



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Направление подготовки (специальность)

15.05.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

Направленность (профиль/специализация) программы

15.05.01 специализация N 3 "Проектирование металлургических машин и комплексов":

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	5
Семестр	9

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 15.05.01  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ (приказ  
Минобрнауки России от 28.10.2016 г. № 1343)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования  
и эксплуатации металлургических машин и оборудования

20.01.2020, протокол № 4

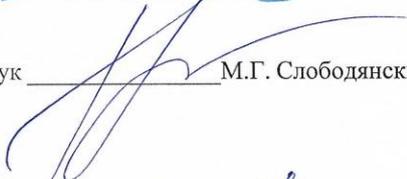
Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

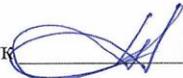
20.01.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук  М.Г. Слободянский

Рецензент:

и.о. гл. механика ООО НПЦ "Гальва", канд. техн. наук  В.А. Русанов

## Листактуализациирабочейпрограммы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Эксплуатация металлургического оборудования» являются:

- формирование у студентов системы знаний по вопросам эксплуатации и основно-го и вспомогательного металлургического оборудования;
- приобретение навыков разработки мероприятий по совершенствованию системы эксплуатации металлургического оборудования;
- формирование навыков систематического изучения научно-технической информации;
- овладение достаточным уровнем обще профессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов специализация Проектирование металлургических машин и комплексов.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Эксплуатация металлургического оборудования входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Основы технологий машиностроения

Проектирование технологических машин и комплексов волоочильного производства

Проектирование технологических машин и комплексов штамповочного производства

Детали машин

Метрология, стандартизация, сертификация и основы взаимозаменяемости

Механика жидкости и газа

Основы научных исследований

Основы трибологии

Проектирование технологических линий и комплексов металлургических цехов

Оборудование и технология восстановления деталей машин

Системы автоматизированного проектирования

Основы работы в Autodesk Fusion 360

Прогнозирование безотказности и долговечности деталей машин

Проектная оценка надежности технических объектов

Теория машин и механизмов

Технология конструкционных материалов

Введение в специальность

Математика

Материаловедение

Сопроотивление материалов

Инженерная графика

Теоретическая механика

Физика

Моделирование в машиностроении

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектирование металлургических подъемно-транспортных машин

Основы теории пластичности и разрушения

Организация производства и менеджмент

Проектирование систем гидро- и пневмопривода  
 Проектирование технологических машин и комплексов прокатного производства  
 Производственная-конструкторская практика  
 Подготовка к защите и защите выпускной квалификационной работы  
 Подготовка к сдаче экзамена государственного экзамена  
 Производственная-преддипломная практика

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

Результате освоения дисциплины (модуля) «Эксплуатация металлургического оборудования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 способностью участвовать в работах по доводке и освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	
Знать	Методы доводки и принципы введения в эксплуатацию освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции
Уметь	Разрабатывать план мероприятий по доводке машин в ходе подготовки производства новой продукции
Владеть	Навыками доводки машин и введения их к эксплуатации в ходе подготовки производства новой продукции
ПК-4 способностью проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	
Знать	Методику проверки качества монтажа машин, агрегатов, узлов, деталей
Уметь	Осуществлять проверку качества монтажа и наладки машин, агрегатов и т.д.
Владеть	Навыками проверки качества монтажа, наладки машин, агрегатов и т.д.
ПК-12 способностью обеспечивать моделирование машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
Знать	Принципы моделирования машин с использованием САПР Правила организации проведения экспериментов. Методы обработки и анализа результатов эксперимента.
Уметь	Моделировать условия эксплуатации машин и агрегатов с использованием САПР Обрабатывать и анализировать результаты эксперимента.

Владеть	Навыками моделирования машин и агрегатов в САПР Навыками обрабатывать и анализировать результаты эксперимента
ПСК-3.4 способностью обеспечивать информационное обслуживание технологических комплексов для металлургического производства	
Знать	Методы и принцип информационного обеспечения процесса эксплуатации металлургического оборудования.
Уметь	Осуществлять информационное обеспечения мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации металлургического оборудования
Владеть	Навыками информационного обеспечения мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации металлургического оборудования

#### 4. Структура, объём содержания дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 76,1 академических часов;
- аудиторная – 72 академических часов;
- внеаудиторная – 4,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 32,2 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов.

Форма аттестации – экзамен

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формат текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лекции	Лабы/зан.	Практ. зан.				
1. Надежность металлургических машин и агрегатов								
1.1 Показатели надежности	9	2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
1.2 Обеспечение требуемого уровня надежности машин		4			3	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
Итого по разделу		6			5			
2. Отказы и повреждение деталей металлургических машин								
2.1 Виды повреждений и причины их возникновения	9	2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
2.2 Оценка предельного состояния изделия		4		8/3 И	3	Подготовка к практической работе	Практическая работа	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
Итого по разделу		6		8/3	5			
3. Смазывание и смазочные материалы узлов трения металлургических машин								
3.1 Основные термины и определения	9	2			1	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
3.2 Смазочные материалы, применяемые для металлургических машин и агрегатов		2	6/3 И		1	Подготовка к лабораторной работе	Лабораторная работа	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
3.3 Методики выбора смазочных материалов для различных видов узлов трения металлургических агрегатов		2		10/3 И	2	Подготовка к практическим работам	Практические работы	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК-3.4
Итого по разделу		6	6/3	10/3	4			
4. Техническая диагностика								

4.1 Основные термины и определения	9	2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
4.2 Виды технической диагностики и их особенности		4			3	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
Итого по разделу		6			5			
5. Системы технического обслуживания и ремонта металлургических машин								
5.1 Основные положения ТОиР	9	2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
5.2 Принципы и правила организации системы ТОиР		4			3	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
Итого по разделу		6			5			
6. Методы проведения ремонтов								
6.1 Технологический процесс ремонта узлов	9	2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
6.2 Способы восстановления деталей.		2			2	Самостоятельно изучение литературы	Устный опрос	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
6.3 Способы сборки узлов		2	12 /3 И		4, 2	Подготовка к лабораторным работам	Лабораторные работы	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4
Итого по разделу		6	12		8,			
7. Экзамен								
7.1 Экзамен	9					Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по разделу								
Итого за семестр		3	18	18/6	3		экзамен	
Итого по дисциплине		3 6	18 /6 И	18/6 И	3 2, 2		экзамен	ПК-3, ПК-4, ПК-12, ПСК -3.4

## **5 Образовательные технологии**

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Эксплуатация металлургического оборудования» применяются традиционная технология обучения, включающая в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на практических занятиях и т. п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по темам занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, невыносимых на лекции и практические занятия; заполняют след за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Эксплуатация металлургического оборудования» используются специализированные интерактивные технологии:

– Лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.

– Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Жиркин, Ю. В. Надежность металлургических машин: учебное пособие / Ю. В. Жиркин; МГТУ. – [2-е изд., подгот. попеч. изд. 2016 г.]. – Магнитогорск: МГТУ, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3517.pdf&show=dcatalogues/1/1514337/3517.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). – Мак-рообъект. – Текст: электронный.

2. Жиркин, Ю. В. Монтаж металлургических машин: практикум / Ю. В. Жиркин, А. В. Анцупов; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2017. – 59 с.: ил., табл., схемы, эскизы, фот. – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3633.pdf&show=dcatalogues/1/1524754/3633.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). – Мак-рообъект. – Текст: электронный. – Мак-рообъект.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Жиркин, Ю. В. Основы трибологии: практикум / Ю. В. Жиркин; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2018. – 51 с.: ил., табл., схемы. – ISBN 978-5-9967-1164-2. – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3642.pdf&show=dcatalogues/1/1524717/3642.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). – Мак-рообъект. – Текст: электронный.

2. Жиркин, Ю. В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники): учебное пособие / Ю. В. Жиркин. – 2-е изд., подгот. попеч. изд. 2007 г. – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=985.pdf&show=dcatalogues/1/1119119/985.pdf&view=true>

(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

3.Олизаренко,В.В.Основыэксплуатациигорныхмашиниоборудования:учебноепособие/В.В.Олизаренко,В.С.Великанов.-2-изд.,испр.идоп.-Магнитогорск:МГТУ,2014.-1электрон.опт.диск(CD-ROM).-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1057.pdf&show=dcatalogues/1/1119407/1057.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

4.Оншин,Н.В.Основытеориипланированияинженерногоэксперимента:учебноепособие/Н.В.Оншин;МГТУ.-Магнитогорск,2009.-146с.:ил.,табл.-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=279.pdf&show=dcatalogues/1/1061152/279.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

5.Конструкцииирасчетнадежностидеталейиузловпрокатныхстанов:учебноепособие/В.П.Анцупов,А.В.Анцупов(мл.),А.В.Анцупов,В.А.Русанов;МГТУ,[каф.общ.техн.дисц.]-Магнитогорск,2014.-156с.:ил.,схемы,табл.-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=802.pdf&show=dcatalogues/1/1116023/802.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.-ISBN978-5-9967-0534-4.

6.Основыдиагностикиинадежноститехническихобъектов:учебноепособие/В.П.Анцупов,А.Г.Корчунов,А.В.Анцупов(мл.),А.В.Анцупов;МГТУ,[каф.МОМЗ].-Магнитогорск,2012.-114с.:ил.,схемы,табл.-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

#### **в)Методическиеуказания:**

1.Жиркин,Ю.В.Эксплуатацияметаллургическихмашин:практикум/Ю.В.Жиркин;МГТУ.-Магнитогорск:МГТУ,2017.-51с.:ил.,табл.-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3259.pdf&show=dcatalogues/1/1137142/3259.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

2.Жиркин,Ю.В.Эксплуатацияметаллургическихмашин.Практикум:учебноепособие/Ю.В.Жиркин;МГТУ.-Магнитогорск,2016.-1электрон.опт.диск(CD-ROM).-URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2720.pdf&show=dcatalogues/1/1132030/2720.pdf&view=true>(датаобращения:04.10.2019).-Мак-рообъект.-Текст:электронный.

#### **г)ПрограммноеобеспечениеиИнтернет-ресурсы:**

##### **Программноеобеспечение**

НаименованиеПО	№договора	Срокдействиялицензии
MSOffice2007Professional	№135от17.09.2007	бессрочно
APMWinMachine2010	Д-262-12от15.02.2012	бессрочно
АСКОНКомпас3Dв.16	Д-261-17от16.03.2017	бессрочно
7Zip	свободнораспространяемоеПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
GIMP	свободнораспространяемоеПО	бессрочно
STATISTICAв.6	К-139-08от22.12.2008	бессрочно

AutodeskAutoCadMechanical2011MasterSuite	К-526-11от22.11.2011	бессрочно
AutodeskInventorProfessional2011MasterSuite	К-526-11от22.11.2011	бессрочно

### Профессиональныебазыданныхиинформационныесправочныесистемы

Названиекурса	Ссылка
ЭлектроннаябазапериодическихизданийEastViewInformationServices,ООО«ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальнаяинформационно-аналитическаясистема–Российскийиндекснауочногочитирования(РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
ПоисковаясистемаАкадемияGoogle(GoogleScholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационнаясистема-Единоеокноступакинформационныересурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральноегосударственноебюджетноеучреждение«Федеральныйинститутпромышленнойсобственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
РоссийскаяГосударственнаябиблиотека.Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
ЭлектронныересурсыбиблиотекиМГТУим.Г.И.Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
УниверситетскаяинформационнаясистемаРОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международнаянаукометрическаяреферативнаяиполнотекстоваябазаданныхнаучныхизданий«Webofscience»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международнаяреферативнаяиполнотекстоваясправочнаябазаданныхнаучныхизданий«Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
МеждународнаябазаполнотекстовыхжурналовSpringerJournals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
МеждународнаяколлекциянаучныхпротоколовпоразличнымотраслямзнанийSpringerProtocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
МеждународнаябазанаучныхматериаловвобластифизическихнаукиинжинирингаSpringerMaterials	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>

### 9Материально-техническоеобеспечениедисциплины(модуля)

Материально-техническоеобеспечениедисциплинывключает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.

Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для выполнения лабораторных работ:

- Профилометр Mitutoyo Surf test SJ-210.
- Установка для исследования величины коэффициента трения ТММ-32А.
- Машина Арчарда.
- Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).
- Макет загрузочного устройства доменной печи.
- Макет конусной дробилки.
- Макет участка разливки чугуна.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  
Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  
Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**Лабораторная работа №1** Настройка централизованной автоматической системы смазывания.

Вопросы для самоподготовки:

1. Принцип работы распределителя с электромагнитным управлением.
2. Принцип выбора питателей для заданных точек смазывания.
3. Конструкция и принцип работы смазочного блока переключения в двухмагистральных системах.
4. Устройство и принцип работы двухмагистрального четырехлинейного золотникового распределителя с гидравлическим управлением.
5. Работа двухмагистральной централизованной смазочной системы концевой типа.

