

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра обработки металлов давлением**

# **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению выпускной квалификационной работы студентов  
направления 22.03.02 «Металлургия» профиля «Обработка металлов  
давлением»**

Составители А.А. Чабоненко, Ю.А. Мухин

Рукопись и графический  
материал утверждаю:  
Зав. кафедрой ОМД  
Ю.А. Мухин

Объем 1,0 п.л.  
Тираж 100 экз.

Липецк  
Липецкий государственный технический университет  
2016

УДК 621.77

Ч-122

Рецензент – В.К. Бахаев, канд. техн. наук, доцент

Чабоненко, А.А.

Ч-122 Выпускная квалификационная работа. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы студентов направления 22.03.02 «Металлургия» профиля «Обработка металлов давлением» [Текст] /А.А. Чабоненко, Ю.А. Мухин, – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2016. – 21 с.

Настоящие методические указания устанавливают требования кафедры ОМД к выпускной квалификационной работе студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 «Металлургия» профиля «Обработка металлов давлением». Оформление проекта соответствует требованиям стандарта Липецкого государственного технического университета СТО-13-2011 «Студенческие работы. Общие требования к оформлению».

Табл. 1. Ил. 2.

© ФГБОУ ВПО «Липецкий  
государственный технический  
университет» 2016

## Содержание

А. Порядок выполнения выпускной квалификационной работы .....	4
<b>1. Выполнение выпускной работы .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Представление и защита ВКР .....</b>	<b>4</b>
Б. Задание на выпускную квалификационную работу .....	6
В. Содержание расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы.....	7
<b>Введение (1-2 с.).....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Технологическая схема производства (10-15 с.).....</b>	<b>7</b>
1.1. Производственная программа .....	7
1.2. Информационный поиск .....	7
1.3. Выбор состава оборудования .....	7
1.4. Расчетные профили .....	7
<b>Глава 2. Расчет параметров прокатного стана (25-30 с.).....</b>	<b>8</b>
2.1. Выбор типа прокатного стана .....	8
2.2. Размеры валков .....	9
2.3. Максимальная скорость прокатки .....	10
2.4. Скоростные параметры главного привода.....	11
2.5. Кинематические параметры главных линий клетей .....	12
2.6. Клин скоростей непрерывного стана (группы) .....	13
<b>Глава 3. Режим прокатки полос расчетных профилей (10-15 с.).....</b>	<b>14</b>
3.1. Задание первого приближения режима прокатки .....	14
3.2. Расчет энергосиловых характеристик режима прокатки .....	15
3.3. Анализ распределения нагрузки на электродвигатели главных приводов клетей .....	16
3.4. Номинальная мощность электродвигателей главного привода.....	16
<b>Глава 4. Обеспечение и условия производства в цехе (10-15 с.) .....</b>	<b>17</b>
<b>Заключение (1-2 с.) .....</b>	<b>17</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>18</b>
<b>Приложение .....</b>	<b>19</b>

Итоговая государственная аттестация включает подготовку и защиту выпускной квалификационной работы (ВКР). Целью ВКР является обобщение и демонстрация необходимого уровня знаний, компетенций, умений и навыков, позволяющих выпускнику успешно решать задачи профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 22.03.02 «Металлургия» профиля «Обработка металлов давлением» носит проектно-изыскательский характер и включает: выбор оборудования и назначение технологии производства листовой стали, а также расчет режимов прокатки, продукции заданного вида и объема.

## **А. Порядок выполнения выпускной квалификационной работы**

### **1. Выполнение выпускной работы**

ВКР выполняется студентом самостоятельно в течение 8-го семестра. Руководитель выдает задание, консультирует студента по поставленным им вопросам и осуществляет контроль выполнения выпускной работы. Студент еженедельно представляет руководителю материал, отражающий ход подготовки ВКР. Для решения общих вопросов выпускной работы преподавателями кафедры, согласно расписанию, проводятся обязательные установочные занятия.

Раз в месяц кафедра проводит общие собрания студентов, где они получают контрольную оценку результатов работы над ВКР.

### **2. Представление и защита ВКР**

2.1. После окончания теоретического обучения и сдачи экзаменационной сессии на кафедре организуется прослушивание (предварительная защита) выпускных работ. На предварительную защиту выносятся оформленная выпускная квалификационная работа, состоящая из расчетно-пояснительной записки с подписями студента и руководителя проекта и презентация.

