

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Луганской Народной Республики  
«Донбасский государственный технический университет»  
Факультет металлургического и машиностроительного производства  
Кафедра обработки металлов давлением и металловедения

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии ДонГТУ

  
\_\_\_\_\_ **А.М. Зинченко**  
« 26 » \_\_\_\_\_ февраля \_\_\_\_\_ 2019 г.



## **ПРОГРАММА профессионального аттестационного экзамена**

при поступлении на обучение по ОП ВПО – магистратуры  
на основе ВПО – бакалавриата, специалитета

Код и наименование укрупненной группы  
направлений подготовки – 22.00.00 «Технологии материалов»

Код и наименование направления  
подготовки – 22.04.02 «Металлургия»  
Магистерская программа «Обработка металлов давлением»

Рассмотрено и одобрено на заседании  
кафедры ОМД и М, протокол №5 от 18.01.19 г.

Председатель профессиональной  
аттестационной комиссии

  
\_\_\_\_\_ **П.Н. Денищенко**

Алчевск, 2019

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по специальности «Обработка металлов давлением».

## Металловедение

**Основные механические свойства металлов. Атомное строение металлов. Кристаллизация металлов и сплавов. Фазы и структуры в металлических сплавах. Пластическая деформация.**

Цели и задачи курса при подготовке специалиста по ОМД. Основные механические свойства и короткая характеристика методов их определения.

Металлическое состояние. Типичные кристаллические решетки металлов. Полиморфизм металлов. Явление анизотропии свойств кристаллов. Квазиизотропия поликристаллического тела. Дефекты кристаллического строения металлов. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Объемные дефекты. Механизм диффузии.

Общие закономерности кристаллизации металлических расплавов. Степень переохлаждения. Модифицирование. Форма металлических кристаллов. Строение металлического слитка.

Строение фаз в металлических сплавах. Твердые растворы и химические соединения.

Пластическая деформация. Структурные изменения металлов и сплавов при холодной деформации. Влияние нагрева на строение и свойства металлов в деформированном состоянии. Возврат и рекристаллизация. Критическая степень деформации.

**Диаграммы состояния металлических систем. Фазовые и структурные превращения металлических сплавов. Виды превращений.**

Диаграммы состояния двойных сплавов, методы их построения. Правило фаз Гиббса.

Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью в твердом состоянии. Кристаллизация твердых растворов. Правило концентраций и отрезков.

Диаграммы состояния с эвтектической кристаллизацией (ограниченной растворимостью в твердом состоянии). Механизм эвтектического превращения.

Диаграмма состояния с перетектической кристаллизацией. Диаграммы состояния для сплавов, образующих стойкие и неустойчивые химические соединения.

Диаграммы состояния для сплавов, которые испытывают полиморфные превращения. Эвтектоидные и перетектоидные превращения.

Диаграммы состояния 2х-компонентных систем с ограниченной растворимостью в твердом состоянии и разнообразными превращениями. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния (правило Курнакова).

**Структура и свойства железа и железных сплавов.**

Строение и свойства компонентов, фаз и структурных составляющих железоуглеродистых сплавов.

Диаграмма состояния железо-углерод и ее характеристика. Основные превращения.

Кристаллизация сталей и твердофазные превращения в сталях. Выделения аустенита, феррита, цементита и перлитное превращение.

Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.

Сталь разных способов производства. Раскисление металла. Строение и качество спокойной, полуспокойной, кипящей стали. Способы разлива.

Классификация, маркировка, области применения углеродистых сталей.

Кристаллизация и твердофазные превращения в белых чугунах. Структура и свойства белых чугунов. Получение, структура, свойства и маркировка серых чугунов. Половинчатый чугун.

Получение, структура, свойства, маркировка высокопрочных и ковких чугунов. Структура и свойства стальных и чугунных прокатных валов.

### **Структура и свойства легированных сталей.**

Легированные стали. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация, строение, свойства, маркировка и области применения легированных сталей.

