

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.14

Основы трибологии и триботехники в оборудовании целлюлозно-бумажного производства

Учебный план: _____ ФГОС3++b150302.07-3_24-14.plx

Кафедра: 7 Машин автоматизированных систем

Направление подготовки: _____
(специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: _____
(специализация) Машины и аппараты комплексной переработки возобновляемых ресурсов

Уровень образования: _____
бакалавриат

Форма обучения: _____
очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
5	УП	34	34	39,75	0,25	3	Зачет
	РПД	34	34	39,75	0,25	3	
Итого	УП	34	34	39,75	0,25	3	
	РПД	34	34	39,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Марков В.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машин автоматизированных систем

Тотухов Ю.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тотухов Ю.А.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся системы знаний и навыков по фундаментальным вопросам теории трения и изнашивания твердых тел, способность их использования в практике.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Сформировать представление о явлениях, протекающих в зоне фрикционного контакта, их механизмах и условиях проявления.
2. Изучить закономерности трения и изнашивания при различных условиях и режимах нагружения твердых тел.
3. Дать сведения о методах проведения триботехнических испытаний и способах управления параметрами контактного взаимодействия твердых тел.
4. Привить навыки использования теоретических знаний при решении практических вопросов по выбору комплекса мероприятий, направленных на повышение износостойкости деталей машин.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Химия

Материаловедение

Физика

Основы надежности машин

Теория конструкции и оборудования для производства целлюлозы

Технология целлюлозно-бумажного производства, ч.1

Детали машин

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования

Знать: основные законы физики, химии, кинетику электродных процессов, влияние внешних факторов на процесс трения и износа.

Уметь: строить модели электрохимических процессов, проводить химические эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики.

Владеть: методами расчета исследования процесса трения.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Введение в специальный курс	5				Ко
Тема 1. Основные определения и законы трибологии.		1		4	
Тема 2. Классификация видов трения. Понятия внутреннего и внешнего трения. Закономерности внутреннего трения.		2	6	2	
Тема 3. Физико-химические основы поверхностных явлений. Адсорбция и хемосорбция твёрдых тел.		2	4	3	
Раздел 2. Виды износа и разрушения поверхностей твёрдых тел и деталей машин на предприятиях целлюлозно-бумажного производства					Ко
Тема 4. Расчет режимов смазки и износа трибосопряжений оборудования целлюлозно-бумажного производства		4		4	
Тема 5. Эффект Ребиндера. Поверхностно-активные вещества и снижение коэффициента трения износа деталей машин. Понятие об адсорбции поверхностно-активных веществ на металлических поверхностях трения.		4	6	3	
Тема 6. Понятие жидкостного трения. Закон Ньютона. Объемные свойства жидкости. Проявление вязкости. Реологические характеристики жидкости. Процесс развития гидродинамического давления в слое смазки на примере оборудования целлюлозно-бумажного производства		2		4	
Раздел 3. Адгезия и когезия материалов					Ко
Тема 7. Исследование слоёв поверхности материалов. Эрозионное, механическое, усталостное и абразивное изнашивания оборудования целлюлозно-бумажного производства.		2		4	

Тема 8. Диагностические параметры характеризующие фактический режим функционирования узла трения: средняя концентрация частиц износа в работающем масле и размер частиц износа самой крупной фракции.		4	6	2	
Тема 9. Диагностические параметры характеризующие фактический режим функционирования узла трения: средняя концентрация частиц износа в работающем масле и размер частиц износа самой крупной фракции.		4		4	
Раздел 4. Виды смазки. Области применения и основные характеристики смазочных материалов, применяемых в целлюлозно-бумажном производстве					
Тема 10. Смазочные материалы: масла и пластические смазки. Классификация масел: по функциональному назначению и по области применения в целлюлозно-бумажном производстве.		4	8	2,75	
Тема 11. Классификация масел по функциональному назначению: смазочные масла для смазки трущихся поверхностей деталей оборудования целлюлозно-бумажного производства.		3		4	Ko
Тема 12. Оценка режима функционирования узлов трения по параметрам металлических частиц в работающем масле.		2	4	3	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	39,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		68,25		39,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-3	1.Имеет представление об основных терминах и понятиях триботехники и смазочных материалах. 2.Демонстрирует знания методов и средств диагностики повышенного износа на ранней стадии, используемых в отечественной и зарубежной практике. 3. Осуществляет экспресс оценку качества работающих масел по основным его показателям качества. 4. Рассчитывает основные типы трибосопряжений. Способен назначить и провести мероприятия технического сервиса, обеспечивающие рациональное машиноиспользование. 5. Способен анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных терминов и определений триботехники, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить основные методы и средства диагностики повышенного износа, принципы их устранения; обладает навыками оценивания качества работающих масел и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные термины и определения трибологии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, отказывается от ответа

