7 - 16,5 = 28,2 \text{ мм};$$

$$h_1 = 44,7 - 16,5 = 28,2 \text{ мм.}$$

$$\Delta h_2 = 28,2 - 0,357 = 9,4 \text{ мм};$$

$$h_2 = 28,2 - 9,4 = 18,8 \text{ мм}.$$

$$\Delta h_3 = 18,8 - 0,344 = 5,9 \text{ мм};$$

$$h_3 = 18,8 - 5,9 = 12,9 \text{ мм}.$$

$$\Delta h_4 = 12,9 \cdot 0,331 = 3,7 \text{ мм};$$

$$h_4 = 12,9 - 3,7 = 9,2 \text{ мм}.$$

$$\Delta h_5 = 9,2 - 0,317 = 2,8 \text{ мм};$$

$$h_5 = 9,2 - 2,8 = 6,4 \text{ мм}.$$

$$\Delta h_6 = 6,4 - 0,304 = 1,45 \text{ мм};$$

$$h_6 = 6,4 - 1,45 = 4,95 \text{ мм}.$$

Из седьмой клетки должна выходить полоса $h_7 = 4,8 \text{ мм}$, следовательно $\Delta h_7 = 4,95 - 4,8 = 0,15 \text{ мм}$.

Форма представления результата:

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

Критерии оценки:

«Отлично». Выставляется, если задача решена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача решена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные помарки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Практическое занятие №5

Определение максимальной производительности листового стана горячей прокатки 2500. Построение графика прокатки полунепрерывного стана

Цель: формирование умений рассчитывать максимальную производительность стана горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуонереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

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.

$$\lambda = \frac{h_0}{h_1};$$

$$\lambda_1 = \frac{180}{169,2};$$

$$\lambda_1 = 1,06.$$

$$\lambda_2 = \frac{169,2}{159,6};$$

$$\lambda_2 = 1,06.$$

$$\lambda_3 = \frac{159,6}{114,1};$$

$$\lambda_3 = 1,4.$$

$$l_1 = \lambda \quad l_0;$$

$$l_1 = 1,06 \quad 4 = 4,24 \text{ м};$$

$$l_2 = 1,06 \quad 4,24 = 4,5 \text{ м};$$

$$l_3 = 1,4 \quad 4,5 = 6,3 \text{ м}.$$

Теперь нахожу машинное время

$$t_{m1} = \frac{4,24}{1} = 4,24 \text{ с};$$

$$t_{m2} = \frac{4,5}{1,5} = 3,0 \text{ с};$$

$$t_{m3} = \frac{6,3}{2} = 3,15.$$

$$\Sigma t_m = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3};$$

$$\Sigma t_m = 4,24 + 3 + 3,15 = 10,4 \text{ с}.$$

Теперь я нахожу время паузы t_n для каждого прохода по формуле:

$$t_n = \frac{l}{V};$$

где, l - расстояние между клетями, м;

$$t_{n1} = \frac{34}{1} = 34 \text{ с};$$

$$t_{n2} = \frac{21,2}{1,5} = 14,1 \text{ с};$$

$$t_{n3} = \frac{26}{2} = 13 \text{ с};$$

$$\Sigma t_n = 34 + 14,1 + 13 = 61,1 \text{ с}.$$

Теперь нахожу режим прокатки T для черновой группы:

$$T_{черн} = \Sigma t_m + \Sigma t_n;$$

$$T_{черн} = 10,4 + 61,1 = 71,5 \text{ с}$$

Рассчитываю время паузы t_n и машинное время t_m для чистовой непрерывной группы:

$$t_m = \frac{l_{11}}{V};$$

где, l_{11} - длина после прокатки, м

V - скорость перемещения по промежуточному рольгангу, м/с

$$l_{11} = \frac{h_0 b_0 l_0}{h_{11} b_{11}};$$

$$l_{11} = \frac{0,18 \quad 1,06 \quad 4}{0,0048 \quad 1,2} = 132,5 \text{ м};$$

$$t_m = \frac{132,5}{4} = 33,1 \text{ с};$$

$$t_n = \frac{l}{V};$$

где, l - расстояние между черновой и чистовой группами, м

$$t_n = \frac{150}{3} = 30 \text{ с};$$

$$T_{\text{чист}} = 33,1 + 30 = 63,1 \text{ с}$$

Массу прокатываемого металла G , т определяем по формуле:

$$G = h \cdot b \cdot l \cdot g;$$

(40)