Конструкционные и инструментальные стали. Стали и сплавы со специальными свойствами. Структура и свойства марганцевых и никелевых сталей. Диаграммы состояния Fe — Mn, Fe — Ni. Структура и свойства хромоникелевых и кремнистых сталей. Диаграммы состояния Fe — Cr — Ni, Fe — Si.

### **Структура и свойства цветных металлов и сплавов.**

Медь и сплавы на ее основе. Маркировка и области применения медных сплавов. Алюминий и сплавы на его основе. Маркировка и области применения алюминиевых сплавов. Титан и сплавы на его основе. Маркировка и области применения титановых сплавов.

### **Механические свойства металлов и сплавов и методы их определения.**

Основные механические свойства металлов и сплавов. Критерии оценки прочности материалов: конструктивная и конструкционная прочность материалов. Классификация методов определения механических свойств.

Статические испытания: испытание на растяжение, сжатие, изгиб и кручение.

Динамические испытания: испытание на ударную вязкость; другие виды динамических испытаний.

Методика определения твердости. Разные методы определения твердости.

Испытание на усталостное разрушение.

**Атомно-кристаллическое строение. Элементы кристаллографии. Реальное строение металлов. Точечные дефекты; их влияние на свойства металлов и сплавов. Линейные дефекты.**

Атомно-кристаллическое строение: типы кристаллических решеток. Кристаллографические плоскости и направления. Определение индексов кристаллографических плоскостей и направлений.

Реальное строение металлов. Классификация дефектов кристаллического строения. Основные виды дефектов. Их короткая характеристика.

Виды точечных дефектов: вакансии, примесные атомы внедрения и замещения, межузельные атомы. Подвижность точечных дефектов. Механизмы возникновения точечных дефектов. Образование вакансий по Шоттки и по Френкелю. Влияние точечных дефектов на механические свойства металлов и сплавов. Зависимость подвижности точечных дефектов от температуры.

Основные типы дислокаций: краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Перемещение дислокаций скольжением и переползанием. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Атмосферы Коттрелла и Снука.

Торможение дислокаций. Взаимодействие дислокаций друг с другом: взаимодействие дислокаций одного знака и разных знаков; взаимодействие дислокаций с перпенди-

кулярным вектором Бюргерса. Образование подвижных и неподвижных порогов. Перемещение и взаимодействие винтовых и смешанных дислокаций.

**Основы пластической деформации. Механизм холодной деформации. Разупрочнение деформированного металла при нагревании.**

Деформация скольжением, двойникованием. Другие виды деформации: сложнообразованными, сброс, вторичное скольжение.

Пластическая деформация монокристаллов из ГЦК, ГПУ и ОЦК решетками. Три стадии упрочнения: стадия легкого скольжения, линейного упрочнения и параболического упрочнения.

Деформационное упрочнение поликристалла. Влияние скорости деформации, легирования на процесс деформации. Особенности деформации углеродистых и легированных сталей.

Разупрочнение холоднодеформированных металлов при нагреве: процессы рекристаллизаций, протекающие при нагреве холоднодеформированного металла: отдых, возврат, полигонизация, первичная, собирательная и вторичная рекристаллизации.

**Особенности горячей деформации. Особенности деформации углеродистых и легированных сталей.**

Особенности горячей деформации. Процессы, которые протекают при горячей деформации укрепления и разупрочнения металла. Динамическая рекристаллизация. Влияние условий окончания деформации на структуру и свойства горячедеформованного металла. Зависимость между размером зерна и приобретаемыми механическими свойствами.

Особенности деформации и кристаллизации сталей во время обработки на машинах непрерывного литья заготовок.

Классификация дефектов деформированной стали.

Неметаллические включения: оксиды, сульфиды, нитриды и т.д. Причины их возникновения, их влияние на структуру и свойства.

Макродефекты: трещины, расслоения, ликвация и т.д.

Деформационное старение: процессы, которые происходят при деформационном старении.

## **Термообработка**

**Фазовые превращения при термической обработке. Химикотермическая обработка стали. Классификация видов термической обработки. Технология отжига 1-го и 2-го рода.**

Понятие критических точек при нагревании сталей. Диффузионный механизм образования аустенита при нагревании. Зерно аустенита.