**Лабораторная работа №2** Центровка валов по полумуфтам.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методы и способы центровки валов.
2. Необходимый инструмент для проведения процедуры центровки.
3. Методика центровки валов по полумуфтам.
4. Проверка качества центровки валов.
5. Принцип радиально-осевого метода центровки.
6. Суть метода обратных индикаторов.
7. Применение лазерных систем для центровки валов.

**Лабораторная работа №3** Сборка цилиндрического редуктора.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика регулировки подшипников качения.
2. Проверка бокового зазора в зубчатом зацеплении.
3. Проверка пятна контакта в зубчатом зацеплении.

**Лабораторная работа №4** Разработка химмотологической карты и карты смазывания привода металлургических машин.

Вопросы для самоподготовки:

4. Методика регулировки подшипников качения.
5. Проверка бокового зазора в зубчатом зацеплении.
6. Проверка пятна контакта в зубчатом зацеплении.

**Практическая работа №1.** Выбор марки минерального масла для подшипников скольжения.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика выбора смазочных материалов.
2. Особенности конструкций подшипников скольжения.

**Практическая работа №2.** Выбор марки минерального масла для подшипников качения.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика выбора смазочных материалов.
2. Особенности конструкций подшипников качения.

**Практическая работа №3.** Выбор марки минерального масла для зубчатых зацеплений.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика выбора смазочных материалов для зубчатых передач.
2. Особенности конструкций зубчатых передач.
3. Выбор смазочных материалов для передач Новикова.

**Практическая работа №4.** Определение предельно-допустимых величин износа.

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика оценки предельно-допустимых величин износа.
2. Особенности расчета предельно-допустимых величин износа соединений с натягом.

### Варианты заданий для практической работы №1

#### Вариант № 1

ПС шестерённой клетки А-500 реверсивного стана 1200.

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент	180 кНм
Частота вращения шестерённых валков	190 об/мин
внутренний диаметр подшипника	270 мм;
длина подшипника	300 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(270^{\frac{321}{110}})$

#### Вариант № 2

ПС шестерённой клетки А-500 реверсивного стана 1200.

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент	180 кНм
Частота вращения шестерённых валков	580 об./мин
внутренний диаметр подшипника	270 мм;
длина подшипника	300 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(270^{\frac{321}{110}})$

#### Вариант № 3

ПС шестерённой клетки А-450 непрерывного пятиклетевого стана 1200.

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент	600 кНм
Частота вращения колеса	650 об./мин
Диаметр колеса	1060 мм
Диаметр шестерни	660 мм
внутренний диаметр подшипника	260 мм;
длина подшипника	300 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(260^{\frac{321}{110}})$

#### Вариант № 4

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1700

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	112 кНм	
Диаметр колеса		1060 мм
Частота вращения шестерённых валков	60 об./мин	
внутренний диаметр подшипника	300 мм;	

длина подшипника	300 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(300^{\frac{321}{110}})$

### Вариант № 5

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1700

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	112 кНм
Частота вращения шестерённых валков	500 об./мин
Диаметр колеса	1060 мм
внутренний диаметр подшипника	300 мм;
длина подшипника	300 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(300^{\frac{321}{110}})$

### Вариант № 6

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1300

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	180 кНм
Диаметр шестерённых валков	650 мм
Частота вращения шестерённых валков	285 об./мин
внутренний диаметр подшипника	280 мм;
длина подшипника	350 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(280^{\frac{321}{110}})$

### Вариант № 7

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1300

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	180 кНм
Диаметр шестерённых валков	650 мм
Частота вращения шестерённых валков	490 об./мин
внутренний диаметр подшипника	280 мм;
длина подшипника	350 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(280^{\frac{321}{110}})$

### Вариант № 8

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1300

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	360 кНм
Диаметр шестерённых валков	650 мм
Частота вращения шестерённых валков	490 об./мин
внутренний диаметр подшипника	380 мм;
длина подшипника	420 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(380^{\frac{354}{125}})$

### Вариант № 9

ПС комбинированного редуктора непрерывного четырёхклетевого стана 1300

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе	360 кНм
Диаметр шестерённых валков	650 мм
Частота вращения шестерённых валков	285 об./мин

внутренний диаметр подшипника	380 мм;
длина подшипника	420 мм;
посадка подшипника E9/h8	$(380^{\frac{354}{125}})$

### Вариант №10

П.С. «дуо» сортового стана «350».

Исходные данные:

давление металла на валки	0,7 МН;
частота вращения валков	600 об./мин;
внутренний диаметр подшипника	250 мм;
длина подшипника	200 мм;

посадка подшипника E9/h8	$(250^{\frac{287}{100}})$
--------------------------	---------------------------

### Вариант №11

ПЖТ опорных валков клетки кварто 500/1300×1200.

Исходные данные:

давление металла на валки	20 МН;
скорость прокатки	30 м/с;
внутренний диаметр подшипника	900 мм;
длина подшипника	700 мм;

посадка подшипника E8/h8.	$(900^{\frac{540}{170}})$
---------------------------	---------------------------

### Вариант №12

ПЖТ валков клетки Дуо 250 проволочного стана «250».

Исходные данные:

давление металла на валки	0,4 МН;
скорость прокатки	40 м/с;
внутренний диаметр втулки	180 мм;
длина подшипника	150 мм;

посадка подшипника E9/h8	$(180^{\frac{248}{85}})$
--------------------------	--------------------------

### Вариант №13

ПЖТ опорных валков клетки кварто 1100/1600 × 3200.

Исходные данные:

давление металла на валки	30 МН;
скорость прокатки	1 м/с;
внутренний диаметр втулки подшипника	1000 мм;
длина подшипника	750 мм;

посадка подшипника E9/h8	$(1000^{\frac{540}{170}})$
--------------------------	----------------------------

### Вариант №14

ПЖТ опорных валков рабочей клетки 600/1500×2500 стана холодной прокатки

Исходные данные:

длина втулки подшипника	750 мм
внутренний диаметр втулки подшипника	1000 мм;
давление металла на валки	35 МН;
скорость прокатки	20 м/с;

посадка подшипника E9/h8	$(1000^{\frac{540}{170}})$
--------------------------	----------------------------

### Вариант № 15

ПЖТ опорных валков рабочей клетки 600/1400×1400 шестиклетевого стана холодной прокатки

Исходные данные:

длина втулки подшипника		700 мм
внутренний диаметр втулки подшипника	1080 мм;	
давление металла на валки		23 МН;
скорость прокатки		25 м/с;
		$\frac{620}{(1080)^{195}}$
посадка подшипника	E9/h8	

### Вариант № 16

Подшипники скольжения шестерённой с межосевым расстоянием  $A = 1000$  мм.

