

Рабочая программа утверждена  
 решением Учёного совета  
 ВФ НИТУ "МИСиС  
 от «31» августа 2020г.  
 протокол №1-20

## Рабочая программа дисциплины (модуля) **Теория управляемого пластического деформирования и формовки**

Закреплена за кафедрой Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия  
 Профиль Обработка металлов давлением

Форма обучения **очная**  
 Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**  
 Часов по учебному плану 144 Формы контроля в семестрах:  
 в том числе: экзамен 5 семестр  
 аудиторные занятия 72  
 самостоятельная работа 36  
 часов на контроль 36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 5 (3.1) |     |     |     |
|---|---------|-----|-----|-----|
| Неделя                                    | 18      |     |     |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп  | рп  |
| Лекции                                    | 36      | 36  | 36  | 36  |
| Лабораторные                              | 18      | 18  | 18  | 18  |
| Практические                              | 18      | 18  | 18  | 18  |
| Итого ауд.                                | 72      | 72  | 72  | 72  |
| Контактная работа                         | 72      | 72  | 72  | 72  |
| Сам. работа                               | 36      | 36  | 36  | 36  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36  | 36  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Зиновьев Александр Васильевич;*

*дтн, Профессор, Галкин Сергей Павлович;*

*Доцент, Fortunatov Александр Николаевич*

Рабочая программа

**Теория управляемого пластического деформирования и формовки**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallurgy , ОМ-19.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС"  
28.02.2019, протокол № 6-19

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 29.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Самусев С.В.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Научить анализировать процессы обработки металлов и сплавов давлением. Описывать механизмы управляемого пластического деформирования и формовки. 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.04  |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1             | Теория обработки металлов давлением   |
| 2.1.2             | Материаловедение 1 часть  |
| 2.1.3             | Производственная практика. Часть 1  |
| 2.1.4             | Сопrotивление материалов  |
| 2.1.5             | Кристаллофизика   |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Технологические процессы обработки металлов давлением   |
| 2.2.2             | Технология производства проката   |
| 2.2.3             | Методы исследования процессов пластической деформации   |
| 2.2.4             | Научно-исследовательская работа   |
| 2.2.5             | Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД  |

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

|   |  |
|---|--|
| <b>ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания</b>  |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ОПК-1.1-31 Виды образовательных и информационных технологий; основные законы  |  |
| ОПК-1.1-32 Основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам           |  |
| <b>ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>    |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ПК-3.1-31 Основы технологических процессов в ОМД  |  |
| <b>УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности</b>  |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| УК-6.1-31 Основные понятия, идеи, методы, законы фундаментальных наук   |  |
| <b>ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>    |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| ПК-3.1-У1 Уметь анализировать температурно-деформационные параметры технологического процесса производства полупродукта |  |
| <b>ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания</b>  |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| ОПК-1.1-У1 Рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена                                     |  |
| <b>УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности</b>  |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| УК-6.1-У1 Использовать знания для решения задач; использовать законы в области фундаментальных наук                     |  |

