



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиТ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТРИБОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (профиль/специализация) программы

23.05.01 Автомобильная техника в транспортных технологиях

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра | Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования |
| Курс | 2 |
| Семестр | 4 |

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 935)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
06.02.2023, протокол № 6


Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

 И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук

 М.Г. Слободянский

Рецензент:

гл. механик ООО НПО "Гальва", канд. техн. наук

 В.А. Русанов

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 "Триботехника" являются:

1. Формирование у студентов системы знаний по проблемам трения, износа и смазки деталей и узлов автотранспорта.
2. Овладение основными принципами трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах.
3. Формирование знаний по выбору новых эффективных триботехнических материалов пар трения с целью сознательного управления их фрикционным поведением.
4. Приобретение навыков решения практических задач по определению показателей износостойкости трибоэлементов, подбору смазочных материалов и выбору эффективного способа повышения износостойкости деталей и узлов машин.
5. Овладение достаточным уровнем общепрофессиональных 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 Триботехника входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Технология конструкционных материалов

Эксплуатационные свойства автомобилей

Математика

Физика

Химия

Эксплуатационные материалы

Электротехника, электроника

Инженерная и компьютерная графика

Материалы отрасли

Основы взаимозаменяемости

Введение в специальность

Информатика

Метрология, стандартизация, оценка соответствия

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

Проектная деятельность

Продвижение научной продукции

Основы технологии производства автомобильной техники

Организация и безопасность транспортных технологий

Конструкция и эксплуатационные свойства автомобильной техники

Информационные технологии в автосервисе и сети в отрасли

Программное обеспечение работы автосервисных и автотранспортных предприятий

Технологические процессы технического обслуживания и ремонта НТТС

Техническая эксплуатация силовых агрегатов и трансмиссий

Техническая эксплуатация ходовой части автомобилей и систем, обеспечивающих безопасность движения

Технология и организация фирменного обслуживания НТТС

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Триботехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|---|
| ОПК-1 | Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей; |
| ОПК-1.1 | Использует законы и методы математики, естественных наук при решении профессиональных задач |
| ОПК-1.2 | Применяет и использует современные материалы и элементную базу узлов, деталей и приводов машин |
| ОПК-1.3 | Применяет методы проектирования и расчета деталей и узлов машин |
| ОПК-1.4 | Понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 38,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|------------------------------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Введение в дисциплину | | | | | | | | |
| 1.1 Основные понятия, термины и определения | 4 | 2 | | | | Самостоятельное изучение литературы | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| Итого по разделу | | 2 | | | | | | |
| 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел | | | | | | | | |
| 2.1 Характеристики микрогеометрии поверхностей | 4 | 2 | | 12 | 2 | Подготовка к лабораторной работе Подготовка к тестированию | Лабораторная работа Тестирование | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| 2.2 Контакт волнистых и шероховатых тел | | 2 | | 12 | | Подготовка к лабораторной работе Подготовка к тестированию | Лабораторная работа Тестирование | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| Итого по разделу | | 4 | | 24 | 2 | | | |
| 3. Фрикционное взаимодействие и изнашивание твердых тел | | | | | | | | |
| 3.1 Виды изнашивания | 4 | 4 | | | 2 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| 3.2 Характеристики изнашивания | | 4 | | 10 | 24,75 | Подготовка к практической работе | Практические работы | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| Итого по разделу | | 8 | | 10 | 26,75 | | | |
| 4. Современные подходы к моделированию процессов трения и изнашивания элементов трибосистем | | | | | | | | |
| 4.1 Молекулярно-механическая теория трения | 4 | 4 | | | 2 | Самостоятельное изучение литературы | Устный опрос | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|----|--|----|------|-------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| 4.2 | Структурно-энергетическая теория трения и изнашивания | | 4 | | | 2 | Самостоятельное изучение литературы | Устный опрос | |
| Итого по разделу | | | 8 | | | 4 | | | |
| 5. Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов трибосопряжений | | | | | | | | | |
| 5.1 | Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов три-босопряжений | 4 | 7 | | | 2,45 | Самостоятельное изучение литературы | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| Итого по разделу | | | 7 | | | 2,45 | | | |
| 6. Смазка и смазочные материалы | | | | | | | | | |
| 6.1 | Смазка и смазочные материалы | 4 | 5 | | | 3 | Самостоятельное изучение литературы | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4 |
| Итого по разделу | | | 5 | | | 3 | | | |
| Итого за семестр | | | 34 | | 34 | 38,2 | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | | 34 | | 34 | 38,2 | | зачет | |

5 Образовательные технологии

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

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед 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 «Основы теории трения и изнашивания» 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).

