

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский университет «МИСиС»
Новотроицкий филиал

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

ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ.6 Методы увеличения ресурса технологического оборудования

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)		
Учебный план	15.03.02_20_Технологич. машины и оборудование_Пр1_2020.plm.xml Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Металлургические машины и оборудование		
Квалификация	Бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		экзамены 8	
аудиторные занятия	72		
самостоятельная работа	36		
часов на контроль	36		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	10			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
В том числе инт.	13	13	13	13
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, Ганин Д.Р. _____

Рабочая программа дисциплины

Методы увеличения ресурса технологического оборудования

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт НИТУ "МИСиС" по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и
оборудования (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 02.12.2015 г. № № 602 о.в.)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Metallургические машины и
оборудование

утвержденного учёным советом вуза от 21.05.2020 протокол № 10/зг.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Протокол от 18.06.2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Шаповалов А.Н.

подпись

И.О. Фамилия

Руководитель ОПОП ВО

подпись

И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

1.1	Цель: освоение производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности в области технической эксплуатации и ремонта металлургического оборудования
1.2	Задачи:
1.3	- изучение особенностей эксплуатации металлургических машин и агрегатов различного назначения;
1.4	- изучение причин нарушения работоспособности металлургических машин и агрегатов в процессе их эксплуатации;
1.5	- изучение вопросов технического обслуживания и ремонта металлургических машин и агрегатов;
1.6	- изучение способов восстановления работоспособного состояния деталей и узлов металлургических машин и агрегатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.6
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Обучение дисциплине "Эксплуатация и ремонт металлургических машин» базируется на знаниях, приобретенных при изучении дисциплины:
2.1.2	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)
2.1.3	Системы автоматизированного проектирования металлургических машин
2.1.4	Состав и свойства смазки металлургического оборудования
2.1.5	Математическая теория надежности
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Знания, умения и навыки, полученные студентами при изучении данной дисциплины, предназначены для формирования у студентов профессиональных навыков и знаний по эксплуатации и ремонту металлургического оборудования.
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР), СООТНЕСЕННЫЕ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОСТИГНУТЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ

ПК-3.3 : Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции

Знать:

Уровень 1	Методы определения и контроля технического состояния металлургических машин, качества их монтажа и наладки
Уровень 2	
Уровень 3	

Уметь:

Уровень 1	Оценивать по конструкторской и эксплуатационной документации изготовителя конструкцию металлургической машины, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию
Уровень 2	
Уровень 3	

Владеть:

Уровень 1	Методами оценки конструкции и технического состояния машин
Уровень 2	
Уровень 3	

ПК-3.4 : Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования

Знать:

Уровень 1	Эксплуатационные свойства металлургических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	

Уметь:

Уровень 1	Проверять техническое состояние и остаточный ресурс металлургических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	

Владеть:	
Уровень 1	Навыками организации профилактического осмотра и текущего ремонта технологических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
ПСК-1 : Способность анализировать условия эксплуатации металлургических машин и оборудования, выявлять достоинства и недостатки конструкции, предлагать и обосновывать способы их совершенствования	
Знать:	
Уровень 1	Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния металлургических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Анализировать условия эксплуатации металлургических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Методами оценки конструкций металлургических машин и оборудования как объекта технического обслуживания и ремонта
Уровень 2	
Уровень 3	
УК-11.1 : Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений	
Знать:	
Уровень 1	Виды и организацию ремонтных работ металлургических машин и оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Грамотно выбрать способ устранения неисправности, либо предложить модернизацию оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Навыками устранения неполадок металлургического оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования					
1.1	История технического обслуживания и ремонта в России. /Лек/	8	2	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.2	Основные понятия и определения технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. Система технического обслуживания и ремонта металлургических машин. Организация и проведение технического обслуживания. Планирование ремонтов. Положение о планово-предупредительных ремонтах на предприятиях металлургической промышленности. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.3	Ремонтопригодность машин и оборудования. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.4	Определение численности ремонтных рабочих, трудозатрат и других показателей при планировании ремонтов. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	

