

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Игнатенко Виталий Иванович
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 20.03.2023 16:57:43
Уникальный программный ключ:
a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Норильский государственный индустриальный институт»
(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УиВР
_____Стеглянников В.Ю.

Трение и износ машин рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Технологические машины и оборудование**

Учебный план 23.03.02-СМ-19_заочная форма.plx
Направление 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль подготовки "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 10
самостоятельная работа 161
часов на контроль 9

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4
Практические	6	6	6	6
Итого ауд.	10	10	10	10
Контактная работа	10	10	10	10
Сам. работа	161	161	161	161
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Виды контроля на
курсах: экзамены 4

Программу составил(и):

к.т.н. доцент Серебрянников Ю.Г. _____

Согласовано:

д.т.н. профессор Потапенков А.П. _____

Рабочая программа дисциплины
Трение и износ машин

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015г. №162)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологические машины и оборудование

Протокол от 03.06.2016г. № 10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко __ ____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

Технологические машины и оборудование

Протокол от __ ____ 2019 г. № __

Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко __ ____ 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

Технологические машины и оборудование

Протокол от __ ____ 2020 г. № __

Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко __ ____ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

Технологические машины и оборудование

Протокол от __ ____ 2021 г. № __

Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко _____ 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Технологические машины и оборудование

Протокол от _____ 2022 г. № ____
Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью изучения дисциплины является овладение теоретическими и практическими методами расчетов коэффициентов внешнего трения, расчетов интенсивности изнашивания материалов, расчётов износа сопряжений, расчётов предельных состояний по износу, ознакомление с основными методами моделирования трибологических процессов.
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Материаловедение
2.1.4	Детали машин и основы конструирования
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.6	Технология машиностроения, производство и ремонт подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
2.1.7	Машины непрерывного транспорта
2.1.8	Грузоподъемные машины
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Машины непрерывного транспорта
2.2.2	Грузоподъемные машины
2.2.3	Строительные и дорожные машины
2.2.4	Машины для земляных работ
2.2.5	Надёжность подъёмно-транспортных, строительных и дорожных машин
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке программ и методик испытаний наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования	
Знать:	
Уровень 1	общие сведения о поверхности деталей, шероховатости, показателях качества поверхности, физикохимических свойствах поверхностей деталей.
Уровень 2	методы измерения износа сопряжений, выбора износостойких материалов, типы сочетания материалов для коэффициента трения.
Уровень 3	методы исследования износа деталей технологического оборудования.
Уметь:	
Уровень 1	применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий для прогнозирования износа сопряжений.
Уровень 2	измерять износ деталей сопряжений, производить расчеты сопряжений на износ.
Уровень 3	моделировать процесс износа деталей узлов трения при различных условиях эксплуатации.
Владеть:	
Уровень 1	навыками анализа условий эксплуатации и разработки технического задания узла трения.
Уровень 2	навыками прогнозирования износа деталей сопряжения.

Уровень 3	навыками определения величины предельного износа из условий надежности; прогнозирование остаточного ресурса по критерию износа; разработки программ и методики испытаний транспортно-технологических машин.
ПК-9: способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении испытаний наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования	
Знать:	
Уровень 1	общие сведения о поверхности деталей, шероховатости, показателях качества поверхности, химикофизических свойствах поверхностей деталей.
Уровень 2	методы измерения износа сопряжений, контрольно-измерительные приборы и инструменты.
Уровень 3	методы исследования износа деталей технологического оборудования; аппаратуру для исследования.
Уметь:	
Уровень 1	применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий для прогнозирования износа сопряжения.
Уровень 2	измерять износ сопряжений, производить расчеты сопряжений на износ.
Уровень 3	моделировать процесс изнашивания деталей узлов трения при различных условиях эксплуатации.
Владеть:	
Уровень 1	навыками исследования процесса абразивного и усталостного изнашивания деталей машин.
Уровень 2	навыками прогнозирования износа деталей сопряжения; участвовать в проведении измерений.
Уровень 3	навыками проведения исследования процесса абразивного и усталостного изнашивания деталей машин.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	общие сведения о поверхности деталей, шероховатости, показателях качества поверхности, физико-химических свойствах поверхностей деталей.
3.1.2	методы измерения износа сопряжений, выбора износостойких материалов, типы сочетания материалов для коэффициента трения.
3.1.3	методы исследования износа деталей технологического оборудования.
3.1.4	общие сведения о поверхности деталей, шероховатости, показателях качества поверхности, химико-физических свойствах поверхностей деталей.
3.1.5	методы измерения износа сопряжений, контрольно-измерительные приборы и инструменты.
3.1.6	методы исследования износа деталей технологического оборудования; аппаратуру для исследования.
3.2 Уметь:	
3.2.1	применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий для прогнозирования износа сопряжений.
3.2.2	измерять износ деталей сопряжений, производить расчеты сопряжений на износ.
3.2.3	моделировать процесс износа деталей узлов трения при различных условиях эксплуатации.
3.2.4	применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий для прогнозирования износа сопряжения.
3.2.5	измерять износ сопряжений, производить расчеты сопряжений на износ.
3.2.6	моделировать процесс изнашивания деталей узлов трения при различных условиях эксплуатации.
3.3 Владеть:	
3.3.1	навыками анализа условий эксплуатации и разработки технического задания узла трения.
3.3.2	навыками прогнозирования износа деталей сопряжения.
3.3.3	навыками определения величины предельного износа из условий надежности; прогнозирование остаточного ресурса по критерию износа; разработки программ и методики испытаний транспортно-технологических машин.
3.3.4	навыками исследования процесса абразивного и усталостного изнашивания деталей машин.
3.3.5	навыками прогнозирования износа деталей сопряжения; участвовать в проведении измерений.
3.3.6	навыками проведения исследования процесса абразивного и усталостного изнашивания деталей машин.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Трение и износ машин						

1.1	Основные положения теории трения. Понятия и определения. Взаимодействие рабочих поверхностей деталей. Тепловые процессы при трении /Лек/	4	2	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.2	Изнашивание элементов машин. Общая закономерность изнашивания. Абразивное изнашивание /Лек/	4	2	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.3	Определение коэффициентов сопротивления движению (трения и качения) /Пр/	4	2	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.4	Статистический анализ параметров изнашивания деталей /Пр/	4	2	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.5	Основные определения предельного износа механизмов /Пр/	4	2	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

1.6	Подготовка к экзамену. Выполнение письменных работ (отчётов) по практическим занятиям /Ср/	4	161	ПК-6 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	--	---	-----	-----------	-------------------------------	---	--

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Износ как результат взаимодействия твёрдых тел. Виды функциональных связей.
2. Усталостная природа изнашивания.
3. Основные и производные процессы при износе материала.
4. Классификация видов изнашивания.
5. Классификация процессов изнашивания по скорости протекания элементарных актов разрушения.
6. Основные положения изнашивания материалов.
7. Протекание износа во времени.
8. Зависимость износа от давления и скорости скольжения.
9. Зависимость износа от технических характеристик материалов.
10. Влияние на износ структуры материалов.
11. Влияние видов трения на износ.
12. Влияние смазочного материала на износ.
13. Выбор смазочного материала
14. Трение и износ в экстремальных условиях.
15. Классификация методов измерения износа.
16. Определение износа по содержанию продуктов изнашивания в смазке,
17. Метод микрометрических измерений.
18. Метод искусственных баз.
19. Требования, предъявляемые к материалам пар. трения.
20. Принцип выбора износостойких материалов. Структурная приспособляемость материалов.
21. Типовые сочетания материалов для пар. трения.
22. Классы износостойкости.
23. Износ поверхностей и износ сопряжений. Условия касания поверхностей, 24. Износ сопряжений при самоустановке деталей.
25. Классификация сопряжений по условиям изнашивания.
26. Исходные положения при расчете сопряжений.
27. Основные этапы расчета сопряжений на износ.
28. Расчет на износ конических поверхностей.
29. Расчет на износ пары - вал-подшипник скольжения.
30. Основы расчета на износ поступательных направляющих скольжения.
31. Износ кулачковых механизмов.
32. Износ зубчатых зацеплений.
33. Износ жестко связанных кольцевых направляющих.
34. Совместный износ плоских и накладных направляющих.
35. Основы износа многозвенных механизмов.
36. Критерии предельного износа.
37. Предельные износы из условия точности перемещения ведомого звена.
38. Предельные износы из условия прочности механизма.
39. Предельные износы многозвенных механизмов.
40. Основы изменения положения ведомого звена механизма в процессе изнашивания.
41. Основы поиска оптимального конструктивного варианта для узла трения.
42. Специфика исследований износа машин.
43. Износ технологического оборудования и транспортных машин.
44. Износ машин, работающих в условиях абразивной и агрессивной сред.
45. Прогнозирование надежности сложных систем с учетом их износа.
46. Макроприработка - основная причина нелинейности процесса изнашивания.
47. Макроприработка поступательных пар. трения.
48. Регламентация периода макроприработки.
49. Прогнозирование надежности с учетом макроприработки.
50. Влияние износа на динамические характеристики машин.
51. Оценка выходных параметров изношенного привода.
52. Выбор рациональной конструкции механизма.
53. Уменьшение нагрузок на поверхности трения.
54. Принцип равномерного износа.
55. Автоматическая компенсация износа.
56. Регламентация показателей износа машин из условия надежности.