Исходные данные:

длина втулки подшипника		820 мм
внутренний диаметр втулки подшипника	600 мм;	
передаваемый крутящий момент		2 МН
частота вращения		100 об/мин
		$\frac{430}{(600)^{145}}$
посадка подшипника	E9/h8	

### Вариант № 17

П.С. валков рабочей клетки 1000×600 рельсобалочного стана

Исходные данные:

длина втулки подшипника		540 мм
внутренний диаметр втулки подшипника	360 мм;	
давление металла на валки		1 МН;
частота вращения		100 об/мин
		$\frac{354}{(360)^{125}}$
посадка подшипника	E9/h8	

### Вариант № 18

ПЖТ чистовой клетки проволочного стана с диаметром валков 250 мм.

Исходные данные:

длина втулки подшипника		105 мм
внутренний диаметр втулки подшипника	140 мм;	
нагрузка на подшипник		50 кН
скорость прокатки		30 м/с
посадка подшипника	E9/h8	$140^{(248/85)}$

### Вариант № 19

ПС комбинированного редуктора дрессировочного стана 1700

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент на колесе		50 кНм
Частота вращения шестерённых валков		1200 об./мин
Диаметр шестерённых валков по делительной окружности		400 мм
внутренний диаметр подшипника	240 мм;	
длина подшипника		300 мм;
		$\frac{287}{(240)^{100}}$
посадка подшипника	E9/h8	

### Вариант № 20

ПС комбинированного редуктора непрерывного пятиклетевого стана 1700

Исходные данные:

Передаваемый крутящий момент	60 кНм
Диаметр шестерённых валков	800 мм
Частота вращения шестерённых валков	650 об./мин
внутренний диаметр подшипника	360 мм;
длина подшипника	360 мм;
посадка подшипника	E9/h8 (360 <sup><math>\frac{354}{125}</math></sup> )

### Варианты заданий для практической работы №2

#### Вариант № 1

Подшипники качения рабочих валков №777752 с наружным диаметром 440 мм клетки кварто 500/1300×1200.

Исходные данные:

давление металла на валки	20 МН;
скорость прокатки	30 м/с;
смещение оси рабочих валков относительно опорных	10 мм.

#### Вариант № 2

Подшипники качения № 2097152 с наружным диаметром 400 мм барабана летучих ножниц 0,25 - 0,6 × 1000 мм.

Исходные данные:

скорость разрезаемой полосы	1,5 м/с;
диаметр окружности режущей части ножей	500 мм.
усилие резания	300 кН

#### Вариант № 3

Подшипники качения рабочих валков № 777/620 с наружным диаметром 800 мм клетки кварто 1100/1600 × 3200.

Исходные данные:

давление металла на валки	30 МН;
скорость прокатки	1 м/с;
температура подшипника	70°C;
смещение оси рабочих валков относительно опорных	10 мм.

#### Вариант № 4

Подшипники качения рабочих валков № 77788 с наружным диаметром 650 мм клетки Дуо 850 × 2000.

Исходные данные:

давление металла на валки	7 МН;
скорость прокатки	1 м/с;

#### Вариант № 5

Подшипники качения рабочих валков № 771/500 с наружным диаметром 720 мм валков вертикальной клетки широкополосного стана «1700».

Исходные данные:

давление металла на валки	2 МН;
частота вращения валков	20 об/мин;
температура подшипника	70°C.

#### **Вариант № 6**

Подшипники качения рабочих валков № 1077756 с наружным диаметром 460 мм рабочих валков клетки кварто 600/1500 × 2500 холодной прокатки.

Исходные данные:

давление металла на валки	35 МН;
скорость прокатки	21 м/с;
смещение оси рабочих валков относительно опорных	6 мм;
температура подшипника	60°C.

#### **Вариант № 7**

Подшипники качения опорных валков № 777/660 с наружным диаметром 1070 мм валков клетки кварто 500/1300 × 1700.

Исходные данные:

давление металла на валки	18 МН;
скорость прокатки	7 м/с;
температура подшипника	60°C.

#### **Вариант № 8**

Подшипники качения №1097992 с наружным диаметром 620 мм шестеренной клетки с межосевым расстоянием  $A = 700$  мм.

Исходные данные:

передаваемый крутящий момент	50 кН · м;
частота вращения	400 об/мин;

#### **Вариант № 9**

Подшипники качения № 97172 с наружным диаметром 540 мм шестеренной клетки  $A = 650$  мм клетки кварто 660/1300 × 1700.

Исходные данные:

максимальный крутящий момент на приводном валу	100 кН · м;
частота вращения	500 об/мин;

#### **Вариант № 10**

Подшипники качения № 7616 с наружным диаметром 170 мм универсального шпинделя дрессировочного стана кварто 600/1500 × 2500.

Исходные данные:

передаваемый крутящий момент	50 кН · м;
частота вращения шпинделя	800 об/мин;
расстояние между подшипниками вилки	240 мм;
максимальный угол наклона шпинделя	8°;
температура подшипника	50°C.

#### **Вариант № 11**

Подшипники качения № 2097152 с наружным диаметром 400 мм ролика приемного рольганга слябинга «1150».

Исходные данные:

масса слитка	30 т;
окружная скорость роликов	1,5 м/с;

температура подшипников

70°C.

### Вариант № 12

Подшипники качения №3003752 с наружным диаметром 440 мм роликов правильной машины.

Исходные данные:

Усилие на ролик

1 МН

Частота вращения роликов

50 об/мин

Температура подшипников

60°C

### Вариант № 13

Подшипники качения №1097784Л с наружным диаметром 700 мм барабана моталки стана 600/1500×2500.

Исходные данные:

Нагрузка на подшипник

3 МН

Частота вращения

500 об./мин

Температура подшипника

60°C

### Вариант № 14

Подшипники качения №3003140 с наружным диаметром 310 мм тянущих роликов стана 2000 холодной прокатки

Исходные данные:

Нагрузка на подшипник

80 кН

Скорость прокатки

20 м/с

Диаметр ролика

400 мм

Температура подшипника

60°C

### Вариант № 15

Подшипники качения № 2097152 с наружным диаметром 400 мм барабана летучих ножниц 0,25 - 0,6 × 1000 мм.

Исходные данные:

скорость разрезаемой полосы

5 м/с;

диаметр окружности режущей части ножей

500 мм.