1.5	Определение коэффициентов готовности системы и технического использования машины. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.6	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	10	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
Раздел 2. Смазка и смазочные материалы						
2.1	Основные понятия триботехники. Общие сведения о смазочных материалах. Жидкие смазочные материалы и их свойства. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.2	Пластичные смазочные материалы и их свойства. Твердые смазочные материалы. Сокращение номенклатуры смазочных материалов. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.3	Выбор смазочных материалов для закрытых зубчатых, червячных и глобоидных передач, подшипников качения и скольжения, открытых зубчатых и реечных передач, зубчатых муфт и цепных передач, узлов трения, работающих при высоких и низких температурах. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.4	Классификация способов и систем смазки. Нецентрализованные проточные системы жидкой смазки. Нецентрализованные и централизованные циркуляционные системы жидкой смазки. Централизованные системы пластичной смазки с ручным приводом. Автоматизированные централизованные системы пластичной смазки. Состав и принцип действия систем конечного и петлевого типов. Аэрозольные смазочные системы. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.5	Выбор смазочных материалов. /Пр/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.6	Расчет систем пластичной смазки. /Пр/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.7	Расчет аэрозольных смазочных систем. /Пр/	8	2	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.8	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	10	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
Раздел 3. Восстановление работоспособного состояния машин.						
3.1	Причины нарушения работоспособности технологического оборудования. /Лек/	8	2	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.2	Стратегии восстановления работоспособного состояния машин. Стратегии восстановлений при внезапных отказах. Восстановление на основе задания лимита затрат. Оценка эффективности принимаемых решений при техническом обслуживании. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.3	Контрольная работа №1 /Пр/	8	1			
3.4	Предельное состояние изделия на стенки повреждения и по выходному параметру. Критерии оценки предельного состояния по выходному параметру. Критерии предельного износа. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	

3.5	Предельные износы по условию прочности. Предельный износ в подшипниках скольжения. Предельные углы перекося в валковой системе клетки кварто. Предельный износ ролика транспортного рольганга. Предельные износы, определяемые толщиной упрочнённого слоя. Расчет допустимой величины износа детали, работающей в паре трения с быстроизнашиваемой деталью. Обеспечение работоспособности соединений с натягом. /Лек/	8	2	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.6	Технология диагностирования. Методы диагностирования. Вибродиагностика. Виброакустическая диагностика. Бесконтактная тепловая диагностика. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.7	Технологический процесс ремонта узлов. Способы восстановления изношенных деталей. Способы наращивания поврежденных слоев. Способы восстановления поврежденных деталей и корпусов. Ремонт валов и осей, зубчатых колёс, базовых деталей. Сборка типовых узлов. Сборка редукторов. /Лек/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.8	Дефектация деталей. Составление дефектных ведомостей. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.9	Составление технологических схем сборки. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.10	Подготовка ремонтных чертежей. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.11	Технологические процессы восстановления типовых деталей (зубчатые колеса, корпуса). /Пр/	8	3	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.12	Выполнение домашней работы и подготовка к экзамену. /Пр/	8	4	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.13	Контрольная работа №2 и подготовка к экзамену. /Ср/	8	16	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.14	Экзамен по дисциплине "Методы увеличения ресурса технологического оборудования". /Экзамен/	8	36	ПСК-1 УК-11.1 ПК-3.3 ПК-3.4	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-техническим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение контрольных работ в письменной форме по вопросам и задачам, входящим в раздел (тему) УД.

Вопросы к контрольной работе №1 (ПК 3.3 -У1,31 ПК 3.4 -31,В1)

1. Что включает в себя система ТОиР?
2. Сборка подшипников скольжения.
3. Что должна обеспечить оптимальная стратегия технического обслуживания.
4. Виброакустическая диагностика.
5. Что определяет время эксплуатации машин и что включает в себя период эксплуатации машины?.
6. Сборка соединений с гарантированным стягом.
7. Что включает в себя внутрисменное техническое обслуживание, осуществляемое дежурным и эксплуатационным персоналом.
8. Оценка эффективности решений, принимаемых при техническом обслуживании.
9. Стратегии восстановлений.