2.2. Законченные выпускные работы, рекомендованные к защите, утверждаются заведующим кафедрой и назначаются на внешнее рецензирование.

Полученные на предварительной защите замечания устраняются в течение недельного срока. Результаты устранения представляются руководителю ВКР.

При отрицательном решении о возможности защиты работы вопрос выносится на заседании кафедры, где в присутствии студента принимается окончательное решение о допуске квалификационной работы к защите.

2.3. Отзыв на выполненную выпускную квалификационную работу дает руководитель, оценивая полноту и обоснованность принятых решений, степень её соответствия требованиям кафедры, правильность и точность расчетов, а также уровень профессиональной подготовки выпускника, освоение им комплекса теоретических и практических знаний и навыков, широту научного кругозора студента, выставляя оценку работы.

2.4. График заседаний Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) доводится до сведения студентов за 20 дней до начала ее заседаний. Студенты самостоятельно распределяются по дням защиты, но не более восьми человек в день.

2.5. Защита выпускной квалификационной работы перед ГЭК включает:

- устное сообщение автора (не более 7 мин.);
- ответы студента на вопросы членов ГЭК и, с разрешения председателя, присутствующих на защите;
- оглашение отзывов руководителя ВКР и рецензента;
- ответы студента на замечания в отзывах.

2.6. Доклад содержит:

- актуальность задания на проектирование, прежде всего потребительских качеств заданного вида прокатной продукции;
- обзор известных технологических схем производства и схемы, принятой в проекте;

- изложение сущности результатов технологических расчетов прокатки и оборудования стана, расходов на передел, иллюстрируя презентацией.

2.7. Оценка работ производится на закрытом заседании ГЭК после прослушивания всех защит текущего дня. При этом учитывают:

- оценки руководителя ВКР и рецензента;
- средний балл (рейтинг) теоретической подготовки по результатам экзаменационных сессий;
- уровень проектных решений и оформление проекта;
- качество доклада и ответов на вопросы.

Председатель ГЭК оглашает результаты при обязательном присутствии студентов, защитивших выпускные работы.

### **Б. Задание на выпускную квалификационную работу**

1. Задание на ВКР, составленное по утвержденной форме студенты получают на первой неделе выпускного семестра.

2. В теме задания ВКР указывают назначение проектируемого цеха и годовой объем производства. Примеры формулировки тем: «Цех горячей прокатки полос производительностью 3,7 млн. т в год», «Цех холодной прокатки полос производительностью 1,2 млн. т в год».

3. В пункте задания «Исходные данные» приводятся как правило 3 вида листовой продукции, планируемые к производству, с указанием условий поставки (ГОСТ, ТУ), диапазонов толщин, максимальной ширины и доли их в общем объеме выпуска.

4. В графе «Содержание ВКР» перечисляются вопросы, подлежащие обязательной разработке, касающиеся в первую очередь технологии и оборудования, а также дополнительные требования по структуре ВКР.

5. Графы «Перечень подлежащих разработке вопросов экономики» и «Перечень подлежащих разработке вопросов охраны труда и техники безопасности» заполняются консультантами по соответствующим разделам ВКР.

## **В. Содержание расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы**

### **Введение (1-2 с.)**

Цель ВКР – разработка технологии производства заданного вида листовой продукции прокатного цеха на заданный объем производства и сортамент. Состояние и перспективы развития способов производства заданной продукции.

### **Глава 1. Технологическая схема производства (10-15 с.)**

#### **1.1. Производственная программа**

Назначение, потребительские качества и условия поставки заданной листовой продукции в объеме соответствующих стандартов. Характеристики профилей представляют собой производственную программу цеха и оформляются в виде таблицы следующего формата:

Производственная программа

Наименование продукции	Условия поставки	Характерные потребительские свойства	Годовое производство, тыс.т

#### **1.2. Информационный поиск**

Обзор учебной, научной, справочной, патентной, периодической литературы о схемах производства заданных видов листовой продукции: существующие схемы производства, режимы обработки проката на отдельных агрегатах.

#### **1.3. Выбор состава оборудования**

Состав технологического оборудования, соответствующий принятым схемам производства. Схема расположения оборудования в проектируемом цехе.

