ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 28.12.2021

С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.08.02 Теория трущихся пар
для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 20.10.2015 № 1170

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Спиридонов Е. К.
Пользователь: spiridonovek
Дата подписания: 23.12.2021

Е. К. Спиридонов

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Школин С. Б.
Пользователь: shkolinsb
Дата подписания: 22.12.2021

С. Б. Школин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является - освоение и современных технологий повышения ресурса подвижных соединений и мобильных энергетических средств в целом на основе теории «разумного» изнашивания

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина дает знания студентам в области трибологии (трения, износа и смазки), развивает навыки расчета, конструирования, испытания и эксплуатации узлов трения разного класса и назначения. Данный курс предполагает решение следующих основных задач: 1. На основе современных представлений механики ознакомление с процессом трения, который вызван взаимодействием сопряженных поверхностей твердых тел при относительном перемещении; 2. Получение необходимых сведений о триботехнических материалах (конст-рукционных и смазочных) и рациональных технологиях получения износо-стойких, антифрикционных и фрикционных покрытий и модифицированных поверхностных слоев на различных элементах узлов трения; 3. Изучение основных методов расчета сил, моментов и величин коэффициентов трения, а также методов оценки интенсивности изнашивания твердых тел при различных видах трения; 4. Ознакомление с основными методиками триботехнических испытаний и методами моделирования триботехнических процессов. Курс подготавливает специалиста к решению следующих типов задач, при ре-шении которых необходимы знания курса «Физические основы трибологии»: В проектно-конструкторской деятельности: • основные принципы расчета и конструирования антифрикционных и фрик-ционных узлов трения; • совершенствование конструкции узлов трения транспортных машин, сниже-ние материалоемкости, веса, повышение надежности и ресурса.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Знать:основы проектирования подвижных соединений при которых обеспечивается их ресурс до морального износа;
	Уметь:выявлять и анализировать причины увеличения скорости изнашивания;
	Владеть:методиками моделирования процесса износа
ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Знать:уровень ответственности за профессиональную и научную деятельность в области трибологии перед окружающей средой обитания человеческого общества.
	Уметь:определить оптимальные режимы износа
	Владеть:навыками управления скоростью изнашивания соответствующей моральному износу запланированному изготовителем объекта.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	8	8
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	64	64
Подготовка к тестированиям	32	32
Подготовка к зачету	32	32
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Инженерно-технические проблемы трибологии	3	2	1	0
2	Способы оценки видов износа	2,5	2	0,5	0
3	Физико-химически основы эффекта безизностности.	2,5	2	0,5	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Инженерно-технические проблемы трибологии	2
3	2	Способы оценки видов износа	2
2	3	Физико-химически основы эффекта безизностности.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Определение величины износа	1
2	2	Определение износа при разных смазочных материалах	0,5
3	3	Определение адсорбционных свойств рабочих поверхностей	0,5

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение тестов текущего контроля	Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники : учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. — 3-е изд., стереотип. — Москва : Машиностроение, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-907104-97-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192998 (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (Разделы 1-4)	32
Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники : учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. — 3-е изд., стереотип. — Москва : Машиностроение, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-907104-97-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192998 (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (Разделы 1-4)	1. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ.: -М., Машиностроение., 1977. 526 с. Глава1,3,4. 7. 2. Фролов К.В. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов. Справочник. 2008.	32

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивное обучение	Лекции	пиримeнение интерактивного оборудования при проведении лекций	6

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: используются результаты иследования углеводородов

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	зачёт	письменный ответ на вопрос
Все разделы	ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	зачёт	письменный ответ
Все разделы	ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Текущий	3
Все разделы	ПК-2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Текущий	3

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачёт	Зачет является обязательной процедурой промежуточной аттестации. До экзамена допускаются студенты, защитившие курсовой проект и имеющие рейтинг по результатам текущего контроля выше 59. Экзамен проводится в форме письменного опроса. Студенту выдается билет с двумя вопросами из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку -45 минут оценивается письменный ответ на два вопроса билета. За ответ на каждый вопрос начисляется максимум 50 баллов При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 1. Ответ дан на заданную тему -20 баллов 2. Рисунок (схема) соответствует теме, экзаменуемый может дать	Отлично: 85-100% Хорошо: 75-84% Удовлетворительно: 60-74% Неудовлетворительно: 0-59%

	пояснения -10 баллов 3. Присутствуют необходимые уравнения - 20 баллов 5. студент может сделать выводы, дать пояснения - 10 баллов Баллы по результатам ответа на два вопроса суммируются. Рейтинг рассчитывается по следующей шкале (1 балл -1% рейтинга по промежуточной аттестации)	
Текущий	Тестирование. Текущий контроль по разделам дисциплины. Два теста. Каждый тест содержит по пять вопросов, время выполнения 10 минут. Разрешено 2 попытки Рейтинг = количество правильных ответов * 20%	Отлично: 85-100% Хорошо: 75-84% Удовлетворительно: 60-74% Неудовлетворительно: 0-59%