Диффузионный распад переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение аустенита. Механизм и кинетика превращения. Остаточный аустенит в закаленной стали.

Отпуск закаленной стали, стадии процесса отпуска. Структура и свойства отпущенной стали. Отпускная хрупкость.

Основные процессы в металлах при химико - термической обработке: диссоциация сочетаний с образованием активного элемента, адсорбция и диффузия насыщающего элемента в поверхностном слое. Технология цементации стали и термической обработки цементируемо-

го изделия. Азотирование стали. Структура и свойства азотированного слоя. Нитроцементация стали.

Классификация методов термической обработки сталей.

Отжиг первого рода: гомогенизирующий, рекристаллизационный и для снятия напряжений. Отжиг второго рода: полный, неполный, изотермический, сфероидизирующий и нормализационный.

**Практика термической обработки. Технология закалки и отпуска закаленной стали. Термическая обработка конструкционных и инструментальных сталей.**

Способы закалки сталей: с непрерывным охлаждением, первичная, поверхностная и изотермическая закалка с обработкой холодом. Цель, режимы обработки. Структура и свойства сталей при каждом виде закалки. Отпуск закаленной стали: низкий, средний и высокий.

Практика использования ХТО для укрепления поверхностного слоя деталей.

Термическая обработка цементируемых, азотированных, пружинных и шарикоподшипниковых конструкционных сталей.

Термическая обработка для режущего, штампового и измерительного инструмента.

Термомеханическая обработка. Высокотемпературная термомеханическая обработка. Низкотемпературная термомеханическая обработка. Формирование структуры и свойств в результате разных видов ТМО.

Термическая обработка чугуна и цветных металлов и сплавов.

## Теоретические основы ОМД

**Характеристика методов обработки металлов давлением.** Волочение, прессование, прокатка, ковка, листовая штамповка и объемная штамповка.

**Физические основы обработки металлов давлением.** Кристаллическое строение металлов. Механизмы пластической деформации монокристаллов. Механизмы пластической деформации поликристалла. Упрочнение при холодной деформации. Кривые упрочнения. Деформация при повышенных температурах. Возврат и рекристаллизация. Виды деформации при обработке металлов давлением. Пластичность. Влияние температуры на сопротивление деформации и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла. Механическая схема деформации. Влияние механической схемы деформации на усилие деформации и пластичность. Условие постоянства объема. Степень деформации и смещенный объем. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивление деформации. Влияние предыдущей деформации, дробности деформации, масштаба на пластичность. Сверхпластичность.

**Внешнее трение при обработке металлов давлением.** Роль трения при обработке металлов давлением. Механизмы трения. Влияние технологических параметров на величину сил трения. Методы экспериментального определения коэффициента сухого трения.

**Неравномерность деформации.** Причины неравномерности деформации. Закон дополнительных напряжений Губкина. Влияние формы инструмента и деформируемого тела. Влияние внешнего трения. Влияние неоднородности свойств металла. Остаточные напряжения. Правило наименьшего сопротивления. Упругое несовершенство.

**Аналитические методы определения деформирующих усилий и деформации.** Общие положения. Решение дифференциальных уравнений совместно с уравнением пластичности. Метод решения приближенных уравнений равновесия и уравнения пластичности.

Метод работ. Вариационные методы. Энергетические методы. Экспериментальные методы определения усилий и деформаций. Общие положения. Определение полного усилия. Определение нормальных и касательных напряжений на контактных поверхностях. Определение деформаций и напряжений в объеме тела. Методика разработки технологических процессов обработки металлов давлением. Общие положения. Рациональные схемы технологических процессов. Режимы холодной обработки давлением .

