

Рабочая программа  
утверждена решением  
Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «15» мая 2025 г.  
протокол № 8-25

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Технологические процессы обработки металлов давлением

Закреплена за кафедрой  
Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки  
Профиль

22.03.02 Металлургия  
Обработка металлов давлением

Квалификация  
Форма обучения  
Общая трудоемкость  
Часов по учебному плану  
в том числе:  
аудиторные занятия  
самостоятельная работа  
часов на контроль

**бакалавр**  
**заочная**  
**8 ЗЕТ**  
288  
24  
226  
36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 8  
зачет 9  
курсовой проект 9

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр на<br/>курсе&gt;</b> ) | <b>8 (4.2)</b> |     | <b>9 (5.1)</b> |     | Итого |     |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----|----------------|-----|-------|-----|
| Неделя                                                          | 19             |     | 16             |     |       |     |
| Вид занятий                                                     | УП             | РП  | УП             | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                                          | 6              | 6   | 4              | 4   | 10    | 10  |
| Лабораторные                                                    |                |     | 4              | 4   | 4     | 4   |
| Практические                                                    | 6              | 6   | 4              | 4   | 10    | 10  |
| Контроль<br>самостоятельной работы                              | 2              | 2   |                |     | 2     | 2   |
| Итого ауд.                                                      | 12             | 12  | 12             | 12  | 24    | 24  |
| Контактная работа                                               | 14             | 14  | 12             | 12  | 26    | 26  |
| Сам. работа                                                     | 94             | 94  | 132            | 132 | 226   | 226 |
| Часы на контроль                                                | 36             | 36  |                |     | 36    | 36  |
| Итого                                                           | 144            | 144 | 144            | 144 | 288   | 288 |

Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Гончарук Александр Васильевич; ктн, Профессор, Романенко Василий Павлович; Доцент, Фортунатов Александр Николаевич*

Рабочая программа

**Технологические процессы обработки металлов давлением**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-25 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ «МИСИС» 26.12.2024, протокол № 4-24

