

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



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.01 ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА  
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ  
МДК.01.01 Основы проектирования цеха обработки металлов  
давлением и его грузопотоки  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
22.02.05 Обработка металлов давлением**

Магнитогорск, 2018

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Обработки металлов давлением  
Председатель: О.В. Шелковникова  
Протокол №6 от 21.02.2018 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №4 от 01.03.2018 г.

## **Разработчики**

О.В. Шелковникова,  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» МпК  
Н.Г. Дегтяренко,  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова » МпК

Методические указания разработаны на основе рабочей программы ПМ.01 Планирование и организация работы цеха обработки металлов давлением.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1 Введение
- 2 Методические указания
- Практическое занятие 1
- Практическое занятие 2
- Практическое занятие 3
- Практическое занятие 4
- Практическое занятие 5
- Практическое занятие 6
- Практическое занятие 7
- Практическое занятие 8
- Практическое занятие 9
- Практическое занятие 10
- Практическое занятие 11
- Практическое занятие 12
- Практическое занятие 13
- Практическое занятие 14
- Практическое занятие 15

## 1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических 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, химии.), необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой ПМ.01 Планирование и организация работы цеха обработки металлов давлением, МДК.01.01 Основы проектирования цеха обработки металлов давлением и его грузопотоки, предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

***уметь:***

- располагать оборудование в цехах обработки металлов давлением в соответствии с технологией производства;
- планировать грузопотоки в цехах обработки металлов давлением;
- организовывать работу коллектива исполнителей;
- использовать программное обеспечение для организации работы участков цеха;
- составлять рекламации на получаемые исходные материалы;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению ***профессиональными компетенциями:***

ПК 1.1. Планировать производство и организацию технологического процесса в цехе обработки металлов давлением.

ПК 1.2. Планировать грузопотоки продукции по участкам цеха.

ПК 1.3. Координировать производственную деятельность участков цеха с использованием программного обеспечения, компьютерных и коммуникационных средств.

ПК 1.4. Организовать работу коллектива исполнителей

ПК 1.5. Использовать программное обеспечение по учёту и складированию выпускаемой продукции.

ПК 1.6. Рассчитывать и анализировать показатели эффективности работы участка, цеха.

ПК 1.7. Оформлять техническую документацию на выпускаемую продукцию.

ПК 1.8. Составлять рекламации на получаемые исходные материалы.

А также формированию *общих компетенций*:

ОК 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 обучающимися практических работ по ПМ.01 Планирование и организация работы цеха обработки металлов давлением, МДК.01.01 Основы проектирования цеха обработки металлов давлением и его грузопотоки 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;

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## **2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **Тема 1.3 Обоснование строительства прокатного цеха**

#### **Практическое занятие № 1**

##### **Составление технологической карты производства горячекатаного металла**

###### **Цель работы:**

- обеспечить усвоение новых понятий: технологическая карта, маршрут технологии цеха.

###### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- составлять технологический маршрут прокатной продукции

###### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, индивидуальные карточки.

###### **Задание**

Заполнить технологическую карту по производству горячекатаного листа.

###### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Составить технологическую карту прокатного производства
4. Оформить практическую работу в тетради

###### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

#### Технологическая карта производства горячекатаного листа

Название стана	Количество клеток	Сортамент	Основное оборудование стана	Диаметр валков
				Материал валков
Толстолистовой одноклетевой стан 3500	1	Более 25 мм	Нагрев. Печи окалинообжигатель прокатная клеть, ножницы холодильник	980мм
				6-ХНМ

#### Критерии оценки:

Правильность заполнения таблицы

### Практическое занятие № 2

#### Составление технологической карты производства холоднокатаного металла

#### Цель работы:

обеспечить усвоение новых понятий: технологическая карта, маршрут технологии цеха.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять технологический маршрут прокатной продукции

#### Материальное обеспечение:

Лекции, раздаточный материал, индивидуальные карточки.

#### Задание

Составить технологическую карту производства холоднокатаного металла

### Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Составить технологическую карту прокатного производства
4. Оформить практическую работу в тетради

### Форма предоставления результата

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

Технологическая карта производства холоднокатаного листа

Название стана	Количество клетей	Сортамент	Основное оборудование стана	Диаметр валков
				Материал валков
4 <sup>x</sup> -клетевой стан холодной прокатки 2500	4		Разматыватели Рабочие клетки Ножницы Моталки	500 мм
				60XH

### Критерии оценки:

Правильность заполнения таблицы

### Практическое занятие № 3

Определение массы и размеров исходных материалов

### Цель работы:



обеспечить усвоение новых понятий: масса слитка, коэффициент годного, выход годного, привитие навыков определения массы и размеров исходных материалов

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять массу и размеры исходных материалов.

**Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, индивидуальные карточки.

**Задание**

Определить массу слитка для прокатки заготовки сечением 200x200 мм в первой группе непрерывного заготовочного стана.

Определить массу слитка для прокатки железнодорожных рельсов Р-65.

. Определить размеры и массу сляба для прокатки тонколистовой стали 1,5x1300 мм на непрерывном стане широкополосном 1500.

**Теоретический материал**

*Слитки.* Масса и форма слитков, предназначенных к прокатке, зависят от марки выплавляемой стали, характеристики прокатного стана и вида получаемого полупродукта. При прокатке слябов применяют слитки значительно большей массы, чем при прокатке блюмов. Масса слитков зависит главным образом от диаметра валков и мощности двигателя стана, Масса слитка должна быть такой, чтобы обеспечить максимальную производительность, надлежащее качество полупродукта и максимальный выход годного.

При выборе массы и размеров слитков следует учитывать влияние металлургических факторов и производственных ограничений, к которым относятся: габариты ковшового разливочного крана в сталеплавильном цехе; высота разливочных площадок; расстояние между разливочными площадками и изложницами; размеры тележек и поддонов; габариты отделения раздевания слитков относительно высоты слитков и высоты и толщины изложниц; допускаемое число слитковозных тележек; максимальная высота заливки металла, допускаемая по условиям качества поверхности слитка и ликвации; толщина слитков, допускаемая по условиям ликвации, качества поверхности и продолжительности затвердевания.

Факторы, влияющие на размеры слитков на обжимных станах следующие: габариты колодцевых кранов по отношению к высоте и ширине слитка; размеры камеры нагревательных колодцев;

Массу слитка определяют по формуле

$$C = B_c H_c L y k^{\wedge}, \quad (154)$$

где  $B_c$  — номинальная ширина слитка, м;  $H_c$  — номинальная толщина слитка, м;  $L$  — высота жидкого металла слитка, м;  $y$  — плотность жидкого металла слитка, т/м<sup>3</sup>;  $k_{\phi}$  — коэффициент формы слитка, равный отношению фактической массы слитка к массе прямоугольного твердого тела тех же размеров; для открытых изложниц он равен 0,905, для глухих 0,896.

Коэффициент формы слитка учитывает конусность слитка, волнистость его поверхности и другие отклонения от прямоугольного поперечного сечения. Он получен делением действительной массы слитка на теоретическую массу прямоугольного твердого тела, имеющего те же номинальные размеры.

**П р и м е р 1.** Определить массу слитка для прокатки железнодорожных рельсов Р-50.

Принимают, что нормальная длина готовых рельсов 25 м и что из одного блюма получается два рельса. Массу блюма получают, если к чистой массе рельсов прибавить отходы при прокатке на рельсобалочном стане и отделке их. Эти потери составляют примерно 6 % от чистой массы рельсов, т. е. расходный коэффициент составляет 1,054. Тогда масса блюмов будет равна  $50 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 1,054 = 2635$  кг.

Если принять, что прокатанная из слитка полоса разрезается на два блюма, а потери на блюминге составляют 20 % от массы слитков, то масса слитка будет равна  $2635 \cdot 2 : 0,80 = 6588$  кг.