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. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники): учебное пособие / Ю. В. Жиркин. - 2-е изд., подгот. по печ. 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> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Износостойкие хромистые чугуны для литого режущего инструмента: монография [электронный ресурс] / [А. Н. Емельюшин, Д. А. Мирзаев, Н. М. Мирзаева и др.]; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2725.pdf&show=dcatalogues/1/1132093/2725.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

2. Быченин А.П., Володько О.С. Триботехника и триботехнологии: учебное пособие [электронный ресурс] / А.П. Быченин, О.С. Володько // Самарский государственный аграрный университет. 2018. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109458>

3. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. MOM3]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

в) Методические указания:

1. Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» для студентов направлений 150400.62, 151000.62. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 25 с.

2. Жиркин Ю.В. Основы теории трения и изнашивания: Методические указания для практических занятий. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2008, 16 с.

3. Жиркин, Ю. В. Основы трибологии: практикум / Ю. В. Жиркин; МГТУ. - Маг-нитогорск: 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). - Макрообъ-ект. - Текст: электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|---------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое | бессрочно |
| STATISTICA в.6 | К-139-08 от 22.12.2008 | бессрочно |
| APM WinMachine 2010 | Д-262-12 от 15.02.2012 | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |
| Autodesk AutoCad Mechanical 2011 Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| Autodesk Simulation Multiphysics 2011 Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| АСКОН Компас v21-22 | Д-1082-22 от 01.12.2022 | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|--|
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |

| | |
|---|---|
| Информационная система - Единое окно доступа к | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт | URL: http://www1.fips.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. | https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru |
| Университетская информационная система | https://uisrussia.msu.ru |
| Международная база полнотекстовых журналов | http://link.springer.com/ |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий | https://www.nature.com/siteindex |
| Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические | https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii |
| Информационная система - Банк данных угроз | https://bdu.fstec.ru/ |
| база данных патентного поиска - база данных Orbit | https://www.orbit.com/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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 Surfrest SJ-210.

– Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А.

– Машина Арчарда.

– Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).

– Машина трения СМТ-1.

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 с 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

Вопросы для проведения тестирования на тему «Характеристики микрогеометрии поверхностей»:

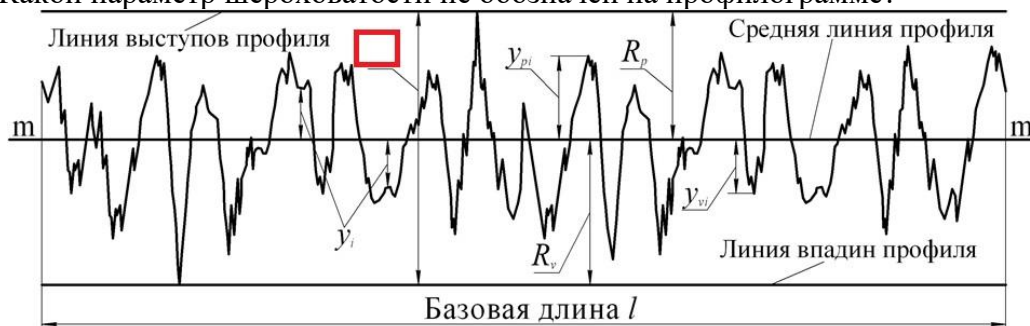
1. Параметр R_{\max}
 - 1.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
 - 1.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
 - 1.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
 - 1.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
 - 1.5. Высота наибольшего выступа профиля

2. Параметр R_p
 - 2.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
 - 2.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
 - 2.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
 - 2.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
 - 2.5. Высота наибольшего выступа профиля

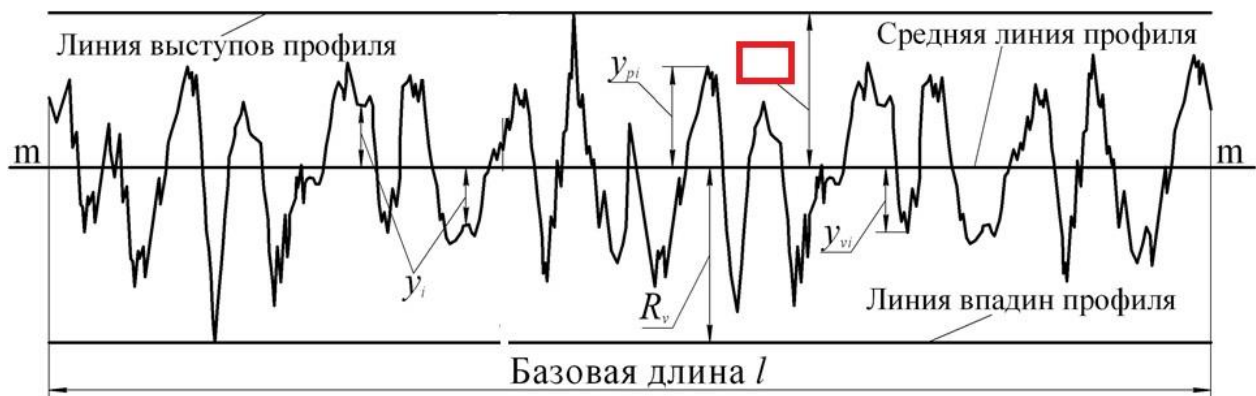
3. Параметр R_v
 - 3.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
 - 3.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
 - 3.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
 - 3.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
 - 3.5. Глубина наибольшей впадины профиля

4. Параметр R_z
 - 4.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
 - 4.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
 - 4.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
 - 4.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
 - 4.5. Высота наибольшего выступа профиля

5. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?

