

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

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

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра машин металлургического комплекса



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по
учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прокатное оборудование

(наименование дисциплины)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

(код, наименование направления)

Металлургическое оборудование

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целями освоения дисциплины являются обучение и подготовка для производственной и исследовательской деятельности в области разработки, эксплуатации, ремонта, технического обслуживания, модернизации основного и вспомогательного оборудования для производства и отделки проката.

Дисциплина «Прокатное оборудование» является предшествующей для освоения дисциплин: практикум по эксплуатации и ремонту металлургического оборудования, практикум по сталеплавильному оборудованию, практикум по прокатному оборудованию, НИРС, производственная практика.

Задачи изучения дисциплины «Прокатное оборудование»:

Знать: состав, структуру, свойства и применение материалов; способы химико-термической обработки; основы подхода, принципы и методы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; основные виды деформаций при нагружении элементов конструкций; основные расчетные формулы и способы их получения; физическую сущность всех используемых величин и их размерности; основные типы соединений деталей машин (резьбовые, сварные, с натягом, шпоночные, шлицевые, зубчатые); основные типы и характеристики механических передач - зубчатых, ременных, цепных, винтовых; основные типы и область применения подшипников качения и скольжения, муфт; способы смазки и смазочные материалы узлов машин, типичные виды отказов; методы расчета и проектирования узлов и деталей машин общего назначения; типовые конструкции узлов машин; теоретические основы металлургических процессов; основные металлургические технологии, структуру металлургических комплексов, грузопотоки; виды природных ресурсов (сырья) для металлургических производств.

Уметь: выбирать материалы и способы их химико-термической обработки в зависимости от эксплуатационного назначения деталей; применять теоретические знания к решению конкретных задач на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; рационально избирать формы элементов конструкции с целью экономического использования материалов; составлять расчетные схемы нагружения узлов; определять усилия, моменты, напряжения и перемещения, действующие на детали машин; рассчитывать конструктивные параметры деталей машин из условия прочности и жесткости; разрабатывать компоновочные схемы, сборочные чертежи и чертежи общего вида типовых редукторов и механических передач; разрабатывать рабочие чертежи типовых деталей; разрабатывать рациональные кинематические схемы механизмов, рациональные компоновки машин и приводов на основе кинематических, силовых расчетов; применять методы кинематических, силовых, прочностных расчетов при проектировании и конструировании машин и оборудования.

Владеть навыками: разработки типовых технологических процессов обработки деталей; определения напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и деталей машин при различных воздействиях с

помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники и готовых программ; выбора конструкционных материалов и форм; расчета на прочность и долговечность узлов и деталей машин; эскизного, технического и рабочего проектирования узлов машин; обработки экспериментальных данных; назначения точностных параметров для типовых соединений в машиностроении; разработки и оформления проектной и конструкторской документации; эскизного проектирования металлургического комплекса (участка).

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-4) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (профиль подготовки «Металлургическое оборудование»). Дисциплина реализуется кафедрой машин металлургического комплекса.

Программа дисциплины строится на предпосылке, что:

- студенты обладают элементарными знаниями в области информационных технологий и работе в сети Интернет;
- студенты обладают знанием теоретических основ в области конструирования машин и агрегатов.

Курс является одним из многочисленных курсов для ознакомления студентов в области механизации и автоматизации производственных процессов металлургического производства. Компетенции, освоенные студентами в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы для дальнейшего изучения дисциплин профессионального цикла «Эксплуатация металлургического оборудования», «Ремонт металлургического оборудования», «Практикум по эксплуатации и ремонту оборудования» и использования в дальнейшей производственной деятельности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), лабораторные (18 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (126 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре (очная форма обучения). Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 6 зачетные единицы, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.), практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (202 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре (заочная форма). Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Процесс изучения дисциплины «Прокатное оборудование» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Способен координировать проведение технического обслуживания и ремонта технологического оборудования в подразделениях металлургического комплекса	ПК-4	ПК-4.1 Знать технологию производства, производственные мощности, технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы оборудования металлургического предприятия, правила его эксплуатации. ПК-4.2 Уметь находить оптимальные варианты решения при использовании средств, необходимых для технического обслуживания, эксплуатации и ремонта металлургического оборудования

4 Объём и виды занятий по дисциплине

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

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

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

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	126	126
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	–	–
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к домашнему заданию	–	–
Подготовка к коллоквиуму	18	18
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к экзамену	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	216
	з.е.	6

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Классификация прокатных станов);
- тема 2 (Механизмы и узлы рабочей клетки прокатного стана);
- тема 3 (Детали и узлы привода валков рабочей клетки);
- тема 4 (Ножницы и дисковые пилы);
- тема 5 (Правильные машины и прессы);
- тема 6 (Моталки. Машины и механизмы для передвижения слитков и проката).

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

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Классификация прокатных станов	Сортамент прокатной продукции. Прокатный стан. Основное и вспомогательное оборудование. Общее строение главной линии прокатного стана. Машины и механизмы поточных технологических линий цеха.	2	–	–	Лаб. раб. №1. Изучение конструкции главной линии горизонтальной клетки дуо лабораторного прокатного стана	2
		Классификация рабочих клеток по числу валков и расположению их в клетки. Классификация прокатных станов по назначению и расположению рабочих клеток.	2	ПР. №1. Расчеты валка клетки дуо сортового и листового стана	6	–	–
		Состав оборудования обжимных, заготовительных, сортовых и листовых станов горячей прокатки.	2	–	–	Лаб. раб. №2. Изучение конструкции рабочих клеток прокатных станов и конструктивных особенностей привода универсальных и комбинированных клеток	2
2	Механизмы и узлы рабочей клетки прокатного стана	Общее строение главной линии рабочей клетки. Варианты строения при безредукторном и индивидуальном приводе валков. Усилие прокатки и факторы, его определяющие. Момент и мощность прокатки. Прокатные валки.	2	–	–	Лаб. раб. №3. Изучение конструкции нажимных механизмов рабочих клеток	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Основные размеры, материалы и требования к валкам обжимных, заготовочных, сортовых и листовых (рабочих и опорных валков) станов горячей прокатки. Расчеты валков на прочность.					
		Подшипники прокатных валков. Подшипники скольжения открытого и закрытого типа, подшипники жидкостного трения (ПЖТ). Конструкция ПЖТ. Условия образования режима жидкостного трения. Разновидность подшипников закрытого типа – подшипники гидростатические и гидростатодинамические. Подшипники качения прокатных валков. Типы подшипников, конструкция подшипниковых узлов, регулировка зазоров, смазка.	2	ПР. №2. Расчеты нажимного механизма	6	–	–
		Нажимные механизмы винтового типа: быстроходные и тихоходные. Конструкция. Нажимные винты и гайки. Расчеты привода электромеханического нажимного механизма. Механизмы для уравнивания валков. Типы механизмов: грузовые, гидравлические и пружинные, область их применения. Гидроаккумуляторы. Станины рабочих клетей. Типы. Основные размеры. Материал. Расчеты станины закрытого типа на прочность. Безстанинные клетки.	2	–	–	Лаб. раб. №4. Настройка уравнивающего устройства верхнего валка	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3	Детали и узлы привода валков рабочей клетки	Шпиндели. Требования к шпинделям. Типы. Конструкции универсальных шпинделей: с шарнирами на бронзовых вкладышах, на крестовинах с подшипниками качения и скольжения, шаровых, роликовых. Зубчатые и треновые шпиндели.	2	–	–	Лаб. раб. №5. определение силы и крутящего момента прокатки экспериментально-аналитическим методом	4
		Расчеты универсального шпинделя на бронзовых вкладышах на прочность. Уравновешивание шпинделей. Типы и область их применения.	2	ПР. №3. Шпиндельное соединение, проверочный расчет	6	–	–
		Шестеренные клетки и редукторы. Материалы шестерен. Конструкции станин и подшипников шестеренных клеток. Редукторы рабочей линии прокатного стана. Комбинированные шестеренные клетки-редукторы.	2	–	–	Лаб. раб. №6. исследования условий захвата металла валками при прокатке	2
4	Ножницы и дисковые пилы	Ножницы с параллельными ножами. Конструкции ножниц с верхним и нижним резом. Определение усилия резания параллельными ножами. Ножницы с наклонным ножом. Классификация. Область применения. Определение усилия резания наклонным ножом. Классификация ножниц с верхним и нижним подвижным ножом, со станинами закрытого и открытого типа. Особенности привода ножниц с наклонным ножом.	2	–	–	Лаб. раб. №7. изучение конструкции дисковых ножниц и определение энергосиловых параметров резания	4