5.2. Темы письменных работ

1. Определение коэффициентов сопротивления движению (трения и качения).
2. Статический анализ параметров изношенных деталей.
3. Расчёты износа сопряжений.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- | | |
|-----|---|
| 7.1 | Плакаты: Схемы разрушения элементов металлоконструкций при усталостном изнашивании. |
|-----|---|

4. Определение предельного износа механизмов.**5.3. Фонд оценочных средств**

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования по тесту второго типа: тестовое задание по дисциплине содержит 25 вопросов.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80 % тестовых заданий;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60 % тестовых заданий;

- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45 %; .

Критерии оценки ответов на контрольные вопросы: точность определений и понятий, степень раскрытия сущности вопроса, количество правильно и полностью раскрытых вопросов:

- Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыта сущность вопроса; даны правильные и полные ответы на все вопросы; логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы.

- Оценка «хорошо» - основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в ответах.

- Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствуют выводы; отсутствуют пояснения к формулам, рисунки.

- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы; даны неполные ответы менее чем на 45% вопросов.

Критерии оценки выполнения курсовой работы: правильность выполнения

Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыта сущность вопроса; даны правильные, полные и обоснованные ответы по выбору материалов и видам термической и ХТО

- Оценка «хорошо» - основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; имеются упущения в ответах.

- Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований. В частности: вопрос освещен лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствует обоснование выбора материала

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства по категории "ЗНАТЬ": контрольные вопросы, тесты.

Оценочные средства по категории "УМЕТЬ": контрольные вопросы, тесты.

Оценочные средства по категории "ВЛАДЕТЬ": контрольные вопросы, тесты.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Школьников В.М. [и др.]	Масла и составы против износа автомобилей	М.: Химия, 1988	5
Л1.2	Зорин В.А.	Основы работоспособности технических систем: допущено УМО в качестве учебника для студентов вузов	М.: Академия, 2009	5
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Крагельский И.В., Михин Н.М.	Узлы трения машин: справочник	М.: Машиностроение, 1984	2
Л2.2	Грудев А.П., Зильберг Ю.В., Тилик В.Т.	Трение и смазки при обработке металлов давлением: справочник	М.: Metallurgy, 1982	1
Л2.3	Зорин В.А.	Основы долговечности строительных и дорожных машин: учеб. пособие для вузов	М.: Машиностроение, 1986	10
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.3	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.4	MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				

7.2	Установка для определения коэффициента сопротивления трения и трения качения.
7.3	Токарно-винторезный станок
7.4	Станок 1А-616
7.5	Станок горизонтально-фрезерный
7.6	Универсальный вертикально-сверлильный станок
7.7	Учебно-методические комплексы «Сквозное проектирование на базе САПР CAD/CAM ADEM и станки с ЧПУ»:
7.8	1) Токарный станок;
7.9	2) Настольно-фрезерный станок;
7.10	Учебно-методический комплекс лабораторных работ по технологии литейного производства
7.11	Учебно-методический комплекс «Обработка металлов давлением» с программным управлением для изучения и исследования энергосиловых характеристик
7.12	Микроскопы МПБ
7.13	Нутрометры
7.14	Шагометры
7.15	Глубиномеры
7.16	УДГ-135
7.17	ОДГ-160
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	