где, g - удельный вес;

$$G = 0,18 \cdot 1,06 \cdot 4 \cdot 7,85 = 6 \text{ т};$$

$$A_q = \frac{3600}{71,5} \cdot 6;$$

$$A_q = 350 \text{ т/ч}$$

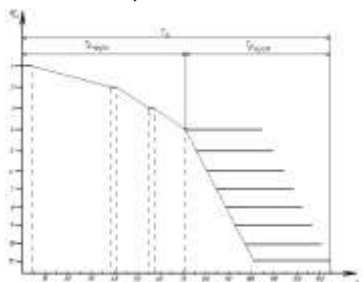


Рисунок – График часовой производительности широкополосного стана

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:

«Отлично». Выставляется, если задача решена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача решена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные помарки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Практическое занятие №6

Определение оптимальных параметров (режимов) горячей прокатки в зависимости от марочного и размерного сортамента стана 2000 ПАО «ММК»

Цель: формирование умений рассчитывать оптимальные параметры горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание: Рассчитать режим обжатий прокатки стали на стане 2000 ПАО ММК по заданному варианту.

Расчёт режимов обжатий на стане 2000 для листа 15 x 1400 из сляба 250 x 1200 x 9000 мм, марка стали Ст 10

Черновой окалиноломатель (вертикальный).

По практическим данным черновой окалиноломатель $h_h = 9,8\%$, тогда обжатие определяем по формуле .

$$\Delta h = \frac{E_h - h_0}{100\%},$$

где Δh - абсолютное обжатие;
 E_h – относительное обжатие;
 h_0 – начальная толщина, мм;

$$\Delta h = \frac{9,8-250}{100\%} = 24,5 \text{ мм.}$$

Толщина полосы определяется по формуле

$$h = h_0 - \Delta h,$$

где h_0 – начальная толщина, мм;
 Δh - абсолютное обжатие;
 $h = 250 - 24,5 = 225,5 \text{ мм.}$

Коэффициент высотной деформации определяется по формуле (3).

$$\eta = \frac{h_0}{h} = \frac{b}{b_0};$$

где h_0 – начальная толщина, мм;
 h – толщина после прокатки, мм;
 b и b_0 – ширина до и после прокатки, мм;

$$\eta = \frac{1800}{1200} 1,16667.$$

$$h = \frac{225,5}{1,166} = 193,285 \text{ мм.}$$

$$\Delta h = 225,5 - 193,285 = 32,22 \text{ мм.};$$

Относительное обжатие определяется по формуле

$$E_h = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%,$$

где h_0 – начальная толщина, мм;
 Δh – абсолютное обжатие, мм;

$$E_h = \frac{32,22}{225,5} \cdot 100\% = 14,28\%.$$

Черновая группа клеток

Применяют величины относительных высотных обжатий в первой клетке (28,5%, а в последней (40%).

Первая черновая клетка (кварто). Принято значение $E_h = 28,5\%$, тогда определяется по формуле .

$$E_h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%},$$

где E_h – относительное обжатие, %;
 h_0 – начальная толщина, мм;

$$E_h = \frac{28,5 \cdot 193,28}{100\%} = 55,08.$$

Толщина полосы первой черновой клетки определяется по формуле .

$$h = h_0 - \Delta h;$$

где h_0 – начальная толщина, мм;
 Δh – абсолютное обжатие;

$$h = 193,28 - 55,08 = 138,2 \text{ мм.}$$

Зная крайние значения строим график

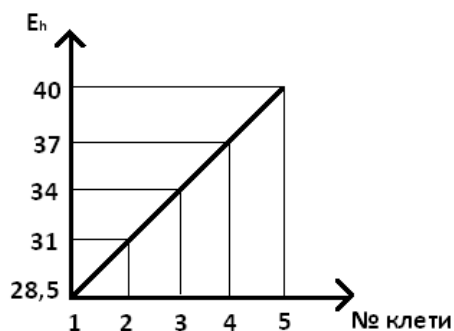


Рисунок – График крайних значений черновой группы клетей

$$E_{h1} = 28,5 \%$$

$$E_{h2} = 31 \%$$

$$E_{h3} = 34 \%$$

$$E_{h4} = 37 \%$$

$$E_{h5} = 40 \%$$

Вторая черновая универсальная клеть (кватро). Согласно графику $E_h = 31 \%$, тогда определяем по формуле (7).