Вопросы к контрольной работе № 2 (ПК 3.3 -У1,31 ПК 3.4 -31,В1)

1. Бесконтактная тепловая диагностика.
2. Что включает в себя техническое обслуживание, осуществляемое ремонтным персоналом?
3. Какие операции включает в себя технологический процесс ремонта?
4. Способы восстановления изношенных деталей.
5. Критерии оценки предельного состояния по выходному параметру.
6. Способы восстановления поврежденных деталей
7. Критерии предельного износа.
8. Ремонт валов и осей.
9. Технология диагностирования.
10. Сборка резьбовых соединений.
11. Предельный износ в подшипниках скольжения.
12. Ремонт зубчатых колес.
13. Методы диагностирования.
14. Сборка узлов с подшипниками качения.
15. Вибродиагностика
16. Регулирование цилиндрических зацеплений.
17. Способы наращивания поверхностных слоев.

Перечень задач для контрольной работы №1 .(ПК 3.3 -В1,31 ПК 3.4 -У1,В1)

1. Нарботка редуктора имеет распределение Вейбулла $Q(t) = 1 - \exp(-t/a)^b$, $b > 1$ с параметрами $a = 90$ сут, $b = 2$. Затраты на полную замену составляют $C_p = 12$ ед., на минимальную замену $C_a = 6$ ед. Найти оптимальный интервал профилактических замен и соответствующую ему интенсивность затрат.
2. Стоимость замены комплекта вкладышей универсального шпинделя составляет 300 ед. (минимальное восстановление). Полное восстановление путем замены шпинделя в сборе стоит 12000 ед. Нарботка комплекта вкладышей имеет распределение Вейбулла с параметрами $a = 90$ сут, $b = 4$. Определить оптимальное число минимальных восстановлений и соответствующую этому интенсивности эксплуатационных затрат.
3. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 горячей прокатки составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ сут. Определить экономичное время эксплуатации и соответствующую интенсивность эксплуатационных затрат.
4. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 г/п составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ сут. Определить требуется ли в момент времени $t = 400$ сут восстановление линии привода путем замены комплекта вкладышей или необходима замена шпинделя в сборе.

Перечень задач для контрольной работы №2 .(ПК 3.3 -В1,31 ПК 3.4 -У1,В1)

1. Определить допустимую величину износа витков гайки с резьбой УП 440x48 нажимного механизма блюминга 1150, если запас прочности $n = 2$.
2. Определить допустимую величину износа шестерни реечного толкателя слябов. Модуль шестерни $m = 38$, запас прочности $n = 1,2$.
3. Определить предельно допустимую величину износа шестерни редуктора в линии привода валков пятиклетевого стана «630» холодной прокатки. Исходные данные: передаваемый крутящий момент $M_c = 24$ кН•м, пусковой момент электродвигателя $M_1 = 24$ кН•м, $n_1 = 0,02$, длина зубчатого шпинделя $l = 2955$ мм, диаметр делительной окружности шестерни $D = 400$ мм, $m = 10$ мм, диаметр тела шпинделя $d = 190$ мм, начальный зазор $U_0 = 0,2$, запас прочности зубьев $n = 2,5$, передаточное число редуктора $u = 1,764$.
4. Определить предельное значение нагрузки, скорости, диаметрального зазора и вязкости смазочного материала, при которых будет обеспечена надежная работа подшипников скольжения шестеренной клетки реверсивной клетки кварто 800/1400x2800. Исходные данные: диаметр подшипника $d = 600$ мм; длина подшипника $l = 820$ мм; нагрузка на подшипник $P = 1,5$ МН; смазочный материал МС-14; частота вращения 6-12 с-1; посадка подшипника Н7/е8.
5. Определить величину осевого усилия со стороны рабочих валков при неравномерном износе подушек рабочих валков при перекосе осей рабочего и опорного валка $1 \cdot 10^{-4}$ рад; давлении металла на валки 20 МН; диаметре рабочего валка 0,6 м; диаметре опорного валка 1,4 м; материале рабочих валков – чугуне; материале опорных валков – стали; расстоянии между подушками рабочего валка $l = 3$ м; твердости валка 3000 МПа; характеристиках шероховатости валка: $r = 20$ мкм, $R_{max} = 18$ мкм; коэффициенте трения $f = 0,15$.
6. Определить предельно допустимую величину износа бочки ролика транспортного рольганга стана 2500 горячей прокатки. Исходные данные: диаметр бочки ролика $D = 300$ мм; нагрузка на ролик $N = 1$ кН; ширина полосы 1,5 м; модуль упругости транспортируемого металла при $t = 600^\circ\text{C}$, $E_m = 1,5 \cdot 10^5$ МПа; твердость горячего металла НВ = 1000 МПа; поверхность бочки ролика обработана по 6-му классу чистоты обработки; скорость транспортировки 10 м/с.
7. Максимально допустимый зазор в шарнире универсального шпинделя линии привода валков составляет 10 мм. Определить допустимую величину износа трущейся поверхности вилки головки шпинделя. Известно, что скорость изнашивания вилки шпинделя составляет 0,01 интенсивности изнашивания вкладыша. Первоначальный зазор в шпинделе 1 мм. Затраты на замену комплекта вкладышей составляют 300 условных единиц. Затраты на замену комплекта вкладышей составляют 300 условных единиц. Затраты на восстановление работоспособности шпинделя: путем замены на новый шпиндель составляют 12000 условных единиц; путем перешлифовки головки шпинделя на новый ремонтный размер составляют 1200 условных единиц; путем наплавки изношенной поверхности головки шпинделя 3000 условных единиц.
8. Зубчатая полумуфта (МЗН7) установлена с помощью пресса на вал диаметром 100 мм с посадкой Н7/р6 для передачи