усилие резания

150 кН

Температура подшипника

60°C

### Вариант № 16

Подшипники качения рабочих валков I клетки кварто 560/1465 × 1950 стана 2000 холодной прокатки.

Исходные данные:

Внутренний диаметр

317 мм

Наружный диаметр

422 мм

Нагрузка на подшипник

500кН;

скорость прокатки

520 м/мин;

температура подшипника

50°C.

### Вариант № 17

Подшипники качения рабочих валков II клетки кварто 560/1465 × 1950 стана 2000 холодной прокатки.

Исходные данные:

Нагрузка на подшипник

500кН;

скорость прокатки

830 м/мин;

температура подшипника

50°C.

### Вариант № 18

Подшипники качения рабочих валков II клетки кварто 560/1465 × 1950 стана 2000 холодной прокатки.

Исходные данные:

Внутренний диаметр	317 мм
Наружный диаметр	422 мм
Нагрузка на подшипник	500кН;
скорость прокатки	288 м/мин;
температура подшипника	50°С.

### Вариант № 19

Подшипники качения рабочих валков III клетки кварто 560/1465 × 1950 стана 2000 холодной прокатки.

Исходные данные:

Внутренний диаметр	317 мм
Наружный диаметр	422 мм
Нагрузка на подшипник	500кН;
скорость прокатки	1140 м/мин;
температура подшипника	50°С.

### Вариант № 20

Подшипники качения рабочих валков III клетки кварто 560/1465 × 1950 стана 2000 холодной прокатки.

Исходные данные:

Внутренний диаметр	317 мм
Наружный диаметр	422 мм
Нагрузка на подшипник	500кН;
скорость прокатки	396 м/мин;
температура подшипника	50°С.

## Варианты заданий для практической работы №3

### Вариант № 1

Зубчатое зацепление шестеренной клетки  $A = 650$  мм рабочей клетки кварто 660/1300 × 1700.

Исходные данные:

максимальный крутящий момент на приводном валу	100 кН · м;
частота вращения	500 об/мин;
длина шестеренного вала	1500 мм;
модуль зацепления	30 мм
материал шестеренных валков	Сталь 30Х2ГМТ.
Жёсткость наиболее податливого звена	2 МН/рад

### Вариант № 2

Зубчатое зацепление шестеренной клетки с межцентровым расстоянием  $A = 1000$  мм.

Исходные данные:

крутящий момент со стороны электродвигателя	100 кН · м;
частота вращения	50 об/мин;
длина шестеренного вала	1700 мм;
модуль зацепления	50 мм
материал шестеренных валков	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	2 МН/рад

### Вариант № 3

Зубчатое зацепление шестеренной клетки с межцентровым расстоянием  $A = 1000$  мм.

Исходные данные:

крутящий момент со стороны электродвигателя	100 кН · м;
частота вращения	120 об/мин;
длина шестеренного вала	1700 мм;
модуль зацепления	50 мм
материал шестеренных валков	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	2 МН/рад

### Вариант № 4

Шестерённая клетка стана 2500.

Исходные данные:

Крутящий момент на приводном валу	400 кНм
Частота вращения	250 об/мин
Межосевое расстояние	500 мм
Длина бочки шестерен	1200 мм
Число зубьев	21
Модуль торцевой	24 мм
Угол наклона зубьев	30°
Материал шестерен	Сталь 60Х2МФ
Жёсткость наиболее податливого звена	2 МН/рад

### Вариант № 5

Шестерённая клетка стана 350.

Исходные данные:

Крутящий момент на приводном валу	200кНм
Частота вращения	200 об/мин
Межосевое расстояние	500 мм
Длина бочки шестерен	1600мм
Число зубьев	25
Модуль торцевой	18 мм
Угол наклона зубьев	25° 51"
Материал шестерен	Сталь 40ХН
Жёсткость наиболее податливого звена	1 МН/рад

### Вариант № 6

I ступень двухступенчатой цилиндрической передачи нажимного механизма клетки кварто 800/1500 × 2800.

Исходные данные:

передаваемая мощность	100 кВт;
частота вращения шестерни I ступени	730 об/мин;
межцентровое расстояние I ступени	190,9 мм;
передаточное число I ступени	5.35;
ширина зубчатого венца I ступени	195 мм;
модуль зацепления	8 мм
материал зубчатых колес	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	3,14 МН/рад

### Вариант № 7

II ступень двухступенчатой цилиндрической передачи нажимного механизма клетки кварто 800/1500 × 2800.

Исходные данные:

передаваемая мощность	100 кВт;
частота вращения шестерни I ступени	730 об/мин;
межцентровое расстояние II ступени	1092 мм;
передаточное число I ступени	5.35;
передаточное число II ступени	2.15;
ширина зубчатого венца II ступени	280 мм;
модуль зацепления	8 мм
материал зубчатых колес	Сталь 40XH.
Жёсткость наиболее податливого звена	3,14 МН/рад

### Вариант № 8

I ступень комбинированного редуктора шестеренной клетки дрессировочного стана кварто 600/1500 × 2500.

Исходные данные:

передаваемая мощность	260 кВт;
наибольший крутящий момент на выходных шестеренных валках	2×25 кН · м;
I ступень - $z_1 = 37, z_2 = 104, m_n = 7$ мм, $m_s = 7,07$ мм, $\beta = 8^\circ 06' 34''$ ;	
II ступень - $z_1 = 35, z_2 = 124, m_n = 10$ мм	
Шестеренная пара - $z_1 = z_2 = 25, m_s = 20$ мм	
скорость прокатки	20 м/с;
ширина зубчатого венца I ступени	200 мм;
I ступень	
материал шестерни	Сталь 40XH;
материал колеса	Сталь 30 ХГСН.
Жёсткость наиболее податливого звена	1 МН/рад

### Вариант № 9

II ступень комбинированного редуктора шестеренной клетки дрессировочного стана кварто 600/1500 × 2500.

Исходные данные:

передаваемая мощность	260 кВт;
наибольший крутящий момент на выходных шестеренных валках	2×25 кН · м;
I ступень - $z_1 = 37, z_2 = 104, m_n = 7$ мм, II ступень - $z_1 = 35, z_2 = 124, m_n = 10$ мм, $m_s = 10,1$ мм, $\beta = 8^\circ 06' 34''$ ;	
Шестеренная пара - $z_1 = z_2 = 25, m_s = 20$ мм,	
скорость прокатки	20 м/с;
ширина зубчатого венца II ступени	320 мм;
II ступень	
материал шестерни	Сталь 40XH;
материал колеса	Сталь 30 ХГСН.
Жёсткость наиболее податливого звена	1 МН/рад

### Вариант № 10

Шестерённые валки комбинированного редуктора шестеренной клетки дрессировочного стана кварто 600/1500 × 2500.