**П р и м е р 2.** Определить массу слитка для прокатки заготовки сечением 100x100 мм в первой группе непрерывного заготовочного стана.

Следует также учитывать техническую характеристику основного и вспомогательного оборудования: шаг роликов рольгангов перед первой клетью, расстояние от первого ролика до рабочего вала и между горизонтальными и вертикальными валами в черновой универсальной клетке, расстояние от рабочей клетки до ножниц и т. д.

Масса сляба пропорциональна массе листа и расходу металла на прокатку заданного профиля:

$$G = n q k, \quad (155)$$

где  $n$  — число листов, получаемых из сляба;  $q$  — масса одного листа, кг;  $k$  — расходный коэффициент (от нагрева до раскряя).

Если ширина сляба соответствует ширине прокатываемого листа и прокатку производят только в продольном направлении, толщину сляба можно определить по формуле

$$H = l h n k I L,$$

где  $L$  — длина сляба, мм;  $h$  — толщина готового листа, мм;  $I$  — длина готового листа, мм.

В случае необходимости прокатки в поперечном направлении до получения заданной ширины листа толщина сляба будет равна

$$H = blhmkf(BL),$$

где  $B$  — ширина сляба, мм.

Ширину сляба выбирают, исходя из условий прокатки иа слябинге и отливки слитков в сталеплавильном цехе.

При прокатке рулонной листовой стали размеры сляба выбирают из учета ширины пода нагревательной печи, расстояния между клетями и ножницами, расстояния между клетями (группами клеток), грузоподъемности транспортных устройств в цехе холодной прокатки и обеспечения максимальной производительности станов холодной прокатки. Так, размеры слябов, применяемых в качестве исходного материала на непрерывном широкополосном стане 2000 горячей прокатки, зависят от размеров пода пятн-зонной методической нагревательной печи, допускающей нагрев слябов длиной до 12 м. Ширину слябов в этом случае принимают на 10—20 мм больше ширины готового профиля листовой стали. Получение таких размеров слябов возможно лишь иа установках непрерывной разливки стали.

**П р и м е р 3.** Определить размеры и массу сляба для прокатки тонколистовой стали 2,5x1500 мм на непрерывном стане широкополосном 1700.

Ширина сляба должна быть на 10—20 мм больше ширины готового листа, поэтому для получения листовой стали шириной 1500 мм сляб должен иметь ширину 1520 мм. Длина сляба определяется шириной пода нагревательной печи. С целью повышения производительности принимаем длину сляба равной 9,5 м, так как ширина пода методической печи равна 10 м.

*Рулоны.* Массу и размеры рулонов устанавливают на основании характеристики цеха холодной прокатки, его оборудовании.

Массу рулона подсчитывают по формулу

$$G_{..} = Gk$$

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет индивидуальных задач
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ.

### **Критерии оценки**

Правильно рассчитанные показатели

## **Тема 1.5.**

### **Выбор технологической схемы производства проката**

#### **Практическое занятие №4**

#### **Определение производственной программы прокатного цеха**

#### **Определение производственной программы прокатного цеха**

**.Цель работы:** обеспечить усвоение новых понятий: «производственная программа, рентабельность предприятия», развивать умение делать выводы.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- обосновывать эффективность составления производственной программы

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал.

#### **Задание**

- По заданным показателям рассчитать производственную программу прокатного цеха.

- Заполнить таблицы с просчитанными показателями

Наименование, профиль, размеры	Часовая производительность стана, т/час.	Удельный вес профиля в сортаменте, $\gamma\%$

Наименование показателей	Ед измерения	Показатели

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Теоретический материал**

Производственная программа – это количество изготовленной продукции за определённый промежуток времени (год, квартал, месяц), т.е. это план по производству продукции.

В прокатных цехах производственная программа рассчитывается на основании среднечасовой производительности стана и фактического времени работы стана.

Сначала определяется производственная программа на год, затем на период.

Таблица 1– Исходные данные для расчёта производственной программы.

Наименование, профиль, размеры	Часовая производительность стана, т/час.	Удельный вес профиля в сортаменте, γ%
0,6x1050	256	29,3
0,8x1100	292	33,5
1x1500	325	37,2
Итого	873	100

Продолжительность и периодичность ремонтов:

1. Капитальные ремонты суток/год - 7 суток
2. ТОиР (текущие ремонты) суток/год – 16
3. Текущие простои в % к номинальному времени – 15,5 %

Порядок расчёта

2.1 Определяется среднечасовая производительность стана ( $A_{cp}$ ).

Она должна определяться двумя методами:

1 Метод

$$A_{cp} = \frac{100}{\frac{\gamma_1}{A_1} + \frac{\gamma_2}{A_2} + \frac{\gamma_3}{A_3}},$$

где  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots \gamma_i$  – удельный вес отдельных видов проката,  
%

$A_1, A_2, A_3, \dots A_i$  – часовая производительность стана при прокатке отдельных профилей, т/час.

$$A_{cp} = \frac{100}{29,3 / 256 + 33,5 / 292 + 37,2 / 325} = 291,00164 \text{ т/ч}$$

2 Метод:

$$A_{cp} = \frac{A_0}{K_{cp}}$$

где  $K_{cp}$  – средний коэффициент трудности;

$A_0$  – часовая производительность стана при прокатке профиля, принятого за основной.

$$K_{cp} = \frac{K_1 \cdot \gamma_1 + K_2 \cdot \gamma_2 + K_3 \cdot \gamma_3}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}$$

где  $K_1, K_2, K_3, \dots, K_i$  – коэффициенты трудности для соответствующих профилей.

$$K_i = \frac{\dot{A}_0}{\dot{A}_i}$$

Расчет

$$A_0 = 325$$

$$K_1 = 325/256 = 1,2695312$$

$$K_2 = 325/292 = 1,1130137$$

$$K_3 = 325/325 = 1$$

$$K_{cp} = \frac{37,197264 + 37,285959 + 37,2}{29,3 + 33,5 + 37,2} = 1,1168322$$

$$A_{cp} = 325/1,1168322 = 291,00164 \text{ т/час}$$

Среднечасовая производительность рассчитанная разными методами должна быть одинаковой.

Рассчитывается баланс времени работы стана по следующей схеме:

Календарное время,	365 суток
Продолжительность капитальных ремонтов,	7 суток
ТОиР,	16 суток
Номинальное время, ( $T_n$ )	342 суток
Текущие простои в % к $T_n$ ,	15,5

Текущие простои, 342*15,5/100	53,01 суток
Фактическое время ( $T_{\phi}$ ), 342-53,01	288,99 суток
Фактическое время ( $T_{\phi}$ ), 288,99*24	6935,76 час

$$T_{н} = T_{к} - P - \text{ТОИР}$$

$$T_{\phi} = T_{н} - T_{п}$$

Определяется годовой объём производства (производственная программа).

$$A_r = A_{ср} \cdot T_{\phi}$$

где  $T_{\phi}$  – фактическое время работы стана за год, час (взято из баланса времени)

$$A_r = 291,00164 \cdot 6935,76 = 2018317,5 \text{ т/год}$$

Определяется годовой выпуск проката по отдельным профилям ( $A_i$ ).

$$A_i = \frac{A_r \cdot \gamma_i}{100}$$

где  $A_i$  – годовой выпуск  $i$ -го вида;

$\gamma_i$  – удельный вес  $i$ -го профиля, %

$$A_1 = 2018317,5 \cdot 29,3/100 = 591367,09 \text{ т/год}$$

$$A_2 = 2018317,5 \cdot 33,5/100 = 676136,36 \text{ т/год}$$

$$A_3 = 2018317,5 \cdot 37,2/100 = 750814,11 \text{ т/год}$$

Рассчитываем загрузку стана на год

Таблица 62– Расчёт загрузки стана



Вид профиля	Объём производства, $A_i$	Потребность в станоч-часах	
0,6x1050	591367,09	2310,0275	
0,8x1100	676136,36	292	2315,5355
1x1500	750814,11	325	2310,1973
Итого	2018317,5	873	6935,7603

Так как итоговая цифра потребности в станоч-часах соответствует фактическому времени в годовом балансе.