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Дисковые ножницы. Усилие и момент резания, мощность двигателя привода дисковых ножей. Конструкция двухпарных и многопарных дисковых ножниц. Кромкокрошительные ножницы. Летучие ножницы. Назначение. Классификация. Регулирование длины полосы, которая отрезается на ножницах. Барабанные летучие ножницы для резания листа и мелкого сорта. Кривошипно-рычажные летучие ножницы без и с механизмом пропуска реза. Конструкция и работа ножниц с механизмами выравнивания скоростей ножей и полосы. Планетарные и маятниковые летучие ножницы.	2	ПР. №4. Конструкция и расчеты гильотинных ножниц	6	–	–
		Дисковые пилы. Принцип действия. Область применения. Типы дисковых пил в зависимости от механизма подачи: маятниковые, салазковые, рычажные, роторные. Расчеты диска на прочность, усилие резания, мощность двигателя привода.	2	–	–	–	–
5	Правильные машины и прессы	Листоправильные машины. Типы и область применения машин с параллельным и наклонным расположением роликов. Теория правки: моменты, которые изгибают полосу при упругом, пластическом и упругопластическом изгибе полосы. Усилия, которые действует	2	–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		на ролики правильных машин. Мощность привода машины. Конструкция роликовых листопрямильных машин. Растяжные листопрямильные машины.					
		Сортопрямильные роликовые машины открытого и закрытого типов. Машины для правки профилей в двух плоскостях и правки косым изгибом. Особенности расчетов усилий, изгибающих моментов и мощности правки сортовых профилей. Сортопрямильные прессы.	2	ПР. №5. Расчеты подшипника жидкостного трения, обоснование и выбор посадки	6	–	–
		Слитковозы обжимных станов. Рольганги. Механизмы для поперечного перемещения длинных полос проката. Манипуляторы и кантователи обжимных станов. Толкатели для перемещения заготовок и коротких раскатов.	2	–	–	–	–
6	Моталки. Машины и механизмы для передвижения слитков и проката	Моталки. Свертывающие машины; роликовые моталки. Роликовые барабанные моталки для горячей полосы. Способы создания натяжения полосы. Тянущие ролики. Конструкции барабана. Механизм изменения размера барабана. Проволочные и мелкосортные моталки. Конструкция и работа моталок с недвижимым бунтом и бунтом, который вращается.	2	–	–	–	–
		Слитковозы обжимных станов. Челночная и кольцевая слиткоподачи. Конструкции	2	ПР. №6. Усилие и мощность	6	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p>слитковозов. Способы движения на криволинейных участках путей с малым радиусом.</p> <p>Рольганги. Назначение рольгангов. Групповой и индивидуальный привод роликов. Классификация рольгангов по назначению. Рабочие рольганги обжимных станов. Станинные ролики. Пакетирующие рольганги. Рольганги-холодильники толстолистовых станов. Конструкция и материал роликов. Расчеты мощности природа роликов. Расчеты ролика рабочего рольганга на прочность.</p>		листоправильной машины			
		<p>Механизмы для поперечного перемещения длинных полос проката. Канатные и цепные шлепперы. Область применения. Конструкции. Холодильники мелкосортных и среднесортных станов</p> <p>Роликовые холодильники. Системы и устройства для транспортировки рулонов.</p> <p>Манипуляторы и кантователи обжимных станов. Назначение, конструкция. Кинематические схемы и конструкции.</p> <p>Манипуляторы и кантователи рельсобалочных и крупносортовых станов.</p> <p>Кантователи толстых листов. Кантователь рулонов. Кинематические схемы и конструкции механизмов.</p>	2	–	–	–	–
	Всего аудиторных часов		36	–	36	–	18