крутящего момента $[M] = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Диаметр обоймы полумуфты $D3 = 170 \text{ мм}$. Длина посадочной поверхности $l = 145 \text{ мм}$. Комплексная характеристика шероховатости $\Delta = 0,5$. Твердость поверхности вала $HV = 2500 \text{ МПа}$. 6 класс чистоты обработки посадочной поверхности Проверить, обеспечит ли выбранная посадка передачу заданного крутящего момента.

Теоретические вопросы к экзамену:(ПК 3.3,ПК 3.4)

1. Что включает в себя система ТОиР?
2. Сборка подшипников скольжения.
3. Что должна обеспечить оптимальная стратегия технического обслуживания.
4. Виброакустическая диагностика.
5. Что определяет время эксплуатации машин и что включает в себя период эксплуатации машины?.
6. Сборка соединений с гарантированным стягом.
7. Что включает в себя внутрисменное техническое обслуживание, осуществляемое дежурным и эксплуатационным персоналом.
8. Бесконтактная тепловая диагностика.
9. Что включает в себя техническое обслуживание, осуществляемое ремонтным персоналом?
10. Какие операции включает в себя технологический процесс ремонта?
11. Оценка эффективности решений, принимаемых при техническом обслуживании.
12. Способы восстановления изношенных деталей.
13. Стратегии восстановлений.
14. Критерии оценки предельного состояния по выходному параметру.
15. Способы восстановления поврежденных деталей
16. Критерии предельного износа.
17. Ремонт валов и осей.
18. Технология диагностирования.
19. Сборка резьбовых соединений.
20. Предельный износ в подшипниках скольжения.
21. Ремонт зубчатых колес.
22. Методы диагностирования.
23. Сборка узлов с подшипниками качения.
24. Вибродиагностика
25. Регулирование цилиндрических зацеплений.
26. Способы наращивания слоев.

Перечень заданий к экзамену. (ПК 3.3 -В1,31 ПК 3.4 -У1,В1)