После этого можно приступить к определению производственной программы на указанный период времени

Таблица 3 – Производственная программа стана 2500 на июнь 2013г

Наименование показателей	Ед измерения	Показатели
--------------------------	--------------	------------

Баланс времени:		
Календарное время	сут	31
ТОиР	сут	1,3
Номинальное время	сут	29,7
Число смен в сутки		2
Всего смен работы		59,4
Номинальное время в смену		
Номинальное время		12
Текущие простои к номинальному времени	час	712,8
Текущие простои	%	15,5
Фактическое время	час	110,484
Производительность:	час	602,316
В фактический час ( $A_{cp}$ )		
В смену	т	291
В сутки	т	3492
В месяц (квартал)	т	6984
	т	175273,96

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения

### **Критерии оценки**

Правильность заполнения таблицы и правильность расчета

## **Практическая работа №5**

### **Расчет грузооборота прокатного цеха**

#### **Цель работы:**

обеспечить усвоение новых понятий:

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять грузооборот прокатного цеха

### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал

### **Задание**

- Рассчитать и проанализировать показатели эффективности работы участка, цеха.

- Распланировать грузопотоки продукции по участкам цеха

### **Теоретический материал**

Расчет грузооборота оформляется в виде шахматной ведомости. Она представляет собой таблицу, в которой по вертикали указаны все отправители грузов, а по горизонтали - получатели их. В основе шахматной ведомости лежит баланс прибытия и отправления грузов. Такие ведомости сначала составляются по отдельным цехам и складам, а затем по предприятию в целом. Шахматные ведомости принимаются за основу при разработке схем грузовых потоков цехов и предприятия в целом. Расчет транзитного грузооборота. Для расчета транзитного грузооборота, особенно при составлении годового плана перевозок, широко используются отчетные данные по отдельным дорогам сети.

Составление годового плана грузовых перевозок по дороге начинается с расчета грузооборота станций. В том случае, если проектируются перевозки нескольких видов грузов, то расчет грузооборота ведется по каждому виду груза в отдельности. По каждому виду груза определяются количество перевозимых тонн и расстояние, на которое груз перевозится.

Данные оперативного учета движения проката по технологическому участку используются также для расчета оперативного грузооборота и удельного расхода электроэнергии.

Поэтому правильное определение границ местных районов тяготения имеет важное значение главным образом для расчета грузооборота любых грузов.

Представляет: технические задания на проектирование специального нестандартного оборудования; расчеты и заявки на необходимое предприятию технологическое оборудование; планировки размещения оборудования в цехах; чертежи привязки оборудования (при перепланировках); чертежи специального инструмента и приспособлений; техническую документацию на модернизацию оборудования; расчеты грузооборота, необходимые для механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Получает: планировку размещения оборудования в цехах; чертежи привязки оборудования (при перепланировках); чертежи специального инструмента и приспособлений; техническую документацию на модернизацию оборудования; технические задания на проектирование специального нестандартного оборудования; расчеты и заявки на необходимое предприятию технологическое оборудование; расчеты грузооборота необходимых для механизации погрузочно-разгрузочных работ. Если для передачи материала со склада в цех и последующей переработки используется другой вид транспорта, то такая перевозка дополнительно учитывается в межцеховом грузообороте. При расчете грузооборота необходимо проверить соответствие прибытия и отправления грузов между цехами, объемов перевозок сырья, топлива, полуфабрикатов по таблицам балансов, разрабатываемым экономическим и соответствующим технологическим отделами и отделом механизации.

Номенклатура деталей с разбивкой по цехам, отделениям и участкам позволяет составить для каждого подразделения задание по грузообороту и сводку материалов.

Эти данные необходимы для расчета грузооборота каждого подразделения, складского хозяйства и составления проектной калькуляции стоимости изделий.

Для газоснабжения некоторых потребителей используется не один, а несколько подводящих газопроводов от одной и той же магистрали. В таких случаях для расчета грузооборота принимается единое (кратчайшее) расстояние транспортировки до потребителя.

Объемы услуг всех видов специальной техники и транспорта рассчитывают в машино-часах, а объемы услуг транспорта на сдельном тарифе, кроме того, - в тоннах перевозимых грузов. В четвертой методике предусмотрена также возможность расчета грузооборота в тонно-километрах. Примеры расчета объемов услуг приведены в методиках.

Далее определяется протяженность перевозок и рассчитывается их объем за сутки по каждому грузу в отдельности. Грузооборот при этом определяется в тоннах, а грузопотоки в тонно-километрах. Расчет грузооборота оформляется в виде шахматной ведомости, в которой указываются как отправители, так и получатели грузов.

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

### **Критерии оценки**

Правильность заполнения таблицы и правильность расчета

## **Практическая работа №6 Поток металла: продукция и потери**

### **Цель работы:**

обеспечить усвоение новых понятий «потери металла, отходы, выход годного»

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять и составлять маршрут потока металла.
- рассчитывать потери металла

### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал

### **Задание**

- Планировать производство и организацию технологического процесса в цехе обработки металлов давлением.
- Рассчитать потери металла при различных операциях обработки металла.

### **Пример расчета:**

Определение баланса металла, величины отходов по операциям технологического процесса. Расчет технологической карты Известны коэффициенты потерь металла на каждой операции в процентах от запуска (табл. 11).

Коэффициенты потерь металла

Операции	Коэффициент потерь металла в % от запуска
Прессование	7.71
Разбраковка	1
Правка	0.50
Резка, вырезка образцов	10.25

Тогда суммарный коэффициент потерь металла будет  $k_S = 19.46\%$ ..

Отсюда запуск металла равен

$$3 = Q \times 100\% / (100 - k_S), \quad [3] \quad (5)$$

где Q – выпуск металла, тонн/год.

$$3 = 35000 \text{ тонн/год} \times 100\% / (100\% - 19.46\%) = 4345.667 \text{ тонн/год.}$$

Теперь легко определить потери металла и коэффициенты выхода годного для каждой операции. Результаты расчета приведены в табл. 12.

Потери металла и коэффициенты выхода годного

Операция	Потери металла, тонн/год	Коэффициент выхода годного в процентах
Прессование	335.051	92.3
Разбраковка	43.457	98.9
Правка	21.728	99.5
Резка, вырезка образцов	445.431	88.7
Итого	845.667	80.5

Баланс металла равен

$$B = Q \times 100\% / K_S, \quad [3] \quad (4)$$

где  $K_S$  – суммарный коэффициент выхода годного, %.

$$B = 3500 \text{ тонн/год} \times 100\% / 80.5\% = 4347.826 \text{ тонн/год.}$$

### Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Рассчитать показатели эффективности работы участка цеха
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадах для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения

### **Критерии оценки**

Правильность выполнения задания

## **Тема 1.6**

### **Определение производительности прокатного стана**

#### **Практическое занятие №7**

#### **Расчет часовой производительности прокатных станов**

#### **Цель работы:**

- научиться определять часовую производительность станов

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- рассчитывать пропускную способность основного оборудования цеха

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие.

#### **Задание**

Рассчитать часовую производительность прокатного и сортопрокатного стана по заданному варианту

#### **Теоретический материал**

Производительность прокатного стана определяется количеством металла, прокатанного на стане в единицу времени (час, смену, сутки, месяц, год). Обычно производительность исчисляют по массе годного металла, полученного после отделки. В случае расчета производительности блюмингов, слябингов и толстолистовых станов последнюю определяют по всаду, т. е. по массе прокатных слитков. Однако количество прокатанного металла может исчисляться не только единицами массы, но и единицами длины и площади, что особенно важно при переходе на прокатку по минусовым допускам.