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Прокатные станы. Рабочая линия. Рабочая клеть. Сортамент. Классификация клетей. Основные механизмы.	Сортамент прокатной продукции. Прокатный стан. Основное и вспомогательное оборудование. Общее строение главной линии прокатного стана. Классификация рабочих клетей по числу валков и расположению их в клетях. Классификация прокатных станов по назначению и расположению рабочих клетей. Состав оборудования обжимных, заготовительных, сортовых и листовых станов горячей прокатки.	3	ПР. №1. Расчеты валка клетки дуо сортового и листового стана	4	–	–
2	Основы процесса прокатки. Полное и среднее давление металла на валок. Расчет рабочего валка на прочность.	Общее строение главной линии рабочей клетки. Усилие прокатки и факторы, его определяющие. Момент и мощность прокатки. Прокатные валки. Основные размеры, материалы и требования к валкам обжимных, заготовочных, сортовых и листовых (рабочих и опорных валков) станов горячей прокатки. Расчеты валков на прочность. Особенности расчетов листовых рабочих и опорных валков.	3	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			6	–	4	–	–

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

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modu1.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

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

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-4	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

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

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 50 баллов;
- практические работы – всего 20 баллов;
- лабораторные работы – всего 30 баллов.

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

Экзамен по дисциплине «Прокатное оборудование» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

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

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0-59	неудовлетворительно
60-73	удовлетворительно
74-89	хорошо
90-100	отлично

6.2 Домашнее задание

Домашние задания не предусмотрены.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости (тестового коллоквиума №1 и №2)

1. Какой параметр принят для классификации сортопрокатного стана по размеру:

- а) диаметр бочки валка;
- б) длина бочки валка;
- в) максимальная толщина проката;
- г) максимальная ширина проката.

2. По какой из следующих формул определяют изгибающий момент бочки валка листового стана дуо:

$$\text{а) } M_{из} = \frac{Pl}{4}; \quad \text{б) } M_{из} = Px\left(1 - \frac{x}{a}\right);$$

$$\text{в) } M_{из} = \frac{P}{4}\left(a - \frac{b}{2}\right); \quad \text{г) } M_{из} = \sigma_m \frac{\pi D^3}{32}.$$

3. По какому признаку классифицируют тихоходные нажимные механизмы:

- а) по типу редуктора;
- б) по типу привода;
- в) по скорости передвижения валка;
- г) по типу резьбы винтовой пары.

4. С какой целью зубья шестеренной пары редуктора главного привода клетки выполняют косыми:

- а) для бесшумной работы;
- б) для увеличения прочности зуба;
- в) для устранения осевой нагрузки на подшипники;
- г) для устранения ударов в зацеплении.

5. В какой последовательности работают ножницы с параллельными ножами с нижним резом:

- а) оба ножа двигаются на встречу друг с другом одновременно;
- б) сначала двигается вверх суппорт нижнего ножа, а затем – вниз суппорт верхнего ножа;

в) сначала двигается вниз суппорт верхнего ножа, а затем – вверх суппорт нижнего ножа;

г) суппорт верхнего ножа неподвижен, суппорт нижнего ножа двигается вверх, а затем – вниз.

6. Почему усилие резания парой дисковых ножей в два раза меньше усилия резания на гильотинных ножницах при равных прочих условиях:

- а) т. к. дисковые ножницы имеют две пары ножей;
- б) т. к. оба дисковые ножа подвижные;
- в) т. к. оба ножа имеют одинаковый угол наклона;

г) т. к. площадь резания в дисковых ножницах в два раза меньше, чем в гильотинных.

7. Какой способ расположения опорных роликов относительно рабочих применяют в машинах для горячей правки толстых листов:

- а) попарное;
- б) шахматное;
- в) смешанное;
- г) параллельное.

8. Какое назначения манипуляторов:

- а) для поворота листа;
- б) для поворота бруса вокруг продольной оси;
- в) для перемещения проката вдоль бочки валка;
- г) для перемещения раската с рольганга на рольганг.

9. Какой тип роликов применяют для рабочих рольгангов обжимных станков:

- а) кованные;
- б) пустотелые с закованными цапфами;
- в) сварные;
- г) с насаженной бочкой из чугуна.

10. По какой из следующих формул определяют среднее контактное давление металла на валки:

- а) $p = \frac{F_r}{ld}$;
- б) $p = \frac{4(1,2...1,4)G}{z\pi d^2}$;
- в) $p = m_b n_\sigma \sigma$;
- г) $pv = [pv]$.

11. Какой режим работы рабочей клетки обжимного стана:

- а) реверсивный;
- б) нереверсивный;
- в) с натяжением;
- г) периодический.

12. Какое масло применяют для тяжело нагруженных ПЖТ:

- а) УТ;
- б) ИП-1;
- в) П-28;
- г) И-12.