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 27.04.2025 г., №8

Зав. кафедрой Горбатюк С.М.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Классифицировать основные процессы обработки металлов и сплавов давлением. Описывать механизмы пластической деформации, а также влияние технологических параметров горячей и холодной обработки давлением на структуру и свойства металлов и сплавов. Анализировать напряжённое и деформированное состояние при обработке металлов давлением. Применять основы теории пластичности для расчёта технологических параметров процессов обработки металлов и сплавов давлением. |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |                                                                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.05                                                                                                            |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1             | Научно-исследовательская работа                                                                                       |
| 2.1.2             | Технология производства проката                                                                                       |
| 2.1.3             | Оборудование металлургических цехов                                                                                   |
| 2.1.4             | Теория процессов пластической деформации                                                                              |
| 2.1.5             | Теория обработки металлов давлением                                                                                   |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР                                                                  |
| 2.2.2             | Преддипломная практика                                                                                                |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| <b>ПК-1: Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>                      |  |  |  |  |  |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-31 Основные технологии и оборудование обработки металлов давлением                                                       |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-32 Знать способы обеспечения качества и технологичности прокатных изделий                                                |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-31 Способы и методы выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований             |  |  |  |  |  |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-У2 Выбирать способы прокатки в соответствии с профильным и марочным сортаментом проката                                  |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-У1 Уметь выявлять достоинства и недостатки технологии                                                                    |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-У1 Оценивать деформационный режим прокатки по характеристикам качества проката и эффективности технологического процесса |  |  |  |  |  |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-В2 Владеть навыками улучшения производственных объектов                                                                  |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-В1 Владеть способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления                   |  |  |  |  |  |  |
| ПК-1-В1 Владеть навыками выбора материала с учётом эксплуатационных требований                                                |  |  |  |  |  |  |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                              | Семестр / Курс | Часов | Компетенции   | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|---------------|--------------------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Технология производства бесшовных труб</b>                                                                                                                                                                                                |                |       |               |                          |            |
| 1.1         | Теория процессов производства бесшовных труб: винтовая прокатка, прессование труб, прессвалковая прошивка, продольная прокатка труб на короткой оправке, непрерывной прокатки труб на длинной оправке, пилигримовой прокатки, редуцирования труб /Лек/ | 8              | 1     | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.5Л2.4    |            |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |               |                                        |  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---------------|----------------------------------------|--|
| 1.2 | Подготовка заготовок к горячей прокатке. Брак при подготовке. Нагрев заготовок перед деформацией, режимы нагрева. Брак при нагреве и способы его предотвращения. Способы получения гильз. Прошивка заготовок на двух- и трёхвалковых станах винтовой прокатки, на прессах, на прессвалковых станах. Способы получения черновых труб. Раскатка гильз в трубы на станах: автоматических, непрерывных, винтовой прокатки, пилигримовых, речных, поперечной прокатки. Развитие процессов раскатки гильз в черновые трубы. Способы отделки труб в горячем состоянии. Калибрование и редуцирование труб /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.4             |  |
| 1.3 | Методика расчёта условий захвата, скоростных и силовых параметров процесса раскатки труб на короткой и длинной оправках в станах продольной прокатки. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8 | 2  | ПК-1.2        | Л1.2 Л1.3<br>Л1.5Л2.2                  |  |
| 1.4 | Методика расчёта основных характеристик и силовых параметров процесса прессования труб. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8 | 2  | ПК-1.2        | Л1.2 Л1.3<br>Л1.5                      |  |
| 1.5 | Производство труб на агрегатах с автоматическим станом. Технологический процесс производства труб. Основные принципы и методы расчётов таблиц прокатки. Особенности прокатки труб на короткой оправке. Назначение и сущность процесса обкатки (риллингования) труб в двух- и трёхвалковых станах. Прокатка труб в редуционных и калибровочных станах. Калибровка технологического инструмента станов входящих в состав ТПА с автоматическим станом. Качество труб, основные виды брака, меры по его устранению. Производство труб на агрегатах с непрерывным станом. Технологический процесс производства труб. Основные принципы и методика расчётов таблиц прокатки. Особенности прокатки труб в непрерывных станах, закон постоянства секундных объёмов металла при раскатке труб, условия подпора и натяжения между рабочими клетями, соотношение скорости металла и оправки. Редуцирование труб с натяжением. Калибровка валков и оправок непрерывного стана. Качество труб, основные виды брака, меры по его устранению. /Лек/ | 8 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.4             |  |
| 1.6 | Производство труб на ТПА с пилигримовым станом. Основные принципы и методика расчётов таблиц прокатки. Особенности прокатки труб в пилигримовых станах. Калибровка валков и дорнов пилигримового стана. Качество труб, основные виды брака, меры по его устранению /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5                 |  |
| 1.7 | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8 | 46 | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.2<br>Л2.4Л3.5 |  |
|     | <b>Раздел 2. Технология производства листового и полосового проката</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |    |               |                                        |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |               |                    |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---------------|--------------------|--|
| 2.1 | Общая характеристика листопрокатного производства. Параметры качества листового проката. Определение производительности прокатных станов. Исходные заготовки для горячекатаного листового проката. Подготовка их прокатке (ремонт, нагрев). Общая характеристика технологии прокатки на толстолистовых станах. Отделочные операции при производстве толстолистового проката. Общие вопросы производства широполосового проката. Типы прокатных станов для производств широполосового проката. Деформационный режим прокатки на непрерывных широполосовых и полунепрерывных широполосовых станах /Лек/ | 8 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.4Л2.3           |  |