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Адсорбция и хемосорбция твёрдых тел. Физико-химические основы поверхностных явлений
2	Адгезия и когезия материалов.
3	Виды износа и разрушения поверхностей твёрдых тел и деталей машин.
4	Исследование слоёв поверхности материалов.
5	Эрозионное, механическое, усталостное и абразивное изнашивания.
6	Методы повышения износостойкости деталей.
7	Области применения и основные характеристики смазочных материалов.
8	Молекулярно-механическая теория трения.
9	Совместимость трибосистем, критерии их совместимости.
10	Внешнее трение твердых тел. Причины возникновения.
11	Изнашивание, износ, износостойкость.
12	Основные закономерности изнашивания.
13	Методы повышения износостойкости узлов трения и деталей машин.
14	Молекулярно-механическая и адгезионно-деформационная теории трения.
15	Методы измерения микрогеометрии поверхностей трения.
16	Смазочные масла для смазки трущихся поверхностей деталей.
17	Оценка режима функционирования узлов трения.
18	Керамические антифрикционные материалы. Примеры. Особенности.
19	Трибологические испытания смазочных материалов: назначение и особенности.
20	Смешанная и комбинированная смазка.
21	Экологическая оценка работы трибосистем.
22	Присадки к смазочным материалам. Виды, особенности.
23	Эффект Ребиндера. Значение его в триботехнике.

24	Методы анализа отработанных смазочных материалов. Сравнение эффективности.
25	Значение, ущерб экономики и роль трения в промышленности.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Объект может пребывать в двух противоположных состояниях: нормальном (исправном в 90 % всех случаев) и ненормальном. Вероятности нахождения в указанных состояниях на определённый момент времени/наработки известны и соответственно равны 0,8 и 0,2. Выполнить расчёт, используя формулу полной вероятности

2. Предположим, что два элемента прибора могут работать в удовлетворительном и неудовлетворительном режимах с вероятностями P_1 и $P_2 = 1 - P_1$. Вероятность безотказной работы каждого элемента в этих условиях соответственно равны p_1 и p_2 . Определить ожидаемую надёжность работы прибора, если $P_1 = 0,8$; $P_2 = 0,2$; $p_1 = 0,6$; $p_2 = 0,4$.

3. Расчётная схема аналогична рассмотренной предыдущей схеме, но отличие состоит в том, что один из узлов в данном варианте резервирует другой, причём количество рабочих элементов в них n_1 и n_2 соответственно, а причём надёжность равна: $p_1 = p^{n_1}$ и $p_2 = p^{n_2}$. Требуется оценить причём надёжность устройства, считая, что вероятность безотказной работы всех последовательно соединённых элементов по узлам одинакова и равна 0,95.

4. Блок состоит из пяти однотипных приборов ($n = 5$), причём для его надёжной работы необходим лишь один исправно работающий. Считая причём надёжность p каждого прибора одинаковой и равной 0,53, вычислить причём надёжность системы и определить требуемое количество приборов, чтобы общая причём надёжность блока была бы равна $P_1 = 0,99$.

5. Два элемента с надёжностью $p = 0,5$ резервируют работу друг друга; однако на случай возможного появления отказа одного из них предусмотрено введение переключающего устройства (в предыдущих подобных случаях причём надёжность переключателей полагалась равной единице), причём надёжность которого $p_1 = 0,98$. Вычислить вероятность безотказной работы узла.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов. При решении практического задания предоставляется возможность пользования справочными таблицами и калькуляторами.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Сорокин, Г. М., Малышев, В. Н.	Основы механического изнашивания сталей и сплавов	Москва: Логос	2014	http://www.iprbookshop.ru/27268.html
Громаковский, Д. Г., Шигин, С. В.	Физические основы, механика и технические приложения трибологии	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2018	http://www.iprbookshop.ru/91137.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Бородавко, В. И., Ивашко, В. С., Клименко, С. А., Хейфец, М. Л., Хейфец, М. Л., Клименко, С. А.	Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей	Минск: Белорусская наука	2013	http://www.iprbookshop.ru/29485.html

О.В. Федорова, О.С. Андранович	Основы трибологии и триботехники [Текст] : учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ для студентов всех форм обучения	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/2018_12_16_01.pdf
Хьюит, Джеллетт, Зубченко, Н. А., Борисова, А. В., Иванова, А. П.	Трактат по теории трения	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований	2019	http://www.iprbookshop.ru/92013.html
Кац, Н. Г., Абуталипова, Е. М., Леви, А. А.	Причины износа и методы восстановления деталей	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbookshop.ru/111709.html
Густов, Ю. И.	Триботехника строительных машин и оборудования	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2011	http://www.iprbookshop.ru/16326.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска