

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет имени
П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
УО «ГГТУ имени П.О.Сухого»
_____ О.Д.Асенчик
08.12. 2021
Регистрационный № УД-25-62/уч

**Рабочие жидкости, смазки и уплотнения
гидропневмосистем**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»

2021 г.

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования первой ступени для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» ОСВО 1-36 01 07 – 2013;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»
№ I 36-1-12/уч. от 06.02.2019
№ I 36-1-02/уч. от 05.02.2020

СОСТАВИТЕЛЬ:

Ю.А. Андреевец, старший преподаватель кафедры «Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.А. Гинзбург, главный конструктор ОАО «ГСКТБ ГА»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 1 от 09.09. 2021).

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 1 от 04.10.2021); УД-НГР-014/уч

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 2 от 07.12.2021);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» разработана в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1- 36 01 07 – 2013, учебными планами учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» для указанной специальности.

Курс «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» является одной из общепрофессиональных и специальных дисциплин и охватывает вопросы теории и практического применения рабочих жидкостей и смазок, а также уплотнений гидропневмосистем.

Цель дисциплины – изучение видов рабочих жидкостей, смазок и уплотнений гидропневмосистем, их свойств и назначения, о влиянии их на технико-экономические показатели эксплуатируемых мобильных и технологических машин; приобретение умений классифицировать степень загрязнённости, выбора методов фильтрации и определения чистоты рабочих жидкостей, навыков определять тепловой режим работы гидросистемы и подбирать советующее оборудование для его оптимизации.

Задачи дисциплины:

- дать студентам информацию о видах, параметрах, особенностях, достоинствах и недостатках, областях применения рабочих жидкостей, смазок и уплотнений;
- дать студентам информацию о классах чистоты рабочих жидкостей для гидросистем, видах загрязнений рабочих жидкостей, способах их очистки;
- научить современным методам определения свойств рабочих жидкостей и методам расчета уплотнительных устройств для надежной герметизации гидравлического оборудования;
- привести основные направления и перспективы совершенствования и развития наук химмотологии и герметологии;
- научить планировать, организовывать и осуществлять экспериментальные и теоретические научные исследования в области рабочих жидкостей и уплотнений гидропневмосистем;
- познакомить обучающихся с влиянием рабочих жидкостей на окружающую среду, а также с основными проблемами, возникающими при эксплуатации гидросистем, связанных с рабочим телом, и способах их решения;
- дать систематизированные знания в области рабочих жидкостей, смазок и уплотнений, необходимых для дальнейшего изучения специальных дисциплин и практической деятельности по специальности.

Дисциплина «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» базируется на естественнонаучных и общепрофессиональных дис-

циплинах: «Химия», «Механика жидкости и газа», «Элементы управления и регулирования гидропневмосистем», «Объемные гидро- и пневмомашин», «Мобильные и технологические машины» и т.п. Материалы данной дисциплины используются при изучении других специальных дисциплин, таких как: «Исследование и испытание гидропневмосистем», «Гидропневмосистемы мобильных машин», «Гидропневмоприводы технологических машин», «Теория и проектирование гидропневмосистем» и дипломное проектирование.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- свойства и показатели качества рабочих жидкостей и смазок и методы их определения;
- отечественную и международную классификацию рабочих жидкостей и смазок, их условное обозначение;
- особенности использования рабочих жидкостей и смазок в мобильных и технологических машинах;
- механизм старения рабочих жидкостей и смазок и определение срока их эксплуатации;
- назначение, классификацию и расчет элементов уплотнений и уплотнительных устройств;
- основы теории фильтрации, назначение и классификацию фильтров и фильтрующих элементов;
- основы теплообмена между устройствами и рабочей жидкостью, назначение и классификацию теплообменных аппаратов.

уметь:

- правильно выбрать и обосновать применяемые рабочую жидкость, смазку и уплотнения;
- произвести тепловой расчет гидросистемы;
- оценить срок эксплуатации рабочей жидкости;
- рассчитать конструктивные параметры уплотнений и уметь производить выбор уплотнительных материалов;
- производить химмотологический анализ гидросистемы.

владеть:

- информацией о видах рабочих жидкостей применяемых в гидросистемах различного назначения;
- правилами выбора рабочей жидкости в соответствии условиями эксплуатации, обеспечения работоспособности и надежности гидросистем;

- методами химмотологического анализа и решения прикладных задач очистки и охлаждения рабочих жидкостей гидросистем;
- методикой определения основных параметров и свойств рабочих жидкостей.