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачёт	1. Общая характеристика динамических явлений в узлах трения. 2. Узел трения как Объект моделирования в динамике машин. 3. Динамическая характеристика узлов трения. 4. Инерционных свойства узлов трения. 5. Характеристика возбуждающих сил в узлах трения. 6. Трибология. История и необходимость. 7. Триботехника. 8. Трибохимия. 9. Трибофизика. 10.Трибомеханика 11.Трибоэлектричество. 12.Безизностность. 13.Обзор известных способов оценки активационных параметров разрушения материалов. 14.Разработка и теоретическое обоснования нового способа оценки активационных параметров материалов при склерометрировании. 15.Применение склерометрии для оценки энергии активации термомеханической деструкции смазочных материалов. 16.Основные характеристики и виды изнашивания. 17.Кинетическая интерпретация изнашивания. 18.Термодинамическая интерпретация изнашивания. 19.Общие сведения о проблеме моделирования изнашивания. 20.Феноменологический подход моделирования изнашивания. 21.Концептуальный подход моделирования изнашивания. 22.Металлофизический подход моделирования изнашивания. 23.Термодинамический подход моделирования изнашивания. 24.Кинетический подход моделирования изнашивания. 25.Синергетический подход моделирования изнашивания. 26.Шины и проблемы движения колесных машин. 27.Конструкционные материалы узлов трения. 28.Специфика конструирования узлов трения. 29.Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. 30. Новое направление в обеспечении надежности и высокого ресурса опор роторных систем-магнитный подвес. 31.Водородное изнашивание. 32.Ионная имплантация. 33.Полиметры 34.Теория избирательного переноса
Текущий	1. Какие узлы трения относят к сложнонагруженным?

	2. Что понимается под внутренним трением? 3. Что понимается под внешним трением? 4. Что устанавливает закон жидкостного трения Ньютона? 5. Жидкостный режим трения характеризуется тем, что:... 6. Что понимается под изнашиванием детали? 7. Граничный режим трения характеризуется тем, что ... 8. Что понимается под граничным слоем смазки? 9. Фактическая площадь контакта (фпк) ... 10. Что характеризует кривая опорной поверхности? 11. Построение кривой опорной поверхности проводят ... 12. Суть возникновения эксплуатационной шероховатости заключается в том, что ... 13. Суть механизма воспроизведения равновесной шероховатости поверхностей в том, что ... 14. Взаимодействие твердых тел при трении происходит... 15. Проявление эффекта Ребиндера заключается в том, что... 16. Фрикционной связью называют ... 17. Минимальный износ двух деталей узла трения без смазки реализуется при ... 18. Молекулярная составляющая энергии трения больше механической ... 19. Модель возникновения молекулярной составляющей силы трения. 20. "Третье тело" - это ... 21. Смысл эквивалентной шероховатости в том, что ... 22. В теории абразивного изнашивания рассматривается модель износа о закрепленные частицы абразива, в которой линейная интегральная интенсивность изнашивания ... 23. В теории абразивного изнашивания под абразивным материалом понимается ... 24. Интегральная линейная интенсивность изнашивания - это ... 25. Модель возникновения механической составляющей силы трения. 26. На каком физическом факте основано суммирование молекулярной и механической состав-ляющей сил трения? 27. Физическая модель усталостного изнашивания. 28. Влияние поверхностно-активных веществ в смазочном материале на усталостное изнашивание проявляется ... 29. Для снижения абразивного износа о свободные абразивные частицы в масле необходимо: А - снизить концентрацию абразива в масле, уменьшить размер абразивных частиц; Б - увеличить толщину масляной пленки в узле трения за счет увеличения вязкости масла; В - организовать предварительное шаржирование поверхностей трения в процессе изготовления деталей; Г - повысить твердость и пластичность поверхностей трения; Д - повысить твердость поверхностного слоя наклепом или нагартовкой; Е - снизить проскальзывание, общее число нагружений, контактные напряжения; Ж - уменьшить прочность абразивных частиц, например, добавкой ПАВ в масло. 30. В теории изнашивания фирмы IBM нулевым износом считается ... 31. В теории изнашивания фирмы IBM для определения унифицированного показателя использу-ется число проходов ... 32. Основная концепция теории износа Флайшера. 33. В методе расчета износа сопряжений по А.С.Проникову условием касания называется ... 34. При подборе фрикционных материалов для муфты сцепления трансмиссии автомобилей опти-мальным является ... 35. Назначение смазки: А - уменьшить потери на трение; Б - уменьшить или предотвратить износ; В - отвести тепло, образующееся при трении; Г - предохранить детали узла трения от корро-зии; Д - уплотнить зазоры между сопрягаемыми деталями; Е - удалить из зоны трения продук-ты износа; Ж - уменьшить прочность абразивных частиц; З - уменьшить шум при работе узла трения; И - уменьшить время приработки узла трения; К - повысить коэффициент трения ан-тифрикционной пары.