Основным показателем использования прокатного стана является производительность его в фактический час работы. Часовую

производительность стана холодной прокатки определяют по следующей методике.

### Пример расчета

Часовая производительность 5-и клетового стана 1200холодной прокатки полосы 2,2•730 из 3-х полосового полосного рулона 0,35•730, весом 14т, определяется по формуле:

$$A_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot G}{T_{\text{p}}} \text{ т/час}$$

Где:  $G$  - масса заготовки

$T_{\text{p}}$  - ритм прокатки

$$T = T_{\text{ц}} - T_{\text{п}}$$

$T_{\text{ц}}$  -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 отгибателем подача его в первую клеть

$t_3$  -пропуск переднего конца от первой клетки до моталки

$t_4$  -закрепление конца рулона в моталке

$t_5$  -ускорение двигателя стана от заправочной скорости до рабочей

$t_6$  -прокатка на установившейся скорости

$t_7$  -время замедления и ускорения при прокатке швов

$t_8$  -замедление двигателя стана



$t_9$  - прокатка заднего полюса на заправочной скорости

$t_{10}$  - снятие рулона с барабана моталки

Продолжительность этих операций определяется либо только хронометражем, либо и хронометражем и расчетом. Принимаем по данным хронометражных наблюдений

$$t_1 = 45 \text{ с}$$

$$t_2 = 45 \text{ с}$$

$$t_{10} = 40 \text{ с}$$

Заправочные скорости определяют исходя из условий постоянства секундных объемов:

$$V_1' h_1 = V_2' h_2 = V_3' h_3 = V_4' h_4$$

$V_1' V_2' V_3' V_4'$  - заправочные скорости после соответствующей клетки, м/с

$h_1 h_2 h_3 h_4$  - толщина полосы соответствующей клетки, мм

$$t_1 = 3,8 \quad t_2 = 3 \quad t_3 = 2,5 \quad t_4 = 2,2$$

Заправочная скорость прокатки в последней клетке 0,8 м/с

$$\text{Следовательно: } V_3' = \frac{V_4' h_4}{h_3};$$

$$V_3' = \frac{0,8 \cdot 2,2}{2,5};$$

$$V_3' = 0,7 \text{ м/с}$$

$$V_2' = \frac{V_4' h_4}{h_2};$$

$$V'_2 = \frac{0,8 \cdot 2,2}{3};$$

$$V'_2 = 0,6 \text{ м/с}$$

$$V'_1 = \frac{V'_4 h_4}{h_1};$$

$$V'_1 = \frac{0,8 \cdot 2,2}{3,8};$$

$$V'_3 = 0,5 \text{ м/с}$$

Время пропуска переднего конца от первой клетки до моталки:

$$t_3 = \frac{L_1}{V'_1} + \frac{L_2}{V'_2} + \frac{L_3}{V'_3} + \frac{L_4}{V'_4}$$

$L_1 L_2 L_3$  - расстояние между клетями, равное 4,5м

$L_4$  - расстояние от последней клетки до моталки, равное 4м

$$t_3 = \frac{4,5}{0,5} + \frac{4,5}{0,6} + \frac{4,5}{0,7} + \frac{4,5}{0,8}$$

$$t_3 = 28,5 \text{ с}$$

Время на закрепление конца рулона в моталке:

$$t_4 = \frac{\Pi D_6 \Pi}{V'_4}$$

$D_6$  - диаметр барабана

$\Pi$  - число оборотов, необходимых на закрепление рулона

$$t_4 = \frac{3,14 \cdot 0,8 \cdot 3}{0,8};$$

$$t_4 = 10 \text{ с}$$

$t_5$  - время на ускорение двигателя четвертой клетки от заправочной до рабочей

$$t_5 = \frac{V_4 - V'_4}{a};$$

$$t_5 = \frac{20 - 0,8}{3};$$

$$t_5 = 7 \text{ с}$$

a - ускорение двигателя в четвертой клетки, равное 3 м/с

$t_8$  - время на замедление двигателя четвертой клетки от рабочей до заправочной

$$t_8 = \frac{V_4 - V'_4}{b};$$

$$t_8 = \frac{20 - 0,8}{2};$$

$$t_8 = 10 \text{ с}$$

b - замедление в четвертой клетки, равное 2 м/с

$t_9$  - время прокатки заднего конца полосы на заправочной скорости

$$t_9 = t_3 = 37 \text{ с}$$

$t_7$  - время на замедление и ускорения при прокатке швов

$$t_7 = n \left( \frac{V_4 V_4''}{a} + \frac{V_4 V_4''}{b} \right);$$

n - количество швов

$V_4''$  - скорость прокатки швов, равное 2,5 м/с

$$t_7 = 2 \left( \frac{20 - 2,5}{3} + \frac{20 - 2,5}{2} \right);$$

$$t_7 = 30 \text{ с}$$

Длина полосы, прокатываемая на любой скорости:

$$L' = V_4' (t_3 + t_4 + t_9) = 0,8(28,5 + 10 + 37) = 60,4 \text{ м}$$

Длина полосы, прокатываемая при ускорении двигателя:

$$L_y = \frac{V_4 + V_4'}{2} t_5;$$

$$L_y = \frac{20 + 0,8}{2} \cdot 7;$$

$$L_y = 73 \text{ м}$$

Длина полосы, прокатываемая при замедленном двигателе:

$$L_3 = \frac{V_4 + V_4'}{2} t_8;$$

$$L_3 = \frac{20 + 0,8}{2} \cdot 10;$$

$$L_3 = 104 \text{ м}$$

Длина полосы при прокатке швов со скоростью прокатки швов:

$$L_{ш} = \frac{V_4 + V_4'}{2} t_7;$$

$$L_{ш} = \frac{20 + 0,8}{2} \cdot 30;$$

$$L_{ш} = 338 \text{ м}$$

Длина полосы, прокатываемая на рабочей скорости:

$$L_p = L_n - (L' + L_y + L_3 + L_{ш});$$

$L_n$  - длина руна

$$L_1 = \frac{G}{j \cdot b \cdot h_4};$$

$$L_1 = \frac{14}{7,85 \cdot 0,730 \cdot 0,00022};$$

$$L = 11666 \text{ м}$$

$$L_p = 11666 - (60,4 + 73 + 104 + 338) = 11090;$$

$t_6$  - время прокатки на рабочей скорости (установившейся)

$$t_6 = \frac{L_p}{V_4} = \frac{11090}{20} = 554$$

$$T_{ц} = 45 + 28,5 + 10 + 7 + 554 + 40 + 10 + 28,5 = 723 \text{ с}$$

$$T_{н} = 30 \text{ с}$$

$T_n$  - время перекрытия

$$T = 723 - 30 = 693 \text{ с}$$

$$A_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot 14}{693};$$

$$A_{\text{ч}} = 72 \text{ т/ч}$$

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в

#### **Критерии оценки**

Правильность выполнения расчета

## **Практическое занятие №8**

### **Расчет средней производительности прокатных станов.**

#### **Определение загрузки прокатного стана.**

#### **Цель работы:**

обеспечить усвоение новых понятий «Пропускная способность»

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- рассчитывать пропускную способность основного оборудования

цеха

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие

#### **Задание**

Рассчитать среднюю производительности прокатных станов.

Определить загрузку прокатного стана.

## Теоретический материал

Производительность стана изменяется в зависимости от профиле-размеров проката, а также от марки стали. Большое слияние на производительность стана оказывает масса 1 м длины проката, так как при одной и той же производительности в метрах производительность в тоннах будет тем больше, чем больше масса 1 м.