Изучение дисциплины должно обеспечить у студента формирование следующих компетенций

– *академических:*

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

– *социально-личностными:*

- уметь работать в команде;
- быть способным к критике и самокритике;
- владеть навыками здоровьесбережения.

– *профессиональными:*

- проектировать и конструировать гидропневмоаппаратуру, гидромашины, системы гидроавтоматики и гидропневмопередат, гидропневмоприводов с учетом свойств и характеристик рабочих жидкостей;
- осуществлять необходимые расчеты для определения параметров и характеристик рабочих жидкостей, уплотнений, фильтрации, теплового режима;
- использовать автоматизированную систему проектирования и современной вычислительной техники;
- выполнять требования стандартов и нормативно-технических документов при проектировании гидропневмосистем в части применения рабочих жидкостей;
- производить патентно-информационный поиск, оценивать патентоспособность и патентную чистоту решений;
- уметь пользоваться современными методами контроля технологических процессов, качества материалов и выпускаемой продукции;
- осуществлять рациональные способы монтажа уплотнений, систем фильтрации, аппаратов теплообменных;
- уметь пользоваться современными методами и средствами контроля параметров рабочих жидкостей при наладке гидро- и пневмооборудования;

- осуществлять техническую диагностику гидропневмосистем в целом в процессе их эксплуатации по параметрам рабочих жидкостей;
- оценивать техническое состояние и определение оптимальных тепловых условий и режимов работы гидропневмосистем и оборудования;
- выбирать технические средства для измерения параметров и характеристик рабочих жидкостей и гидропневмосистем в целом при их экспериментальном исследовании;
- знать принципы действия современных экспериментальных установок и стендов для проведения испытаний, планировать, организовывать и проводить эксперименты;
- знать и уметь применять современные способы обработки результатов исследования, методов оценки точности измерений и анализа полученных результатов;
- владеть рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации при проведении научно-исследовательских работ;
- анализировать и оценивать собранные данные;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- владеть современными средствами телекоммуникаций;
- работать с научной, технической и патентной литературой.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» – 170, трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 4,0.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Форма обучения	дневная
Курс	4
Семестр	8
Лекции (часов)	51
Практические занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	17
Аудиторных (часов)	85
	Формы текущей аттестации
Экзамен	8

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I Общие понятия. Свойства рабочих жидкостей.

Тема 1.1. Введение. Основные понятия дисциплины.

Предмет «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения». Уровень современных знаний в области производства и эксплуатации рабочих жидкостей, смазок и уплотнений. Перспективы развития. Основные термины и определения. Функция технических жидкостей и смазочных материалов.

Тема 1.2. Свойства рабочих жидкостей и смазок

Молекулярная структура.

Основные свойства жидкостей: физико-химические, эксплуатационные, экологические, токсикологические, показатели качества.

Показатели физических свойств: плотность, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, пьезокоэффициент вязкости, вязкостно-температурная характеристика, индекс вязкости, поверхностное натяжение, давление насыщенного пара, испаряемость, температура застывания, температура воспламенения, температура вспышки.

Показатели химических свойств: зольность, содержание серы, кислотное число, анилиновая точка, кислотность, щелочность.

Тема 1.3. Классификация рабочих жидкостей

Классификация рабочих жидкостей по происхождению, по вязкости, по области применения, по уровню эксплуатационных свойств, по кинематической вязкости. Основные требования к рабочим жидкостям гидросистем мобильных и технологических машин.

Тема 1.4. Базовые масла

Рабочие жидкости на нефтяной основе. Нефти различных месторождений, их состав и способы очистки. Дисциллитные и остаточные масла. Классификация базовых масел по индексу вязкости. Углеродный состав базовых масел и его влияние на эксплуатационные свойства. Анилиновая точка.

Тема 1.5. Присадки

Общие требования к присадкам. Назначение и классификация присадок. Вязкостные присадки. Антиокислительные и антикоррозионные присадки. Присадки, улучшающие смазывающие свойства масел. Депрессорные присадки. Противопенные присадки. Моюще-диспергирующие присадки. Стабилизаторы набухания резин, эмульгаторы, антисептики.

