Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«Южно-Уральский многопрофильный колледж»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ПРАКТИЧЕСКИХ заданий**

**РАСЧЕТА РЕЖИМА ОБЖАТИЙ БЛЮМИНГА**

ПМ 03 «Подготовка и ведение технологических процессов ОМД»

МДК 03.02. «Технологические процессы обработки металлов давлением»

для студентов специальности

**22.02.05 Обработка металлов давлением**

Челябинск, 201615

**ОДОБРЕНО: УТВЕРЖДАЮ:**

ЦМК МЧМ и ОМД Заместитель директора

по специальности МЧМ и ОМД колледжа \_\_\_\_\_\_\_\_ И.Н. Тихонова

Председатель ЦМК «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г

\_\_\_\_\_\_\_ Г.В. Карзунова

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ сентября 2016г

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы ПМ 03 «Подготовка и ведение технологических процессов обработки металлов давлением» МДК 03.02. «Технологические процессы обработки металлов давлением»

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением и овладению профессиональными компетенциями.

**Составитель:**

преподаватель ГБПОУ ЮУМК Н.Р.Сулейманова

**Рецензенты :**

**Нач. прокатного бюро технического управления В.А.Зубрик**

**Преподаватель ГБПОУ ЮУМК**  **Д.В.Валько**

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Введение 4
2. Методические указания 6
3. Краткая информация по стану 1250 прокатного цеха №3 7
4. Характеристика основного и вспомогательного оборудования прокатного стана 1250 8
5. Практическая работа. Расчет режимов обжатия блюминга 11

5.1 Расчет режимов обжатия слитка 12

5.1.1 Алгоритм расчета режимов обжатия слитка 12

 5.2 Расчет температурного режима прокатки 15

5.2.1 Алгоритм расчета температурного режима прокатки 15

 5.3 Расчет энергосиловых параметров прокатки 16

5.3.1 Алгоритм расчета энергосиловых параметров прокатки 16

1. Варианты заданий к практической работам 18
2. Контрольные вопросы 19
3. Библиографический список 20

**1 ВВЕДЕНИЕ**

 Содержание практических работ направлено на реализацию Федеральных государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников средних специальных учебных заведений и составлено на основе рабочей программы ПМ 03 «Подготовка и ведение технологических процессов обработки металлов давлением»

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений выполнять расчеты калибровки валков, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности.

В соответствии с рабочей программой ПМ 03 МДК 03.02. «Технологические процессы обработки металлов давлением»

 предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**Иметь практический опыт :**

**-** Выполнение необходимых расчетов технологических процессовобработки металлов давлением;

- Осуществление технологического процесса изготовления изделий;

**-** Пользование нормативно-справочной литературой;

**уметь:**

- Применять типовые методики определения параметров обработки металлов давлением;

- Выбирать справочные данные, характеризующие взаимосвязь структуры и свойств обрабатываемых металлов и сплавов,для обеспечения выпуска продукции с заданными свойствами;

- Рассчитывать абсолютные, относительные и полные показатели и коэффициенты деформации;

 **знать:**

- особенности технологическоко производства продукции различного сортамента;

- методы обеспечения процессов обработки металлов давлением.
 Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 3.1. Проверять правильность назначения технологического режима обработки металлов давлением.

ПК 3.2. Осуществлять технологические процессы в плановом и аварийном режимах.

ПК 3.3. Выбирать виды термической обработки для улучшения свойств и качества выпускаемой продукции.

ПК 3.4. Рассчитывать показатели и коэффициенты деформации обработки металлов давлением.

ПК 3.5. Рассчитывать калибровку рабочего инструмента и формоизменение выпускаемой продукции.

ПК 3.6. Производить смену сортамента выпускаемой продукции.

ПК 3.7. Осуществлять технологический процесс в плановом режиме, в том числе используя программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства.

ПК 3.8. Оформлять техническую документацию технологического процесса.