## **Основы теории прокатки**

Теоретические проблемы прокатного производства. Определение и классификация процессов прокатки. Процесс продольной прокатки. Характеристики деформации и параметры очага деформации. Стадии процесса прокатки. Характеристики условий процесса прокатки в трех стадиях. Условия захвата металла валками и условия постоянного процесса прокатки. Способы повышения захватывающей способности валков. Условия захвата в калибрах. Особенности внешнего трения при прокатке, его значение. Влияние разных факторов на величину коэффициента трения. Экспериментальное определение коэффициента трения при прокатке. Соотношение коэффициентов трения при захвате и установившемся процессе. Расчетные методы определения коэффициента трения при прокатке.

Распределение скоростей течения металла в установившемся процессе прокатки. Опережение и отставание. Влияние технологических параметров на опережение и отставание. Неравномерность деформации при продольной прокатке. Методы исследования неравномерности деформации. Зона прилипания как один из основных критериев наличия неравномерности деформации при прокатке. Неравномерность деформации и качество изделий. Поперечное течение металла при продольной прокатке. Виды уширения, значения уширения. Влияние разных факторов на величину уширения. Формулы для расчета уширения. Характеристика напряженно-деформированного состояния металла при прокатке. Особенности напряженно-деформированного состояния металла на кромках полосы, при прокатке с большими углами захвата.

Энергосиловые параметры продольной прокатки. Нормальные контактные напряжения и их распределение по поверхности контакта. Дифференциальное уравнение прокатки и методы его решения. Теории контактных сил трения. Теоретическое определение контактных напряжений при прокатке. Определение средних контактных напряжений по Целикову А. И. Формулы для определения средних контактных напряжений. Определение сопротивления деформации при горячей прокатке. Определение предела текучести при холодной прокатке. Определение контактного давления при прокатке с учетом сплющивания. Влияние разных факторов на величину контактного давления. Определение контактного давления при прокатке в калибрах. Усилие прокатки. Момент и мощность прокатки. Использование кривых удельной затраты энергии в практических расчетах.

Особые случаи процесса прокатки: прокатка с натяжением, прокатка в валках разного диаметра, прокатка с одним неприводным валком. Условия захвата, кинематика и энергосиловые параметры в этих процессах.

## Оборудование цехов ОМД

Состав оборудования прокатных цехов. Оборудование основное и вспомогательное. Прокатный стан, агрегат, машина. Прокатная клеть. Состав главной линии прокатной клетки. Состав вспомогательного оборудования прокатных цехов. Назначение и разновидности правильных машин, ножниц и пил, моталок и разматывателей, технологического транспорта.

Виды главных линий. Классификация прокатных станов по расположению прокатных клеток. Классификация прокатных станов по режимам работы. Классификация прокатных станов по назначению.

Рабочая клеть. Основные узлы и детали рабочей клетки. Классификация рабочих клеток по расположению валков. Валки рабочих клеток: их основные размеры, материал и технология изготовления. Опоры валков рабочих клеток. Условия работы и требования. Подшипники скольжения открытого типа. Подшипники скольжения закрытого типа. Виды подшипников качения и их свойства. Подшипники качения для прокатных валков. Конструкция подшипниковых узлов.

Нажимные механизмы: их назначение и классификация по скорости, виду исполнительного органа и вида привода. Основные параметры и конструктивные особенности быстросходных нажимных механизмов. Конструкция и параметры тихоходных нажимных механизмов. Строение гидравлических нажимных механизмов.

Уравновешивающие устройства, их назначения и виды. Конструкция грузовых, пружинных и гидравлических устройств. Преимущества и недостатки каждого вида. Механизмы для осевой регулировки и фиксации. Разновидности и области применения каждого типа.

Станины рабочих клеток. Типы станин, их основные элементы. Материал станин. Установка рабочих клеток на фундаменте.

Привалковая арматура. Устройства и механизмы для перевалок.

Шпиндели: их назначение, условия работы и классификация по типу шарнира. Шпиндели с шарнирами Гука, типа Кардано, шариковые и роликовые, типа удлиненных зубчатых муфт, треновые.

Шестерные клетки, их назначения и классификация. Конструкция шестеренных клеток.