| 2.2 | Компоновка оборудования современных толстолистовых станов. Анализ различных схем прокатки. Способы снижения потерь металла в обрезь. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.4Л2.2           |  |
| 2.3 | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение домашних работ /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8 | 48 | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.4Л2.2 Л2.3      |  |
|     | <b>Раздел 3. Технология производства сварных труб малого и среднего диаметра</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |               |                    |  |
| 3.1 | Классификация способов и методов производства сварных труб малого и среднего диаметра. Требования ГОСТ и к ТУ на листовой ленточный материал для сварных труб. Назначение труб, их сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ к трубам. Технология производства труб. Математическая модель очага формовки при получении труб непрерывным способом. Скоростной оптимальный режим работы формовочно- сварочного, редуцированного и калибровочного станов. Особенности отделки труб. /Лек/                                                                                                     | 9 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5     |  |
| 3.2 | Методики определения геометрических параметров очагов сворачивания и расчет габаритов сменного технологического инструмента для однорадиусной схемы сворачивания по линии ТЭСА (формовочный, сварочный и калибровочный участки). /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9 | 1  | ПК-1.2        | Л1.2 Л1.3 Л1.5     |  |
| 3.3 | Анализ геометрических параметров очагов сворачивания на основе определения и коррекции напряженного - деформированного состояния трубной заготовки для однорадиусной схемы с прямолинейным и криволинейным очагом /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5Л3.3 |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |     |               |                         |  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---------------|-------------------------|--|
| 3.4 | <p>Производство труб электросваркой сопротивлением. Назначение труб, их сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ к трубам. Электросварка труб сопротивлением - токами индукционной и радиотехнической частоты. Особенности технологии для каждого из перечисленных методов сварки.</p> <p>Математические модели расчёта и построения рабочего профиля технологического инструмента и их особенности для каждого метода сварки труб и различных схем сворачивания. Отделка труб.</p> <p>Производство труб электросваркой сопротивлением. Назначение труб, их сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ к трубам. Электросварка труб сопротивлением - токами индукционной и радиотехнической частоты. Особенности технологии для каждого из перечисленных методов сварки. Основы процесса сварки труб сопротивлением в среде защитных газов. Назначение труб, их сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ к трубам. Подготовка металла к сварке.</p> <p>Калибровки однорадиусного и многорадиусного технологического инструмента. Особенности отделки труб/ Профилирование труб.</p> <p>Конструкция инструмента профилирования.</p> <p>Расчёт усилий при профилировании труб.</p> <p>Роликовые проводки, их конструкция, расчёт усилий</p> <p>/Лек/</p> | 9 | 1   | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5          |  |
| 3.5 | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9 | 45  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5Л3.3      |  |
|     | <b>Раздел 4. Технология производства сварных прямошовных труб большого диаметра</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |     |               |                         |  |
| 4.1 | <p>Назначение труб большого диаметра, сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ и ТУ к трубам. Подготовка металла к сварке.</p> <p>Классификация способов формовки труб большого диаметра (на прессах, на станах и на вальцах), их особенности. Требования к геометрическим параметрам сформованной трубной заготовки. Методики определения геометрических параметров этапов формоизменения трубных заготовок при формовке на прессах и вальцах. Виды инструмента оборудования процессов формоизменения, настройка, марка стали.</p> <p>/Лек/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9 | 0,5 | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5          |  |
| 4.2 | <p>Определение и оценка геометрических параметров и напряжённо-деформированного состояния при производстве труб прессовой формовкой. Определение и оценка энергосиловых параметров и энергетических затрат при производстве труб прессовой формовкой /Пр/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9 | 1   | ПК-1.2        | Л1.2 Л1.3 Л1.5Л3.1      |  |
| 4.3 | <p>Расчёт и анализ геометрических параметров трубной заготовки при её деформации на этапах формоизменения по схеме «УОЕ» на прессе.</p> <p>/Лаб/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9 | 4   | ПК-1.2        | Л1.2 Л1.3 Л1.5Л3.1 Л3.4 |  |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |     |               |                                                                            |  |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---------------|----------------------------------------------------------------------------|--|
| 4.4                                                            | Сборка и сварка труб большого диаметра (одношовных и двухшовных). Основы процесса дуговой сварки труб под слоем флюса. Флюсы и марки электродной проволоки, требования к ним. Виды калибровки труб большого диаметра. Гидроиспытания. Экспандирование труб. Операции отделки труб/ Технологии производства одношовных и двухшовных труб с применением процессов формовки на прессах и на вальцах. Калибровка технологического инструмента. /Лек/ | 9 | 0,5 | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.5                                                             |  |
| 4.5                                                            | Проработка материалов лекционных и практических занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение курсового проекта /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9 | 45  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 |  |
| <b>Раздел 5. Технология производства железнодорожных колёс</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |     |               |                                                                            |  |
| 5.1                                                            | Способы производства железнодорожных колес и их сортамент. Технологические схемы производства цельнокатанных железнодорожных колес. Технологическая компоновка оборудования прессопрокатной линии АО «ВМЗ». Схемы осадки цельнокатанных железнодорожных колес. Способы производства литых железнодорожных колес. Особенности производства колесных слитков на МНЛЗ. Преимущества и недостатки литых и цельнокатанных железнодорожных колес /Лек/ | 9 | 1   | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.1 Л2.5 Л3.2                                                             |  |
| 5.2                                                            | Расчёт калибровки рабочего инструмента прессо-прокатной линии при производстве железнодорожных колёс. Определение энергосиловых параметров при осадке колёсной заготовки на прессах. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                        | 9 | 1   | ПК-1.2        | Л1.1 Л2.1 Л2.5 Л3.2                                                        |  |
| 5.3                                                            | Проработка материалов лекционных и практических занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение курсового проекта /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9 | 42  | ПК-1.1 ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

