

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства  
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по учебной работе  
Д.В. Мулов



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программное и компьютерное обеспечение процессов обработки металлов  
давлением

(наименование дисциплины)

22.03.02 Metallurgy

(код, наименование направления)

Обработка металлов давлением

(магистерская программа/профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

*Цель дисциплины.* Цель дисциплины «Программное и компьютерное обеспечение процессов обработки металлов давлением» заключается в усвоении знаний об основных закономерностях построения моделей процессов ОМД и тенденциях использования ЭВМ для анализа теоретических положений и технологических задач процессов ОМД, необходимых для дальнейшей деятельности.

*Задачи изучения дисциплины:*

- изучение программного и компьютерного обеспечения исследования напряженного состояния в точке;
- изучение программного и компьютерного обеспечения расчетов процессов ОМД методом верхней оценки;
- изучение программного и компьютерного обеспечения расчетов процессов ОМД методом линий скольжения;
- изучение программного и компьютерного обеспечения теории процессов прокатки;
- изучение программного и компьютерного обеспечения технологии прокатки на обжимных станах;
- приобретение навыков анализа теоретических положений и технологических задач процессов ОМД на ЭВМ с использованием моделей.

*Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-8) выпускника.*

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в часть БЛОКа 1, формируемая участниками образовательных отношений, подготовки студентов по направлению 22.03.02 Metallургия (образовательная программа «Обработка металлов давлением»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий. Основывается на базе дисциплин: «Информатика», «Основы информационных технологий в металлургии», «Основы прокатного производства», «Механика сплошных сред», «Теория обработки металлов давлением», «Теория прокатки».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Технология производства проката», «Научно-исследовательская работа», «Выпускная квалификационная работа».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с решением исследовательских и производственных задач, относящихся к области металлургии и металлообработки с применением фундаментальных знаний.

По очной форме обучения общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия, выполнение курсового проекта (54 ак.ч.) работы и самостоятельная работа студента (90 ак.ч.). Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

По заочной форме обучения общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), практические (8 ак.ч.) занятия, выполнение курсового проекта (8 ак.ч.) работы и самостоятельная работа студента (196 ак.ч.). Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре. Курсовая работа выполняется студентами в 7 семестре.

Форма промежуточной аттестации – зачет, по курсовой работе – дифференцированный зачет.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Программное и компьютерное обеспечение процессов обработки металлов давлением» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

| Содержание компетенции                                                      | Код компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности | ОПК-8           | ОПК-8.1. Знает структуру базовых и специализированных информационных технологий, принципы их работы<br>ОПК-8.2. Умеет выбирать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности и обосновывать свой выбор<br>ОПК-8.3. Владеет навыками применения базовых и специализированных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности |

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение курсовой работы, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

| Вид учебной работы                                     | Всего ак.ч. | Ак.ч. по семестрам |
|--------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
|                                                        |             | 6                  |
| Аудиторная работа, в том числе:                        | 126         | 126                |
| Лекции (Л)                                             | 36          | 36                 |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 36          | 36                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | -           | -                  |
| Курсовая работа/курсовый проект                        | 54          | 54                 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:   | 90          | 90                 |
| Подготовка к лекциям                                   | 9           | 9                  |
| Подготовка к лабораторным работам                      | -           | -                  |
| Подготовка к практическим занятиям / семинарам         | 18          | 18                 |
| Выполнение курсовой работы / проекта                   | 18          | 18                 |
| Расчетно-графическая работа (РГР)                      | -           | -                  |
| Домашнее задание                                       | -           | -                  |
| Подготовка к контрольной работе                        | -           | -                  |
| Подготовка к коллоквиуму                               | 10          | 10                 |
| Аналитический информационный поиск                     | 5           | 5                  |
| Работа в библиотеке                                    | 12          | 12                 |
| Подготовка к зачету                                    | 16          | 16                 |
| Промежуточная аттестация – зачет (З), диф. зачет (Д/З) | 3, Д/З      | 3 (2)              |
|                                                        |             |                    |
| ак.ч.                                                  | 216         | 216                |
| з.е.                                                   | 6           | 6                  |

## **5 Содержание дисциплины**

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Программное и компьютерное обеспечение исследования напряженного состояния в точке);
- тема 2 (Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом верхней оценки);
- тема 3 (Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом линий скольжения);
- тема 4 (Программное и компьютерное обеспечение теории процессов прокатки);
- тема 5 (Программное и компьютерное обеспечение технологии прокатки на обжимных станах).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                               | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Трудоемкость в ак.ч. | Темы лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | Программное и компьютерное обеспечение исследования напряженного состояния в точке   | <p>Модель определения недостающих направляющих косинусов.</p> <p>Модель определения компонент тензора напряжений в новой системе координат.</p> <p>Модель расчета величин главных напряжений.</p> <p>Модель определения направлений главных напряжений.</p> <p>Модель расчета максимальных и октаэдрических напряжений и интенсивностей напряжений.</p> <p>Модель расчета напряжений на произвольно ориентированной площадке</p> | 6                    | <p>Определение на ЭВМ недостающих направляющих косинусов.</p> <p>Определение на ЭВМ компонент тензора напряжений в новой системе координат.</p> <p>Расчет на ЭВМ величин главных напряжений.</p> <p>Определение на ЭВМ направлений главных напряжений.</p> <p>Расчет на ЭВМ максимальных и октаэдрических напряжений и интенсивностей напряжений.</p> <p>Расчет на ЭВМ напряжений на произвольно ориентированной площадке</p> | 6                    | -                         | -                    |
| 2     | Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом верхней оценки | <p>Модель процесса прямого прессования сплошного профиля.</p> <p>Модель процесса прокатки высокой полосы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                    | <p>Расчет на ЭВМ процесса прямого прессования сплошного профиля методом верхней оценки.</p> <p>Расчет на ЭВМ процесса прокатки высокой полосы методом верхней оценки</p>                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                    | -                         | -                    |