ПК 3.9. Применять типовые методики расчета параметров обработки металлов давлением

А также формированию общих компетенций:

OK 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение студентами практических работ 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;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

**2** **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**Порядок выполнения работы:**

1. Выполнению практической работы предшествует домашняя подготовка студента – изучение теоретического материала по учебнику или конспекту лекций.
2. Допуск к выполнению работы осуществляется преподавателем после актуализации ранее изученного материала и объяснения порядка выполнения работы.
3. Перед выполнением работы необходимо изучить краткие теоретические сведения и ознакомиться с заданием.
4. После выполнения работы студент должен представить отчёт , аккуратно оформленный в соответствии с требованиями к содержанию данной работы.
5. Оценка за выполненную работу выставляется по результатам ответов на контрольные вопросы с предоставлением правильно оформленного отчёта.
6. Пропущенную практическую работу студент обязан выполнить в назначенное преподавателем время. Если занятие было пропущено по неуважительной причине, то после выполнения работы преподавателем проводится расширенная проверка знаний студента по соответствующей теме.

**Материальное обеспечение:**

Технологические инструкции и схемы прокатываемых профилей прокатных цеха №3 ПАО «ЧМК»

Методические указания по выполнению практического задания

**Порядок выполнения работы:**

1 Изучение теоретической части :

- характеристика исходных слитков и сортамнта обжимного стана 1250;

- характеристика оборудования и технологического процесса стана 1250;

- схемы кантовок заготовки используемых на обжимныхстане

 (по Бахтинову).

2 Изучение алгоритмарасчета

3 Выполнение расчета металла при прокатке блюма или сляба.

**Ход работы:**

1. Записать число и тему работы.
2. Записать цель работы
3. Выполнить расчет в соответствии с алгоритмом и примером.
4. Сдать отчет работы.
5. Ответить на вопросы**.**

**Форма представления результата:**

Работа представляется в виде правильного оформленного отчёта с расчетами.

**3 Краткая информация по стану 1250 прокатный цех №3**

Стан 1250 введен в эксплуатацию 29 декабря 1964 года. Предназначен для прокатки слитков массой от 4,5 до 14,0 тонн углеродистой, низколегированной, легированной и коррозионностойкой стали. (таб. 1). Сортамент, прокатываемый на стане (таб. 2).

Таблица 1 -Характеристика слитков ЧМК, перекатываемых на стане 1250

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Типизложницы | Масса слитка(ном.)т | Вид сталипо рас. | Назначение,форма слитка,граней |
| Сечение |
| Тела слитка | верхнее | нижнее |
| ДП 4,5 | 4,55 | сп | Сортовой, уширенный кверху с выпуклыми гранями | 1800 | 735х575 | 595х410 |
| СС6,2 | 6,2 | сп | Сортовой, уширенный кверху с вог-нутыми гранями | 1835 | 724х724 | 600х600 |
| ЛС6,2 | 6,2 | сп | Листовой, уширенный кверху с вогнутыми гранями | 1870 | 832х586 | 742х496 |
| СС6,6 | 6,8 | сп | Сортовой, уширенный кверху с вогну-тыми гранями | 1930 | 724х724 | 568х568 |
| СС7 | 7,07 | сп | Сортовой, уширенный кверху с вогну-тыми гранями | 1850 | 738х738750х750 | 617х617625х625 |
| СС10,5 | 10,5 | сп | Сортовой, уширенный кверху с выпуклыми широкими гранями | 2365 | 890х770 | 740х600 |
| СК10,3М | 10,4 | кппс | Cортовой, уширенный книзу | 2350 | 841х698604х604 | 890х760 |
| ЛС10,7 | 10,7 | сп | Сортовой, уширенный книзу с плоскими гранями | 1800 | 1196х580 | 1220х640 |
| УВЛ13 | 13 | спкп,пс | Листовой, уширенный книзу с выпуклыми широкими гранями | 19502350 | 1190х645 | 1230х720 |
| Н12 | 11,4 | пс | Сортовой, уширенный книзу с волнистой поверхностью граней | 2430 | 700х840742х872 | 790х900830х932 |