Технологический транспорт прокатных цехов: слитковозы, рольганги и шлепперы. Виды рольгангов по назначению. Основные параметры рольгангов. Конструкция рольгангов с групповым и индивидуальным приводом. Особенности конструкции приемных, станинных и печных рольгангов.

Шлепперы и холодильники, их основные параметры. Строение шлепперов: канатных, цепных и с несущими цепями. Холодильники мелкосортных станков.

Манипуляторы и кантователи. Назначение и разновидности. Конструкция манипуляторов обжимных и листовых станков. Конструкции манипуляторов сортовых станков. Крюковые и угловые кантователи блюмингов. Поворотные механизмы. Петледержатели, их назначение и устройство.

Правильные машины, их классификация и конструкции.

Ножницы прокатных цехов: с параллельными ножами, гильотинные, дисковые, с криволинейными ножами. Дисковые пилы. Летучие ножницы: барабанные, планетарные, рычажно-кривошипные, рычажно - качающиеся. Дисковые пилы.

Моталки для полос: роliko-барабанные, с намоточно-натяжными барабанами, свертыватели. Моталки для сорта и проволоки: осевые и тангенциальные.

## Технология процессов прокатки

Структура и перспективы развития технологии производства проката. Общая схема производства проката. Основные схемы получения полупродукта (слиток - обтискиный состояние, МНЛЗ, литейно - прокатные агрегаты).

Классификация прокатной продукции. Стали и сплавы для прокатки. Сортамент полос, листов, жести. Основные технические требования. Требования к точности размеров листового проката. Требования к химическому составу и механическим свойствам листовой стали. Требования к качеству поверхности.

Общие положения калибровки прокатных валков. Задачи калибровки. Классификация калибров по форме, назначению и способу вреза в валки. Элементы калибра. Расположение калибров на валках, начальный диаметр и средняя линия валков, линия прокатывания, давление валов. Определение нейтральной линии калибра.

Системы вытяжных калибров: прямоугольных, ромб-квадрат, ромб-ромб, овал - квадрат, шестиугольник - квадрат, овал - ребровый овал, овал-круг, овал - овал и другой. Преимущества и недостатки применения.

**Обжимно - заготовительное производство.** Назначение блюминга. Сортамент слитков и блюмов. Типы блюмингов, их характеристика. Типичные блюминги. Схемы расположения оборудования. Состав оборудования.

Технология прокатывания в условиях универсальных слябингов. Энергосиловые параметры во время прокатывания слитков на универсальных слябингах.

Технологический процесс: продолжительность нагрева слитков, слиткоподача, процесс прокатки, огневая зачистка блюмов в потоке, резка, уборка и маркировка металла. Требования к продукции.

Способы калибровок валков блюминга. Преимущества и недостатки. Построение ящичковых калибров, размещения их на валках.

Расчеты режимов обжатий по условиям увлечения, прочности валков, нагрева двигателей. Выбор схемы кантовок. Температурный режим прокатки.

Определение производительности блюминга. Диаграммы скоростей прокатки и их анализ. Числа оборотов при захвате и выбросе. Тройное условие В.А. Тягунова. Машинное время, паузы, ритм прокатки. Проверка режима обжатий по условиям нагрева двигателей. Среднеквадратичный момент прокатки. Нагрузочные диаграммы прокатки. Расчет производительности.

Назначение заготовочных станков. Типы заготовочных станков, их характеристика. Сортамент заготовок. Требования к продукции. Особенности технологического процесса на непрерывных состояниях (НЗС) заготовок с групповым и индивидуальным поводом. Производство заготовок на МНЛЗ для сортовых станков. Преимущества и недостатки процесса, перспективы развития.

Задачи калибровки валков НЗС. Константа калибровки. Определение константы калибровки по клетям. Определение уширения в калибрах разной формы. Корректировка размеров калибров. Составление таблиц калибровки.



**Сортопрокатное производство.** Рельсобалочные и универсальные балочные станы. Сортамент продукции. Типы рельсобалочных станов. Рельсобалочные станы нового и старого типа. Особенности технологии на этих станах. Особенности обработки рельсов: горячий изгиб, холодная правка, фрезерование концов, сверловка отверстий. Термообработка рельсов. Процесс замедленного охлаждения, изотермическая выдержка.