1. Нарботка редуктора имеет распределение Вейбулла $Q(t) = 1 - \exp(-t/a)^b$, $b > 1$ с параметрами $a = 90$ суток, $b = 2$. Затраты на полную замену составляют $C_n = 12$ ед., на минимальную замену $C_a = 6$ ед. Найти оптимальный интервал профилактических замен и соответствующую ему интенсивность затрат.
2. Стоимость замены комплекта вкладышей универсального шпинделя составляет 300 ед. (минимальное восстановление). Полное восстановление путем замены шпинделя в сборе стоит 12000 ед. Нарботка комплекта вкладышей имеет распределение Вейбулла с параметрами $a = 90$ суток, $b = 4$. Определить оптимальное число минимальных восстановлений и соответствующую этому интенсивность эксплуатационных затрат.
3. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 горячей прокатки составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ суток. Определить экономичное время эксплуатации и соответствующую интенсивность эксплуатационных затрат.
4. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 г/п составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ сут. Определить требуется ли в момент времени $t = 400$ сут восстановление линии привода путем замены комплекта вкладышей или необходима замена шпинделя в сборе.
5. Определить допустимую величину износа витков гайки с резьбой УП 440x48 нажимного механизма блюминга 1150, если запас прочности $n = 2$.
6. Определить допустимую величину износа шестерни реечного толкателя слябов. Модуль шестерни $m = 38$, запас прочности $n = 1,2$.
7. Определить предельно допустимую величину износа шестерни редуктора в линии привода валков пятиклетевого стана «630» холодной прокатки. Исходные данные: передаваемый крутящий момент $M_c = 24 \text{ кН}\cdot\text{м}$, пусковой момент электродвигателя $M_1 = 24 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $n_1 = 0,02$, длина зубчатого шпинделя $l = 2955 \text{ мм}$, диаметр делительной окружности шестерни $D = 400 \text{ мм}$, $m = 10 \text{ мм}$, диаметр тела шпинделя $d = 190 \text{ мм}$, начальный зазор $U_0 = 0,2$, запас прочности зубьев $n = 2,5$, передаточное число редуктора $u = 1,764$.
8. Определить предельное значение нагрузки, скорости, диаметрального зазора и вязкости смазочного материала, при которых будет обеспечена надежная работа подшипников скольжения шестеренной клетки реверсивной клетки кварты 800/1400x2800. Исходные данные: диаметр подшипника $d = 600 \text{ мм}$; длина подшипника $l = 820 \text{ мм}$; нагрузка на подшипник $P = 1,5 \text{ МН}$; смазочный материал МС-14; частота вращения 6-12 с-1; посадка подшипника H7/e8.
9. Определить величину осевого усилия со стороны рабочих валков при неравномерном износе подушек рабочих валков при перекосе осей рабочего и опорного валка $1\cdot 10^{-4}$ рад; давлении металла на валки 20 МН; диаметре рабочего валка 0,6 м; диаметре опорного валка 1,4 м; материале рабочих валков – чугуне; материале опорных валков – стали; расстоянии между подушками рабочего валка $l = 3 \text{ м}$; твердости валка 3000 МПа; характеристиках шероховатости валка: $r = 20 \text{ мкм}$, $R_{\text{max}} = 18 \text{ мкм}$; коэффициенте трения $f = 0,15$.
10. Определить предельно допустимую величину износа бочки ролика транспортного рольганга стана 2500 горячей

прокатки. Исходные данные: диаметр бочки ролика $D = 300$ мм; нагрузка на ролик $N = 1$ кН; ширина полосы 1,5 м; модуль упругости транспортируемого металла при $t = 600^\circ\text{C}$, $E_m = 1,5 \cdot 10^5$ МПа; твердость горячего металла $HV = 1000$ МПа; поверхность бочки ролика обработана по 6-му классу чистоты обработки; скорость транспортировки 10 м/с.

11. Максимально допустимый зазор в шарнире универсального шпинделя линии привода валков составляет 10 мм. Определить допустимую величину износа трущейся поверхности вилки головки шпинделя. Известно, что скорость изнашивания вилки шпинделя составляет 0,01 интенсивности изнашивания вкладыша. Первоначальный зазор в шпинделе 1 мм. Затраты на замену комплекта вкладышей составляют 300 условных единиц. Затраты на замену комплекта вкладышей составляют 300 условных единиц. Затраты на восстановление работоспособности шпинделя: путем замены на новый шпиндель составляют 12000 условных единиц; путем перешлифовки головки шпинделя на новый ремонтный размер составляют 1200 условных единиц; путем наплавки изношенной поверхности головки шпинделя 3000 условных единиц.

12. Зубчатая полумуфта (МЗН7) установлена с помощью прессы на вал диаметром 100 мм с посадкой Н7/р6 для передачи крутящего момента $[M] = 20$ кН·м. Диаметр обоймы полумуфты $D_3 = 170$ мм. Длина посадочной поверхности $l = 145$ мм. Комплексная характеристика шероховатости $\Delta = 0,5$. Твердость поверхности вала $HV = 2500$ МПа. 6 класс чистоты обработки посадочной поверхности. Проверить, обеспечит ли выбранная посадка передачу заданного крутящего момента.

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

Тема домашней работы:

Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт оборудования.