Таблица 2 - Сортамент прокатываемый на стане

|  |  |
| --- | --- |
| Форма сечения проката | Размеры сечения, мм |
| Квадратная (блюмы) | 200-200…385-385 |
| Прямоугольная (слябы) | Высота 110…200 ширина 600…1150 |

 Марки стали прокатываемые на стане:

- конструкционные обыкновенного качества Ст0, Ст2, Ст3сп, Ст6;

- углеродистые качественные 08, 10, 15, 20, 25, 30, 33, 35, 38,40, 60, 75;

- конструкционные легированные 20ХГР, 45ХГФ, 45ХГФ, 50ХГ, 60ХФ;

- инструментальные углеродистые У7/А/ - У13/А/, У8Г/А/- У10Г/А/;

- инструментальные легированные ХГС, ХВ1Г, 9ХВГ, 5ХГС, 5ХГНМ;

- нержавеющие 08Х13, 12Х13, 20Х13, 30Х13, 40Х13, 07Х13АГ20;

- подшипниковые ШХ4, ШХ6, ШХ,9ШХ15/В/, ШХ15СГ/В/,ШХ20СГ/В/;

- стали со специальными свойствами 10895 ,08Х21Н6М2Т, 10880, ЭП355.

**4. Характеристики основного и вспомогательного оборудования прокатного стана 1250**



Рисунок 1 – Схема расположения основного оборудования стана

Стан 1250 реверсивный, одноклетьевой (рисунок 2).

Наибольшее давление на валки 3000 т (30 МН).

Каждый рабочий валок имеет индивидуальный привод мощностью 9000 кВт. Передаточными устройствами являются универсальные шпиндели, промежуточные валы и муфты.

Номинальный и передаточный моменты, развиваемые одним шпинделем, соответствуют 110 и 300 тм. Частота вращения валка от 0 до 90 об/мин.

Масса рабочей клети - 725 т.

Максимальный диаметр бочки валков **- 1300 мм, длина - 2800 мм**, диаметр шейки 700 мм, материал - стальные кованые из стали 50 5525ТУ.

Номинальный диаметр валков - 1250 мм, после последней переточки - 1205 мм.

**

Рисунок 2 - Рабочая клеть с индивидуальным приводом валков

1 - рабочая клеть; 2 - валки; 3 - станины; 4 - шпиндели; 5 - двигатели; 6 - промежуточный вал; 7 - устройство для уравновешивания шпинделей; 8 - плитовины; 9 - фундаментные болты.

**Вспомогательное оборудование стана 1250**

**Нагревательные колодцы включают несколько групп***.*

 Тип нагревательных колодцев - рекуперативный с верхней горелкой. Нагревательные колодцы включают несколько групп. Две группы работают на одну дымовую трубу.

Размеры колодца: длина - 9689 мм, ширина - 3300 мм, высота - 4430 мм.

Средняя масса садки - 130 т.

Топливо - коксодоменная смесь (2100…2200 ккал/нм),

 **Транспортировка** металла осуществляется с помощью вспомогательного оборудования: слитковозов, рольгангов, цепных и канатных транспортёров, кранов со специальными захватами, сталкивателей, манипуляторов и кантователей.

Для резания металла установлены летучие ножницы, режущие металл в процессе движения.

 **Слиткоподача** кольцевого типа - 4 слитковоза, грузоподъемностью до 25 т, собственная масса - 34 т. Скорость передвижения до 4,5 м/с. Клещевые краны кладут слитки на слитковозы., которые транспортируют слитки до сталкивателя. Сталкиватель сталкивает слиток на транспортные рольганги, которые транспортируют слиток до рабочих, обеспечивающих зададачу металла в валки и приём его из валков. Привод рольгангов выполняют групповым и индивидуальным. Шаг роликов: приемный рольганг - 800 мм, рабочий - 900 мм.