13. По какой формуле рассчитывают напряжения в стойке станины закрытого типа:

- а) $\sigma = \left(\frac{y l_1}{4} - M_0 \right) / W_1$;
- б) $\sigma = \frac{Pl}{0,4d^3}$;
- в) $\sigma = \frac{y}{2F_2} + \frac{M_0}{W_2}$;
- г) $\sigma = \frac{M_{из}}{W_{из}}$.

14. Какого типа шпиндели следует применить на чистовых клетях мелкосортных и проволочных станков, работающих при больших скоростях (до 2000 мин⁻¹):

- а) с шарнирами на бронзовых вкладышах;
- б) с шарнирами на подшипниках качения;

- в) шариковые (или роликовые) шпиндели;
 - г) зубчатые шпиндели.
15. Назначение прижима ножниц с параллельными ножами:
- а) уменьшение изгиба разрезаемого металла;
 - б) уменьшение усилия резания;
 - в) уменьшение усилия, распирающего ножи;
 - г) уменьшение косины реза.
16. В каком случае применяются летучие ножницы:
- а) при отрезании боковых кромок листа;
 - б) при высокой скорости резки;
 - в) при резке на мерные длины двигающейся полосы;
 - г) при резке на мерные длины полосы с остановкой.
17. Какой способ расположения опорных роликов относительно рабочих применяют в машинах холодной правки листов и полос:
- а) попарное;
 - б) шахматное;
 - в) смешанное;
 - г) параллельное.
18. Какой тип роликов применяют для транспортных рольгангов листовых станов:
- а) кованные;
 - б) пустотелые с закованными цапфами;
 - в) сварные;
19. Какой режим работы рабочих клеток крупносортового стана 600 «АМК»:
- а) реверсивный;
 - б) нереверсивный;
 - в) с натяжением;
 - г) периодический.
20. Какого типа рабочая клетка слябинга 1150:
- а) двухвалковая;
 - б) четырехвалковая;
 - в) многовалковая;
 - г) универсальная.
21. Чем создается высокое давление в гидроцилиндрах уравнивания верхнего вала:
- а) насосом;
 - б) компрессором;
 - в) гидроаккумулятором;
 - г) от сети.
22. Какой из материалов используется для изготовления валков обжимного стана:
- а) СПХН-45;
 - б) ЛШН-50;

в) 60ХН;

г) 9ХФ.

23. Какого типа шпиндели применяют для привода валков обжимных станков:

а) с шарнирами на бронзовых вкладышах;

б) с шарнирами на подшипниках качения;

в) универсальные шариковые (роликовые);

г) зубчатые.

24. Какое назначение механизма пропуска реза летучих ножниц:

а) для работы в режиме запусков;

б) для увеличения длины отрезаемых кусков полосы;

в) для работы в непрерывном режиме.

25. Из какой марки стали изготавливают ножи дисковых ножниц с твердостью после термообработки 60HRC:

а) 9Х;

б) 6ХНМ;

в) 5ХВС;

г) 5Х2ВС.

26. Какое назначение кантователя:

а) для поворота листа вокруг вертикальной оси;

б) для поворота проката вокруг продольной оси;

в) для перемещения проката вдоль бочки валка;

г) для перемещения раската с рольганга на рольганг.

27. Какого типа крюковый кантователь рабочей клетки 1250 обжимного цеха «АМК»:

а) кривошипно-коромыслового типа с приводом на линейке манипулятор;

б) с канатным приводом;

в) дифференциально-реечный;

г) кривошипно-коромысловый с телескопическим шпинделем.

28. Какой материал используют для изготовления рабочих роликов листопрямильной машины диаметром 400мм:

а) 55Х;

б) 9Х;

в) 12ХНЗА;

г) 45.

29. По какой формуле можно определить угол захвата металла валками:

а) $\cos \alpha_0 = 1 - \frac{\Delta h + \Delta}{2R}$; б) $\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D}$; в) $\alpha = \frac{\alpha_0}{2} \left(1 - \frac{\gamma}{\alpha_0}\right)$; г) $\alpha = \frac{\alpha_0}{2}$.

30. Какой параметр принят для классификации непрерывно-заготовочного стана:

а) диаметр бочки валка;

б) длина бочки валка;

в) максимальная толщина заготовки;

г) максимальная ширина заготовки.