Отдельно для каждого профилеразмера рассчитывают производительность стана применительно к условиям прокатки, конструкции и расположению клетей.

Зная долю каждого профиля в общем выпуске и производительность по каждому профилю, можно определить среднюю производительность, м/ч, по формуле

$$c_p = 100 \cdot \frac{at}{At} + o_2 / L_2 - \dots + a_n / A$$

Иногда возникает необходимость исчисления продукции в основном (условном или приведенном) профилеразмере. При помощи коэффициентов трудности производят пересчет всех профилеразмеров на основной. Коэффициент трудности равен отношению часов производительности основного профилеразмера к часовой производительности заданного профилеразмера. В качестве основного профилеразмера, который принимают при определении коэффициентов трудности, обычно берут наиболее простой в технологическом отношении, при прокатке которого достигается наивысшая производительность стана, либо преобладающий по доле в сортаменте прокатного стана.

При известных значениях коэффициентов трудности расчет средней производительности можно провести следующим образом.

Так как  $A_1 = A J k_{1t}$ ,  $A_2 = A J k_2$ , ...,  $L_n = A j k_n$ , где  $A_a$  — производительность стана при прокатке основного профиля, т/ч;  $i, k$ , ...,  $k_n$  — 100 коэффициенты трудности, то средняя производительность будет равна

$$A_{cp} = \frac{oi}{-40} \cdot x + \frac{azlA_0 k_2}{f} \dots - \frac{i \cdot a_n}{A_0 k_n}$$

## Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

#### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

#### **Критерии оценки**

Правильно выполненный расчет

### **Практическое занятие №9 Расчет пропускной способности оборудования**

#### **Цель работы:**

обеспечить усвоение новых понятий «Пропускная способность»

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- рассчитывать пропускную способность основного оборудования цеха

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие

#### **Задание**

Рассчитать пропускную способность оборудования прокатного цеха.

#### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием (раздается преподавателем на паре)
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

#### **Форма предоставления результата**



Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

### **Критерии оценки**

Правильно выполненный расчет

## **Тема 1.7**

### **Выбор вспомогательного оборудования и нагревательных устройств прокатного цеха**

#### **Практическое занятие №10 Склады и расчет их площади.**

#### **Цель работы:**

- научиться рассчитывать площадь складов
- правильно располагать склады в здании цеха

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь

- Рассчитывать и анализировать показатели эффективности работы складских помещений

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие

#### **Задание**

- Рассчитать площадь склада для хранения прокатной продукции
- Заполнить таблицу нормативов технологических нагрузок на единицу площади.

### **Теоретический материал**

В прокатном цехе должны быть предусмотрены склады исходных материалов — слитков (заготовок, горячекатаных рулонов); промежуточные склады (полуфабрикатов); склады готовой продукции, масел, запасных частей, валков, арматуры.

*На складе заготовок*, который примыкает к нагревательным печам или к непрерывному травильному агрегату цеха холодной прокатки, располагают необходимый запас слитков (заготовок). На складе должны быть предусмотрены площади для осмотра, зачистки и

удаления поверхностных дефектов на заготовках. Стеллажи для осмотра снабжают кантующими и поворотными механизмами. Зачистку и удаление поверхностных дефектов следует проводить, применяя специальные станки (строгальные, токарные и фрезерные), имеющие высокую производительность и обеспечивающие хорошее качество поверхности. На складе размещены и загрузочные устройства, а также транспортные рольганги, предназначенные для перемещения заготовок к стану.

Площадь склада заготовок должна обеспечивать хранение пяти-семисуточного запаса заготовок.

*На складе готовой продукции* укладывают в штабеля готовые прокатные изделия, производят отделку, осмотр, упаковку и маркировку проката, если перечисленные операции не предусмотрены в потоке стана. С этой целью предусматривают специальные площади для размещения отделочных, упаковочных и других агрегатов или поточных линий.

Склады готовой продукции располагают в пролетах поперечных (блюминги, средне- и мелкосортные станы) или продольных (рельсобоалочные, листопрокатные станы).

Готовые прокатные изделия укладывают в специальные карманы или на стеллажи. На складах готовой продукции проволочных станов бунты проволоки укладывают в высокие короба, изготовленные из металлоконструкций

Размеры складов выбирают конструктивно с учетом формы и размеров материалов, подлежащих хранению. Так, при проектировании склада непрерывного широкополосного стана 2000 горячей прокатки для хранения слябов длиной 12 м ширину склада следует принять такой, чтобы можно было разместить, по крайней мере, два штабеля. Укладка штабеля слябов крест-накрест. Между штабелями расстояние должно быть не менее 1,5 м, что обеспечивает проход. Штабеля должны располагаться в зоне действия кранов: расстояние от стен здания до штабеля выбирается не менее 3—3,5 м. Последнее расстояние является необслуживаемой зоной. Таким образом, ширина склада будет равна  $12 - 2 + 1,5 + 3,5 = 32,5$  м.

На основании СНиП П-Б.3—62 и СН 223—62 [17, 18] выбирают ширину пролета, равную 36 м. Длину склада определяют, исходя из площади его, обеспечивающей создание необходимого запаса материалов

по нормативам технологических нагрузок на  $1 \text{ м}^2$  площади склада в зависимости от вида материалов, способа их укладки и габаритов штабеля.

Так, при хранении слябов в штабелях крест-накрест высота штабеля не должна превышать 4 м, в стопах — до 3 м.

Продолжительность хранения готовой продукции зависит от количества прокатных станов, обслуживаемых данным складом, номенклатуры прокатываемых изделий и принимается равной 5—7 сут. На складах готовой продукции следует учитывать и время, затрачиваемое на проведение испытаний материалов (механических, магнитных), исследования химического состава, испытаний на штампуемость и др.

Особое внимание следует уделять выбору площади складов при проектировании цехов холодной прокатки листовой стали. Получение высококачественной тонколистовой стали достигается не только собственно холодной прокаткой, но и целым рядом других технологических операций. Поэтому цехи холодной прокатки представляют, как правило, комплекс участков со специальным оборудованием, выполняющим один из технологических переделов, являющимся звеном в общей цепи технологического процесса производства холоднокатаной листовой стали.

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Заполнить таблицу

Материал	Способ укладки	Высота штабеля	Нагрузка, $\text{т/м}^3$

4. Оформить практическую работу в тетради

### **Форма представления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного расчета.

### **Критерии оценки**

Правильно выполненный расчет и заполненная таблица.

## Практическая работа №11 Вычерчивание склада цеха

### Цель работы:

- правильно располагать склады в здании цеха

### Выполнив работу, Вы будете:

#### Уметь

- читать технические чертежи:

### Материальное обеспечение:

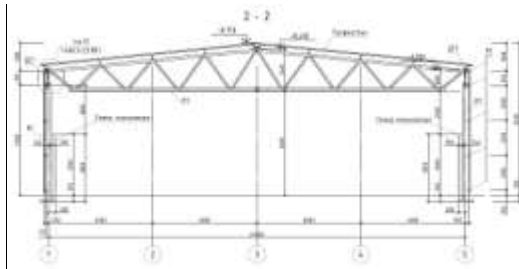
Лекции, раздаточный материал, методическое пособие

### Задание

- начертить схему склада по просчитанным расчетам предыдущей практической работы.

### Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить чертеж.



4. Оформить практическую работу в тетради

### Форма предоставления результата

Работа выполняется на миллиметровой бумаге и клеивается в тетрадь с практическими работами.

### Критерии оценки

Правильно выполненный чертеж

## Тема 1.8

### Определение расхода электроэнергии, топлива, воды, пара, воздуха, валков, смазочных материалов, огнеупоров

#### Практическая работа №12 Расчет баланса металла

##### Цель работы:

- научиться рассчитывать баланс металла

##### Выполнив работу, Вы будете:

Уметь

- Рассчитывать и анализировать показатели баланса металла

##### Материальное обеспечение:

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие

##### Задание

Рассчитать баланс металла прокатного цеха с учетом принятых расходных коэффициентов

##### Краткие теоретические сведения:

После выбора прокатного стана определяют его производительность. Для расчёта режима обжарки необходимо определить массу и размеры исходного материала – слитка.

##### Определение массы исходной заготовки

Масса и форма заготовок, предназначенных к прокатке, зависят от марки выплавляемой стали, характеристики прокатного стана и вида получаемого полупродукта. Масса заготовок зависит главным образом от диаметра валков и мощности двигателя стана. Масса заготовки должна быть такой, чтобы обеспечить максимальную производительность, надлежащее качество полупродукта и максимальный выход годного. Длину заготовки определяют расстоянием между последней клетью первой группы и первой клетью второй группы. Определим массу и размеры исходной заготовки [3, с. 126]:

$$m_{\text{заг}} = l_{\text{заг}} \cdot \rho_{\text{ст}} \cdot h_{\text{заг}} \cdot b_{\text{заг}}$$

где  $l_{\text{заг}}$  – номинальная длина заготовки,  $l_{\text{заг}} = 10$  м,

$\rho_{\text{ст}}$  – плотность стали,  $\rho_{\text{ст}} = 7,8$  т/м<sup>3</sup>,

$h_{\text{заг}}$  – исходная толщина слитка,  $h_{\text{заг}} = 0,37$  м,

$b_{\text{заг}}$  – исходная ширина слитка,  $b_{\text{заг}} = 0,37$  м.

Отсюда из формулы (3.1):

$$m_{\text{заг}} = 10 \cdot 7,8 \cdot 0,37 \cdot 0,37 = 10,68 \text{ т.}$$

Определение массы заготовки с учётом выхода годного

Масса заготовки с учётом выхода годного рассчитывается по массе готового проката, получающегося из одной заготовки, с учётом так называемого коэффициента выхода годного [4, с. 24]:

$$m_{\text{заг}}^{\text{г}} = \frac{m_{\text{заг}}}{K_{\text{г}}},$$

где  $m_{\text{заг}}$  – масса исходной заготовки,  $m_{\text{заг}} = 10,68$  т,

$K_{\text{г}}$  – коэффициент выхода годного,  $K_{\text{г}} = 0,97$ .

Отсюда из формулы (3.2.1):

$$m_{\text{заг}}^{\text{г}} = \frac{10,68}{0,97} = 11 \text{ т.}$$

### **Выбор типа агрегатов и их производительности с учетом**

Производительность прокатного стана определяется количеством металла, прокатанного на стане в единицу времени (час, смену, сутки, месяц, год). Обычно производительность исчисляют по массе годного металла, полученного после отделки. Основным показателем

использования прокатного стана является производительность его в фактический час работы. Вычислим часовую производительность стана [3, с. 130]:

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{\Pi_{\text{г}} \cdot K_{\text{г}}}{T_{\text{р}}}, \quad (4.1)$$

где  $\Pi_{\text{г}}$  – годовая производительность стана  $\Pi_{\text{г}} = 2$  млн. т,

$T_{\text{р}}$  – число рабочих часов в году,  $T_{\text{р}} = 6000$  часов,

$K_{\text{г}}$  – коэффициент выхода годного,  $K_{\text{г}} = 0,97$ .

Откуда из формулы (4.1):

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 0,97}{6000} = 323 \text{ т/ч.}$$

Во втором случаи прокатку полос ведут с перекрытием по времени, т.е. прокатка последующей полосы начинается до окончания прокатки предыдущей. Ко второй группе относятся линейные станы с рабочими клетями «трио», станы с последовательным расположением клетей, полунепрерывные и непрерывные [4, с. 23].

Определим время цикла прокатки заготовки [3, с. 131]:

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600 \cdot m_{\text{заг}}^{\text{г}}}{\Pi_{\text{ч}}},$$

где 3600 – количество секунд в одном часе,

$m_{\text{заг}}^{\text{г}}$  – масса заготовки с учётом годного  $m_{\text{заг}}^{\text{г}} = 11$  т,

$\Pi_{\text{ч}}$  – часовая производительность стана  $\Pi_{\text{ч}} = 323$  т/ч.

Отсюда из формулы (4.2):

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600 \cdot 11}{323} = 123 \text{ с.}$$

Определим машинное время прокатки [3, с. 25]:

$$t_{\text{м}} = \frac{G_{\text{заг}}^{\text{г}}}{b_{\text{заг}} \cdot h_{\text{заг}} \cdot v_{\text{бл}} \cdot \rho_{\text{ст}}},$$

где  $G_{\text{заг}}^{\text{г}}$  – вес заготовки с учётом годного,

$$G_{\text{заг}}^{\Gamma} = m_{\text{заг}}^{\Gamma} \cdot g,$$

где  $m_{\text{заг}}^{\Gamma}$  - масса заготовки с учётом годного  $m_{\text{заг}}^{\Gamma} = 11 \text{ т}$ ,  
 $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ,  
 Исходя из формулы (4.4):

$$G_{\text{заг}}^{\Gamma} = 11 \cdot 9,81 = 108 \text{ Н},$$

$h_{\text{заг}}$  – исходная толщина слитка,  $h_{\text{заг}} = 0,37 \text{ м}$ ,  
 $b_{\text{заг}}$  - исходная ширина слитка,  $b_{\text{заг}} = 0,37 \text{ м}$ ,  
 $v_{\text{бл}}$  – скорость прокатки в последней клетке,  $v_{\text{бл}} = 7 \text{ м/с}$  [1, с. 25],  
 $\rho_{\text{ст}}$  – плотность стали,  $\rho_{\text{ст}} = 7,8 \text{ т/м}^3$ .  
 Значит из формулы (4.3):

$$t_{\text{м}} = \frac{108}{0,37 \cdot 0,37 \cdot 7 \cdot 7,8} = 14,45 \text{ с.}$$

Определим время пауз [3, с. 131]

$$t_{\text{п}} = t_{\text{ц}} - t_{\text{м}}, \quad (4.5)$$

где  $t_{\text{ц}}$  – время цикла прокатки заготовки,  $t_{\text{ц}} = 123 \text{ с}$ ,  
 $t_{\text{м}}$  – машинное время прокатки,  $t_{\text{м}} = 14,45 \text{ с}$ .  
 Из формулы (4.5) получим:

$$t_{\text{п}} = 123 - 14,45 = 108,55 \text{ с.}$$

В нашем случае одновременно производят прокатку нескольких заготовок, т.е. прокатку ведут с перекрытием

### **Практическое занятие №13** **Составление баланса металла**

#### **Формируемые компетенции:**

#### **Цель работы:**

- научиться составлять баланс металла
- правильно рассчитывать баланс

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь

- Рассчитывать и анализировать показатели баланса металла

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, методическое пособие



### Задание

Составить баланс металла прокатного цеха с учетом принятых расходных коэффициентов

Профиль	Слитки		Бломы		Готовый прокат		Отходы	
	колич-во	Доля в общем объеме	Колич-во	выход годного	Колич-во	выход годного	обрезь	угар

### Теоретический материал

Исходными данными для проектирования прокатных цехов являются технические проекты основного технологического, электрического, подъемно-транспортного и вспомогательного оборудования, разработанные машиностроительными и электромашиностроительными заводами на основе согласованных заданий на проектирование оборудования. В этих проектах содержатся следующие данные: 1) технические характеристики машин и механизмов; 2) данные о нагрузках; 3) план расположения оборудования с привязкой его к осям здания; 4) габариты фундаментов с каналами и туннелями; 5) требования по защите от тепловых излучений, агрессивных сред (кислот, щелочей и др.), ударов; 6) требования к устройству местных ограждений и перекрытий; 7) данные об инженерно-геологической характеристике площадки. В зависимости от принятого сортамента проката, его качества и назначения выбирают тип прокатного стана: непрерывный, полунепрерывный, реверсивный, универсальный и т. д. Основными параметрами сортопрокатных станов являются диаметр и длина бочки валков, число клетей (общее, а также с горизонтальными и вертикальными валками), оптимальная проектная производительность.

При выборе типа заготовочных и сортопрокатных станов в зависимости от проектной производительности можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 4.

Перечисленные параметры принимаются как предварительные, которые в процессе проектирования подлежат уточнению.

**Данные о производительности некоторых заготовочных и сортопрокатных станов**

Сталь	Производительность, т			
	Часовая	Сменная	Суточная	Годовая
Блюминг 1350	650—930	5200— 7440	15 600— 22 320	6 500 000— 7 000 000
Блюминг 1150	300—450	2000— 3000	6 000— 9 000	2 200 000— 3 300 000
Блюминг 1000	150—250	1000— 1700	3 000— 5 400	1 100 000— 1 850 000
Слябинг 1250	1000— 1200	8000— 9600	24 000— 29 000	8 000 000— 8 800 000
Рельсобалочный 800	120—170	800—1150	2 400— 3 450	750 000— 1 100 000
Крупносортовый 500	100—150	680—1000	2 000— 3 000	650 000— 1 000 000
Среднесортный 350	50—100	340—680	1 000— 2 000	330 000— 670 000
Мел косортный 250	40—70	270—475	800— 1 450	280 000— 500 000

В балансе металлов переплетаются взаимные связи металлургии, машиностроения и металлообработки, строительства и транспорта. Балансы металла на плановый период разрабатываются на чугун, ферросплавы, прокат черных металлов

Проектирование плавильных отделений заключается в составлении *баланса металла* по выплавляемым маркам, выборе типа плавильного агрегата, определении количества печей, расчете шихты и составлении ведомости расхода шихтовых материалов на годовой выпуск. В зависимости от рода металла, развеса отливок, количества шихт и массы литья по каждой из них, объема производства, режима работы и рода топлива подбирают типы и конструкции плавильных агрегатов. Работа плавильных агрегатов должна быть строго согласована с работой формовочного отделения как по маркам, так и по количеству выплавленного металла в соответствии с металлоемкостью изготовленных форм

Калькуляция в черной металлургии содержит не только стоимостные данные, но и большое число взаимосвязанных технико-экономических показателей, что позволяет составлять *балансы металла* и топлива и получать другую важную информацию. Так, до настоящего времени сохраняется интерес к техническим показателям в калькуляциях прошлых лет ( в том числе и довоенного периода), хотя в них и утрачена сопоставимость.

#### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Получить индивидуальное задание
3. Выполнить расчет
4. Оформить практическую работу в тетради

#### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

#### **Критерии оценки**

Правильно заполненная таблица

## Практическое занятие №14

### Расчет режима обжатий для прокатных станов

#### Цель работы:

1. Формирование умений производить расчет режимов обжатий на листопрокатных станах горячей и холодной прокатки
2. Привитие навыков пользоваться компьютерными технологиями и технической литературой

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- применять типовые методики определения параметров обработки металлов давлением;
- выбирать справочные данные, характеризующие взаимосвязи структуры и свойств обрабатываемых металлов и сплавов, для обеспечения выпуска продукции с заданными свойствами;
- рассчитывать абсолютные, относительные и полные показатели и коэффициенты деформации

#### Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения расчета режима обжатий на толстолистовых станах, схема расположения оборудования данных станов; индивидуальные задания для выполнения расчётов.

#### 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

### Теория

1. Определяется вес готового листа

$$G_{г} = h * b * \ell * \gamma$$

где  $h$ - толщина листа

$\ell$ - длина листа

$\gamma$ - удельный вес

2. Определяется вес заготовки

$$G_{з} = k_{\phi} * k * G_{г}$$

где  $k_{\phi} = 1,25 \div 1,45$

$k$  – кратное листов

3. Выбираем ширину заготовки по практическим данным

4. Длина заготовки

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

5. Ширина готового проката

$$b_p = b_n + 2\Delta b_{обр}$$

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

6. Коэффициент вытяжки при разбивке ширины

$$\lambda_{в} = \frac{b_{\delta}}{b_0}$$

7. Высота раската при разбивке ширины

$$h_p = \frac{h_0}{\lambda_{с}}$$

8. Суммарное абсолютное обжатие при разбивке ширины

$$\Delta h^{\Sigma} = h_0 - h_p$$

9. Разбиваем обжатия по проходам

10. Общий коэффициент вытяжки при прокатке листов

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

11. Определяем число проходов (четное число)

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

12. Суммарное обжатие при прокатке раската вдоль

$$\Delta h_{\Sigma} = h_p - h_l$$

13. Среднее обжатие за проход

$$\Delta h_{cp} = \frac{\Delta h_{\Sigma}}{h}$$

14. В последующем проходе сглаживание и улучшение качеств относительное обжатие не должно превышать 3 – 10 %

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

15. Выбираем распределение обжатий в соответствии с практическими данными работы стана и составляем таблицу обжатий.

16. Высота раската по пропускам

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

17. Относительное обжатие по проходам:

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

18. Коэффициент вытяжки по проходам

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

19. Длина раската по пропускам:

- прокатка по ширине

$$l_n = l_0 * \lambda_n$$

- прокатка вдоль

20. Распределяем числа пропусков по клетям.

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

$$\Delta h^{\Sigma} = h_0 - h_{10}$$

21. Разбиваем количество проходов по клетям.

### Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с технологической инструкцией
2. Определить вес и длину заготовки
3. Определить абсолютные обжатия по проходам
4. Заполняем таблицу обжатий и рассчитываем вытяжку по проходам
5. Защита практической работы

### Форма предоставления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения

### Пример расчета для НШПС

#### 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 проведения работы

1. Ознакомиться с методическим пособием
2. Построить график обжатий в черновой группе
3. Рассчитать обжатия черновой группы клетей
4. Построить график обжатий чистовой группы и рассчитать обжатия
5. Оформить расчет в тетрадях для практических работ.

### Теория:

По практическим данным в черновом окалиноломателе  $\xi=9,5\%$ , что дает обжатие:

$$\Delta h = \zeta_h h_0 / 100$$

Уширительная клеть

$$\eta = h_0 / h$$

Черновая группа клетей

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

Первая черновая клеть (кварто).

Принимаем значение  $\xi=28,5\%$ , тогда

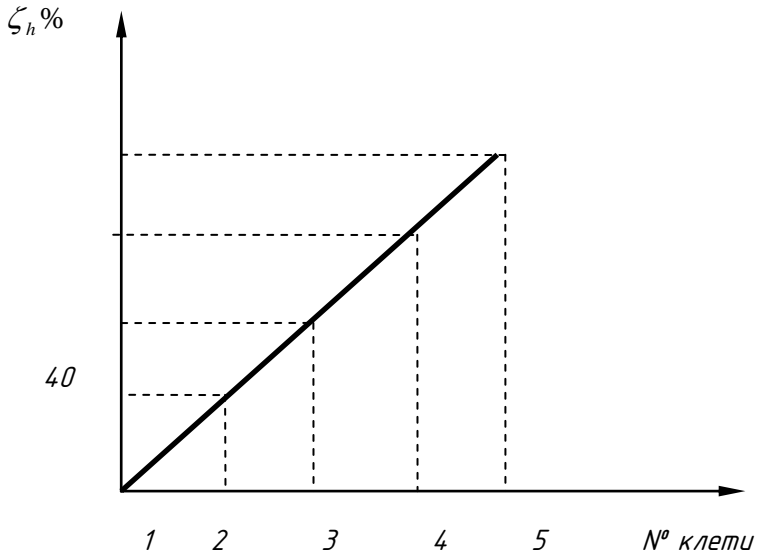
$$\Delta h = \zeta_h h_0 / 100$$

Толщина выходящего раската



$$h=h_0-\Delta h$$

Зная крайние значения строим график



По значениям графика определяем

$$\Delta h = \zeta_h h_0 / 100$$

$$h=h_0-\Delta h$$

Горизонтальный окалиноломатель. Принимаем в чистовом окалиноломателе  $\Delta h_1 = 0,5$  мм,

Чистовая группа клеток

Определим коэффициент высотной деформации общий и средний

$$\eta_{об} = h_1 / h_7$$

$$\eta_{ср} = \sqrt[3]{3,4}$$

Исходя из практических данных работы стана  $\xi h_1=40\%$ , что больше  $\xi h_{cp}$  в 2,34 раза, следовательно  $\xi h_7$  должно быть во столько раз меньше, т.е.

$$\xi h_7 = \xi h_{cp} / 2,34$$

Строим график чистой группы стана и определяем обжатия по клетям.