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                              | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Трудоем-<br>кость в<br>ак.ч. | Темы практических заня-<br>тий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Трудоем-<br>кость в ак.ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоем-<br>кость в ак.ч. |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 3        | Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом линий скольжения | <p>Применение метода линий скольжения для определения напряженного состояния в процессах ОМД.</p> <p>Сведения о методе линий скольжения.</p> <p>Модель исследования напряженного состояния металла при прокатке методом линий скольжения.</p> <p>Алгоритм и программа расчета напряженного состояния металла при прокатке высоких полос.</p> <p>Исследование напряженного состояния металла при прокатке высоких полос.</p> <p>Модель исследования напряженного состояния металла при осадке высоких полос</p> | 12                           | <p>Изучение модели исследования напряженного состояния металла при прокатке методом линий скольжения.</p> <p>Изучение алгоритма и программы расчета напряженного состояния металла при прокатке высоких полос.</p> <p>Исследование на ЭВМ напряженного состояния металла при прокатке высоких полос.</p> <p>Исследование на ЭВМ напряженного состояния металла при осадке высоких полос.</p> | 12                        | -                               | -                         |
| 4        | Программное и компьютерное обеспечение теории процессов прокатки                       | <p>Модель расчета сопротивления деформации металла при горячей прокатке.</p> <p>Модель расчета энергосиловых параметров</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                            | <p>Расчет на ЭВМ сопротивления деформации металла при горячей прокатке.</p> <p>Расчет на ЭВМ энергосиловых параметров</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                         | -                               | -                         |

| №<br>п/п               | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                     | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Трудоем-<br>кость в<br>ак.ч. | Темы практических заня-<br>тий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоем-<br>кость в ак.ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоем-<br>кость в ак.ч. |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                        |                                                                               | процесса горячей прокатки по методикам А.И.Целикова                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              | процесса горячей прокатки по методикам А.И.Целикова                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |                                 |                           |
| 5                      | Программное и компьютерное обеспечение технологии прокатки на обжимных станах | <p>Модель расчета режимов обжатий на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета скоростного режима прокатки на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета энергосиловых параметров прокатки на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета главных двигателей обжимного стана на нагрев. Модель построения скоростных и нагрузочных диаграмм прокатки</p> | 10                           | <p>Расчет на ЭВМ режимов обжатий на обжимных станах.</p> <p>Расчет на ЭВМ скоростного режима прокатки на обжимных станах.</p> <p>Расчет на ЭВМ энергосиловых параметров прокатки на обжимных станах.</p> <p>Проверочный расчет на ЭВМ главных двигателей обжимного стана.</p> <p>Построение на ЭВМ скоростных и нагрузочных диаграмм прокатки</p> | 10                        |                                 |                           |
| 6                      | Курсовая работа                                                               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -                            | Сбор материалов к курсовому проекту.<br>Программирование. Выполнение расчетной части.                                                                                                                                                                                                                                                             | 54                        | -                               | -                         |
| Всего аудиторных часов |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 36                           | 90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           | -                               |                           |

Таблицы 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

| № п/п     | Наименование темы (раздела) дисциплины                                        | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 6 семестр |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |                           |                      |
| 1         | Программное и компьютерное обеспечение теории процессов прокатки              | <p>Модель расчета сопротивления деформации металла при горячей прокатке.</p> <p>Модель расчета энергосиловых параметров процесса горячей прокатки по методикам А.И.Целикова</p>                                                                                                                                                              | 2                    | <p>Расчет на ЭВМ сопротивления деформации металла при горячей прокатке.</p> <p>Расчет на ЭВМ энергосиловых параметров процесса горячей прокатки по методикам А.И.Целикова</p>                                                                                                                                                                     | 2                    | -                         | -                    |
| 2         | Программное и компьютерное обеспечение технологии прокатки на обжимных станах | <p>Модель расчета режимов обжатий на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета скоростного режима прокатки на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета энергосиловых параметров прокатки на обжимных станах.</p> <p>Модель расчета главных двигателей обжимного стана на нагрев. Модель построения скоростных и нагрузочных диаграмм прокатки</p> | 2                    | <p>Расчет на ЭВМ режимов обжатий на обжимных станах.</p> <p>Расчет на ЭВМ скоростного режима прокатки на обжимных станах.</p> <p>Расчет на ЭВМ энергосиловых параметров прокатки на обжимных станах.</p> <p>Проверочный расчет на ЭВМ главных двигателей обжимного стана.</p> <p>Построение на ЭВМ скоростных и нагрузочных диаграмм прокатки</p> | 6                    | -                         | -                    |

| №<br>п/п               | Наименование темы<br>(раздела) дисципли-<br>ны | Содержание лекционных за-<br>нятий | Трудоем-<br>кость в ак.ч. | Темы практических заня-<br>тий                                                                 | Трудоем-<br>кость в<br>ак.ч. | Тема<br>лабораторных за-<br>нятий | Трудоем-<br>кость в<br>ак.ч. |
|------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 7 семестр              |                                                |                                    |                           |                                                                                                |                              |                                   |                              |
| 3                      | Курсовая работа                                | -                                  | -                         | Сбор материалов к курсо-<br>вому проекту.<br>Программирование. Вы-<br>полнение расчетной части | 8                            | -                                 | -                            |
| Всего аудиторных часов |                                                |                                    | 4                         | 16                                                                                             |                              | -                                 |                              |

## 6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

| Код и наименование компетенции | Способ оценивания        | Оценочное средство                            |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| ПК-3                           | Зачет                    | Комплект контролирующих материалов для зачета |
|                                | Дифференцированный зачет | Устный опрос                                  |

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– за выполнение практических работ по каждой из 5 тем. Всего  $5 \times 20$  баллов = 100 баллов.