31. Основное требование к тихоходным нажимным механизмам:

- а) точность установки валка;
- б) скорость установки валка;
- в) износоустойчивость винтовой пары;
- г) предупреждение самоотвинчивания.

32. Какого типа шпинделя применяют для привода валков толстолистовых станков:

- а) с шарнирами на подшипниках качения;
- б) с шарнирами на бронзовых вкладышах;
- в) шариковые (роликовые) шпиндели;
- г) зубчатые шпиндели.

33. Назначение прижима ножниц с наклонным ножом:

- а) уменьшение изгиба разрезаемого листа;
- б) уменьшение усилия резания;
- в) уменьшение распирающего ножи усилия;
- г) уменьшение косины реза.

34. Из какой марки стали изготавливают рабочие ролики ЛПМ с диаметром 90 мм:

- а) 55Х;
- б) 9Х;
- в) 12ХН3А;
- г) 45.

35. Какой из перечисленных ниже типов крюковых кантователей обладает простотой и отсутствием ударов в звеньях:

- а) кривошипно-коромыслового типа с приводом на линейке манипулятора;
- б) дифференциально-реечный;
- в) с канатным приводом;
- г) кривошипно-коромысловый с телескопическим шпинделем.

36. Какого типа масло используют для высокоскоростных ПЖТ:

- а) П-28;
- б) ПС-28;
- в) УТ;
- г) И50А.

37. Какой толщины лист (полоса) прокатывается на широкополосном стане:

- а) тонкий;
- б) средний;
- в) толстый;
- г) тонкий, средний и толстый.

38. Какой из нижеследующих станков предназначен для прокатки тонкого и толстого листа:

- а) двухклетевой стан 2250;
- б) двухклетевой стан 3000;

- в) 15-клетьевого стан 600;
г) 11-клетьевого стан 1700.

39. В каком случае обеспечивается захват металла валками без пробуксовки:

- а) $tg\alpha > \mu$; б) $tg\alpha = \mu$; в) $\mu > tg\alpha$.

40. Какой тип резьбы применяется для винтовых пар нажимных механизмов рабочих клеток станов горячей прокатки:

- а) метрическая;
б) трубная;
в) упорная;
г) трапециидальная.

41. Для чего шейки валков на ПЖТ изготавливают коническими:

- а) для смазки шейки через наибольшие радиальные отверстия;
б) для удобства демонтажа;
в) для увеличения диаметра шейки по галтели;
г) для увеличения прочности и удобства демонтажа.

42. Основной недостаток воздушного аккумулятора:

- а) требуется компрессор;
б) требуется насос высокого давления;
в) являясь сосудом высокого давления небезопасен в работе.

43. По какой из следующих формул определяют статически неопределимый момент в углах станины закрытого типа:

$$а) M_n = \frac{y l_1}{4} - M_0; \quad б) M_0 = \frac{y l_1}{8} \frac{1}{1 + \frac{I_1 \cdot l_2}{I_2 \cdot l_1}};$$

$$в) M_{cm} = M_{np} + M_{mp}; \quad г) M_c = \frac{F_{max} x D}{2U_m \eta_m}.$$

44. Какой из шпинделей позволяет максимальный угол перекося:

- а) универсальный с шарнирами на бронзовых вкладышах;
б) универсальный с шарнирами на подшипниках качения;
в) зубчатый;
г) универсальный шаровой.

45. Какая из дисковых пил обладает наибольшей производительностью:

- а) маятниковая;
б) салазковая;
в) рычажно-четырёхзвенная;
г) роторная.

46. По какой из формул определяют мощность деформации правки роликовой ЛПМ:

$$а) P_{np} = \sigma_m h b v; \quad б) P_{np} = \frac{\sigma_m^2}{2E} v b h k_{def}; \quad в) P_{np} = \frac{\sigma_m^2}{2E} v s k_{def}.$$

47. В каком случае применяют слитковоз с опрокидывателем:

- а) при кольцевой слиткоподаче;

- б) при челночной слиткоподаче;
- в) при большой массе слитка;
- г) при малой массе слитка.

48. По какому из уравнений определяют абсолютное обжатие:

а) $\varepsilon = 1 - \frac{1}{\lambda}$; б) $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0}$; в) $\Delta h = h_0 - h_1$; г) $\Delta b = b_1 - b_0$.