 Стан оборудован **манипуляторами** с обеих сторон **и кантователем** с передней стороны, установленным на правой линейке. Линейки манипулятора при правке раскатов развивают усилие до 140 т. При прокатке манипуляторы и кантователи осуществляют центрирование полосы против рабочей части бочки валка, перемещают полосу вдоль образующей бочки валка и фиксируют её в определённом положении, кантуют её на 90˚ относительно продольной оси, выпрямляют изогнутые в результате неравномерной деформации полосы. Линейки перемещаются зубчатыми роликами, привод которых осуществляется тихоходными двигателями.

 После прокатки слитка, **ножницами горячей резки** (пост управления №3) производят удаление передних и задних концов раската в обрезь, порезку раската на заданные длины и удаление дефектных мест. Тип - закрытые, с нижним резом. Максимальное усилие реза - 1250 т. Ход ножей - 500 мм, перекрытие - 15 мм, длина ножей - 1350 мм. Число резов от 6 до 12 в минуту

 После порезки передельная и товарная продукция подвергается **машинному клеймению**. Используются два клеймителя, которые предназначены для клеймовки блюмов и слябов в передний торец.

 **Цепной транспортёр** для передачи блюмов и слябов в слябовый пролет. Наибольшая длина транспортируемой полосы - 6000 мм, минимальная длина - 1600 мм, количество цепей - 6, скорость движения - 0,5 м/с. Усилие на одну цепь - 4000 кг (38,8 МН)

 Слябы с линии стана транспортируются в слябовый пролетцепным транспортёром, пакетируются **на штабелирующем** столе и краном укладываются в колодец, штабель или вагон в зависимости от марки стали.

 **Сталкиватель**, увсилием 5 т, предназначен для сталкивания блюмов и слябов с транспортного рольганга на цепной транспортер.

 **Склад слябов и блюмов пролет** шириной 30 м имеет стеллажи для огневой зачистки и складирования металла оборудован:

- пратцен - кранами в количестве 4 штук, грузоподъемностью 16 т;

 - двумя мостовыми кранами - 30/15 т;

 - тремя штабелирующими столами, для приёмки и штабелировки блюмов и слябов (столы оборудованы сталкивателем, усилием 30 т).

Для замедленного охлаждения металла используются 12 неотапливаемых **колодцев.**

Садка в один колодец до 200 т.

Размеры колодцев - 5,0•4,5•1,85 м.

**5. Практическая работа**

**РАСЧЕТ РЕЖИМА ОБЖАТИЙ БЛЮМИНГА**

**Формируемая (-ые) компетенция (-и):**

ПК 3.4. Рассчитывать показатели и коэффициенты деформации обработки металлов давлением.

ПК 3.5. Рассчитывать калибровку рабочего инструмента и формоизменение выпускаемой продукции

ПК 3.9. Применять типовые методики расчета параметров обработки металлов давлением

**Цель работы:**

Выполнить - расчетобжатия слитка;

 - расчет температурного режима прокатки;

 - расчет энергосиловых параметров прокатки;

при прокатке квадратной или прямоугольной заготовки.

**Выполнив работу, вы будете:**

уметь:

- применять типовые методики определения параметров обработки металлов давлением;

- рассчитывать абсолютные, относительные и полные показатели и коэффициенты деформации;

**Задание:**

1 Выполнить расчет обжатия слитка;

2 Выполнить расчет температурного режима прокатки;

3 Выполнить расчет энергосиловых параметров прокатки;

4 Ответить на контрольные вопросы.

**Исходными данными для выполнения расчета являются:**

1. Характеристика исходного слитка (форма, размеры, марка стали, температура нагрева под обработку)
2. Характеристика готового профиля (форма и размеры поперечного сечени, температура оканчания прокатки)
3. Техническая характеристика оборудования стана (тип прокатных клетей, количество валков, размеры валков, скорость вращения прокатных валков ит.д.)