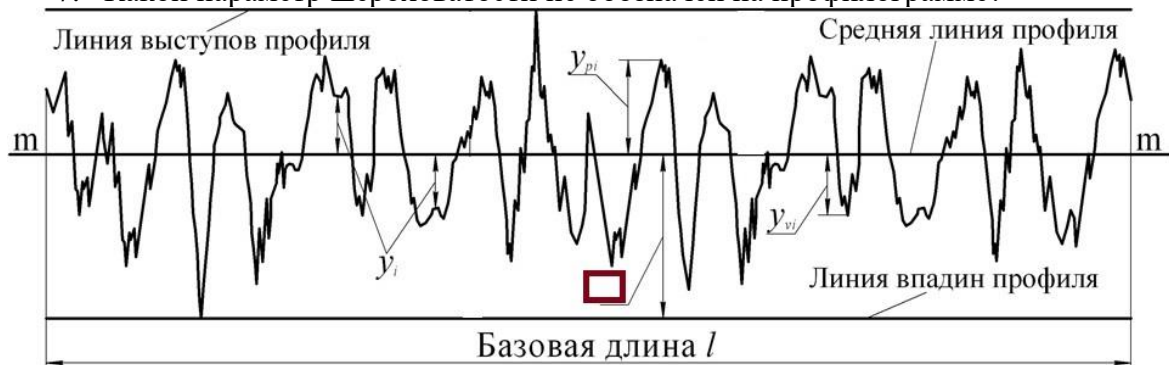


- 5.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
 - 5.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
 - 5.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
 - 5.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
 - 5.5. Высота наибольшего выступа профиля
6. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?



- 6.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
- 6.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
- 6.3. Глубина наибольшей впадины профиля
- 6.4. Среднее арифметическое отклонение профиля
- 6.5. Среднее квадратическое отклонение профиля
- 6.6. Высота наибольшего выступа профиля

7. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?



- 7.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
- 7.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
- 7.3. Глубина наибольшей впадины профиля
- 7.4. Среднее арифметическое отклонение профиля
- 7.5. Среднее квадратическое отклонение профиля
- 7.6. Высота наибольшего выступа профиля

Вопросы для проведения тестирования на тему «Контакт волнистых и шероховатых тел»:

1. Внешнее трение это
 - а) Сопротивление между телами препятствующее их перемещению.
 - б) Сила сопротивления движению тел относительно друг другу.
 - в) Явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним.
2. Изнашивание это
 - а) Процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.
 - б) Процесс разрушения поверхностного слоя двух тел.
 - в) Явление сопротивления перемещению тел относительно друг другу.
3. Износ это

- a) Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах.
 - b) Масса, потерянная телами в результате процесса изнашивания.
 - c) Изменение геометрических размеров тел, перемещаемых относительно друг друга.
4. Износостойкость это
- a) Сопротивление материала процессу изнашивания.
 - b) Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.
 - c) Явление сопротивления материалов трибоэлементов процессу изнашивания при фрикционном взаимодействии.
5. Составляющие трибологической системы в общем случае
- a) Два тела, окружающая среда и смазочный материал
 - b) Два тела и смазочный материал
 - c) Два тела и окружающая среда
 - d) Два тела
6. Чем обусловлена фактическая площадь контакта двух твердых тел?
- a) Волнистостью поверхностей.
 - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
 - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
7. Чем обусловлена контурная площадь контакта двух твердых тел?
- a) Деформированием волнистости поверхностей.
 - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
 - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
8. Чем обусловлена номинальная площадь контакта двух твердых тел?
- a) Деформированием волнистости поверхностей.
 - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
 - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
9. Трение качения.
- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.
 - b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
 - c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению.
 - d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
 - e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
 - f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.
10. Трение движения.
- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.
 - b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
 - c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по

значению и направлению.

- d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
- e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

11. Трение скольжения.

- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
- c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению.
- d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
- e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

Вопросы для проведения тестирования на тему «Виды изнашивания»:

1. Абразивное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

2. Механическое изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

3. Усталостное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

4. Гидроэрозионное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.

- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

5. Гидроабразивное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

Вопросы для проведения тестирования на тему «Характеристики изнашивания»:

1. Скорость изнашивания.