5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен в 8 семестре, который может проводиться в письменной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

Ниже представлены образец экзаменационного билета проводимых в устной форме. (ПК 3.3 -В1,31,У1 ПК 3.4 -31,В1,У1)

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ
Кафедра металлургических технологий и оборудования

БИЛЕТ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №1

Дисциплина: «Методы увеличения ресурса технологического оборудования»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Период обучения: весенний семестр

Форма проведения экзамена: устная

1. Что включает в себя система ТОиР?
2. Что должна обеспечить оптимальная стратегия технического обслуживания.
3. Стоимость замены комплекта вкладышей универсального шпинделя составляет 300 ед. (минимальное восстановление). Полное восстановление путем замены шпинделя в сборе стоит 12000 ед. Нарботка комплекта вкладышей имеет распределение Вейбулла с параметрами $a = 90$ сут, $b = 4$. Определить оптимальное число минимальных восстановлений и соответствующую этому интенсивность эксплуатационных затрат.

Составил: ассистент _____ Д.Р. Ганин
(подпись)

Зав. кафедрой МТиО _____ А.Н. Шаповалов
(подпись)

«__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ
Кафедра металлургических технологий и оборудования

БИЛЕТ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №2

Дисциплина: «Методы увеличения ресурса технологического оборудования»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Период обучения: весенний семестр

Форма проведения экзамена: устная

1. Бесконтактная тепловая диагностика.
2. Что включает в себя техническое обслуживание, осуществляемое ремонтным персоналом?

3. Определить предельно допустимую величину износа шестерни редуктора в линии привода валков пятиклетевого стана «630» холодной прокатки. Исходные данные: передаваемый крутящий момент $M_c = 24 \text{ кН}\cdot\text{м}$, пусковой момент электродвигателя $M_1 = 24 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $n_1 = 0,02$, длина зубчатого шпинделя $l = 2955 \text{ мм}$, диаметр делительной окружности шестерни $D = 400 \text{ мм}$, $m = 10 \text{ мм}$, диаметр тела шпинделя $d = 190 \text{ мм}$, начальный зазор $U_0 = 0,2$, запас прочности зубьев $n = 2,5$, передаточное число редуктора $u = 1,764$.

Составил: ассистент _____ Д.Р. Ганин

(подпись)

Зав. кафедрой МТиО _____ А.Н. Шаповалов

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ №0

Дисциплина: «Методы увеличения ресурса технологического оборудования»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Период обучения: весенний семестр

Форма проведения экзамена: устная

1. Что включает в себя система ТОиР?

2. Технология диагностирования.

3. Определить величину осевого усилия со стороны рабочих валков при неравномерном износе подушек рабочих валков.

Исходные данные: перекос осей рабочего и опорного валка $1\cdot 10^{-4}$ рад; давление металла на валки 20МН; диаметры валков: рабочего 0,6 м, опорного 1,4 м; материал рабочих валков – чугун, опорных – сталь; расстояние между подушками рабочего валка $l=3 \text{ м}$; твёрдость валка 3000 МПа; характеристики шероховатости валка $r = 20 \text{ мкм}$, $R_{\text{max}} = 18 \text{ мкм}$; коэффициент трения $f = 0,15$.

Составил: ассистент _____ Д.Р. Ганин

(подпись)

Зав. кафедрой МТиО _____ А.Н. Шаповалов

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.

Дистанционно экзамен проводится в LMS Canvas. Экзаменационной тест содержит 40 заданий на решение которых отводится 40 минут. (ПК 3.3, ПК 3.4)

1) Что включает в себя период эксплуатации машин?

- время работы машины с выполнением заданных функций;

- простои и ремонт машины;

- время работы машины с выполнением заданных функций, простои и ремонт машины.

2) Как можно управлять объектом в задачах технического обслуживания?

- качеством технического обслуживания;

- глубиной восстановления;

- сроком проведения технического обслуживания и глубиной восстановления.

3) Какая восстановительная работа является плановой?

- если не известен момент начала ее проведения;

- если известен момент ее окончания;

- если известен момент начала ее проведения.

4) Какая восстановительная работа является предупредительной?

- если в начале восстановительной работы система была работоспособной;

- если в начале восстановительной работы система не была работоспособной;

- если в середине восстановительной работы система не была работоспособной.

5) Что осуществляют для поддержания работоспособного состояния оборудования?