$$\Delta h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%};$$

где E_h – относительное обжатие;
 h_0 – начальная толщина, мм;

$$\Delta h = \frac{31 \cdot 138,2}{100\%} = 42,84.$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h;$$

$$\Delta h = 138,2 - 42,84 = 92,8 \text{ мм.}$$

Третья черновая универсальная клеть (кватро). Принято $E_h = 34 \%$, тогда

$$\Delta h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%};$$

$$\Delta h = \frac{34 \cdot 95,36}{100\%} = 32,42.$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h;$$

$$\Delta h = 95,36 - 32,42 = 62,94 \text{ мм.}$$

Четвертая черновая универсальная клеть (кварто). Принято $E_h = 37 \%$, тогда определяется по формуле (11).

$$\Delta h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%};$$

где E_h – относительное обжатие;
 h_0 – начальная толщина, мм;

$$\Delta h = \frac{37 \cdot 62,94}{100\%} = 23,28\%.$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h;$$

$$\Delta h = 62,94 - 23,28 = 39,66 \text{ мм.}$$

Пятая черновая универсальная клеть (кварто). Принято $E_h = 40 \%$, тогда определяется по формуле (13)

$$\Delta h = \frac{E_h \cdot h_0}{100\%};$$

где E_h – относительное обжатие;
 h_0 – начальная толщина, мм;

$$\Delta h = \frac{40 \cdot 39,66}{100\%} = 15,8 \text{ мм.}$$

$$\Delta h = h_0 - \Delta h,$$

$$\Delta h = 39,66 - 15,8 = 23,86 \text{ мм}.$$

Горизонтальный окаленоломатель (чистовой). Применяем в чистовом окаленоломателе $\Delta h = 0,5$, тогда в первой клеть будет задаваться полоса толщиной, а из последней клетки будет выходить полоса толщиной $h_7 = 9 \text{ мм}$.

$$h_1 = \Delta h - 0,5,$$

$$h_1 = 23,86 - 0,5 = 23,36 \text{ мм}.$$

Чистовая группа клеток.

Определяем коэффициенты высотной деформации (общий и средний).

Коэффициент общей высотной деформации определяется по формуле (16).

$$\eta_{\text{общ.}} = \frac{h_1}{h_7},$$

где h_1 и h_7 – толщина полосы по проходам;

$$\eta_{\text{общ.}} = \frac{23,36}{15} = 1,55.$$

Коэффициент средней высотной деформации определяется по формуле .

$$\eta_{\text{ср.}} = \sqrt{1,55} = 1,24.$$

тогда

$$h = \frac{h_1}{\eta_{\text{ср.}}},$$

где h_1 – толщина полосы по проходам;

$\eta_{\text{ср}}$ – Коэффициент обжатия

$$h = \frac{23,36}{1,24};$$

$$h = 18,7 \text{ мм}.$$

$$\Delta h = h_1 - h;$$

$$\Delta h = 23,36 - 18,7 = 4,66 \text{ мм}.$$

Из первой клетки выходит полоса толщиной 18,7 мм, если η будет равен по всем клетям 1,59 и $E_{h_{\text{ср.}}} = \frac{\Delta h}{h_1} \cdot 100\% = \frac{4,66}{18,7} = 24,9 \%$

Исходя из практических данных работы стана $E_{h_1} = 40 \%$, что больше 2,414 раза.

Следовательно, E_h должно быть во столько же раз меньше т.е. определяем по формуле