| <b>ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>                   |   |                |       |                       |                          |            |
|--|---|----------------|-------|-----------------------|--------------------------|------------|
| <b>Владеть:</b>  |   |                |       |                       |                          |            |
| ПК-3.1-В1 Владеть способностью разрабатывать температурно-деформационные параметры технологического процесса производства полупродукта |   |                |       |                       |                          |            |
| <b>УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности</b>                 |   |                |       |                       |                          |            |
| <b>Владеть:</b>  |   |                |       |                       |                          |            |
| УК-6.1-В1 Основными методами естественнонаучных и фундаментальных наук; закономерности каждой классической предметной области          |   |                |       |                       |                          |            |
| <b>ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания</b>   |   |                |       |                       |                          |            |
| <b>Владеть:</b>  |   |                |       |                       |                          |            |
| ОПК-1.1-В1 Основами фундаментальных общинженерных знаний; методами статистической обработки информации                                 |   |                |       |                       |                          |            |
| ОПК-1.1-В2 Методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области теплообмена          |   |                |       |                       |                          |            |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>   |   |                |       |                       |                          |            |
| Код занятия  | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции           | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
| <b>Раздел 1. Теория продольной прокатки</b>  |   |                |       |                       |                          |            |
| 1.1  | Теория продольной прокатки. Разновидности процесса прокатки. Виды очага деформации. Внеконтактная деформация. Деформационные параметры. Упругое сплющивание валков. Условие захвата металла валками. /Лек/  | 5              | 2     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.1 Л1.3Л2.1            |            |
| 1.2  | Изучение очага деформации 2-х валкового прошивного стана, расчет коэффициентов деформации /Лаб/   | 5              | 2     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1<br>Э1           |            |
| 1.3  | Кинематические условия продольной прокатки. Анализ перемещения металла в очаге деформации. Опережение и отставание. Нейтральный угол. Скорость деформации при прокатке. /Лек/   | 5              | 3     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3                     |            |
| 1.4  | Упругие деформации рабочей клетки /Лаб/   | 5              | 6     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3<br>Э1               |            |
| 1.5  | Напряженное и деформированное состояние при прокатке. Анализ напряжений и деформаций при прокатке. Распределение деформаций в области пластического течения в зависимости от высоты очага деформации. Явление уширения. Методики расчета и анализ при плоской прокатке и прокатке в калибрах. /Лек/ | 5              | 3     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1                 |            |
| 1.6  | Изучение неравномерности пластической деформации /Лаб/  | 7              | 4     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3<br>Э1               |            |
| 1.7  | Явление трения. Распределение напряжений по длине дуги контакта. Давление, усилие, момент и мощность прокатки. /Лек/  | 5              | 3     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1                 |            |
| 1.8  | Методики определения энергосиловых параметров при горячей и холодной прокатке. Лимитирующие факторы. Основные принципы выбора технологического  | 5              | 3     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1                 |            |
| 1.9  | Решения задач по расчету деформационных, скоростных, температурных параметров и энергосиловых параметров при горячей и холодной продольной прокатке /Пр/  | 5              | 8     | УК-6.1 ОПК-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1                 |            |

|      |   |   |    |                           |                                     |  |
|------|---|---|----|---------------------------|-------------------------------------|--|
| 1.10 | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение домашних работ /Ср/  | 5 | 14 | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.3Л2.1<br>Э1                      |  |
|      | <b>Раздел 2. Теория прессования</b>   |   |    |                           |                                     |  |
| 2.1  | Теория прессования. Классификация процессов по кинематике течения. Напряженно-деформированное состояние. Анализ явлений трения. /Лек/   | 5 | 5  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3               |  |
| 2.2  | Методика расчета энергосиловых параметров при прессовании. Учет лимитирующих факторов процесса. Задача оптимизации. /Лек/   | 5 | 5  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1Л2.3                            |  |
| 2.3  | Решение задач по расчету усилия прессования /Пр/  | 5 | 6  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1Л2.3                            |  |
| 2.4  | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение домашних работ /Ср/  | 5 | 12 | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1Л2.1 Л2.3<br>Э1                 |  |
|      | <b>Раздел 3. Теория формовки труб</b>   |   |    |                           |                                     |  |
| 3.1  | Классификация способов формовки труб большого диаметра (на прессах, на станах и на вальцах), их особенности. Требования к геометрическим параметрам сформованной трубной заготовки. Виды инструмента оборудования процессов формоизменения, настройка, марка стали. /Лек/ | 5 | 6  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.3               |  |
| 3.2  | Определение и оценка геометрических параметров и напряженно-деформированного состояния при производстве труб прессовой формовкой. /Пр/  | 5 | 4  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1 Л1.2Л2.3                       |  |
| 3.3  | Определение и анализ параметров геометрии заготовки при нагрузке и разгрузке. Напряженно-деформированного состояния металла трубной заготовки при изгибе её на прессе /Лаб/   | 5 | 6  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.3Л3.1<br>Э1          |  |
| 3.4  | Энергосиловые параметры и энергетические затраты при производстве труб прессовой формовкой. Методика определения /Лек/  | 5 | 4  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.2Л2.3                            |  |
| 3.5  | Технология производства одношовных и двухшовных труб с применением процесса непрерывной формовки, особенности. Калибровка технологического инструмента Производство спиралешовных труб. Методики определения деформационных и энергосиловых параметров. /Лек/             | 5 | 2  | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1Л2.3                            |  |
| 3.6  | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение домашних работ /Ср/   | 5 | 10 | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.2Л2.3<br>Э1                      |  |
|      | Контроль  | 5 | 36 | УК-6.1 ОПК<br>-1.1 ПК-3.1 | Л1.1<br>Л1.2Л1.3Л2.1<br>Л2.2Л2.3 Э1 |  |