- a) Отношение значения износа к интервалу времени, в течении которого он возник.
- b) Отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы.
- c) Объем материала, удаляемый с поверхности трения.

2. Интенсивность изнашивания.

- a) Отношение значения износа к интервалу времени, в течении которого он возник.
- b) Отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы.
- c) Объем материала, удаляемый с поверхности трения.

Вопросы для проведения тестирования на тему «Смазка и смазочные материалы»:

1. Жидкостная смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

2. Твердая смазка.
 - a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
 - b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
 - c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
 - d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
 - e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
 - f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

3. Гидродинамическая смазка.
 - a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
 - b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
 - c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
 - d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
 - e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
 - f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

4. Гидростатическая смазка.
 - a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
 - b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
 - c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
 - d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое,

осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением

- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

5. Эласто-гидродинамическая смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

6. Граничная смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

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 |
|--|--|--|
| ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей; | | |
| ОПК-1.1 | Использует законы и методы математики, естественных наук при решении профессиональных задач | <p><i>Вопросы для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методика аналитической оценки ресурса элементов трибосопряжений на моделировании фрикционного взаимодействия с использованием структурно-энергетического подхода. 2. Алгоритм расчета показателей износостойкости и ресурса элементов технологического оборудования. 3. Показатели износостойкости элементов трибосопряжений. 4. Виды изнашивания. 5. Предварительное смещение. 6. Подходы к оценке показателей износостойкости. 7. Концептуальный подход к моделированию процесса изнашивания. 8. Способы повышения износостойкости материалов элементов трибосопряжений. 9. Способы повышения ресурса узлов трения. 10. Способы поверхностного пластического деформирования для повышения долговечности узлов трения. |
| ОПК-1.2 | Применяет и использует современные материалы и элементную базу узлов, деталей и приводов машин | <p><i>Перечень заданий для практических занятий (пример):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет остаточного ресурса трибосопряжения в заданных условиях эксплуатации. 2. Подобрать смазочный материал для продления остаточного ресурса трибосопряжения. 3. Оценка проектного ресурса прокатных валков по критерию |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|--|--|
| | | <p><i>износостойкости.</i></p> <p>4. <i>Расчет показателей износостойкости подшипника скольжения.</i></p> <p>5. <i>Оценить величину коэффициента трения для заданного трибосопряжения.</i></p> <p><i>Определить класс и разряд износостойкости трибосопряжения.</i></p> |
| ОПК-1.3 | Применяет методы проектирования и расчета деталей и узлов машин | <p><i>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка остаточного ресурса подшипника скольжения опорного ролика пластинчатого питателя ПП-3200.</i> 2. <i>Расчет показателей износостойкости и ресурса роликов отводящего рольганга стана 2000 г/н ЛПЦ-10 ПАО «ММК».</i> 3. <i>Оценка среднего ресурса по критерию износостойкости элементов подшипника качения №305 редуктора ИЦУ-160 привода ленточного конвейера.</i> 4. <i>Расчет показателей износостойкости планок скольжения механизма установки подушек прокатных валков стана 2000 х/н ЛПЦ-11 ПАО «ММК».</i> 5. <i>Разработка модели изнашивания опорных валков стана 2000 г/н ЛПЦ-10 ПАО «ММК».</i> 6. <i>Оценка среднего ресурса зубчатой муфты по критерию износостойкости контактных поверхностей зубьев.</i> 7. <i>Расчет показателей износостойкости стандартной пары трения «ролик-колodka».</i> 8. <i>Проектная оценка среднего ресурса червячной передачи по критерию износостойкости.</i> 9. <i>Оценка остаточного ресурса вкладышей скольжения универсального шпинделя привода рабочих валков клетки №7 стана 2000 г/н ПАО «ММК».</i> 10. <i>Расчет показателей износостойкости роликов подводящего рольганга.</i> |
| ОПК-1.4 | Понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД | <p><i>Вопросы для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Методика аналитической оценки ресурса элементов трибосопряжений на моделировании фрикционного взаимодействия с использованием структурно-энергетического подхода.</i> 2. <i>Алгоритм расчета показателей износостойкости и ресурса элементов технологического оборудования.</i> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>3. Показатели износостойкости элементов трибосопряжений.</p> <p>4. Виды изнашивания.</p> <p>5. Предварительное смещение.</p> <p>6. Подходы к оценке показателей износостойкости.</p> <p>7. Концептуальный подход к моделированию процесса изнашивания.</p> <p>8. Способы повышения износостойкости материалов элементов трибосопряжений.</p> <p>9. Способы повышения ресурса узлов трения. Способы поверхностного пластического деформирования для повышения долговечности узлов трения.</p> |

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

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

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку «зачтено» - 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 «не зачтено» - обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.