**5.1 Расчет режимов обжатий слитка**

 **5.1.1 Алгоритм расчета режимов обжатий слитка**

*Исходные данные:*

*Размеры слитка:*

*высота, мм*

*ширина, мм*

*длина, мм*

*Размеры готового блюма:*

*высота, мм*

*ширина, мм*

*начальная температура прокатки, °С*

*конечная температура прокатки, °С*

*диаметр валков,  мм*

*стан одноклетьевой, двухвалковый*

Принимаем высоту калибров
$$h\_{1}; h\_{2}; h\_{3}; h\_{4}$$

1. Определяем среднюю высоту калибров

$$h\_{ср}=\frac{h\_{1}+h\_{2}+h\_{3}+h\_{4}}{кол-во калибров}$$

2. Определяем средний катающий диаметр

$$Дк\_{ср}=0,9\*Д\_{в}-h\_{ср}$$

3. Определяем среднее абсолютное обжатие и суммарные вытяжки по высоте и ширине[5]

$$∆h\_{ср}=0,1\*Дк\_{ср}$$

$$ε∆h\_{b}=\left(h\_{0}-h\_{к}\right)+k(b\_{0}-b\_{к})$$

$$ε∆h\_{h}=\left(b\_{0}-b\_{к}\right)+k(h\_{0}-h\_{к})$$

4. Определяем количество проходов по высоте и ширине

$$n\_{h}=\frac{ε∆h\_{h}}{∆h\_{ср}}$$

$$n\_{b}=\frac{ε∆b\_{b}}{∆h\_{ср}}$$

Принимаем **n**  проходов. Количество походов округляем до целого не четного числа.

5. Намечаем кантовки после чётных проходов [1]

Таблица 3- Схема прокатки и порядок кантовок на блюминге

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема прокатки | *I* | *II* | *III* | *IV* | *V* | Всего проходов |
| I | 1,2,3,4 | **K**,5,6,7,8 | K,9 |  |  | 9 |
| II | 1,2,**K**,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11 |  |  | 11 |
| III | 1,2,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11 |  |  | 11 |
| IV | 1,2,**K**,3,4,5,6,7,8 | **K**,9,10,11,12 | **K,**13 |  |  | 13 |
| V | 1,2, 3,4, **K**,5,6,7,8 | **K**,9,10,11,12 | **K,**13 |  |  | 13 |
| VI | 1,2, | **K**,3,4,5,6 | **K**,7,8 | **K**,9 |  | 9 |
| VII | 1,2,3,4 | **K**,5,6,7,8 | **K**,9,10, | **K**,11 |  | 11 |
| VIII | 1,2,**K**,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11,12 | **K,**13 |  | 13 |
| IX | 1,2,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11,12 | **K,**13 |  | 13 |
| X | 1,2,**K**,3,4,5,6,7,8 | **K**,9,10,11,12 | **K,**13,14 | **K,**15 |  | 15 |
| *XI* | 1,2, 3,4, **K**,5,6,7,8 | **K**,9,10,11,12 | **K,**13,14 | **K,**15 |  | 15 |
| *XII* | 1,2,**K**,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11,12 | **K,**13,14 | **K,**15 | 15 |
| *XIII* | 1,2,3,4,5,6 | **K**,7,8,9,10 | **K**,11,12 | **K,**13,14 | **K,**15 | 15 |

6. Определяем абсолютное обжатие по высоте и ширине

$∆h\_{h}=\frac{ε∆h}{n\_{h}}$$∆h\_{b}=\frac{ε∆h\_{b}}{n\_{b}}$

**Значения округляем до кратных 5**

7. Определяем высоту и толщину раската по проходам с учетом кантовок

В проходах по ширине абсолютное обжатие - $∆h\_{b}$

В проходах по высоте абсолютное обжатие - $∆h\_{h}$

$$h\_{n}=h\_{n-1}-∆h\_{h}$$

$b\_{n}=b\_{n-1}+∆b\_{n}$

$$∆b\_{n}=\frac{10\*(∆h\_{n})^{1,5}}{h\_{n-1}}$$

В последних проходах корректируем $∆h\_{b} и ∆h\_{h}$

Намечаем кантовки (после четных проходов) и строим схему

|  |
| --- |
| **1** |
| **2** |
|  |  | **5** |
| **6** |
| **7** |
| **8** |
|  |  |  |  | **13** |
| **14** |
|  |  |