Исходные данные:

передаваемая мощность	260 кВт;
наибольший крутящий момент на	

выходных шестеренных валках	2×25 кН ·м;
Шестеренная пара - $z_1 = z_2 = 25$ , $m_s = 20$ мм, $\beta = 30^\circ$ ;	
скорость прокатки	20 м/с;
длина шестерённых валков	400 мм;
материал шестеренных валков	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	1 МН/рад

### Вариант № 11

Зубчатое зацепление шестеренной клетки  $A = 650$  мм рабочей клетки кварто 660/1300×1700.

Исходные данные:

максимальный крутящий момент на приводном валу	100 кН ·м;
частота вращения	500 об/мин;
длина шестеренного валка	1500 мм;
модуль зацепления	30 мм
материал шестеренных валков	Сталь 30Х2ГМТ.
Жёсткость наиболее податливого звена	5,3 МН/рад

### Вариант № 12

I ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора ЦД-4000.

Исходные данные:

крутящий момент на ведущем валу	100 кН ·м;
частота вращения	500 об/мин;
I ступень - $z_1 = 32$ , $z_2 = 168$ , $m_s = 16$ , $m_n = 14$ ;	
ширина зубчатого венца I ступени	600 мм;
Материал колёс	Сталь 34ХМ
Жёсткость наиболее податливого звена	11,0 МН/рад

### Вариант № 13

II ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора ЦД-4000.

Исходные данные:

крутящий момент на ведущем валу	100 кН ·м;
частота вращения	500 об/мин;
I ступень - $z_1 = 32$ , $z_2 = 168$ , $m_n = 14$ ;	
II ступень - $z_1 = 36$ , $z_2 = 164$ , $m_n = 24$ ; $\beta = 30^\circ$ ;	
ширина зубчатого венца II ступени	950 мм.
Материал	Сталь 34ХМ
Жёсткость наиболее податливого звена	11,0 МН/рад

### Вариант № 14

Зубчатое зацепление шестеренной клетки с межцентровым расстоянием  $A = 1000$  мм.

Исходные данные:

крутящий момент со стороны электродвигателя	100 кН ·м;
частота вращения	50 об/мин;
длина шестеренного валка	1700 мм;
модуль зацепления	50 мм
материал шестеренных валков	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	2,0 МН/рад

### Вариант № 15

Зубчатое зацепление шестеренной клетки с межцентровым расстоянием  $A = 1000$  мм.

Исходные данные:

крутящий момент со стороны электродвигателя	100 кН ·м;
---	------------

частота вращения	120 об/мин;
длина шестеренного вала	1700 мм;
модуль зацепления	50 мм
материал шестеренных валков	Сталь 40ХН.
Жёсткость наиболее податливого звена	2,0 МН/рад

### Вариант № 16

I ступень зубчатой цилиндрической передачи нажимного механизма блюминга «1150».

Исходные данные:

передаваемая мощность	270 кВт;
частота вращения шестерни I ступени	500 об/мин;
межцентровое расстояние I ступени	667 мм;
передаточное число I ступени	4,5;
ширина зубчатого венца I ступени	95 мм;
модуль зацепления	10 мм
материал зубчатых колес	Сталь 35ХНВ.
Жёсткость наиболее податливого звена	1,26 МН/рад

### Вариант № 17

II ступень зубчатой цилиндрической передачи нажимного механизма блюминга «1150».

Исходные данные:

передаваемая мощность	270 кВт;
частота вращения шестерни I ступени	500 об/мин;
межцентровое расстояние II ступени	1092 мм;
передаточное число I ступени	4,5;
передаточное число II ступени	1,0;
ширина зубчатого венца II ступени	190 мм;
модуль зацепления	10 мм
материал зубчатых колес	Сталь 35ХНВ.
Жёсткость наиболее податливого звена	1,26 МН/рад

### Вариант № 18

I ступень двухступенчатой цилиндрической передачи привода роликов рольганга холодильника.

Исходные данные:

передаваемая мощность	45 кВт;
частота вращения ведущего вала I ступени	580 об/мин;
межцентровое расстояние	450 мм;
передаточное число	3,74;
ширина зубчатого венца	180 мм;
модуль зацепления	16 мм
материал зубчатого венца	Сталь 40ХН;
Жёсткость наиболее податливого звена	1,0 МН/рад

### Вариант № 19

II ступень двухступенчатой цилиндрической передачи привода роликов рольганга холодильника.

Исходные данные:

передаваемая мощность	45 кВт;
частота вращения ведущего вала I ступени	580 об/мин;
передаточное число I ступени	3,74;
II ступень	
межцентровое расстояние	480 мм;

передаточное число	1,61;
ширина зубчатого венца	200 мм;
модуль зацепления	50 мм
материал зубчатого венца	Сталь 40XH.
Жёсткость наиболее податливого звена	1,0 МН/рад

### Вариант № 20

Шестерённая клеть стана 2500.

Исходные данные:

Максимальный крутящий момент на приводном валу	400 кНм
Частота вращения	250 об/мин
Межосевое расстояние	500 мм
Длина бочки шестерен	1200 мм
Число зубьев	21
Модуль торцевой	24 мм
Угол наклона зубьев	30°
Материал шестерен	Сталь 60X2МФ
Жёсткость наиболее податливого звена	2 МН/рад

### Варианты заданий для практической работы №4

**Вариант № 1, 15.** Подобрать марку минерального масла для червячного редуктора механизма опрокидывания люльки слитковоза.

Исходные данные:

крутящий момент на червячном колесе	- 220 кН · м;
межосевое расстояние	- 0,6 м;
частота вращения червяка	- 300 мин <sup>-1</sup> .