По дисциплине промежуточная аттестация в 9 семестре предусмотрена в форме экзамена.

Вопросы для экзамена (УК-11.1, УК-8.1, УК-7.1, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.2):

Раздел 1 "Технология производства бесшовных труб"

1. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА с автомат станом.
2. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА с пилигримовым станом
3. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА с непрерывным раскатным станом
4. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА со станами винтовой прокатки Асселя.
5. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА со станами винтовой прокатки Дишера.
6. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА с реечным станом.
7. Теоретические основы процесса прошивки трубной заготовки на станах винтовой прокатки.
8. Теоретические основы процесса прошивки трубной заготовки на станах продольной прокатки.
9. Теоретические основы процесса прошивки трубной заготовки на прессах.
10. Теоретические основы редуцирования бесшовных труб на станах продольной прокатки.
11. Теоретические основы редуцирования и калибровки бесшовных труб на рилинг-станах.

## Раздел 2 "Технология производства листового и полосового проката"

1. Общая схема прокатного производства.
2. Профильный сортамент листопрокатной продукции.
3. Марочный сортамент листопрокатной продукции.
4. Исходные заготовки для производства горячекатаного листового проката.
5. Технологическая схема производства толстых листов на специализированных толстолистовых станах.
6. Схемы расположения оборудования одноклетевых ТЛС.
7. Схема расположения оборудования и технологические возможности двухклетевых ТЛС 3600.
8. Схема расположения оборудования и технологические возможности МКС 5000.
9. Схема прокатки плит.
10. Деформационный режим при прокатке толстых листов на ТЛС.
11. Дефекты при производстве толстых листов.
12. Отделочные операции при производстве толстых листов.
13. Непрерывный широкополосный стан: общая компоновка оборудования, назначение и характеристика основных участков стана.
14. Анализ схем расположения оборудования НШПС и ПНШПС.
15. Общая характеристика технологического процесса прокатки на НШПС.
16. Прокатка горячекатаной полосовой стали на станах с моталками в печах.
17. Прокатка горячекатаной полосовой стали на планетарных станах.

По дисциплине промежуточная аттестация в 10 семестре предусмотрена в форме дифференцированного зачета.

Вопросы к зачету

## Раздел 3 "Технология производства сварных труб малого и среднего диаметра":

1. Назначение и сортамент сварных труб малого и среднего диаметра, виды и классификация;
2. Структура ГОСТ на производства сварных труб, основные требования, термины и определения, технические условия (ТУ);
3. Операции подготовки металла к сварке;
4. Классификация способов формовки сварных труб диаметра, их особенности;
5. Требования к геометрическим параметрам сформованной трубной заготовки на производственных участках формовки, сварки, калибровки, редуцирования, профилирования;
6. Виды инструмента процессов формоизменения, настройка и марка стали.
7. Назначение и сортамент сварных труб диаметра, виды и классификация;
8. Структура ГОСТ на производства сварных труб, основные требования, термины и определения, технические условия (ТУ);
9. Операции подготовки металла к сварке;
10. Виды инструмента процессов формоизменения, настройка и марка стали.
11. Особенности сварки при производстве сварных труб малого и среднего сортамента.
12. Методики определения геометрических параметров очагов сворачивания для различных калибровок;
13. Скоростные и силовые параметры процесса непрерывного формоизменения полосы в валковых калибрах;
14. Математические модели расчёта и построения рабочего профиля технологического инструмента;
15. Особенности расчета одорадиусной, двухрадиусной и многорадиусной схем сворачивания;
16. Гидроиспытание труб диаметра и операции отделки и адыюстажа.
17. Производство труб электросваркой сопротивлением в среде защитных газов;
18. Назначение труб, их сортамент, применяемые марки стали, требования ГОСТ к трубам;
19. Особенности технологии производства сварных труб в зависимости от методов сварки;
20. Калибровки однорадиусного и многорадиусного технологического инструмента;
21. Особенности калибровки труб с применением процесса принудительной расформовки;
22. Технология калибровки, профилирования и редуцирования, их достоинства и недостатки;
23. Гидроиспытание труб диаметра и операции отделки и адыюстажа.