Для оценивания практических работ используется письменный или устный контроль с последующим обсуждением и итоговым оцениванием работы.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Программное и компьютерное обеспечение процессов обработки металлов давлением» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку исправив практические работы и пересдав используется письменный или устный контроль (п.п. 6.3).

В семестре при выполнении курсовой работы по дисциплине студент может набрать от 60 до 100 баллов. Студенты, которые выполнили график самостоятельной работы и защитили курсовую работу получают оценку в этом семестре. Если оценка не удовлетворяет студента, он имеет право после исправления замечаний повторно защитить работу.

Подводя итоги выполнения курсовой работы, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

– полнота и правильность выполнения курсовой работы;

- достаточные знания в объеме изучаемой и разрабатываемой темы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием изучаемой темы, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой для изучаемой темы;
- уровень выполнения и оформления пояснительной записки по работе;
- последовательность и логика изложения материала.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка по национальной шкале зачёт |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| 0-59                                          | Не зачтено/неудовлетворительно     |
| 60-73                                         | Зачтено/удовлетворительно          |
| 74-89                                         | Зачтено/хорошо                     |
| 90-100                                        | Зачтено/отлично                    |

## 6.2 Практические работы

### Практические работы по теме 1.

В соответствии с вариантом задания выполнить исследование на ЭВМ напряженного состояния в точке (определить шесть направляющих косинусов новой системы координат относительно старой, определить компоненты тензора  $\sigma_{ik}$  в новой системе координат, рассчитать абсолютные величины главных напряжений и определить направления главных напряжений). Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7

| № вар. | $\sigma_x$ | $\tau_{xy}$ | $\tau_{xz}$ | $\sigma_y$ | $\tau_{yz}$ | $\sigma_z$ | Направляющие косинусы |                    |                    |
|--------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 1      | -650       | 150         | -70         | -160       | 425         | -350       | $a_{xy'} = -0,580$    | $a_{zy'} = 0,532$  | $a_{zx'} = 0,414$  |
| 2      | 800        | 140         | -80         | -170       | 435         | -450       | $a_{xy'} = -0,620$    | $a_{zy'} = 0,434$  | $a_{zx'} = 0,518$  |
| 3      | -400       | 130         | -90         | -180       | 445         | -550       | $a_{xy'} = -0,440$    | $a_{zy'} = 0,636$  | $a_{zx'} = 0,520$  |
| 4      | 550        | 120         | -100        | -190       | 455         | -650       | $a_{xy'} = -0,660$    | $a_{zy'} = 0,438$  | $a_{zx'} = 0,500$  |
| 5      | -650       | 110         | -110        | -200       | 465         | -750       | $a_{xz'} = -0,780$    | $a_{yz'} = 0,440$  | $a_{xx'} = 0,390$  |
| 6      | 700        | 100         | -120        | -210       | 475         | -850       | $a_{xz'} = -0,500$    | $a_{yz'} = 0,642$  | $a_{yx'} = 0,470$  |
| 7      | -300       | 90          | -130        | -220       | 485         | -950       | $a_{xz'} = -0,420$    | $a_{yz'} = 0,430$  | $a_{zx'} = 0,540$  |
| 8      | 250        | 80          | -140        | -230       | 495         | -250       | $a_{xz'} = -0,740$    | $a_{yz'} = 0,310$  | $a_{xy'} = 0,280$  |
| 9      | -450       | 70          | -150        | -240       | 505         | -150       | $a_{xz'} = -0,560$    | $a_{yz'} = 0,580$  | $a_{yx'} = 0,370$  |
| 10     | 700        | 60          | -160        | -250       | 515         | -200       | $a_{xz'} = -0,480$    | $a_{yz'} = 0,560$  | $a_{zy'} = 0,360$  |
| 11     | -900       | 50          | -170        | -260       | 525         | -300       | $a_{xz'} = -0,490$    | $a_{zz'} = 0,440$  | $a_{xx'} = 0,320$  |
| 12     | 550        | 40          | -180        | -270       | 535         | -400       | $a_{xz'} = -0,700$    | $a_{zz'} = 0,320$  | $a_{yx'} = 0,350$  |
| 13     | -150       | 30          | -190        | -280       | 545         | -500       | $a_{xz'} = -0,620$    | $a_{zz'} = 0,400$  | $a_{zx'} = 0,140$  |
| 14     | 600        | 20          | -200        | -290       | 555         | -600       | $a_{xz'} = -0,640$    | $a_{zz'} = 0,280$  | $a_{xy'} = 0,230$  |
| 15     | -500       | 10          | -210        | -300       | 565         | -700       | $a_{xz'} = -0,660$    | $a_{zz'} = 0,460$  | $a_{yx'} = 0,290$  |
| 16     | 650        | 160         | -220        | -310       | 575         | -800       | $a_{xz'} = -0,780$    | $a_{zz'} = 0,340$  | $a_{zy'} = 0,230$  |
| 17     | -150       | 170         | -230        | -320       | 585         | -100       | $a_{yz'} = -0,800$    | $a_{zz'} = 0,350$  | $a_{xx'} = 0,170$  |
| 18     | 100        | 180         | -240        | -330       | 595         | -50        | $a_{yz'} = -0,770$    | $a_{zz'} = 0,320$  | $a_{yx'} = 0,460$  |
| 19     | -100       | 190         | -250        | -340       | 415         | 50         | $a_{yz'} = -0,750$    | $a_{zz'} = 0,300$  | $a_{zx'} = 0,550$  |
| 20     | 50         | 200         | -260        | -350       | 405         | 100        | $a_{yz'} = -0,730$    | $a_{zz'} = 0,160$  | $a_{xy'} = 0,450$  |
| 21     | -50        | 210         | -270        | -360       | 395         | 150        | $a_{yz'} = -0,710$    | $a_{zz'} = 0,140$  | $a_{xy'} = 0,440$  |
| 22     | 600        | 220         | -280        | -370       | 385         | 200        | $a_{yz'} = -0,690$    | $a_{zz'} = 0,120$  | $a_{xy'} = 0,420$  |
| 23     | -600       | 230         | -290        | -380       | 375         | 250        | $a_{yz'} = -0,670$    | $a_{zz'} = 0,100$  | $a_{xy'} = 0,400$  |
| 24     | 650        | 240         | -300        | -390       | 365         | 300        | $a_{yz'} = -0,650$    | $a_{zz'} = 0,080$  | $a_{xy'} = -0,380$ |
| 25     | -650       | 250         | -310        | -400       | 355         | 350        | $a_{yz'} = -0,630$    | $a_{zz'} = -0,100$ | $a_{xy'} = -0,360$ |