	36. Смазывающая способность твердых смазок основана на том, что ... 37. Модель смазочного материала, применяемая в классической гидродинамике опор скольжения: А - ньютоновская жидкость; Б - невязкая жидкость; В - вязкая жидкость; Г - несжимаемая жид-кость; Д - сжимаемая жидкость; Е - нетеплопроводная жидкость; Ж - Тиксотронная жидкость; З - гетерогенной структуры. 38. Необходимые условия для реализации гидростатического механизма смазки: А - наличие узкой щели; Б - относительное движение поверхностей трения; В - наличие суживающегося зазора; Г - смазка вязкая жидкость; Д - необходимое избыточное давление подачи смазки; Е - отсутствие торцевых щелей радиальной опоры скольжения; Ж - прилипание смазки к поверхностям трения; З - достаточный расход подаваемый в карман узла трения смазки. 39. Необходимые условия для реализации гидродинамического механизма смазки: А - наличие узкой щели; Б - относительное движение поверхностей трения; В - уменьшение расстояния между поверхностями трения по направлению скорости относительного движения поверхностей; Г - увеличение расстояния между поверхностями трения по направлению скорости относительного движения поверхностей; Д - наличие вязкости смазки; Е - прилипание смазки к поверхностям трения. 40. Функция зазора устанавливает связь ... 41. Достоинствами ГДО являются: А - малые радиальные размеры и масса; Б - возможность дли-тельное время работать без смазки; В - технологичны в изготовлении; Г - неприхотливы к зна-чению вязкости масла; Д - могут быть разъемными, что облегчает их монтаж; Е - для изготов-ления не требуются антифрикционные материалы; Ж - бесшумны в работе; З - долговечность не зависит от выбора места и способа подачи смазки; И - высокая демпфирующая способность при воздействии циклических и ударных нагрузок; К - износ при граничном режиме трения отсутствует; Л - долговечность не зависит от частоты вращения, в отличие от опор качения; М - частота вращения не зависит от правильности выбора установочного зазора. 42. Какая опора считается "короткой" [a=B/(2D)]? 43. При увеличении установочного зазора в ГДО ... 44. Установочный зазор ГДО оказывает вличние на: А - минимальную толщину смазочного слоя; Б - максимальную температуру масла в зазоре; В - уплотняющее действие смазочного слоя; Г - максимальное значение гидродинамического давления в несущей области смазочного слоя; Д - тепловые деформации шипа и подшипника; Е - максимально допустимую скорость вращения шипа; Ж - максимальную нагрузку на шип; З - выбор материала вкладышей подшипника; И - выбор материала шипа. 45. Гидродинамическая реакция смазочного слоя в ГДО ... 46. Несущая способность реального подшипника ограничена следующими причинами: А - откло-нение шипа и подшипника от правильной геометрической формы; Б - упругая деформация вала и подшипника; В - неправильно подобран антифрикционный материал подшипника; Г - твердые частицы в масле; Д - недостаточная твердость поверхности шипа; Е - шероховатость поверхности вала и подшипника; Ж - высокое значение вязкости масла; З - перекос шипа в подшипнике; И - чрезмерно высокое давление подачи масла. 47. Несущая область смазочного слоя – это ... 48. Модель короткой опоры построена на предположении, что ... 49. Уравнение движения центра масс шипа СОЖТ учитывает следующие силы, действующие на шип: 1 - сила веса шипа; 2 - сила инерции; 3 - внешние силы,

	возникающие от давления газа в цилиндрах двигателя; 4 - кориолисовы силы; 5 - силы гидродинамического давления в смазочном слое подшипника; 6 - силы трения в смазочном слое; 7 - силы упругости коленчатого вала. 50. Уравнение Рейнольдса для давлений в смазочном слое радиальной опоры называется обоб-щенным потому, что в него включены следующие законы сохранения: 1 - массы; 2 - тепловой энергии; 3 - механической энергии; 4 - импульса; 5 - химической энергии

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 170600 "Машины и аппараты пищевых пр-в" Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - Изд. 2-е, стер. - М.: Машиностроение, 2012. - 620 с. ил.
2. Гаркунов, Д. Н. Триботехника Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 327 с. ил.
3. Гаркунов, Д. Н. Триботехника [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Автоматизирован. технологии и пр-ва", "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" Д. Н. Гаркунов, Э. Л. Мельников, В. С. Гаврилюк. - 2-е изд., стер. - М.: КноРус, 2013

б) дополнительная литература:

1. Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники Текст учеб. пособие для вузов по специальности 170600 "Машины и аппараты пищевых пр-в" Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - Изд. 2-е, стер. - М.: Машиностроение, 2012. - 620 с. ил.
2. Мышкин, Н. К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии [Текст] Н. К. Мышкин, М. И. Петроковец. - М.: Физматлит, 2007. - 367 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербии В.М. Основы трибологии и триботехники: учебное пособие. - М: Машиностроение, 2008. - 206 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербии В.М. Основы трибологии и триботехники: учебное пособие. - М: Машиностроение, 2008. - 206 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание

1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники : учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. — 3-е изд., стереотип. — Москва : Машиностроение, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-907104-97-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192998 (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Забиров, Ф. Ш. Основы трибологии нефтегазового оборудования : учебное пособие / Ф. Ш. Забиров. — Уфа : УГНТУ, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-7831-1746-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/166887 (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	314 (2)	Интерактивная визуальная система