$$E_{h_7} = \frac{E_{h_{\text{ср.}}}}{2,414},$$

$$E_{h_7} = \frac{24,9}{2,414} = 20,31\%.$$

Имея крайние значения строим график (рис.13) для чистовой группы

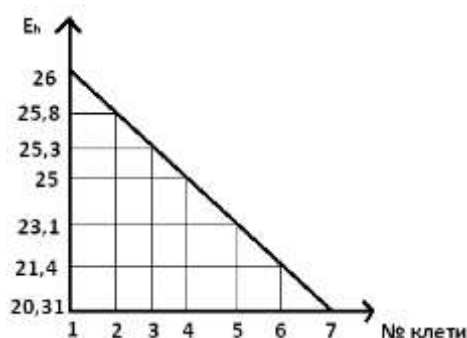


Рисунок – График крайних значений чистовой группы клеток

$$\begin{aligned}
 E_{h1} &= 26 \% \\
 E_{h2} &= 25,8 \% \\
 E_{h3} &= 25,3 \% \\
 E_{h4} &= 25 \% \\
 E_{h5} &= 23,1 \% \\
 E_{h6} &= 21,4 \% \\
 E_{h7} &= 20,31 \% \\
 \Delta h_1 &= 0,26 \cdot 23,36 = 1,9. \\
 h_1 &= 22,3 - 1,9 = 20,4. \\
 \Delta h_2 &= 0,58 \cdot 20,4 = 1,3. \\
 h_2 &= 20,4 - 1,3 = 19,1. \\
 \Delta h_3 &= 0,253 \cdot 19,1 = 1,2. \\
 h_3 &= 19,1 - 1,2 = 17,9. \\
 \Delta h_4 &= 0,25 \cdot 17,9 = 0,2. \\
 h_4 &= 17,5 - 0,2 = 17,3. \\
 \Delta h_5 &= 0,231 \cdot 17,3 = 2,2. \\
 h_5 &= 17,3 - 2,2 = 15,1. \\
 \Delta h_6 &= 0,214 \cdot 15,1 = 0,9. \\
 h_6 &= 16,1 - 0,9 = 15,2.
 \end{aligned}$$

Из седьмой клетки должна выходить полоса $h_7 = 15,2$ мм.

Следовательно

$$\Delta h_7 = 15,2 - 15 \text{ мм}$$

$$\Delta h_7 = 0,2 \text{ мм}$$

Форма представления результата:

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

Критерии оценки:

«Отлично». Выставляется, если задача решена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача решена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные поправки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Практическое занятие №7

Определение максимальной производительности листового стана горячей прокатки 2500. Построение графика прокатки непрерывного стана

Цель: формирование умений рассчитывать максимальную производительность стана горячей прокатки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-неревверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание: Рассчитать часовую производительность стана 2000 ПАО ММК по заданному варианту.

Часовая производительность прокатного стана A т/ч, определяется по формуле

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T} \cdot K_u,$$

где G – масса прокатываемого металла, т

T – ритм прокатки

K_u – коэффициент использования

Для определения ритма 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

$$\lambda = \frac{h_0}{h_l};$$

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \frac{250}{225,5} = 1,10; \\ \lambda_2 &= \frac{225,5}{187,9} = 1,21; \\ \lambda_3 &= \frac{187,9}{134,4} = 1,39; \\ \lambda_4 &= \frac{134,4}{92,8} = 1,44; \\ \lambda_5 &= \frac{92,8}{61,3} = 1,51;\end{aligned}$$

$$I = \lambda \cdot I_0;$$

где λ – коэффициент вытяжки;
 I_0 - начальная длина, мм;

$$\begin{aligned}I_1 &= 1,10 \cdot 5 = 5,5 \text{ м}; \\ I_2 &= 1,22 \cdot 5,65 = 6,89 \text{ м}; \\ I_3 &= 1,39 \cdot 5,9 = 8,24 \text{ м}; \\ I_4 &= 1,44 \cdot 6,4 = 9,2 \text{ м}; \\ I_5 &= 1,51 \cdot 6,85 = 10,34 \text{ м};\end{aligned}$$

Теперь нахожу машинное время t_m для каждого прохода

$$\begin{aligned}t_{m1} &= \frac{5,5}{1} = 5,5 \text{ с}; \\ t_{m2} &= \frac{6,54}{1,25} = 5,23 \text{ с}; \\ t_{m3} &= \frac{8,24}{1,5} = 5,54 \text{ с}; \\ t_{m4} &= \frac{9,2}{1,5} = 13,08 \text{ с}; \\ t_{m5} &= \frac{10,34}{5} = 2,06 \text{ с};\end{aligned}$$

Суммарное машинное время определяем по формуле.

$$\Sigma t_{m4} = t_{m1} + t_{m2} + \dots + t_{mn};$$

где t_{m1} - машинное время по проходам, сек;

$$\Sigma t_{m4} = 5,5 + 5,23 + 5,54 + 13,08 + 2,06 = 31,99 \text{ с}.$$

Теперь я нахожу время паузы t_n для каждого прохода по формуле

$$t_n = \frac{l}{v};$$

где l – расстояние между клетями, м

$$t_{n1} = \frac{34}{1} = 34;$$

$$t_{n2} = \frac{21}{1,25} = 16,96 \text{ с};$$

$$t_{n3} = \frac{26}{1,5} = 17,3 \text{ с};$$

$$t_{n4} = \frac{34,3}{1,5} = 22,8 \text{ с};$$

$$t_{n5} = \frac{49,34}{5} = 9,8 \text{ с};$$

$$\Sigma t_{n4} = t_{n1} + t_{n2} + \dots + t_{nn};$$

$$\Sigma t_{n4} = 34 + 16,96 + 17,3 + 22,8 + 9,8;$$

$$\Sigma t_{n4} = 100,92 \text{ с}.$$

Теперь нахожу ритм прокатки T для черновой группы по формуле (47).