 **3 4 9 10 11 13 15**

Рисунок 3 – Схема кантовки

8. Определение площади поперечных сечений

$$F\_{n}=h\_{n}\*b\_{n}$$

где hn , bn – высота и ширина заготовки в данном проходе;

9. Определяем коэффициенты вытяжки

$$ʎ\_{n}=\frac{F\_{n-1}}{F\_{n}}$$

где Fn-1 – площадь входящего раската;

 Fn  – площадь раската в данном проходе ;

10. Определяем длину полосы после каждого прохода

$$l\_{n}=l\_{n-1}\*λ\_{n}$$

где ln-1 – длина входящей полосы;

$ ʎ\_{n}$- вытяжка в данном проходе;

11. Определяем удлинение полосы

$$∆l\_{n}=l\_{n-1}-l\_{n}$$

12. Определяем катающий диаметр валков $Дк\_{n}=Д\_{в}-h\_{к}$

13. Определим угол захвата металла валками$ α\_{n}=57,3\sqrt{\frac{∆h\_{n}}{0,5\*Д\_{к}}}$

**5.2 Расчет температурного режима прокатки**

 **5.2.1 Алгоритм расчета температурного режима прокатки**

Определяем коэффициент падения температуры

$K=\frac{∆t\_{общ}}{∆l\_{общ}}$

где - общее падение температуры

- общее удлинение полосы

$∆t\_{общ}=t\_{н}-t\_{к}$

где  температура металла в начале прокатки оС.

  температура металла в конце прокатки оС.

$∆l\_{общ}=l\_{к}-l\_{0}$

 - длина исходной и конечной заготовки

Определяем падание температуры в каждом проходе

$$∆t\_{n}=k\*∆l\_{n}$$

Определение температуры заготовки после каждого прохода

$$t\_{n}=t\_{n-1}-∆t\_{n}$$

где - температура раската предидущего прохода;

 Результаты заносим в таблицу 4

Таблицу 4-Результаты расчета режимов обжатия

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ прох* | *h,**мм* | *b,**мм* | $$∆h,$$$$ мм$$ | $$∆b,$$$$ мм$$ | *l,**мм* | $$F,$$$$ мм^{2}$$ | $$λ,$$$$ мм$$ | *t, °C* | $$Д\_{к}, $$$$мм$$ | $$α, °$$ |
| *0* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *1* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |  |  |
| *3* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *4* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |  |  |
| *5* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *6* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *7* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *8* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |  |  |
| *9* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *10* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка  |  |  |
| *11* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**5.3 Расчет энергосиловых параметров прокатки**

**5.3.1 Алгоритм расчета энергосиловых параметров прокатки**

Исходные данные:

Таблица 4; приложение А

Марка стали

Базовое сопротивление деформации, $σ\_{0}$ $Н/мм^{2}$

Коэффициенты характеризующие сталь:

S

a

b

c

1. Определяем среднюю ширину

$b\_{ср n}=\frac{b\_{n-1}+b\_{n}}{2}$

где bn-1 , bn – ширина входящего раската и ширина заготовки в данном проходе **с учетом кантовки**;

2. Определяем среднюю высоту

$h\_{ср n}=\frac{h\_{n-1}+h\_{n}}{2}$

где hn-1 , hn – высота входящего раската и высота заготовки в данном проходе

 **с учетом кантовки**;

3. Определяем длину контакта металла с валками

$$l\_{к n}=\sqrt{0,5\*Д\_{к}\*∆h\_{n}}$$

где Dк , катающий диаметр в данном проходе;

 ∆hn – абсолютное обжатие заготовки в данном проходе;

4. Определяем площадь контакта металла с валками

$$F\_{n}=l\_{к}\*b\_{ср}$$

5. Определяем параметр формы деформации

$$П=\frac{l\_{к}}{h\_{ср}}$$

6. Определяем скорость деформации

$$U=0,105\*n\_{n}\*\frac{l\_{к}}{h\_{n-1}}$$

где $n\_{n}$ - частота вращения валков 40 об/мин (см.ТИ)

 hn-1 – высота входящего раската с **учетом кантовки**;