### Практические работы по теме 2.

В соответствии с вариантом задания выполнить расчет на ЭВМ силы процесса прямого прессования сплошного профиля методом верхней оценки. Исходные данные для расчета приведены в таблице 8.

Таблица 8

| Вариант | Высота заготовки<br>(H) | Ширина контейнера<br>(B) | Ширина отверстия<br>матрицы (a) |
|---------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|         | мм                      | мм                       | мм                              |
| 1       | 40                      | 40                       | 20                              |
| 2       | 50                      | 40                       | 20                              |
| 3       | 60                      | 40                       | 20                              |
| 4       | 70                      | 40                       | 20                              |
| 5       | 80                      | 50                       | 20                              |
| 6       | 90                      | 50                       | 20                              |
| 7       | 100                     | 50                       | 20                              |
| 8       | 110                     | 60                       | 30                              |
| 9       | 120                     | 60                       | 30                              |
| 10      | 130                     | 60                       | 30                              |
| 11      | 140                     | 70                       | 30                              |
| 12      | 150                     | 70                       | 30                              |
| 13      | 160                     | 70                       | 30                              |
| 14      | 170                     | 80                       | 30                              |
| 15      | 180                     | 80                       | 30                              |
| 16      | 190                     | 90                       | 40                              |
| 17      | 200                     | 90                       | 40                              |
| 18      | 210                     | 90                       | 40                              |
| 19      | 220                     | 90                       | 40                              |
| 20      | 230                     | 100                      | 40                              |
| 21      | 240                     | 100                      | 40                              |
| 22      | 250                     | 100                      | 40                              |
| 23      | 260                     | 100                      | 40                              |
| 24      | 270                     | 100                      | 50                              |
| 25      | 280                     | 120                      | 50                              |
| 26      | 290                     | 120                      | 50                              |
| 27      | 300                     | 120                      | 50                              |
| 28      | 310                     | 120                      | 50                              |
| 29      | 320                     | 120                      | 60                              |
| 30      | 330                     | 120                      | 60                              |

### Практические работы по теме 3.

В соответствии с вариантом задания выполнить расчет на ЭВМ поля напряжений при прокатке высокой полосы методом линий скольжения. Исходные данные для расчета приведены в таблице 9.

Таблица 9

| Вариант | Диаметр валков<br>(Н) | Параметр формы очага<br>деформации $l_d/h_{cp}$ |
|---------|-----------------------|-------------------------------------------------|
|         | мм                    | мм                                              |
| 1       | 1240                  | 0,24                                            |
| 2       | 1150                  | 0,20                                            |
| 3       | 1060                  | 0,19                                            |
| 4       | 1170                  | 0,22                                            |
| 5       | 1080                  | 0,25                                            |
| 6       | 1090                  | 0,30                                            |
| 7       | 1200                  | 0,28                                            |
| 8       | 1150                  | 0,26                                            |
| 9       | 1220                  | 0,36                                            |
| 10      | 1130                  | 0,32                                            |
| 11      | 1040                  | 0,27                                            |
| 12      | 950                   | 0,18                                            |
| 13      | 1060                  | 0,17                                            |
| 14      | 970                   | 0,21                                            |
| 15      | 1080                  | 0,23                                            |
| 16      | 1240                  | 0,29                                            |
| 17      | 1150                  | 0,24                                            |
| 18      | 1060                  | 0,20                                            |
| 19      | 1170                  | 0,19                                            |
| 20      | 1080                  | 0,22                                            |
| 21      | 1090                  | 0,25                                            |
| 22      | 1200                  | 0,30                                            |
| 23      | 1150                  | 0,28                                            |
| 24      | 1220                  | 0,26                                            |
| 25      | 1130                  | 0,36                                            |
| 26      | 1040                  | 0,32                                            |
| 27      | 950                   | 0,27                                            |
| 28      | 1060                  | 0,38                                            |
| 29      | 970                   | 0,17                                            |
| 30      | 1080                  | 0,21                                            |