$$T_{черн} = \Sigma t_m + \Sigma t_n,$$

$$T_{черн} = 31,99 + 100,92 = 132,91.$$

Рассчитываю время паузы $t_{п1}$ и машинное время t_m для чистовой непрерывной группы по формулам

$$t_m = \frac{I}{V},$$

где I – длина последней прокатки, т

V – скорость перемещения по промежуточному рольгангу, м/с

$$l = \frac{h_0 \cdot h_0 \cdot l_0}{h_6 \cdot b_0};$$

$$l = \frac{0,25 \cdot 1,2 \cdot 5}{0,0015 \cdot 1,4} = 714,28.$$

$$t_n = \frac{l}{V};$$

где l – длина раската, мм;

V – скорость прокатки, м/сек;

$$t_n = \frac{714,28}{10} = 238,09 \text{ с}.$$

$$t_n = 238,09 \text{ с}.$$

Время ритма чистовой группы определяем по формуле

$$T_{чист} = t_m + t_n;$$

где t_m – машинное время, сек;

t_n – время паузы, сек;

$$T_{\text{чист}} = 71,42 + 238,0 = 309,52 \text{ с.}$$

Масса прокатываемого металла G, определяется по формуле

$$G = h \cdot b \cdot i \cdot g;$$

$$G = 0,25 \cdot 1,2 \cdot 5 \cdot 7,85 = 11,75 \text{ т.}$$

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T} \cdot K_u;$$

где 3600-количество секунд в одном часе;

T- ритм прокатки, сек;

Kи - коэффициент использования стана;

$$A = \frac{3600 \cdot 11,75}{132,91} \cdot 1,75 = 365,9 \text{ т/ч.}$$

Тема 1.2 Производство горячекатаных листов на полунепрерывных и непрерывных широкополосных станах 2500 и 2000 ПАО «ММК»

Практическое занятие №8

Требования технологических инструкций, правила, порядок и способы перевалки комплектов валков, клетей на стане 2000 и 2500 ПАО «ММК»

Цель: формирование умений перевалки комплектов валков на станах 2000 и 2500 ПАО «ММК».

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 3.1.1 регулировать на обслуживаемых клетях положения валков и темпа прокатки в зависимости от прокатываемых марок и профилей металла;

У 3.1.2 подавать раскаты в валки и наблюдать за их выходом из валков;

У 3.1.5 вести технологический процесс прокатки горячего металла разных марок стали, профилей и сечений;

У 3.1.6 управлять механизмом нажимного устройства на тонколистовых и дуо-нереверсивных станах;

У 3.1.7 вести наблюдение за температурой металла, правильностью профиля прокатываемого металла и осуществление отдельных замеров его;

У 3.1.8 отбирать пробы;

У 3.1.9 вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек;

У 3.1.10 выполнять разборку и сборку обслуживаемых клетей, перевалку и наладку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников;

У 3.1.11 участвовать в ремонте и приемке обслуживаемой клетки после ремонта;

У 3.1.12 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Порядок выполнения работы:

Форма представления результата:

Критерии оценки:

Задание:

1. Составить алгоритм проведения перевалки валков на стане горячей прокатки на основе технологической инструкции стана

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями (ссылка на источник в ЭБС с указанием конкретных страниц).

2. Ответьте на вопросы: перечень вопросов. 3

5. Составьте алгоритм проведения перевалки валков на стане горячей прокатки

Форма представления результата:

Например, работа должна быть представлена в виде блок-схемы.

Критерии оценки:

Критерии оценки:

Критерии оценки:

«Отлично». Выставляется, если блок-схема составлена правильно, а решение оформлено аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями.

«Хорошо». Выставляется, если задача блок-схема составлена правильно, но в ходе решения есть исправления и незначительные помарки.

«Удовлетворительно». Выставляется, если после проверки в работе исправлены все ошибки и она оформлена в соответствии с требованиями.

«Неудовлетворительно». Выставляется, если студент не уяснил условия задач, не обосновал решения или не сдал работу на проверку.