#### **1.4. Расчетные профили**

Выбор расчетных профилей и исходных заготовок для них на основе анализа литературных данных. Технология обработки заготовок: нагрев слябов

при горячей прокатке или нормализация и (или) травление при холодной прокатке.

Определение деформационных характеристик выбранных профилей: суммарного обжатия  $\varepsilon_{\Sigma}$ , суммарной вытяжки  $\mu_{\Sigma}$ , исходного предела текучести  $\sigma_{T_0}$  и коэффициентов кривой упрочнения  $a, c$  – для холодной прокатки или сопротивления деформации для горячей прокатки, максимальной жесткости полос в виде:

Номер марко-типоразмера (расчетного профиля)	$h_k$ , мм	$h_0$ , мм	$\varepsilon_{\Sigma}$ , %	$\mu_{\Sigma}$	$\sigma_{T_0}$ , а, с	$\sigma_{T_{max}}$ , Н/мм <sup>2</sup>

## Глава 2. Расчет параметров прокатного стана (25-30 с.)

### 2.1. Выбор типа прокатного стана

Для разработки технологии прокатки необходимо задать первичные параметры прокатного стана. Выбор типа стана основывается на производственной программе цеха – годовом объеме производства, виде и сортаменте листовой продукции.

При малых объемах (менее 0,3 млн. т/год) производства, обычно используются одноклетевые реверсивные станы. В случае больших объемов используются многоклетевые станы с порулонной, совмещенной или бесконечной прокаткой. Количество клеток стана  $k$  задается на основе табл. 1, в которой представлены технологические возможности современных станов холодной прокатки.

Технологические параметры станов холодной прокатки

Длина бочки рабочих валков, мм	Количество клетей	Производительность, млн.т/год	Максимальная скорость прокатки, м/с	Вид прокатки	Вид проката (стали)
2500	4	1,50	21	Порулонная	Углеродистая и малоуглеродистая
2000	5	2,50	31	Бесконечная	-"
	5	2,00	25	Совмещенная	-"
	1	0,50	15	Реверсивная	-"
1700	5	1,60	30	Бесконечная	-"
	5	1,30	25	Порулонная	-"
	4	1,10	25	Порулонная	-"
1400	6	0,75	33	Бесконечная	Жесть
	4	0,60	15	Порулонная	ЭТС и малоуглеродистая
1200	5	0,45	15	Порулонная	ЭТС
	1	0,12	5,5	Реверсивная	ЭТС и малоуглеродистая
1200 (20-ти валковый)	1	0,07	10	Реверсивная	ЭТС

## 2.2. Размеры валков

2.2.1 Классифицирующий параметр листопркатного стана – длину бочки валков рассчитывают по формуле

$$L = B_{\max} + (150...250) \text{ мм},$$

где  $B_{\max}$  – наибольшая ширина полосы в производственной программе цеха.

Окончательная длина бочки валков принимается по ГОСТ 5399-69.

### 2.2.2 Диаметр рабочих валков

а) Базовый размер определяется как

$$D_p^* = \frac{L}{t_0},$$

где  $t_0=2,8-3,4$  – коэффициент согласования геометрических размеров валков.

б) Определение минимальной толщины полосы для валков базового диаметра из условия выкатываемости

$$h^* = 1,65 \cdot 10^{-5} \cdot \mu \cdot D_p^* \cdot \sigma_{T_{\max}},$$

где  $\mu$  – коэффициент трения в очаге деформации, равный 0,05 для гладких валков и 0,12 – для насеченных;  $\sigma_{T_{\max}}$  – предел текучести полосы на выходе стана для наиболее жесткой марки стали при максимальном обжатии.

в) Расчетный диаметр рабочих валков

$$D_p = \begin{cases} D_p^*, & \text{если } h_{\min} \geq h^* \\ \frac{h_{\min}}{1,65 \cdot 10^{-5} \cdot \mu \cdot \sigma_{T_{\max}}}, & \text{если } h_{\min} < h^* \end{cases}$$

где  $h_{\min}$  – минимальная толщина полос в производственной программе стана.

2.2.3 Расчетный диаметр опорных валков вычисляется по формуле

$$D_{on} = 120 \cdot D_p^{0,4}.$$

Окончательно диаметр опорного валка принимают из ряда 900, 1000, 1120, 1250, 1320, 1400, 1500, 1600, 1700 по ГОСТ 5399-69 следующим большим полученного расчетом.