## Практические работы по теме 4.

В соответствии с вариантом задания выполнить расчет на ЭВМ сопротивления деформации сталей и сплавов в зависимости от их химического состава. Исходные данные для расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10

| Вариант | Марка стали, сплава | $S$   | $\sigma_{од}, МПа$ | $a$   | $b$   | $c$  |
|---------|---------------------|-------|--------------------|-------|-------|------|
| 1       | Ст3кп               | 0,885 | 76,3               | 0,135 | 0,164 | 2,80 |
| 2       | Ст3сп               | 0,960 | 88,8               | 0,124 | 0,167 | 2,54 |
| 3       | Ст5сп               | 0,917 | 87,7               | 0,144 | 0,208 | 3,35 |
| 4       | 15Г                 | 0,842 | 100,9              | 0,126 | 0,108 | 2,74 |
| 5       | 23Г2А               | 0,962 | 86,4               | 0,123 | 0,229 | 3,23 |
| 6       | 35ГС                | 0,975 | 87,8               | 0,136 | 0,187 | 2,79 |
| 7       | 30ХГСА              | 0,966 | 90,6               | 0,134 | 0,250 | 3,34 |
| 8       | 15ХСНД              | 0,880 | 91,3               | 0,182 | 0,226 | 2,9  |
| 9       | 20Г2С               | 1,011 | 93,8               | 0,125 | 0,213 | 3,65 |
| 10      | 30ХГСНА             | 1,051 | 96,6               | 0,116 | 0,140 | 3,42 |
| 11      | 15ХГНТА             | 0,932 | 105,8              | 0,108 | 0,257 | 3,25 |
| 12      | 45                  | 1,00  | 85,7               | 0,143 | 0,173 | 3,05 |
| 13      | 40Х                 | 0,979 | 85,8               | 0,130 | 0,170 | 3,62 |
| 14      | 40ХН                | 0,935 | 86,7               | 0,134 | 0,234 | 3,47 |
| 15      | 10                  | 0,934 | 87,6               | 0,125 | 0,225 | 2,46 |
| 16      | 40ХГМ               | 0,870 | 100,9              | 0,173 | 0,144 | 2,64 |
| 17      | 65Г                 | 1,007 | 71,2               | 0,166 | 0,222 | 3,02 |
| 18      | У7А                 | 0,948 | 77,1               | 0,159 | 0,197 | 2,87 |
| 19      | У10А                | 0,995 | 78,9               | 0,163 | 0,193 | 3,57 |
| 20      | У12А                | 1,057 | 68,6               | 0,173 | 0,18  | 3,26 |
| 21      | 60С2                | 0,921 | 102,9              | 0,153 | 0,197 | 3,46 |
| 22      | 60С2ХА              | 0,946 | 99,0               | 0,139 | 0,115 | 3,84 |
| 23      | 33А                 | 0,935 | 47,1               | 0,198 | 0,074 | 3,85 |
| 24      | ШХ15                | 1,01  | 78,0               | 0,137 | 0,220 | 4,07 |
| 25      | 40ХНМА              | 0,966 | 90,9               | 0,125 | 0,175 | 3,4  |
| 26      | P18                 | 0,780 | 232,2              | 0,136 | 0,100 | 3,01 |
| 27      | 1Х13                | 0,950 | 142,1              | 0,102 | 0,125 | 3,50 |
| 28      | 2Х13                | 0,900 | 132,2              | 0,132 | 0,210 | 3,26 |
| 29      | X12M                | 0,861 | 207,8              | 0,127 | 0,067 | 3,12 |
| 30      | X18H10T             | 0,825 | 217,6              | 0,112 | 0,088 | 4,35 |

## Практические работы по теме 5.

В соответствии с вариантом задания выполнить расчет на ЭВМ режима прокатки бляма сечением  $h_{\text{бл}} \times b_{\text{бл}}$  мм из слитка размерами  $\frac{H \times B}{h \times b} \times L$ , мм на блюминге с начальным диаметром валков  $D$ . Исходные данные для расчета приведены в таблице 11.

Таблица 11

| №  | Диаметр валков ( $D$ ), мм | Сечение бляма ( $h_{\text{бл}} \times b_{\text{бл}}$ ), мм | Размеры слитка $\left( \frac{H \times B}{h \times b} \times L \right)$ , мм |
|----|----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 1000                       | 300×300                                                    | $\frac{660 \times 715}{700 \times 765} \times 2400$                         |
| 2  | 1050                       | 310×310                                                    | $\frac{670 \times 725}{600 \times 665} \times 2300$                         |
| 3  | 1100                       | 320×320                                                    | $\frac{680 \times 735}{740 \times 795} \times 2400$                         |
| 4  | 1150                       | 280×280                                                    | $\frac{665 \times 725}{720 \times 785} \times 2450$                         |
| 5  | 1200                       | 290×290                                                    | $\frac{675 \times 735}{610 \times 675} \times 2350$                         |
| 6  | 1250                       | 300×300                                                    | $\frac{690 \times 755}{820 \times 765} \times 2400$                         |
| 7  | 1300                       | 310×310                                                    | $\frac{690 \times 745}{730 \times 795} \times 2500$                         |
| 8  | 1350                       | 320×320                                                    | $\frac{670 \times 725}{700 \times 765} \times 2330$                         |
| 9  | 1400                       | 330×330                                                    | $\frac{680 \times 735}{780 \times 845} \times 2480$                         |
| 10 | 1450                       | 340×340                                                    | $\frac{660 \times 715}{745 \times 815} \times 2400$                         |
| 11 | 1500                       | 350×350                                                    | $\frac{705 \times 785}{600 \times 665} \times 2360$                         |
| 12 | 1480                       | 340×350                                                    | $\frac{685 \times 765}{780 \times 855} \times 2420$                         |
| 13 | 1430                       | 330×340                                                    | $\frac{695 \times 725}{775 \times 835} \times 2470$                         |
| 14 | 1380                       | 320×30                                                     | $\frac{690 \times 755}{600 \times 665} \times 2350$                         |
| 15 | 1330                       | 310×320                                                    | $\frac{685 \times 755}{790 \times 865} \times 2480$                         |
| 16 | 1280                       | 300×310                                                    | $\frac{660 \times 715}{700 \times 765} \times 2400$                         |