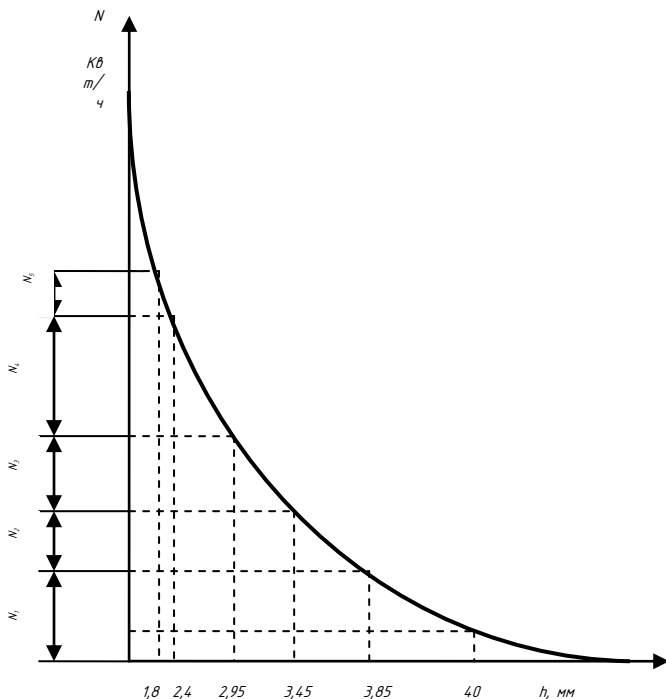
### **Пример расчета режима обжатий для станов холодной прокатки.**

Необходимо определить режим обжатий при прокатке тонколистовой стали толщиной 1,8 из подката толщиной 4 мм, ширина подката 300 мм без уширения, сталь 10пс.

Расчет произведем, исходя из равномерной загрузки электродвигателей стана, суммарная мощность которых составляет

$$N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_{5i} = 10000 \text{ кВт}$$

Для прокатки указанного профиля имеется диаграмма удельного расхода энергии.



Пересечение каждой ординаты с кривой определяет точку на оси абсцисс, отвечающую толщине выходящей из клетки полосы:

$N=4$  мм;  $h_1 = 3,85$  мм;  $h_2 = 3,45$  мм;  $h_3 = 2,95$  мм;  $h_4 = 2,4$  мм;  $h_5 = 1,8$  мм.

Тогда обжатия по клетям определяются (мм):

$$\Delta h_n = H_0 - h_{n-1}$$

$$\Delta h_1 = 4 - 3,85 = 0,15 \text{ мм};$$

$$\Delta h_2 = 3,85 - 3,45 = 0,4 \text{ мм};$$

$$\Delta h_3 = 3,45 - 2,95 = 0,5 \text{ мм};$$

$$\Delta h_4 = 2,95 - 2,40 = 0,55 \text{ мм};$$

$$\Delta h_5 = 2,40 - 1,8 = 0,6 \text{ мм}.$$

Далее по формуле можно определить относительное обжатие.

$$E_h = \Delta h / H$$

$$E_{h1} = 0,15 / 4 \cdot 100\% = 3,75\%;$$

$$E_{h2} = 0,4 / 3,85 \cdot 100\% = 10,3\%;$$

$$E_{h3} = 0,5/3,45 \cdot 100\% = 14,5\%;$$

$$E_{h4} = 0,55/2,95 \cdot 100\% = 18,6\%;$$

$$E_{h5} = 0,6/2,4 \cdot 100\% = 25\%.$$

Суммарное относительное обжатие для каждой клетки

$$\xi_{\Sigma h} = (h_0 - h_n) / h_n \cdot 100\%$$

$$\xi_{\Sigma h1} = 0,15/4 \cdot 100 = 3,75\%$$

$$\xi_{\Sigma h2} = 0,4/4 \cdot 100 = 10\%$$

$$\xi_{\Sigma h3} = 0,5/4 \cdot 100 = 12,5\%$$

$$\xi_{\Sigma h4} = 0,55/4 \cdot 100 = 13,75\%$$

$$\xi_{\Sigma h5} = 0,6/4 \cdot 100 = 15\%$$

Значение пределов текучести с учетом влияния степени деформации находится по графику:

$$\sigma_{T1} = 48 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_{T2} = 52 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_{T3} = 58 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_{T4} = 60 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_{T5} = 67 \text{ кгс/мм}^2;$$

Рассчитываем  $\sigma$  для всех значений:

$$\sigma = (0,3 \div 0,5) \cdot \sigma_{T1}$$

$$\sigma_1 = 0,4 \cdot 48 = 19,2 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_2 = 0,4 \cdot 52 = 20,8 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_3 = 0,4 \cdot 58 = 23,2 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_4 = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_5 = 0,4 \cdot 67 = 26,8 \text{ кгс/мм}^2;$$

Расчет данных сводим в таблицу.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическими указаниями
2. Построить диаграмму удельного расхода энергии
3. Рассчитать толщину полосы согласно построенной диаграмме
4. Определить режимы обжатий по клетям
5. Определить по графику предел текучести стали
6. Рассчитать натяжение полосы
7. Составить сводную таблицу.

### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения

### **Критерии оценки**

Правильность выполнения расчетов

## **Тема 1.11**

### **Проект организации строительства**

#### **Практическое занятие №15**

### **Проект организации строительства**

#### **Цель работы:**

обеспечить усвоение новых понятий: проект организации, организация строительства, сетевой график проектирования, общий план.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- составлять технологический маршрут прокатной продукции

#### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, индивидуальные карточки.

#### **Задание**

Составить проект организации на строительство цеха

#### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомиться с методическим пособием (раздается преподавателем на паре)

2. Получить индивидуальное задание

3. Составить проект организации строительства

4. Оформить практическую работу в тетради

#### **Форма предоставления результата**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

### **Критерии оценки**

Правильность выполнения задания.

## **Практическая работа №16 Защита практических работ**

### **Цель работы:**

обеспечить усвоение изученных понятий и дисциплины в целом.

### **Выполнив работы , Вы будете:**

уметь:

- располагать оборудование в цехах обработки металлов давлением в соответствии с технологией производства;
- планировать грузопотоки в цехах обработки металлов давлением;

### **Материальное обеспечение:**

Лекции, раздаточный материал, индивидуальные задания.

Студент, выполнивший практическое занятие, оформивший по ней отчет, допускается к защите практического занятия.

Защита практических занятий проводится по мере их выполнения в часы занятий, но если имеются задолженности, то для этого преподаватель отводит пару.

Опрос студента преподавателем проводится в рамках темы практических занятий .

Студент, не защитивший практические работы , не допускается к дифф.зачету или экзамену.

### **Критерии оценки**

Наличие всех защищенных работ.