## Раздел 4 "Технология производства сварных прямошовных труб большого диаметра":

1. Применяемые марки стали при производстве труб большого диаметра, легирующие элементы и их влияния на характеристики металла (углеродный коэффициент и коэффициент появления трещин);
2. Структура ГОСТ на производства сварных труб, основные требования, термины и определения, технические условия (ТУ);
3. Операции подготовки металла к сварке;
4. Классификация способов формовки сварных труб большого диаметра, их особенности;
5. Требования к геометрическим параметрам сформованной трубной заготовки;
6. Виды инструмента процессов формоизменения, настройка и марка стали.
7. Сборка и сварка одношовных сварных труб большого диаметра;
8. Сборка и сварка двухшовных сварных труб большого диаметра;
9. Сборка и сварка спиралешовных сварных труб большого диаметра;
10. Основы процесса дуговой сварки под слоем флюса и в среде защитного газа;
11. Флюсы и марки электродной проволоки, требования к ним;
12. Виды калибровки труб большого диаметра, их достоинства и недостатки;
13. Гидроиспытание труб большого диаметра и операции отделки и адыюстажа.
14. Технологии производства двушовных труб с применением формовки на прессах и вальцах, достоинства и недостатки.



15. Технологии производства двустенных труб с применением формовки на непрерывных ТЭСА, достоинства и недостатки;
16. Технологии производства одностенных труб с применением формовки на прессах и вальцах;
17. Калибровка технологического инструмента.

Раздел 5 "Технология производства железнодорожных колёс":

1. Способы производства железнодорожных колёс и их сортамент
2. Технологические схемы производства цельнокатаных железнодорожных колёс
3. Технологическая компоновка оборудования прессопрокатной линии АО «ВМЗ»
4. Схемы осадки цельнокатаных железнодорожных колёс
5. Технологическая схема осадки колесной заготовки на АО «ВМЗ»
6. Технология производства железнодорожных колёс на АО «ВМЗ»
7. Преимущества и недостатки технологий производства колёс на АО «ВМЗ»
8. Преимущества цельнокатаных железнодорожных колёс по сравнению с литыми
9. Виды дефектов при производстве железнодорожных колёс
10. Методы испытаний железнодорожных колёс
11. Схемы осадки железнодорожных колёс
12. Особенности производства колесных слитков на МНЛЗ
13. Конструкция и сортамент железнодорожных колёс
14. Преимущества и недостатки литых и цельнокатаных железнодорожных колёс

## **5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

По каждому разделу дисциплины предусмотрена текущая аттестация. Текущая аттестация проводится в форме заданий для самостоятельного выполнения и контрольных мероприятий.

По дисциплине предусмотрены следующие мероприятия:

- Домашние задания - 9 семестр

Домашнее задание по разделу 1 "Технология производства бесшовных труб"

По дисциплине предусмотрены следующие мероприятия - 10 семестр (УК-11.1, УК-8.1, УК-7.1, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.2):

Текущий контроль (10 семестр) по разделу 3 "Технология производства сварных труб малого и среднего диаметра", разделу 4 "Технология производства сварных прямошовных труб большого диаметра" и разделу 5 "Технология производства железнодорожных колёс" (УК-11.1, УК-8.1, УК-7.1, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.2) включает в себя выполнение домашнего задания.