49. В каком из перечисленных ниже подшипников для смазки применяют воду:

- а) подшипник качения;
- б) подшипник скольжения с металлическими вкладышами;
- в) текстолитовый подшипник скольжения;
- г) ПЖТ.

50. В рабочих клетях каких станов применяют быстроходное нажимное устройство:

- а) тонколистовой горячей прокатки;
- б) двадцативалковый;
- в) холодной прокатки;
- г) обжимной.

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Укажите перспективы развития технологии и оборудования для производства проката?
2. Охарактеризуйте компоновки технологических линий прокатных станов?
3. Каким образом классифицируют прокатные клетки по количеству и расположению валков?
4. Каким образом классифицируют прокатные клетки по назначению?
5. Каким образом классифицируют прокатные клетки по их расположению и компоновкам в станах?
6. Дайте определение главной линии прокатного стана? Назначение и характеристика составляющих привода?
7. Что называют станиной прокатной клетки? Основы расчета на прочность и деформацию?
8. Перечислите типы нажимных механизмов клеток? Назначение, сравнительная характеристика.
9. Охарактеризуйте быстроходные и тихоходные нажимные механизмы с электромеханическим приводом, их конструктивные схемы, технологические параметры.
10. Опишите последовательность расчета мощности привода электромеханического нажимного устройства.
11. Охарактеризуйте комбинированные и гидравлические нажимные устройства, компоновки, каким образом обеспечивается точность установки валков в процессе прокатки?

12. Нажимные винты и гайки, конструкции, материалы. Каким образом определяются их геометрические параметры.
13. Опишите особенности расчета нажимных винтов и гаек на прочность и деформацию.
14. Дайте определение упругой деформации и модуля жесткости прокатной клетки?
15. В чем заключается расчет прокатной клетки на опрокидывание?
16. От чего зависит выбор материала прокатного вала, режима термообработки, типа и конструктивных особенностей для различных клеток и станов.
17. Укажите особенности определения геометрических размеров прокатных валков при условии соизмеримости размеров заготовки и диаметра бочки рабочего вала.
18. Укажите особенности определения геометрических размеров прокатных валков листовых станов холодной прокатки.
19. В чем заключается расчет на прочность валков с гладкой и комбинированной бочкой 2-х валковых клеток?
20. Опишите основы расчета валков на прочность и деформацию многовалковых клеток?
21. Типы шпиндельных соединений? Перечислите условия и ограничения применения шпиндельных соединений различных типов.
22. Шпиндельные соединения с универсальными шарнирами Гука. Перечислите основные достоинства и недостатки?
23. Устройства для уравнивания рабочих и опорных валков 4-х валковых клеток, определите усилие уравнивания?
24. В чем заключается расчет на прочность головки шпинделя с универсальным шарниром Гука?
25. Охарактеризуйте конструкции зубчатых шпиндельных соединений. Укажите их особенности при использовании осевой сдвижки рабочих валков.
26. Опишите назначение шестеренной клетки. Перечислите их типы и конструктивные особенности.
27. Опишите критерий выбора материала шестеренного вала. Каким образом определяют конструктивные параметры составных шестеренных валков.
28. Опишите назначение и конструкцию валковых и моторных муфт в приводах клеток.
29. Приведите классификацию машин для перемещения исходных заготовок и проката.
30. Перечислите типы и назначение рольгангов?
31. В чем заключается расчет мощности привода ролика отводящего рольганга тонколистового стана горячей прокатки?
32. Как