7. Определяем степень деформации

$$10ε=6,67\frac{∆h\_{n}}{h\_{n-1}}$$

где ∆hn – абсолютное обжатие заготовки в данном проходе;

 hn-1 – высота входящего раската с **учетом кантовки**;

8. Определяем сопротивление деформации

$$σu\_{n}=S\*σ\_{0}\*U\_{n}^{a}\*(10ε\_{n})^{b}\*(\frac{t}{1000})^{c}$$

где - базовое сопротивление деформации, $σ\_{0};$ $Н/мм^{2}$

 - коэффициенты характеризующие сталь- S;a;b;c;

 - $U\_{n}^{a}$- скорость деформации

 -$ (10ε\_{n})^{b}$ -степень деформации

 - - температура раската в данном проходе;

9. Определяем коэффициент напряженного состояния

$$n\_{σ n}=2-0,7×\sqrt{П} при П<1 n\_{σ n}=1+0,3×П при П>1$$

где П- параметр формы деформации;

10. Определяем удельное усилие прокатки

$$P\_{ср n}=n\_{σ}\*σ\_{u n}$$

где $n\_{σ}$ - коэффициент напряженного состояния;

- сопротивление деформации

11. Определяем полное усилие прокатки

$$P\_{n}=P\_{ср}\*F\_{к}\*10^{-3}$$

где $F\_{к}$- площадь контакта металла с валками

Результат расчета помещаем в таблицу 5

Таблицу 5-Результаты расчета энергосиловых параметров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ прох* | *hср мм* | *bср мм* | *lк мм* | *Fк**мм2* | *П* | *U* | *10E* | $$σu\_{n}$$*Н/мм2* | *Pср Н/мм2* | *P**кН* |
| *1* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |
| *3* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *4* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |
| *5* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *6* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *7* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *8* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |
| *9* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *10* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Кантовка |
| *11* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**6 Варианты заданий для практическо работе**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты  | Тип слитка | Толщина и ширина заготовки начальная А0, х В0 мм | Длина L0 мм | Толщина и ширина заготовки конечная аnхbn мм | Температура нач. и кон.$ t\_{н}-t \_{к} $0С | Диаметр валков, мм |
| 1 | ДП 4,5 | 735х735 | 1800 | 250х250 | 1200-1000 | 1250 |
| 2 | СС6,2 | 724х724 | 1600 | 245х245 | 1200-1000 | 1300 |
| 3 | ЛС6,2 | 832х586 | 2000 | 200х1030 | 1250-1000 | 1300 |
| 4 | СС6,6 | 724х724 | 1930 | 200х200 | 1200-1000 | 1220 |
| 5 | СС7 | 738х738 | 1850 | 300х300 | 1200-1000 | 1250 |
| 6 | СС10 | 890х770 | 2350 | 150х150 | 1250-1000 | 1300 |
| 7 | СК10,3М | 841х698 | 2500 | 360х360 | 1200-1000 | 1220 |
| 8 | ЛС10,7 | 1196х580 | 2000 | 180х800 | 1200-1100 | 1250 |
| 9 | УВЛ13 | 1190х645 | 1950 | 150х900 | 1250-1000 | 1220 |
| 10 | ДП 4,5 | 595х410 | 1800 | 200х200 | 1200-1100 | 1300 |
| 11 | СС6,2 | 600х600 | 1600 | 245х245 | 1200-1100 | 1250 |
| 12 | ЛС6,2 | 742х496 | 2000 | 200х1030 | 1200-1000 | 1220 |
| 13 | СС6,6 | 568х568 | 2100 | 150х150 | 1250-1000 | 1230 |
| 14 | СС7 |  750х750 | 1850 | 200х200 | 1250-1100 | 1300 |
| 15 | СС10 | 740х600 | 1930 | 250х250 | 1250-1100 | 1250 |
| 16 | СК10,3М | 604х604 | 2350 | 210х210 | 1200-1100 | 1220 |
| 17 | ЛС10,7 | 1220х640 | 2000 | 180х760 | 1200-1000 | 1250 |
| 18 | УВЛ13 | 1230х720 | 2000 | 200х1030 | 1200-900 | 1300 |
| 19 | СС6,6 | 568х568 | 1600 | 220х220 | 1200-900 | 1220 |
| 20 | СС10,5 | 740х500 | 1850 | 300х300 | 1250-1000 | 1250 |
| 21 | СК10 М | 841х698 | 2350 | 200х200 | 1250-1000 | 1300 |
| 22 | ЛС6,2 | 742х496 | 2000 | 120х600 | 1200-900 | 1300 |
| 23 | СС6,5 | 568х568 | 1600 | 200х200 | 1250-1100 | 1250 |
| 24 | ЛС6,2 | 832х586 | 2000 | 150х630 | 1250-1100 | 1250 |
| 25 | УВЛ13 | 1230х720 | 2000 | 200х1030 | 1200-900 | 1250 |