- Курсовой проект 10 семестр:

Примеры тем для курсовой работы:

1. Разработка технологического режима производства широкополосового проката размерами 5,0×1200 мм из стали класса прочности Х60 в условиях стана 1950;
2. Разработка технологического режима производства толстолистового проката размерами 25,0×4200×10000 мм из стали 09Г2С в условиях стана 5000;
3. Разработка технологического процесса производства сварных труб в линии ТЭСА 40-133 в условиях АО «ВМЗ»;
4. Технологический процесс производства сварных труб большого диаметра в линии в условиях пресса подгибки кромок линии ТЭСА 1420 в условиях АО «ВМЗ»;
5. Разработка технологического процесса производства железнодорожных колёс диаметром 957 мм в условиях КПЦ АО «ВМЗ»

Пример задания выполнения курсового проекта:

Тема: Технологический процесс производства сварных труб большого диаметра в условиях пресса подгибки кромок ТЭСА 1020 в условиях АО «ВМЗ».

Исходные данные (в том числе проектная и технологическая документация, и основная литература): Трубы электросварные прямошовные диаметром 508-1067, ТИ 22-ТР.ТС-40-2011. С.В. Самусев, А.Н. Фортунатов – Расчёт параметров процесса производства труб большого диаметра по способу «УОЕ»: Учебное пособие для практических занятий – ВФ НИТУ МИСИС, 2017 – 99с. Машины и агрегаты трубного производства: Учебное пособие для вузов/ А.П. Коликов, В.П. Романенко, С.В. Самусев и др. – М.: МИСИС, 2007. – 536 с., Теория и технология производства стальных труб. Часть 1 – Лабораторный практикум / С.В. Самусев, А.Н. Фортунатов, В.П. Пахомов ВФ МИСИС, 2020 – 97 с.; Основы теории и технологических процессов ОМД и трубного производства /Е.А. Харитонов и др. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2017 – 172 с.

1. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- 1.1. Проектные решения технического характера:

- Профильный и марочный сортамент производимый на трубосварочном агрегате 1020, требования к готовому изделию;
- Требование предъявляемые к исходной заготовке;
- Технология производства сварных прямошовных труб большого диаметра в условиях ТЭСА 1020;
- Формоизменение трубной заготовки на прессе подгибки кромок и возможные дефекты;
- Конструкция оборудования и работа участка пресса подгибки кромок ТЭСА 1020;
- Рабочий инструмент пресса, выбор его под сортамент, настройка и марка стали.



**1.2. Расчетная часть:**

- Геометрические параметры очага формоизменения заготовки на прессе и рабочего инструмента.
- Напряжённое и деформированное состояния металла очага подгибки кромок для различного сортамента;
- Определение работы изгиба и усилия прессов при формоизменении трубной заготовки;
- Кинематические и энергосиловые параметры работы пресса;
- Расчёт на прочность гидроцилиндров пресса;
- Рекомендации к совершенствованию процесса по выбранному сортаменту.

**1.3. Вопросы организационного, экономического и социального характера:**

- Система оплаты труда в цехе;
- Индивидуальные средства защиты рабочего в цехе;
- Техничко-экономические показатели линии ТЭСА 1020.

**1.4. Графическая часть:**

- Общий вид пресса подгибки кромок ТЭСА 1020;
- Чертёж рабочего инструмента пресса.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационные билеты состоит из двух теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

Пример экзаменационного билета:

Билет 1

1. Производство бесшовных горячекатанных труб на ТПА с непрерывным раскатным станом
2. Технологическая схема производства толстых листов на специализированных толстолистовых станах

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Методика оценивания домашних работ:

Оценка "зачтено" - разделы индивидуального задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка "не зачтено" - разделы индивидуального задания выполнены не в полном объёме, имеются недочёты в оформлении заданий.

На экзамене (9 семестр) оценивается уровень теоретических знаний обучающегося и развития его творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания к решению практических задач (при ответах на вопросы(задания) экзаменационного билета, дополнительные вопросы (при необходимости), также учитываются результаты работы обучающегося в течение учебного семестра)

Для оценивания уровня освоения учебного материала по дисциплине "Технологические процессы обработки металлов давлением" используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса (программы практики);
- свидетельствует о способности самостоятельно критически оценивать основные положения курса и увязывать теорию с практикой.

Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе дисциплины;
- о знании рекомендованной литературы: основной и дополнительной;
- содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала, а также не выполнившего требования по освоению курса.

На зачете (10 семестр) оценивается работа обучающегося по изучению учебного материала в течение семестра, выявляется уровень освоения им учебного материала лекций, практических, лабораторных занятий по результатам текущего контроля успеваемости.

Для оценивания уровня освоения учебного материала по дисциплине "Технологические процессы обработки металлов давлением" используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса (программы практики);
- свидетельствует о способности самостоятельно критически оценивать основные положения курса и увязывать теорию с практикой.

Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе дисциплины;
- о знании рекомендованной литературы: основной и дополнительной;
- содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:



- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;  
 - затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;  
 - стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.  
 Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала, а также не выполнившего требования по освоению курса.

К защите курсового проекта допускается студент выполнивший текущий контроль успеваемости - 10 семестр, а так же оформивший работу в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ.

Методика оценивания домашних работ:

Оценка "зачтено" - разделы задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка "не зачтено" - разделы задания выполнены не в полном объеме, имеются недочеты в оформлении заданий.

Курсовой проект оценивается на открытом заседании комиссии.

При оценке курсового проекта комиссия принимает во внимание:

1. Правильность расчетов в пояснительной записке, техническую грамотность оформления документации и ясность описания.
2. Качество графической части курсового проекта (соблюдение норм и положений ЕСКД, ГОСТов по машиностроительному черчению), тщательность и четкость выполнения чертежей.
3. Самостоятельность работы студента, грамотное использование специальной литературы.
4. Равномерность работы студента по выполнению отдельных этапов курсового проекта.
5. Содержание и четкость доклада по проекту на заседании комиссии.
6. Ответы на вопросы членов комиссии.

Результаты защиты оглашаются в присутствии всех студентов на открытом заседании комиссии.

Оценка «отлично» - выполнены все требования к написанию и защите курсового проекта: правильно выполнены расчеты в пояснительной записке, качественно выполнена графическая часть проекта, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» - основные требования к курсовому проекту и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в графической части курсового проекта; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к курсовому проекту. В частности, допущены фактические ошибки в содержании курсового проекта, в расчетах и графической части проекта или при ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - тема курсового проекта не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание курса.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                                                             | Заглавие                                                                                                                   | Библиотека           | Издательство, год                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| ЛП.1 | Романенко В.П.                                                                  | Технология и оборудование колесопрокатного производства: Учебное пособие                                                   | Методические пособия | Выкса, 2019                       |
| ЛП.2 | Осадчий В.Я., Вавлин А.С. Осадчий В.Я., Вавлин А.С., Зимовец В.Г., Коликов А.П. | Технология и оборудование трубного производства: учебное пособие                                                           | Электронный каталог  | Москва Интернет Инжиниринг, 2001  |
| ЛП.3 | Романцев Б.А. Б.А.Романцев, А.В.Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев           | Трубное производство: учебник                                                                                              | Электронный каталог  | Москва Изд.Дом МИСИС, 2011        |
| ЛП.4 | Целиков А.И. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др.                    | Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.3 Машины и агрегаты для производства и отделки проката: учебник | Электронный каталог  | Москва Альянс, 2018               |
| ЛП.5 | Коликов А.П. А.П. Коликов, Б.А. Романцев, А.С. Алещенко                         | Обработка металлов давлением: теория процессов трубного производства: учебник                                              | Электронный каталог  | Москва Изд.Дом НИТУ "МИСИС", 2019 |