- техническое обслуживание;

- капитальные ремонты;

- комплекс организационно-технических мероприятий, получивших название системы технического обслуживания и ремонтов.

6) Что включает в себя система технического обслуживания и ремонтов?

- внутрисменное техническое обслуживание и проведение профилактических осмотров оборудования эксплуатационным и дежурным персоналом службы механика производственных цехов;

- техническое обслуживание ремонтным и эксплуатационным персоналом в межремонтные периоды и подготовку плановых ремонтов; выполнение плановых ремонтов и испытаний оборудования, систематическое совершенствование и модернизацию оборудования;
 - все вышеперечисленное.
- 7) Что предусматривает система технического обслуживания и ремонта?
- три вида текущих плановых ремонтов и капитальный ремонт;
 - два вида текущих плановых ремонтов и два капитальных ремонта;
 - четыре вида текущих плановых ремонтов и капитальный ремонт.
- 8) Сколько видов капитальных ремонтов предусмотрено для доменных печей?
- два вида капитальных ремонтов: ремонт 2-го и 1-го разрядов;
 - капитальный ремонт 1-го разряда;
 - три вида капитальных ремонта: ремонт 3-го разряда, 2-го разряда, 1-го разряда.
- 9) Что такое ремонтные циклы?
- периодически повторяющиеся ремонтные работы между текущими работами;
 - периодически повторяющиеся ремонтные работы между внеплановыми ремонтами;
 - периодически повторяющиеся ремонтные работы между капитальными ремонтами.
- 10) Что является содержанием работ ремонта 2-го разряда:
- замена огнеупорной кладки;
 - замена холодильников шахты доменной печи;
 - замена огнеупорной кладки и холодильников шахты доменной печи.

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

В системе оценки знаний, умений и навыков по результатам проведения контрольных работ используются следующие критерии:

Оценка «отлично» ставится за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, логичное изложение ответа.

Оценка «хорошо» ставится, если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала.

При поведении экзамена в форме устного опроса критериями оценки являются:

«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые гложет исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

При поведении экзамена в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 – отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 – хорошо

60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л1.1	Ю.В.Жиркин	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: Учебник	Магнитогорск: МГТУ, 2002,	14

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
--	---------------------	----------	------------------------------	--------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л2.1	Н.А.Чиченёв, А.Ю.Зарапин, С.М.Горбатюк	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: Курс лекций : N 1349	М.: МИСиС, 2008, http://elibrary.misis.ru	20
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л3.1	Н.А.Чиченёв, Н.В.Пасечник, Ю.А.Зарапин	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: Метод. указания: N 1346	М.: МИСиС, 2008, http://elibrary.misis.ru	20
Л3.2	Ганин Д.Р.	Эксплуатация и ремонт металлургических машин: методические указания по выполнению домашнего задания/контрольной работы для студентов направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудования, всех форм обучения.	НФ НИТУ МИСиС, 2019, http://elibrary.misis.ru ; www.nf.misis.ru	0
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Сайт НФ НИТУ «МИСиС»			
Э2	НЭБ НИТУ «МИСиС»			
Э3	Российская научная электронная библиотека			
Э4	КиберЛенинка			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Microsoft Office;			
6.3.1.2	Операционная система Windows 7;			
6.3.1.3	Kaspersky Administration kit;			
6.3.1.4	Kaspersky Edpoint Security 10;			
6.3.1.5	Kaspersky Edpoint Security 7;			
6.3.1.6	Система видеоконференцсвязи Microsoft Teams или Zoom;			
6.3.1.7	Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	Информационно-правовая система Гарант			
6.3.2.2	Справочная правовая система Консультант Плюс			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

7.1	Для проведения лекций, практических занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащённые специализированной мебелью (парты, стулья, классная доска), персональным компьютером с программным обеспечением, с доступом в сеть «Интернет» и в электронно-информационную среду университета, с мультимедийным оборудованием.
7.2	Для выполнения курсовой работы используется аудитория для самостоятельной работы и курсового проектирования, оснащённая учебной мебелью, компьютерами с программным обеспечением, с доступом в сеть «Интернет» и в электронно-информационную среду университета.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas. Он доступен по URL адресу ... и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ...Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)).

Например, ОМД_Иванов_И.И._БМТ-19_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.