**7 Контрольные вопросы**

1. Охарактеризовать назначение обжимных станов.
2. Дать классификацию обжиных станов.
3. Что называется прокатным станом. Как характеризуются обжимные станы?
4. Что относится к основному и вспомогательному оборудованию обжимных станов?
5. Охарактеризовать технологический процесс прокатки на обжимном стане 1250.
6. Охарактеризовать способы расположения калибров на валках обжимных станов. Объяснить преимущества и недостатки этого расположения калибров на валках.
7. Дать характеристику исходному материалу обжимного стана.
8. Способы разливки слитков и заготовок в ЭСПЦ.
9. Охарактеризовать виды слитков в зависимости от марок сталей.
10. Охарактеризовать дефекты слитков, причины образования и способы устранения.
11. Что называется сортаментом? Дать характеристику сортамента обжимных станов.
12. Дать характеристику нагревательным колодцам, объяснить назначение, виды и принцип работы.
13. Дать характеристику рабочим валкам прокатной клети. Перечислить основные элементы валков, требования предъявляемые к валкам, материал изготовления валков.
14. Перечислить способы перевалки валков используемые на обжимных станах.
15. Объяснить назначение расчета режимов обжатия слитка.
16. Объяснить назначение расчета температурного режима прокатки.
17. Объяснить назначение расчета энергосиловых параметров прокатки.

 **8 Библиографический список**

 **Основные источники:**

1. Бахтинов, В.Б. Технология прокатного производства. [Текст]: Учебник для техникумов/ В.Б. Бахтинов. – М.: Металлургия, 1983. – 488 с.

2. Грудев, А.П.и др, Технология прокатного производства [Текст]: Учеб. для студентов вузов по спец. "Обработка металлов давлением" / А.П. Грудев, Л.Ф. Машкин, М.И. Ханин. – М.: Арт-Бизнес-Центр; Металлургия, 1994. – 651 c.

3. Зотов, В.Ф. Производство проката [Текст]: / В. Ф. Зотов. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. – 352 с.

4. Грудев, А.П. Теория прокатки: [Текст] Монография / А.П. Грудев. – М.: Интермет инжиниринг, 2001. – 280 с.

5. http://konstruktor174.narod.ru

6. [www.mechel.ru](http://www.mechel.ru)

7. www.metalifo.ru

**Дополнительные источники:**

1.Грудев, А.П. Машкин Л.Ф., Ханин М.И «Технология прокатного производства» : [Текст] Учебник для вузов./ А.П Грудев - М.: Металлургия, 1994 - 656с.

2. Технологические инструкции прокатных станов ПАО «ЧМК»

ТИ П3-ОП-01- ОП-03-2010.

4.Шестаков, Н.А. Расчеты процессов обработки металлов давлением в Mathcad. Решение задач энергетическим методом. [Текст] Учебное пособие / Н.А. Шестаков. – М.: МГИУ, 2008. – 344 с