33. Как классифицируют подшипники прокатных валков. Приведите условия применимости различных типов подшипников для рабочих и опорных валков?
34. В каком случае в качестве опор валков могут использоваться подшипники скольжения, в том числе и ПЖТ? Их типы, конструктивные особенности.
35. Как рассчитать несущую способность ПЖТ?
36. В чем заключается расчет шестеренной клетки на опрокидывание?
37. Машины и механизмы для смены рабочих и опорных валков 4-х валковой клетки. Определите усилия на штоке гидроцилиндра при использовании гидропривода?
38. Типы шлеперов и холодильников для сортового проката. Опишите их назначение и изобразите конструктивные схемы.
39. В чем заключается расчет давления металла на валки при горячей прокатке?
40. В чем заключается расчет давления металла на валки при холодной прокатке полос?
41. Определите момент и мощность привода прокатной клетки?
42. Что называют очагом деформации? Определите условие захвата металла валками.
43. Приведите классификации правильных машин. Каково их назначение?
44. Объясните конструкцию роликовых сортоправильных машин.
45. Объясните конструкцию роликовых листоправильных машин. Укажите их основные технологические параметры.
46. В чем заключаются основы теории правки. Определите усилия, моменты на роликах, мощность правки для многороликовой правильной машины?
47. Приведите классификацию ножниц для резания проката.
48. В чем заключаются основы расчета усилия резания?
49. Перечислите конструктивные особенности и принцип действия летучих ножниц: кривошипно-рычажных, барабанных, со скользящим кривошипом, маятниковых и планетарных?
50. Перечислите типы и конструктивные особенности ножниц с параллельными и наклонными ножами (гильотинных) с электромеханическим и гидравлическим приводом?

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Белелюбский, Б.Ф. Машины и агрегаты для обработки металлов давлением : учебное пособие / Б.Ф. Белелюбский, А.А. Герасимова, С.С. Хламкова. – Москва : МИСИС, 2019. – 74 с. – ISBN 978-5-907061-95-8. – Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. – <https://e.lanbook.com/reader/book/129007/#1> (дата обращения: 25.08.2024).

Дополнительная литература

1. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Том IV – 5. Машины и агрегаты металлургического производства. Пасечные Н.В. и др. Москва, «Машиностроение», 2000. – 912 с. <https://www.twirpx.com/file/3886004/grant/> (дата обращения 25.08.2024)

2. Жильцов, А.П. Практикум по металлургическому оборудованию: учеб. пособ. с грифом УМО [Текст]/ А.П. Жильцов, П.Ф. Гахов, А.Л. Челядина. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2011. – 234 с. <https://www.iprbookshop.ru/55134.html> (дата обращения 25.08.2024).

3. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т.3. М.: Машины и агрегаты для производства и отделки проката / А.И. Целиков, П.И. Полухин, А.А. Королев. и др. М.: Металлургия, 1988 – 680с. (35 экз.).

4. Гребеник, В.М. Расчет металлургических машин и механизмов : учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов / В.М. Гребеник, Ф.К. Иванченко, В.И. Ширяев . – К. : Вища школа, 1988 . – 448 с. : ил. + прил. – ISBN 5-11-000063-8. (35 экз.).

5. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб и доп. - М.: Металлургия, 1987 – 480с. (35 экз.).

6. Королев А.А. Прокатные станы и оборудование прокатных цехов. Атлас. М.: Металлургия, 1981 – 200с. (3 экз.).

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

1. Научная библиотека ДонГТУ – library.dstu.education

2. Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

5. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ", http://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/)

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Количество посадочных мест – 38 шт. Доска для написания мелом - 1шт. Компьютер ПК на базе Intel(R) Pentium(R) Gold G6405 CPU @ 4.10GHz - 13 шт. Компьютер Intel Pentium(R)-4 CPU @2.40GHz - 1 шт. Компьютер ПК на базе Intel CeleronCPU @2.40GHz - 2шт. Компьютер Intel Pentium(R) Dual-Core CPU E5200 @2.50GHz - 1 шт. Мультимедийный проектор Accer - 1 Web камера - 1шт. Колонки (комплект) - 1 шт. Рециркулятор - 1 шт. Экран для проектора S`OK CINEMA MOTOSCREEN - 1 шт.	ауд. <u>222</u> корп. <u>1</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры машин
металлургического комплекса
(должность)


(подпись)

П.А. Петров
(ФИО)

Заведующий кафедрой машин
металлургического комплекса

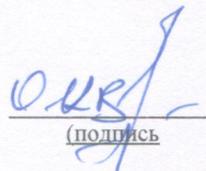

(подпись)

Н.А. Денисова
(ФИО)

Протокол № 1
заседания кафедры машин
металлургического комплекса

От 30 августа 2024 год

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


(подпись)

О.В. Князьков
(ФИО)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению
подготовки 15.03.02 Технологические
машины и оборудование
(«Металлургическое оборудование»)


(подпись)

Н.А. Денисова
(ФИО)

Начальник учебно-методического
центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(ФИО)

Лист изменений и дополнений

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