| 6.1.2. Дополнительная литература                                             |                                                                                        |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
|                                                                              | Авторы, составители                                                                    | Заглавие                                                                                                                                        | Библиотека           | Издательство, год                 |
| Л2.1                                                                         | Романенко В.п.,Лазарев М.А.                                                            | Раскатка кольцеобразных изделий, колёс и колёсопрокатные станы горизонтального типа.: Учебное пособие                                           | Методические пособия | Выкса, 2012                       |
| Л2.2                                                                         | Королёв А.А.                                                                           | Механическое оборудование прокатных и трубных цехов: учебник для вузов                                                                          | Электронный каталог  | Москва Металлургия, 1986          |
| Л2.3                                                                         | Гарбер Э.А.                                                                            | Производство проката.Том 1.Книга 1.Производство холоднокатаных полос и листов (сортамент, теория, технология, оборудование): справочное издание | Электронный каталог  | Москва Теплотехник, 2007          |
| Л2.4                                                                         | Романцев Б.А.,Гончарук А.В.,Алещенко А.С.<br>Романцев Б.А.,Гончарук А.В.,Алещенко А.С. | Винтовая прошивка в трубном производстве: учебное пособие                                                                                       | Электронный каталог  | Москва Изд.Дом НИТУ "МИСИС", 2017 |
| Л2.5                                                                         | Бибик Г.А.,Иоффе А.М. Бибик Г.А.,Иоффе А.М.,Праздников А.В.,Староселецкий М.И.         | Производство железнодорожных колес: учебное пособие                                                                                             | Электронный каталог  | Москва Металлургия, 1982          |
| 6.1.3. Методические разработки                                               |                                                                                        |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
|                                                                              | Авторы, составители                                                                    | Заглавие                                                                                                                                        | Библиотека           | Издательство, год                 |
| Л3.1                                                                         | Самусев С.В.,<br>Фортунатов А.Н.                                                       | Моделирование процесса формовки труб большого диаметра по способу "UOE": учебное пособие                                                        | Методические пособия | Выкса, 2018                       |
| Л3.2                                                                         | Романенко В.П.,<br>Харитонов Е.А.,<br>Волков М.А                                       | Оборудование комплексов для производства железнодорожных колёс (технологические и прочностные расчёты): Учебное пособие                         | Методические пособия | Выкса, 2010                       |
| Л3.3                                                                         | Самусев С.В.,<br>Фортунатов А.Н.,<br>Макарова А.И.                                     | Расчёт технологических параметров и оборудования для различных компоновок непрерывных ТЭСА: Сборник задач                                       | Методические пособия | Выкса, 2009                       |
| Л3.4                                                                         | С.В.Самусев,<br>А.Н.Фортунатов                                                         | Расчет параметров процесса производств труб большого диаметра по способу "UOE":. Учеб.пособие для практических занятий.                         | Методические пособия | Выкса:, 2017                      |
| Л3.5                                                                         | Вавилкин Н.М,<br>Бухмиров В.В.<br>Вавилкин Н.М,<br>Бухмиров В.В.                       | Прошивная оправка: научное издание                                                                                                              | Электронный каталог  | Москва МИСИС, 2000                |
| 6.3 Перечень программного обеспечения                                        |                                                                                        |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
| П.1                                                                          | MS Teams                                                                               |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
| П.2                                                                          | MS Office                                                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
| П.3                                                                          |                                                                                        |                                                                                                                                                 |                      |                                   |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных |                                                                                        |                                                                                                                                                 |                      |                                   |

|     |                                                                                                                                             |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| И.1 | ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА - <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>                                                  |
| И.2 | Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» - URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |
| И.3 | Открытое образование - <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>                                                                |

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение                                            | Оснащение                                                                                                |
|------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Технологические процессы обработки металлов давлением | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска<br>комплект тематических презентаций, доступ к интернету |
| 6    | Технологические процессы обработки металлов давлением | Компьютеры, доступ к интернету                                                                           |
| 35   | Технологические процессы обработки металлов давлением | "Лаборатория<br>Доска классическая - 1шт., компьютер - 1шт., проектор -                                  |

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, лабораторных работ, курсового проекта, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях, лабораторных работах и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.).

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Методические указания к оформлению домашних и лабораторных работ, курсового проекта приведены в методическом пособии - №105 Правила оформления письменных работ мероприятий текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (заданий контроля самостоятельной работы студентов, отчетов по практикам, курсовых работ/проектов, научно-исследовательских работ) - Выкса 2020г [http://elibrary.misis.ru/action.php?](http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12459)

kt\_path\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12459 (НТБ МИСИС)