**Вариант № 2, 16.** Подобрать марку минерального масла для глобоидного редуктора нажимного механизма блюминга «1500».

Исходные данные:

крутящий момент на глобоидном колесе	- 6 МН · м;
межосевое расстояние	- 0,9 м;
частота вращения глобоидного червяка	- 100 мин <sup>-1</sup>

**Вариант № 3, 17...6, 20** Подобрать марку минерального масла для червячного редуктора Ч – 125

Исходные данные:

Варианты	3,17	4,18	5,19	6,20
крутящий момент на глобоидном колесе кНм	1,0	1,0	0,9	0,8
частота вращения червяка, об/мин	500	750	1000	1500

**Вариант № 7, 21...14, 28 .** Подобрать марку минерального масла для червячного редуктора Ч – 160.

Исходные данные:

Варианты	7,21	8,22	9,23	10,24
крутящий момент на глобоидном колесе, кНм	1,6	1,4	1,3	1,2
частота вращения				

червяка, об/мин

500

750

1000

1500

**Варианты заданий для практической работы №5**

Характеристики материалов пары трения (соединение с натягом)

Детали пары трения	Материал пары трения	НВ, МПа	E, МПа	$\mu$	$\tau_0$ , МПа	$\beta$
вал	Сталь 45	$3,2 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	130	0,072
втулка	Сталь 40Х	$3,0 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	184	0,055

Геометрические параметры муфт МЗ (1..19),МУВП(20...26),МЗП(27...30)

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	40	50	60	75	90	105	120	140	160	180
D, мм	55	70	90	110	130	140	170	190	210	260
l ст, мм	55	70	85	105	115	125	140	160	165	180
МкркНм	0,7	1,4	3,15	5,6	8,0	11,8	19	23,6	30,0	50
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
d, мм	220	250	280	320	360	400	450	500	560	80
D, мм	300	340	380	420	480	530	630	710	800	140
l ст, мм	205	245	267	297	327	360	410	460	500	140
Мкр, Нм	71	100	150	200	250	375	560	750	1000	2
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d, мм	90	100	110	125	140	180	120	130	150	170
D, мм	160	180	200	220	250	300	190	210	240	270
l ст, мм	170	210	210	250	250	300	115	125	140	160
МкркНм	4	4	8	8	16	16	8	12	19	23