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПРИЛОЖЕНИЕ)**

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека          | Издательство, год                   |
|------|---|--|---------------------|-------------------------------------|
| Л1.1 | Романцев Б.А.<br>Гончарук А.В.,<br>Вавилкин Н.М.,<br>Самусев С.В. | Обработка металлов давлением: учебник                            | Электронный каталог | Москва Издательский Дом МИСиС, 2008 |
| Л1.2 | Осадчий В.Я.,<br>Вавлин А.С.,<br>Зимовец В.Г.,<br>Коликов А.П.    | Технология и оборудование трубного производства: учебное пособие | Электронный каталог | Москва Интернет Инжиниринг, 2001    |
| Л1.3 | Целиков А.И.,<br>Никитин Г.С.,<br>Рокотян С.Е.                    | Теория продольной прокатки: учебник                              | Электронный каталог | Москва Альянс, 2018                 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека          | Издательство, год                  |
|------|---|---|---------------------|------------------------------------|
| Л2.1 | Алпин Ю.Г.,<br>Перфилов В.И.,<br>Петров П.А.,<br>Рябов В.А.,<br>Филиппов Ю.К. | Сопротивление деформации и пластичность при ОМД: учебник                      | Электронный каталог | Москва Машиностроение, 2011        |
| Л2.2 | Коликов А.П.,<br>Романенко В.П. ,<br>Самусев С.В.                             | Машины и агрегаты трубного производства: учебное пособие                      | Электронный каталог | Москва МИСиС, 1998                 |
| Л2.3 | А.П. Коликов,<br>Б.А. Романцев,<br>А.С. Алещенко                              | Обработка металлов давлением: теория процессов трубного производства: учебник | Электронный каталог | Москва Изд. Дом НИТУ "МИСиС", 2019 |

#### 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 "ЖСОЕ": учебное пособие | Методические пособия | Выкса, 2019       |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э1 | ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (МИСиС), №105 Правила оформления письменных работ мероприятий текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (заданий контроля самостоятельной работы студентов, отчетов по практикам, курсовых работ/проектов, научно- | <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459</a> |
|----|--|---|

### 6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

|     |                        |
|-----|------------------------|
| П.1 | Windows 7 Professional |
| П.2 | Microsoft Office 2007  |
| П.3 | антивирусное ПО Dr.Web |
| П.4 | MS Teams               |
| П.5 | LMS Canvas             |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>                                    |
| И.2 | Научная электронная библиотека МИСиС - URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>            |
| И.3 | Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн»- URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |

| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ |   |   |
|--|---|---|
| Ауд.                                   | Назначение  | Оснащение   |
| 1                                      | Теория управляемого пластического деформирования и формовки | доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.), экран - 1шт., ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, комплект тематических презентаций и видеоматериалов   |
| 35                                     | Теория управляемого пластического деформирования и формовки | доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (10 шт.), стул (20 шт.)<br>ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций<br>Оборудование: универсальная настольная испытательная машина, 20 кН, твердомер ТКМ-359, металлографический микроскоп с цифровой камерой, 40-1600 кр. увел., настольный отрезной станок, настольный ручной шлифовально-полировальный станок, электролитическая установка для электротравления образцов, комплекс оборудования установка ОМД-3, лабораторный формовочный стан 20-40, набор инструментов слесарно-монтажный, лебедка ручная червячная TOR VS 500 0,5 т 25 м, комплект шаблонов для замера профиля |
| 46                                     | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся            | доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.)<br>ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio  |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности обучающихся достигается индивидуализацией домашних заданий. Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point. На практических занятиях и при выполнении лабораторных работ 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. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Методические указания к оформлению домашних заданий и лабораторных работ 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?t\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12459](http://elibrary.misis.ru/action.php?t_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12459) (НТБ МИСиС)