Среднечортные и крупносортовые станы. Сортамент продукции, типы станов: линейные, зигзагообразные, шахматные, полунепрерывные, непрерывные. Оборудование и технология прокатки.

Мелкосортные состояния. Сортамент продукции. Типы станов: линейные, полунепрерывные, непрерывные. Оборудование и технология прокатки. Применение обводных аппаратов на линейных и полунепрерывных станах при прокатке простых и фасонных профилей.

Проволочные станы. Сортамент продукции. Типы проволочных станов, применение чистовых блоков. Технологический процесс. Двухстадийное охлаждение. Термообработка катанки в потоке.

Калибровка круглой стали. Сортамент. Допуски по геометрическим размерам. Способы прокатки и калибровки круглой стали. Системы черновых калибров ромб-квадрат, овал-квадрат, овал-ребровый овал. Построение черновых и чистовых калибров. Особенности прокатки и калибровки круглой стали больших размеров.

Калибровка квадратной стали. Сортамент, допуски по геометрическим размерам. Расчет калибровки в системе ромб-квадрат. Построение черновых и чистовых калибров.

Калибровка полосы. Сортамент, допуски по геометрическим размерам. Схемы прокатки полосы. Построение калибров. Особенности прокатки и калибровки на непрерывных штрипсовых станах.

Калибровка неравнополочной и равнополочной угловой стали. Сортамент, допуски за геометрическими размерами. Методы калибровки угловой стали. Определение числа проходов и коэффициентов деформации по проходам, уширение полос, углов закрытия полок. Построение калибров с развернутыми полками. Определение нейтральной линии калибров. Составление таблицы калибровки.

Калибровка двутавровых балок. Сортамент, допуски по геометрическим размерам. Способы прокатки и калибровки валков. Условия деформации в открытых и закрытых фланцах. Определения вытяжки и прироста фланцев, уширения по стенке, вытяжек по стенке и фланцам, размеров калибров, высоты начальной заготовки. Построение калибров. Нейтральная линия калибров. Особенности прокатки балок в универсальных калибрах.

Калибровка швеллерной стали. Сортамент, допуски по геометрическим размерам. Способы прокатки швеллера. Расчет калибровки швеллера. Выбор системы калибровки в зависимости от условий конкретного стана. Определение числа проходов, коэффициентов деформации по проходам, размеров ложных фланцев, приращения действительных фланцев, уширения по стенке. Определение размеров калибров, размеров начальной заготовки. Типы контрольных калибров. Нейтральная линия калибров. Построение калибров. Особенности прокатки швеллеров с применением обводных аппаратов.

Калибровка рельсов. Сортамент, допуски по геометрическим размерам. Современные методы калибровки. Назначение тавровых калибров. Типы рельсовых калибров. Определение размеров калибров, размеров начальной заготовки.

Особенности прокатки и калибровки специальных профилей: автообвода, шпунтовой сваи, таврового, периодических и других профилей.

**Листопрокатное производство.** Развитие, характеристика и размещение оборудования толстолистовых станов. Технология прокатывания листов в условиях толстолистовых станов. Схемы прокатки толстых листов и особенности деформирования металла. Энергосиловые и кинематические параметры процесса прокатки на толстолистовых станах. Расчеты режимов обжата при прокатке толстых листов. Профилировка рабочих и опорных валков. Термическая обработка толстолистовой стали. Техничко-экономические показатели производства толстолистовой стали.

Характеристика и расположение оборудования широкополосных непрерывных и полунепрерывных станов. Технология прокатки полос в условиях широкополосных станов. Особенности прокатки в непрерывных группах широкополосных станов. Энергосиловые параметры прокатки на широкополосных станах. Режимы обжата при прокатке в черновых и чистовых группах широкополосных станов. Профилировка рабочих и опорных валков.