2.3. Максимальная скорость прокатки

Максимальная скорость прокатки определяется как

$$v_{\max} = \max_j \{v_j\}, \quad j = 1, 2, 3,$$

где  $v_j$  – средняя скорость прокатки  $j$ -го вида листовой продукции из производственной программы стана.

Средняя скорость прокатки отличается от базовой скорости стана  $v^*$  на величину коэффициента удельной массы  $j$ -го вида продукции  $\gamma_j$ , а именно

$$v_j = \bar{v} \cdot \gamma_j, \quad j = 1, 2, 3;$$

где  $\gamma_j = \frac{B_{cpj} \cdot h_{cpj}}{B^* \cdot h^*}$  – коэффициент изменения удельной массы  $j$ -го вида продукции

по отношению к базовому;  $B_{cpj}$ ,  $h_{cpj}$  – среднее значение ширины и толщины полос  $j$ -го вида продукции;  $B^*$ ,  $h^*$  – базовое значение ширины и толщины полос прокатываемых на стане.

Базовая скорость прокатки вычисляется как

$$v^* = \frac{V \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{\alpha_j}{\gamma_{j\text{ cрj}}}}{3600 \cdot \rho \cdot B \cdot h \cdot k_u \cdot 7000},$$

где  $V$  – годовой объем производства листовой стали на стане;  $\alpha_j$  – доля  $j$ -го вида стали прокатываемой на стане;  $\rho=7,8 \text{ т/м}^3$  – плотность стали;  $k_u$  – коэффициент использования стана, для листовых станов принимается  $k_u = 0,75$ ; 3600 – размерный коэффициент; 7000, час – годовой фонд рабочего времени стана.

В качестве базовых значений ширины  $B^*$  и толщины  $h^*$  принимаются средние значения  $B_{\text{cрj}}$  и  $h_{\text{cрj}}$  одного из видов полос производственной программы. Очевидно, что для этого вида коэффициент удельной массы будет равен

$$\gamma_j = \frac{B^* \cdot h^*}{B_{\text{cрj}} \cdot h_{\text{cрj}}} = 1,0.$$

## 2.4. Скоростные параметры главного привода

2.4.1. Расчетная частота вращения рабочих валков, соответствующая максимальной скорости прокатки определяется как

$$n_{e_{\text{max}}}^* = \frac{60 \cdot v_{\text{max}}}{\pi \cdot D_p}, \text{ мин}^{-1}.$$

2.4.2. Коэффициент кратности регулирования частоты вращения якоря электродвигателя главного привода (рис. 1) принимается из диапазона значений

$$t_1 = \frac{n_{\text{max}}}{n_{\text{ном}}} = \{2,8 \dots 3,0\}.$$

2.4.3. Расчетная частота вращения рабочих валков, выходной клетки стана для номинальной частоты вращения якоря электродвигателя

$$n_{e_{\text{ном}}}^* = \frac{n_{e_{\text{max}}}^*}{t_1}, \text{ мин}^{-1}.$$

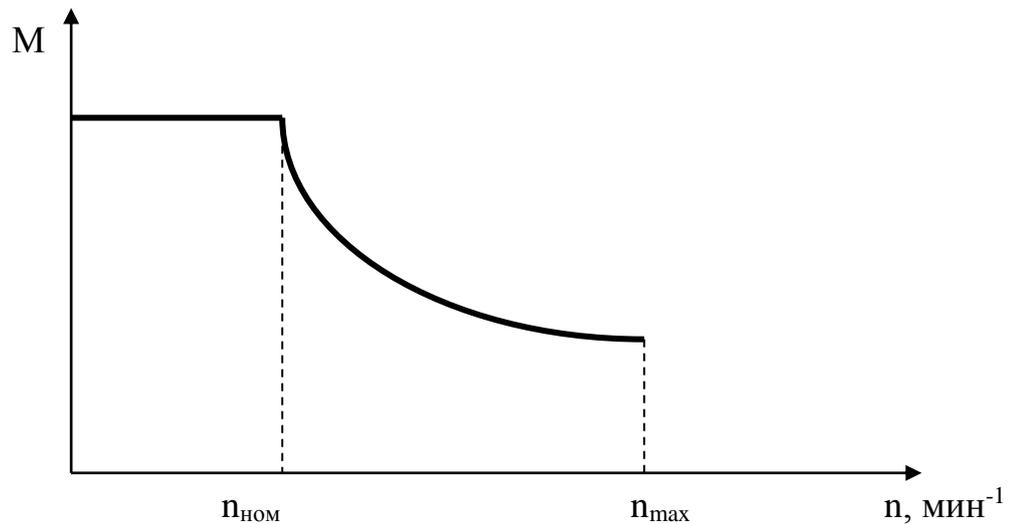


Рис. 1. Нагрузочная характеристика двигателей постоянного тока

2.4.4. Номинальная частота вращения вала (якоря) электродвигателя главного привода  $n_{НОМ}$  принимается равной ближайшему табличному значению из размерного ряда ГОСТ 10683-73, т.е.

$$n_H = \begin{cases} [n]_{\max}, & \text{если } \frac{[n]_{\max}}{n_{\text{сн}}^*} < \frac{n_{\text{НОМ}}^*}{[n]_{\min}} \\ [n]_{\min}, & \text{если } \frac{[n]_{\max}}{n_{\text{НОМ}}^*} > \frac{n_{\text{НОМ}}^*}{[n]_{\min}} \end{cases}, \text{ МИН}^{-1}.$$

где  $[n]_{\min}$ ,  $[n]_{\max}$  – стандартизованные значения частот вращения якоря, причем  $[n]_{\min} < n_{\text{НОМ}}^* < [n]_{\max}$ .

2.4.5. Максимальная частота вращения якоря электродвигателя главного привода

$$n_{\max} = n_{НОМ} \cdot t_1, \text{ МИН}^{-1}.$$

## 2.5. Кинематические параметры главных линий клетей

2.5.1. Коэффициент согласования (изменения) скорости по клетям непрерывного стана (группы)

$$t_2 = k^{-1} \sqrt{\frac{\mu_{\max}}{t_1}},$$

где  $k$  – количество клеток непрерывного стана (группы);  $\mu_{max} = \max_j \{\mu_j\}$  – максимальная вытяжка полос на стане.

2.5.2. Передаточное число редуктора (мультипликатора) главной линии выходной клетки группы

$$u_k = \frac{n_n}{n_{*n}}.$$

2.5.3. Передаточные числа редукторов главных линий клеток непрерывных станов

$$u_i = u_k \cdot t_2^{k-i},$$

где  $i=1,2,\dots,(k-1)$  – номер клетки;  $k$  – количество клеток в непрерывной группе.

2.6. Клинь скоростей непрерывного стана (группы)

2.6.1. Угловая  $\omega_n$  и окружная  $v_n$  скорость рабочих валков при номинальной частоте вращения якоря электродвигателя

$$\omega_{ni} = \frac{2\pi \cdot n_n}{60 \cdot u_i}, \text{ c}^{-1},$$

$$v_{ni} = \omega_{ni} \cdot R_i, \text{ м/с}, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

2.6.2. Угловая и окружная скорость валков при максимальной частоте вращения якоря электродвигателя

$$\omega_{maxi} = \frac{2\pi \cdot n_{max}}{60 \cdot u_i}, \text{ c}^{-1},$$

$$v_{maxi} = \omega_{maxi} \cdot R_i, \text{ м/с}, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

Результаты расчетов кинематических и скоростных параметров сводятся в таблицу и строится клинь скоростей стана (рис. 2).

Скоростные параметры стана

Номер клетки	Передаточное отношение редуктора	Скорость валков			
		при номинальной частоте вращения якоря ( $n_n$ )		при максимальной частоте вращения якоря ( $n_{max}$ )	
		угловая, $c^{-1}$	окружная, м/с	угловая, $c^{-1}$	окружная, м/с

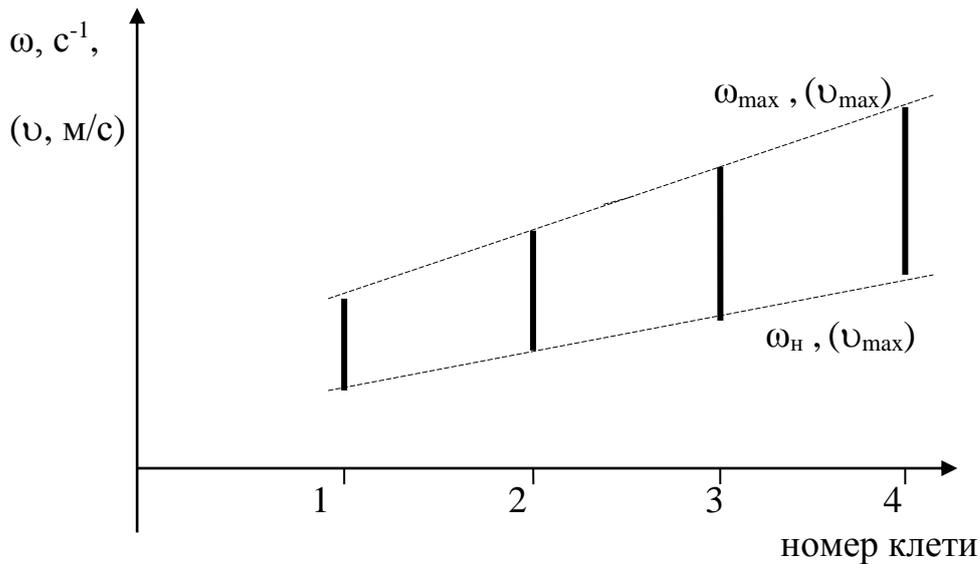


Рис. 2. Клин скоростей непрерывного стана

### Глава 3. Режим прокатки полос расчетных профилей (10-15 с.)

Режим холодной прокатки полосы на непрерывном стане (распределение толщины, натяжений и скорости прокатки, а для стана горячей прокатки еще и температуры) находится итерационным методом. За критерий выбора режима холодной прокатки полос примем равенство относительной нагрузки на двигатели главного привода, т.е.

$$\frac{N_i}{[N]_i} = const \quad i = 1, 2, \dots, k,$$

где  $N$  – нагрузка на двигатель клетки при прокатке полос;  $[N]$  – допустимая нагрузка на двигатели.

При  $[N]_i = const$  критерий оптимальности выбора режима прокатки принимает вид

$$N_i = const, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

#### 3.1. Задание первого приближения режима прокатки

##### 3.1.1. Средняя вытяжка по клетям стана $j$ -го расчетного профиля

$$\mu_{cpj} = \sqrt[k]{\mu_{\Sigma j}}.$$

3.1.2. Изменение толщины полосы по клетям стана  $j$ -го расчетного профиля

$$h_{ji} = \frac{h_{0j}}{\mu_{cpj}}, \text{ мм.}$$

где  $h_{0j}$  – толщина подката  $j$ -го расчетного профиля,  $i$  – номер клетки.

3.1.3. Распределение натяжений полосы по клетям стана.

- Натяжение на входе стана –  $\sigma_{0j}=(10...30), \text{ Н/мм}^2$ .
- Натяжение на входе стана при прокатке  $j$ -го профиля –  $\sigma_{kj}=(20...60), \text{ Н/мм}^2$ .
- Межклетевые натяжения полосы –  $\sigma_{ji}=(0,1...0,3) \cdot \sigma_{Tji}, \text{ Н/мм}^2$ ,

где  $\sigma_{Tji}=\sigma_{m0j}+a_j \cdot \varepsilon_{\Sigma jc}^{c_j}$  – значение предела текучести полосы  $j$ -го расчетного профиля на выходе  $i$ -ой клетки стана;  $\sigma_{T0j}$ ,  $a_j$ ,  $c_j$  – исходный предел текучести и коэффициенты кривой наклепа материала полосы  $j$ -го расчетного профиля;

$\varepsilon_{\Sigma ji} = \frac{h_{0j} - h_{ji}}{h_{0j}} \cdot 100, \%$  – изменение суммарного обжатия полосы по клетям стана.

Скорость прокатки для первого приближения принимается равной средней скорости для  $j$ -го вида проката производственной программы.

Результаты расчета сводятся в таблицу следующего вида:

Режим прокатки полосы  $h_0 - h_k / B$ , мм из стали... на стане  $L$

Номер клетки	Толщина полосы, мм	Удельное натяжение, Н/мм <sup>2</sup>	Скорость прокатки, м/с

3.2. Расчет энергосиловых характеристик режима прокатки

Расчет энергосиловых параметров (силы, момента и мощности) прокатки полос выполняется по одной из доступных методик на ПВМ. Результаты расчета сводятся в таблицу вида

Энергосиловые параметры прокатки полос  $h_0 - h_k / B$ , мм из стали... на стане  $L$