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-3 способностью участвовать в работах по доводке и освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции</b>		
Знать	Методы доводки и принципы введения в эксплуатацию освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	<p><i>Вопросы для подготовки к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>3. Методы монтажа металлургических машин.</li> <li>4. Способы центровки валов по полумуфтам.</li> <li>5. Методы технического обслуживания.</li> <li>6. Повреждения деталей металлургических машин и их краткая характеристика.</li> <li>7. Виды смазки и их краткая характеристика.</li> <li>8. Виды технического обслуживания.</li> <li>9. Содержание системы ТО и Р.</li> <li>10. Условия реализации жидкостной смазки.</li> <li>11. Общая характеристика смазочных материалов.</li> <li>12. Свойства пластичных смазочных материалов.</li> <li>13. Методика выбора смазочных материалов для узлов трения.</li> <li>14. Методика выбора марки минерального масла для подшипников скольжения.</li> <li>15. Виды технического обслуживания. Ремонтный цикл и его структура.</li> <li>16. Критерии оценки предельного состояния.</li> <li>17. Критерии предельного износа.</li> <li>18. Методика определения предельного износа по условию прочности.</li> <li>19. Условия реализации граничной смазки.</li> <li>20. Методы диагностирования и их краткая характеристика.</li> <li>21. Виды ремонта.</li> <li>22. Системы смазывания и их краткая характеристика.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>23. Стратегии восстановления работоспособного состояния машин.</p> <p>24. Оценка эффективности принимаемых решений при техническом обслуживании.</p> <p>25. Методы диагностирования технического состояния.</p> <p>26. Оценка предельного состояния изделия по степени повреждения и по выходному параметру.</p> <p>27. Свойства минеральных масел.</p>
Уметь	Разрабатывать план мероприятий по доводке машин в ходе подготовки производства новой продукции	<p>Перечень заданий для практических занятий (пример):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Ввод в эксплуатацию машины после ремонта.</li> <li>3. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки после капитального ремонта.</li> <li>4. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки после текущего ремонта.</li> <li>5. План мероприятий по вводу в эксплуатацию шаровой мельницы после капитального ремонта.</li> <li>6. План мероприятий по вводу в эксплуатацию роликовой секции МНЛЗ после капитального ремонта.</li> <li>7. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки при переходе на производство продукции в новой степени дробления.</li> </ol>
Владеть	Навыками доводки машин и введения их к эксплуатации в ходе подготовки производства новой продукции	<p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Ввод в эксплуатацию машины после ремонта.</li> <li>3. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки после капитального ремонта.</li> <li>4. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки после текущего ремонта.</li> <li>5. План мероприятий по вводу в эксплуатацию шаровой мельницы после капитального ремонта.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. План мероприятий по вводу в эксплуатацию роликовой секции МНЛЗ после капитального ремонта.</p> <p>7. План мероприятий по вводу в эксплуатацию щековой дробилки при переходе на производство продукции в новой степени дробления.</p>
<b>ПК-4 способностью проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции</b>		
Знать	Методику проверки качества монтажа машин, агрегатов, узлов, деталей	<p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>3. Методы монтажа металлургических машин.</li> <li>4. Способы центровки валов по полумуфтам.</li> <li>5. Методы технического обслуживания.</li> <li>6. Повреждения деталей металлургических машин и их краткая характеристика.</li> <li>7. Виды смазки и их краткая характеристика.</li> <li>8. Виды технического обслуживания.</li> <li>9. Содержание системы ТО и Р.</li> <li>10. Условия реализации жидкостной смазки.</li> <li>11. Общая характеристика смазочных материалов.</li> <li>12. Свойства пластичных смазочных материалов.</li> <li>13. Методика выбора смазочных материалов для узлов трения.</li> <li>14. Методика выбора марки минерального масла для подшипников скольжения.</li> <li>15. Виды технического обслуживания. Ремонтный цикл и его структура.</li> <li>16. Критерии оценки предельного состояния.</li> <li>17. Критерии предельного износа.</li> <li>18. Методика определения предельного износа по условию прочности.</li> <li>19. Условия реализации граничной смазки.</li> <li>20. Методы диагностирования и их краткая характеристика.</li> <li>21. Виды ремонта.</li> <li>22. Системы смазывания и их краткая характеристика.</li> <li>23. Стратегии восстановления работоспособного состояния машин.</li> <li>24. Оценка эффективности принимаемых</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>решений при техническом обслуживании.</p> <p>25. Методы диагностирования технического состояния.</p> <p>26. Оценка предельного состояния изделия по степени повреждения и по выходному параметру.</p> <p>27. Свойства минеральных масел.</p>
Уметь	Осуществлять проверку качества монтажа и наладки машин, агрегатов и т.д.	<p>Перечень заданий для практических занятий (пример):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Монтаж редуктора привода ленточного конвейера на проектную отметку.</li> <li>2. Регулировка зубчатого зацепления цилиндрического редуктора.</li> <li>3. Регулировка зубчатого зацепления коническо-цилиндрического редуктора.</li> <li>4. Регулировка зубчатого зацепления червячного редуктора.</li> <li>5. Проверка качества монтажа системы смазывания щековой дробилки.</li> </ol>
Владеть	Навыками проверки качества монтажа, наладки машин, агрегатов и т.д.	<p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка монтажа щековой дробилки.</li> <li>2. Монтаж привода шаровой мельницы.</li> <li>3. Монтаж роликовой секции МНЛЗ.</li> <li>4. Проверка монтажа шестеренной клетки привода рабочих валков стана холодной прокатки.</li> </ol>
<p><b>ПК-12 способностью обеспечивать моделирование машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b></p>		
Знать	<p>Принципы моделирования машин с использованием САПР</p> <p>Правила организации проведения экспериментов.</p> <p>Методы обработки и анализа результатов эксперимента.</p>	<p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>3. Методы монтажа металлургических машин.</li> <li>4. Способы центровки валов по полумуфтам.</li> <li>5. Методы технического обслуживания.</li> <li>6. Повреждения деталей металлургических машин и их краткая характеристика.</li> <li>7. Виды смазки и их краткая характеристика.</li> <li>8. Виды технического обслуживания.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Содержание системы ТО и Р.</p> <p>10. Условия реализации жидкостной смазки.</p> <p>11. Общая характеристика смазочных материалов.</p> <p>12. Свойства пластичных смазочных материалов.</p> <p>13. Методика выбора смазочных материалов для узлов трения.</p> <p>14. Методика выбора марки минерального масла для подшипников скольжения.</p> <p>15. Виды технического обслуживания. Ремонтный цикл и его структура.</p> <p>16. Критерии оценки предельного состояния.</p> <p>17. Критерии предельного износа.</p> <p>18. Методика определения предельного износа по условию прочности.</p> <p>19. Условия реализации граничной смазки.</p> <p>20. Методы диагностирования и их краткая характеристика.</p> <p>21. Виды ремонта.</p> <p>22. Системы смазывания и их краткая характеристика.</p> <p>23. Стратегии восстановления работоспособного состояния машин.</p> <p>24. Оценка эффективности принимаемых решений при техническом обслуживании.</p> <p>25. Методы диагностирования технического состояния.</p> <p>26. Оценка предельного состояния изделия по степени повреждения и по выходному параметру.</p> <p>27. Свойства минеральных масел.</p>
Уметь	<p>Моделировать условия эксплуатации машин и агрегатов с использованием САПР</p> <p>Обрабатывать и анализировать результаты эксперимента.</p>	<p>Перечень заданий для практических занятий (пример):</p> <p>1. Моделирование условий нагружения распорной плиты щековой дробилки со сложным качанием щеки.</p> <p>2. Моделирование посадки с натягом подшипника качения эксцентрикового вала щековой дробилки со сложным качанием щеки.</p> <p>3. Моделирование контактного взаимодействия зубчатого зацепления.</p> <p>4. Обработка результатов эксперимента по изнашиванию втулок подшипника скольжения барабана ленточного конвейера.</p>
Владеть	<p>Навыками моделирования машин и агрегатов в САПР</p>	<p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>Навыками обрабатывать и анализировать результаты эксперимента</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование условий нагружения распорной плиты щековой дробилки со сложным качанием щеки.</li> <li>2. Моделирование посадки с натягом подшипника качения эксцентрикового вала щековой дробилки со сложным качанием щеки.</li> <li>3. Моделирование контактного взаимодействия зубчатого зацепления.</li> <li>4. Обработка результатов эксперимента по изнашиванию втулок подшипника скольжения барабана ленточного конвейера.</li> </ol>
<p><b>ПСК-3.4 способностью обеспечивать информационное обслуживание технологических комплексов для металлургического производства</b></p>		
<p>Знать</p>	<p>Методы и принцип информационного обеспечения процесса эксплуатации металлургического оборудования.</p>	<p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>2. Разработка плана мероприятий по введению в эксплуатацию металлургических машин.</li> <li>3. Методы монтажа металлургических машин.</li> <li>4. Способы центровки валов по полумуфтам.</li> <li>5. Методы технического обслуживания.</li> <li>6. Повреждения деталей металлургических машин и их краткая характеристика.</li> <li>7. Виды смазки и их краткая характеристика.</li> <li>8. Виды технического обслуживания.</li> <li>9. Содержание системы ТО и Р.</li> <li>10. Условия реализации жидкостной смазки.</li> <li>11. Общая характеристика смазочных материалов.</li> <li>12. Свойства пластичных смазочных материалов.</li> <li>13. Методика выбора смазочных материалов для узлов трения.</li> <li>14. Методика выбора марки минерального масла для подшипников скольжения.</li> <li>15. Виды технического обслуживания. Ремонтный цикл и его структура.</li> <li>16. Критерии оценки предельного состояния.</li> <li>17. Критерии предельного износа.</li> <li>18. Методика определения предельного износа по условию прочности.</li> <li>19. Условия реализации граничной смазки.</li> <li>20. Методы диагностирования и их краткая характеристика.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		21. <i>Виды ремонта.</i> 22. <i>Системы смазывания и их краткая характеристика.</i> 23. <i>Стратегии восстановления работоспособного состояния машин.</i> 24. <i>Оценка эффективности принимаемых решений при техническом обслуживании.</i> 25. <i>Методы диагностирования технического состояния.</i> 26. <i>Оценка предельного состояния изделия по степени повреждения и по выходному параметру.</i> 27. <i>Свойства минеральных масел.</i>
Уметь	Осуществлять информационное обеспечения мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации металлургического оборудования	<i>Перечень заданий для практических занятий (пример):</i> 1. <i>Разработка плана технического обслуживания щековой дробилки.</i> 2. <i>Разработка плана мероприятий по техническому обслуживанию шаровой мельницы.</i> 3. <i>Разработка плана мероприятий по ремонту привода рабочих валков стана холодной прокатки.</i>
Владеть	Навыками информационного обеспечения мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации металлургического оборудования	<i>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i> 1. <i>Разработка структуры ремонтного цикла щековой дробилки.</i> 2. <i>Разработка структуры ремонтного цикла шаровой мельницы.</i> 3. <i>Разработка плана мероприятий по ремонту привода рабочих валков стана холодной прокатки.</i>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Эксплуатация металлургического оборудования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются

незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.