Прокатка полосовой стали в условиях станов с моталками в печах, и в условиях планетарных станов. Окончательная отделка горячекатанной полосовой стали. Техничко-экономические показатели производства горячекатанной полосовой стали.

Производство полосовой и листовой стали в условиях станов холодной прокатки. Общая характеристика технологического процесса и оборудование цехов холодной прокатки. Очистка горячекатаных полос от окалины. Характеристика станов холодной прокатки. Технология холодной прокатки. Технологические масла и охлаждающие жидкости.

Энергосиловые параметры во время холодной прокатки. Расчеты режимов обжата во время холодной прокатки полос и листов. Профилизации рабочих и опорных валков. Термическая обработка холоднокатаной стали. Дрессировка холоднокатаной стали. Окончательная отделка холоднокатаной стали. Техничко-экономические показатели производства холоднокатаной стали.

Технология производства двухслойных листов путем горячей прокатки. Технология производства двухслойных листов путем холодной прокатки. Экономическая целесообразность производства двухслойных листов.

**Трубопрокатное производство.** Цели и задачи курса при подготовке специалиста по ОМД. Сортамент бесшовных труб и их назначения. Трубопрокатные агрегаты для производства бесшовных труб. Процесс прошивки заготовки в гильзу.

Горячая прокатка бесшовных труб на пилигримном и автоматическом станах. Прокатка труб на трубонеперерывных станах. Основное оборудование пилигримного, автоматического и трубонеперерывного станов. Их характеристики и сортамент выпускаемых на агрегатах для прессования.

Производство сварных труб. Сортамент станов для производства сварных труб. Основные средства производства сварных труб. Электродуговая сварка под флюсом. Сварка с прямым и спиральным швом. Характеристики станов для сварки труб и их назначения. Сортамент холоднокатаных труб.

Холодная прокатка и волочение труб.

Оборудование для холодной прокатки и волочения, их характеристика, назначение. Сортамент холоднокатаных труб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев А.П. «Металловедение», М: Metallurgy, 1986 г.
2. Лахтин Ю.М. «Металловедение и ТО», М: Metallurgy, 1983
3. Новиков И. И. Теория термической обработки металлов и сплавов, М., Машиностроение, 1986г.
4. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. М.: Metallurgy.-1978 г.-360 с.
5. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Москва. «Машиностроение», 1979. – 425 с.
6. Грудев А.П. Теория прокатки.- М.: Metallurgy.-1988. 240 с.
7. Теория продольной прокатки// А.И. Целиков и др. - М.: Metallurgy.- 1980.- 319 с.
8. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. М.: Metallurgy, 1985.- 480с.
9. Машины и агрегаты металлургических заводов. т.3. /Целиков А.И. и др. М.: Metallurgy, 1988.-680с.
10. Технология прокатного производства: Учебное пособие. / В.М.Клименко, А.М.Онищенко, А.А.Минаев, В.С.Горелик - К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989, - 311 с.
11. Чекмарев А.П., Мутьев М.С., Машковцев Р.А. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов.- М.: Metallurgy, 1971. - 512 с.
12. Прокатное производство: Учебник для вузов. 3-е издание. / Полухин П.И., Федосов Н.М., Королев А.А. и др. - М.: Metallurgy, 1982.- 696 с.
13. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов.- М.: Metallurgy, 1987. - 368 с.
14. Сафьян М.М., В.Л. Мазур., Сафьян А.М., Молчанов А.И. Технология процессов прокатки и волочения. Листопрокатное производство – К: Вища школа, 1988.-350 с.
15. Голованенко С.А Меандров Л.В., Производство биметаллов. – М.: Metallurgy, 1982.
16. Савранский К.Н., Налча Г.И., Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. – М.: Metallurgy, 1977 – 310 с.
17. Сафьян М.М. Прокатка широкополосной стали. – М.: Metallurgy, 1969 – 460 с.
18. Друян В.М., Гуляев Ю.Г., Чукмасов С.А. Теория и технология трубного производства. Учебник. – Днепропетровск, РИА «Днепр-ВАЛ», 2001. – 544 с.