|    |      |         |                                                     |
|----|------|---------|-----------------------------------------------------|
| 17 | 1230 | 290×300 | $\frac{670 \times 725}{600 \times 665} \times 2300$ |
| 18 | 1180 | 280×290 | $\frac{680 \times 735}{740 \times 805} \times 2400$ |
| 19 | 1130 | 270×280 | $\frac{660 \times 715}{700 \times 765} \times 2400$ |
| 20 | 1080 | 260×270 | $\frac{670 \times 725}{600 \times 665} \times 2300$ |
| 21 | 1030 | 250×260 | $\frac{680 \times 735}{700 \times 765} \times 2400$ |
| 22 | 980  | 240×250 | $\frac{665 \times 725}{735 \times 795} \times 2500$ |
| 23 | 1020 | 240×260 | $\frac{650 \times 715}{600 \times 665} \times 2350$ |
| 24 | 1070 | 250×270 | $\frac{680 \times 735}{730 \times 795} \times 2450$ |
| 25 | 1120 | 260×280 | $\frac{720 \times 745}{750 \times 805} \times 2420$ |
| 26 | 1170 | 270×290 | $\frac{770 \times 715}{600 \times 665} \times 2350$ |
| 27 | 1220 | 280×300 | $\frac{730 \times 795}{740 \times 765} \times 2500$ |
| 28 | 1270 | 290×310 | $\frac{760 \times 835}{700 \times 765} \times 2420$ |
| 29 | 1320 | 300×320 | $\frac{670 \times 725}{680 \times 765} \times 2370$ |
| 30 | 1370 | 310×330 | $\frac{780 \times 835}{740 \times 765} \times 2460$ |

### **6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости (защита практических работ)**

*Тема 1 «Программное и компьютерное обеспечение исследования напряженного состояния в точке»*

- 1) Что называется напряжением в точке?
- 2) Что называется напряженным состоянием в точке и чем оно отличается от напряжения в точке?
- 3) Зачем нужны соотношения Коши?
- 4) Чем нормальное напряжение отличается от касательного?
- 5) Каковы компоненты напряженного состояния в точке? Изобразите их на гранях элементарного куба.
- 6) Как индексируются напряжения?
- 7) Как устанавливаются знаки нормальных и касательных напряжений?
- 8) Что представляет собой направляющий косинус перехода от старой системы координат к новой?
- 9) Что называется тензором напряжений?
- 10) Когда тензор напряжений можно считать симметричным?
- 11) Сформулируйте "закон парности" касательных напряжений.
- 12) Какие исходные данные необходимы для определения на ЭВМ недостающих направляющих косинусов?
- 13) Что называется базисными инвариантами тензора?
- 14) Какие оси называются главными?
- 15) Какие исходные данные необходимы для определения на ЭВМ компонент тензора напряжений в новой системе координат?
- 16) Какие напряжения и площадки называются главными? Каковы свойства главных напряжений?
- 17) Как определяются величина и направление главных напряжений?
- 18) Как найти величины и направления нормального и касательного напряжений на произвольно ориентированной площадке?
- 19) По каким площадкам действуют максимальные касательные напряжения?
- 20) Почему максимальные касательные напряжения нельзя считать главными касательными напряжениями?
- 20) Чему равна величина максимальных касательных напряжений?
- 21) Какие исходные данные необходимы для определения на ЭВМ главных напряжений?
- 22) Зачем тензор напряжений разлагают на шаровой и девиатор?
- 23) С чем связаны названия «шаровой тензор» и «девиатор»?
- 24) Чему равен первый инвариант тензора напряжений?
- 25) Чему равен второй инвариант тензора напряжений?
- 26) Какие площадки называются октаэдрическими?
- 27) Чему равны октаэдрические касательные напряжения?
- 28) Что называется интенсивностью напряжений?

29) Что характеризуют интенсивности напряжений?

30) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ напряжений главных напряжений?

*Тема 2 «Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом верхней оценки»*

- 1) На чем основан метод верхней оценки?
- 2) Какие допущения положены в основу метода верхней оценки?
- 3) Что позволяет определить метод верхней оценки?
- 4) В чем суть метода верхней оценки?
- 5) Какие условия необходимо обеспечить при разбиении заготовки на блоки в методе верхней оценки?
- 6) Какими принимаются свойства материала внутри каждого блока в методе верхней оценки?
- 7) Что представляет собой годограф скоростей в методе верхней оценки?
- 8) Как выполняется проверка правильности определения координат искомых точек на годографе скоростей?
- 9) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ усилия прямого прессования сплошного профиля методом верхней оценки?
- 10) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ усилия процесса прокатки высокой полосы методом верхней оценки?

*Тема 3 «Программное и компьютерное обеспечение расчетов процессов ОМД методом линий скольжения»*

- 1) Для решения каких задач можно применять метод линий скольжения?
- 2) На чем базируется метод линий скольжения?
- 3) Какие допущения положены в основу метода линий скольжения?
- 4) Что позволяет определить метод линий скольжения?
- 5) Что подразумевается под понятием поля линий скольжения?
- 6) Каким условиям должно удовлетворять статически возможное поле линий скольжения?
- 7) Как определяется среднее напряжение на оси заготовки?
- 8) Как определяются напряжения по сечению очага деформации?
- 9) Каким образом выполняется проверка построенного поля линий скольжения?
- 10) Каким образом выполняется проверка корректности построения поля скоростей?
- 11) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ поля напряжений при прокатке высокой полосы методом линий скольжения?
- 12) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ поля напряжений при осадке параллельными бойками методом линий скольжения?