Номер клетки	Длина дуги контакта, мм	Предел текучести полосы, мм	Среднее давление, Н/мм <sup>2</sup>	Сила прокатки, МН	Момент прокатки на валу электродвигателя, кН·м	Мощность прокатки, МВт

### 3.3 Анализ распределения нагрузки на электродвигатели главных приводов клеток

Если расчетная нагрузка – мощность прокатки, приведенная к валу двигателя  $N_{ji}$  – с приемлемой точностью оказывается одинаковой для всех клеток стана, то это означает, что предлагаемый режим прокатки отвечает принятому критерию и может быть принят к исполнению. В случае не достижения требований критерия, изменяется режим прокатки – распределение толщины и (или) натяжений по клетям стана и расчет энергосиловых параметров повторяется (п. 3.2...3.3).

### 3.4 Номинальная мощность электродвигателей главного привода

Номинальная мощность электродвигателей главного привода определяется на основе массива значений энергосиловых параметров (момента и мощности) полученных для расчетных профилей. Для станов холодной прокатки используется индивидуальный привод на каждый рабочий валок от двухякорных двигателей. Расчетная мощность каждого якоря определяется как

$$N^* = \frac{\max_{j,i} \{N_{ji}\}}{f}, \text{ MBm}, \quad j = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, k,$$

где  $\{N_{ji}\}$  – мощность прокатки, приведенная к валу двигателя при прокатке  $j$ -го расчетного профиля в  $i$ -ой клетке;  $f$  – количество якорей на клетку;  $k$  – количество клеток непрерывного стана;  $s$  – количество расчетных профилей.

Номинальная мощность одного якоря  $N_{ном}$  принимается равной ближайшему большему к расчетному значению из параметрического ряда по ГОСТ 12139-84, т.е.

$$N_{ном} \geq N^*.$$

#### **Глава 4. Обеспечение и условия производства в цехе (10-15 с.)**

##### 4.1. Подготовка валков

Станочные профилировки валков. Подготовка валков для прокатки заданных видов продукции.

##### 4.2. Контроль качества листовой продукции

Дефекты и способы их предотвращения. Контролируемые параметры полос при прокатке. Метрологическое обеспечение.

##### 4.3. Охрана труда и техника безопасности

Перечень мероприятий и мер по охране труда соблюдаемых при ведении технологического процесса и выполнении регламентных работ.

##### 4.4. Техничко-экономический расчет

Расчет расходов на прокатку для цеха горячей прокатки или расчет расходов на прокатку и последующую термообработку для цеха холодной прокатки.

#### **Заключение (1-2 с.)**

Основные характеристики выпускной квалификационной работы: использование новой техники и технологии, эффективных систем управления и регулирования технологического процесса и др.

## **Список использованной литературы**

В список использованных источников включаются все печатные, рукописные и электронные материалы, которыми пользовался автор выпускной квалификационной работы. Список должен содержать не менее 40 источников на русском, иностранных языках, адреса в INTERNET. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.05-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и стандарта ЛГТУ СТО-13-2011 «Студенческие работы. Общие требования к оформлению».

Металлургический институт  
Кафедра ОМД

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу бакалавра по направлению «Металлургия»  
профиля «Обработка металлов давлением»**

Студенту \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя полностью)

Группы \_\_\_\_\_

1. Тема \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Исходные данные \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Содержание ВКР \_\_\_\_\_  
(перечень подлежащих разработке вопросов)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Технико-экономические расчеты

---

---

---

---

---

---

Согласовано: \_\_\_\_\_  
Консультант по экономике \_\_\_\_\_  
(подпись)

6. Охрана труда и техники безопасности

---

---

---

---

---

---

Согласовано: \_\_\_\_\_  
Консультант по БЖД \_\_\_\_\_  
(подпись)

7. Срок сдачи проекта руководителю \_\_\_\_\_

8. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

9. Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
(подпись)

10. Задание принял к исполнению студент \_\_\_\_\_  
(подпись)

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению выпускной квалификационной работы студентов направления  
22.03.02 «Металлургия» профиля «Обработка металлов давлением»

Составители **Чабоненко** Александр Антонович

**Мухин** Юрий Александрович

Редактор

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Объем 1,8 п. л. Тираж 100 экз. Заказ №  
Издательство Липецкого государственного технического университета.  
Полиграфическое подразделение издательства ЛГТУ.  
398600, Липецк, ул. Московская, 30