*Тема 4 «Программное и компьютерное обеспечение теории процессов прокатки»*

- 1) Каково влияние температуры прокатки на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 2) Каково влияние скорости прокатки на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 3) Каково влияние степени деформации при прокатке на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 4) Каково влияние концентрации углерода в металле при прокатке на сопротивление деформации?
- 5) Каково влияние концентрации легирующих элементов (Mn, Si, Cr, Ni, W, Mo, V, Ti, Al, Co, Nb, Cu ) в стали на сопротивление деформации при прокатке?
- 6) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ сопротивление металла деформации?
- 7) Каков механизм влияния внешнего трения на силу прокатки?
- 8) Каков механизм влияния внешнего трения на момент прокатки?
- 9) Каково соотношение между продольными и поперечными подпирющими напряжениями  $\sigma_2$  и  $\sigma_3$  при прокатке слябов из слитков?
- 10) Каково соотношение между продольными и поперечными подпирющими напряжениями  $\sigma_2$  и  $\sigma_3$  при прокатке толстых листов?
- 11) Каким образом учитывается влияние внешнего трения на силу прокатки по упрощённой методике А.И. Целикова?
- 12) Каким образом учитывается влияние внешнего трения на силу прокатки по уточнённой методике А.И. Целикова?
- 13) Каковы особенности расчета силы прокатки высоких полос ( $l_d/h_{cp} < 1$ )?
- 14) Каковы особенности расчета силы прокатки тонких полос ( $l_d/h_{cp} > 4$ )?
- 15) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ энергосиловых параметров прокатки?

*Тема 5 «Программное и компьютерное обеспечение технологии прокатки на обжимных станах»*

- 1) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ режима обжатий на обжимных станах?
- 2) Как производится выбор схемы кантовок при прокатке на блюминге?
- 3) Какой смысл применения на обжимных станах тройного условия В.А. Тягунова?
- 4) Какие типы скоростных диаграмм прокатки применяются на обжимных станах?
- 5) Какие временные составляющие у скоростной диаграммы прокатки треугольного типа?
- 6) Какие временные составляющие у скоростной диаграммы прокатки

трапецеидального типа.

7) Как определяется время работы нажимного устройства при прокатке на обжимных станах?

8) Какие составляющие теплового баланса обеспечивают снижение температуры раската при прокатке на обжимных станах?

9) Какие составляющие теплового баланса обеспечивают приrost температуры раската при прокатке на обжимных станах?

10) Какие основные факторы оказывают влияние на определение момента прокатки раскатов на обжимных станах?

11) Какие основные факторы оказывают влияние на определение усилия прокатки раскатов на обжимных станах?

12) Какие составляющие момента на валу главного двигателя обжимного стана?

13) Как определяется среднеквадратичный момент главного двигателя обжимного стана?

14) Какова методика построения нагрузочной диаграммы прокатки обжимного стана?

15) Какое условие проверки главных двигателей обжимного стана на нагрев?

#### **6.4 Вопросы для зачета**

1) Какие исходные данные необходимы для определения на ЭВМ недостающих направляющих косинусов?

2) Что называется напряжением в точке?

3) Что называется напряженным состоянием в точке и чем оно отличается от напряжения в точке?

4) Зачем нужны соотношения Коши?

5) Чем нормальное напряжение отличается от касательного?

6) Каковы компоненты напряженного состояния в точке? Изобразите их на гранях элементарного куба.

7) Как индексируются напряжения?

8) Как устанавливаются знаки нормальных и касательных напряжений?

9) Что представляет собой направляющий косинус перехода от старой системы координат к новой?

10) Что называется тензором напряжений?

11) Когда тензор напряжений можно считать симметричным?

12) Сформулируйте "закон парности" касательных напряжений.

13) Какие исходные данные необходимы для определения на ЭВМ главных напряжений?

14) Какие напряжения и площадки называются главными? Каковы свойства главных напряжений?

- 15) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ направлений главных напряжений?
- 16) На чем основан метод верхней оценки?
- 17) Какие допущения положены в основу метода верхней оценки?
- 18) Что позволяет определить метод верхней оценки?
- 19) В чем суть метода верхней оценки?
- 20) Какие условия необходимо обеспечить при разбиении заготовки на блоки в методе верхней оценки?
- 21) Какими принимаются свойства материала внутри каждого блока в методе верхней оценки?
- 22) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ усилия процесса прокатки высокой полосы методом верхней оценки?
- 23) Для решения каких задач можно применять метод линий скольжения?
- 24) На чем базируется метод линий скольжения?
- 25) Какие допущения положены в основу метода линий скольжения?
- 26) Что позволяет определить метод линий скольжения?
- 27) Каким образом выполняется проверка построенного поля линий скольжения?
- 28) Каким образом выполняется проверка корректности построения поля скоростей?
- 29) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ поля напряжений при прокатке высокой полосы методом линий скольжения?
- 30) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ поля напряжений при осадке параллельными бойками методом линий скольжения?
- 31) Каково влияние температуры прокатки на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 32) Каково влияние скорости прокатки на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 33) Каково влияние степени деформации при прокатке на сопротивление металла деформации? Каков механизм этого явления?
- 34) Каково влияние концентрации углерода в металле при прокатке на сопротивление деформации?
- 35) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ сопротивление металла деформации?
- 36) Каков механизм влияния внешнего трения на силу прокатки?
- 37) Каковы особенности расчета усилия и момента процесса прокатки высоких полос?
- 38) Каковы особенности расчета усилия и момента процесса прокатки тонких полос?
- 39) Что оказывает наибольшее влияние на напряженное состояние металла при прокатке высоких полос?
- 40) Каково распределение горизонтальных напряжений по высоте очага деформации при осадке полосы плоскими бойками?

- 41) Каково распределение вертикальных напряжений по высоте очага деформации при осадке полосы плоскими бойками?
- 42) Как влияет ширина бойка на глубину проникновения пластической деформации?
- 43) Влияет ли выбор угла между соседними характеристиками на точность определения напряжений в узлах сетки линий скольжения?
- 44) С чем связано наличие растягивающих горизонтальных напряжений в осевых слоях полосы при осадке плоскими бойками?
- 45) Каково распределение горизонтальных напряжений по высоте очага деформации при прокатке высокой полосы?
- 46) Каково распределение вертикальных напряжений по высоте очага деформации при прокатке высокой полосы?
- 47) Как влияет протяженность очага деформации на глубину проникновения пластической деформации?
- 48) Влияет ли выбор угла между соседними характеристиками на точность определения напряжений в узлах сетки линий скольжения?
- 49) С чем связано наличие растягивающих горизонтальных напряжений в осевых слоях полосы при прокатке высокой полосы?
- 50) Как влияет параметр формы очага деформации  $l_d/h_{cp}$  на величину горизонтальных растягивающих напряжений в осевых слоях при прокатке высокой полосы?
- 51) Какие исходные данные необходимы для расчета на ЭВМ режима обжатий на обжимных станах?
- 52) Как производится выбор схемы кантовок при прокатке на блюминге?
- 53) Какой смысл применения на обжимных станах тройного условия В.А. Тягунова?
- 54) Какие типы скоростных диаграмм прокатки применяются на обжимных станах?
- 55) Какие временные составляющие у скоростной диаграммы прокатки треугольного типа?
- 56) Какие временные составляющие у скоростной диаграммы прокатки трапецеидального типа.
- 57) Как определяется время работы нажимного устройства при прокатке на обжимных станах?
- 58) Какие составляющие теплового баланса обеспечивают снижение температуры раската при прокатке на обжимных станах?
- 59) Какие составляющие теплового баланса обеспечивают прирост температуры раската при прокатке на обжимных станах?
- 60) Какие основные факторы оказывают влияние на определение момента прокатки раскатов на обжимных станах?
- 61) Какие основные факторы оказывают влияние на определение усилия прокатки раскатов на обжимных станах?

62) Какие составляющие момента на валу главного двигателя обжимного стана?

63) Как определяется среднеквадратичный момент главного двигателя обжимного стана?

64) Какова методика построения нагрузочной диаграммы прокатки обжимного стана?

65) Какое условие проверки главных двигателей обжимного стана на нагрев?

### **6.5 Примерная тематика курсовых работ**

Темами курсовых работ могут быть:

«Исследование с применением ЭВМ влияния температуры металла на энергосиловые параметры прокатки толстолистовой стали»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния ширины раската на поперечную разнотолщинность толстого листа»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния коэффициента трения на уширение при прокатке»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния температуры металла на продольную разнотолщинность толстолистовой стали»;

«Исследование с применением ЭВМ температурного режима прокатки швеллеров»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния диаметра опорных валков четырехвалковой клетки на модуль жесткости клетки»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния диаметра валков двухвалковой клетки на допустимую силу прокатки»;

«Исследование с применением ЭВМ влияния ширины раската на упругую деформацию валковой системы».

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Рекомендуемая литература**

#### ***Основная литература***

1. Денищенко, П. Н. Программное и компьютерное обеспечение процессов ОМД : учебное пособие [Текст] / П. Н. Денищенко, Н. П. Денищенко. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. — 174 с.  
<https://library.dstu.education/download.php?rec=128767>

#### ***Дополнительная литература***

1. Рудской, А.И. Теория и технология прокатного производства [Текст]. Учебное пособие / А.И. Рудской, В.А. Лунев. — СПб: Наука, 2008. — 527 с.  
<https://library.dstu.education/akkred/denischenko/rudskoy.pdf>

#### ***Учебно-методическое обеспечение***

1. Методические указания к выполнению курсовой работы «Междисциплинарный проект 2» (для студентов специальности 22.03.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / Сост. : П. Н. Денищенко. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — 37 с.  
<https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=32011>

2. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Расчеты процессов ОМД на ЭВМ» : (для студентов направления 22.04.02 «Металлургия», профиль подготовки «Обработка металлов давлением») / сост. П.Н. Денищенко, Н.П. Денищенко ; Каф. Обработки металлов давлением и металловедения. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2020. — 62 с. <http://library.dstu.education/download.php?rec=117586>

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

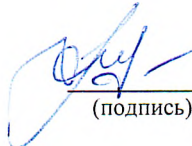
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Адрес (местоположение) учебных кабинетов                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Специальные помещения:</p> <p><i>Мультимедийная аудитория (30 посадочных мест, площадь 34,5 м<sup>2</sup>):</i> стол преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., Компьютер EVEREST HOME 1137999-1004 -1 шт. (монитор + системный блок), проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран.</p> <p><i>Компьютерный класс (26 посадочных мест, площадь 34,8 м<sup>2</sup>):</i> оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: компьютер HEDY CEL 2.66/945 GZ/80 GB/512 MB/DVD-DUAL/TFT 19 OPTIGUEST Q9/LAN 100 02.08.00038 – 8 шт., стол компьютерный – 8 шт., стол – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран.</p> | <p>ауд. <u>224</u> корп. <u>лабораторный</u></p><br><p>ауд. <u>218а</u> корп. <u>лабораторный</u></p> |

## Лист согласования РПД

Разработал  
проф. кафедры металлургических  
технологий  
\_\_\_\_\_  
(должность)

  
(подпись) П.Н. Денищенко  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

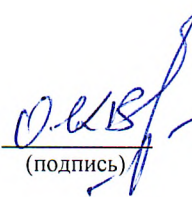
\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись) Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры  
металлургических  
технологий от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета  
горно-металлургической  
промышленности  
и строительства

  
(подпись) О.В. Князьков  
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлению подготовки  
22.03.02 Металлургия  
(обработка металлов давлением)

  
(подпись) Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись) О.А. Коваленко  
(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

|                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений |                           |
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:                                                          | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание:                                                                      |                           |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений                              |                           |