Раздел 2 Рабочие жидкости гидросистем

Тема 2.1. Индустриальные масла

Классификация гидросистем по условиям их работы. Гидросистемы общепромышленного назначения. Классификация, система обозначений, основная номенклатура и состав индустриальных масел и рабочих жидкостей для гидросистем. Области применения.

Тема 2.2. Масла для двигателей внутреннего сгорания

Общие требования к моторным маслам. Области применения. Классификация, система обозначений, основная номенклатура и состав масел для двигателей внутреннего сгорания. Взаимозаменяемость отечественных и зарубежных моторных масел.

Тема 2.3. Масла для трансмиссий и передач. Энергетические масла

Области применения и условия работы. Основные функции трансмиссионных масел. Общие требования к трансмиссионным маслам. Классификация, система обозначений, основная номенклатура и состав. Взаимозаменяемость отечественных и зарубежных трансмиссионных масел.

Энергетические масла. Общие требования и свойства. Классификация и система обозначений энергетических масел. Турбинные масла. Компрессорные и вакуумные масла. Электроизоляционные масла. Трансформаторные масла. Приборные масла.

Тема 2.4. Синтетические рабочие жидкости

Достоинства и недостатки нефтяных и синтетических рабочих жидкостей. Диэфиры. Силоксаны и полисилоксаны. Фосфаты. Фторорганические жидкости. Водосодержащие жидкости. Промгидролы. Смазочно-охлаждающие жидкости. Эмульсолы.

Тема 2.5. Пластичные смазки

Назначение смазок с гидросистемах. Состав пластичных смазок. Классификация смазок по консистенции, по составу, по базовому маслу, по области применения. основные свойства смазок. Система обозначений, основная номенклатура и состав.

Раздел 3 Химмотология рабочих жидкостей

Тема 3.1. Классификация гидроприводов по условиям эксплуатации

Основные понятия химмотологии. Основные задачи и этапы химмотологического анализа. Классификация гидроприводов по условиям эксплуатации: промышленные, полевые, периодические и специальные.

Тема 3.2. Старение рабочих жидкостей

Старение рабочих жидкостей при хранении. Факторы, влияющие на процесс старения. Окисление рабочих жидкостей. Старение масла присадками. Влияние радиации на эксплуатационные свойства рабочих жидкостей.

Старение рабочих жидкостей в динамических условиях. Механические воздействия на рабочую жидкость. Изменение вязкости при старении рабочих жидкостей. Влияние температурных воздействий на эксплуатационные свойства рабочих жидкостей.

Тема 3.3. Температурный режим гидропривода

Рабочий процесс и тепловые режимы в гидроэлементах. Механические воздействия на рабочую жидкость. Анализ объемных и энергетических потерь, их зависимость от вязкости жидкости.

Тема 3.4. Тепловой расчет гидропривода. Выбор аппарата теплообменного

Тепловой баланс гидросистемы. Допускаемое максимальное значение температуры рабочей жидкости при длительной работе. Упрощенный тепловой расчет гидросистемы. Потери мощности в гидросистемах. Определение температуры рабочей жидкости. Тепловой поток гидросистемы.

Аппараты теплообменные. Классификация теплообменных аппаратов: по способу передачи тепла, по назначению, по виду рабочей среды, по тепловому режиму, по характеру и направлению движения теплоносителей, по виду хладагента, по ориентации теплопередающей поверхности, по принципу монтажа теплообменные аппараты и т.д. Установка аппаратов теплообменных в систему. Выбор принципиальной конструкции теплообменника.

Раздел 4 Чистота рабочих жидкостей. Фильтрация

Тема 4.1. Виды загрязнителей рабочих жидкостей

Действие загрязнителей на рабочие жидкости. Зависимость безотказности и долговечности гидроприводов от чистоты рабочих жидкостей. Виды загрязнителей. Классификация твердых загрязнителей. Классификация загрязнений жидкости в процессе поставки. Классификация технологических загрязнений. Классификация эксплуатационных загрязнений.

Тема 4.2. Классы чистоты жидкостей

Требования к чистоте рабочей жидкости объемных гидроприводов. Класс чистоты рабочей среды. Предельно допустимые нормы загрязненности внутренних полостей систем и устройств. Абсолютная тонкость фильтрации. Методы определения чистоты рабочей жидкости: гравиметрический и гранулометрический.

Тема 4.3. Фильтрация рабочих жидкостей

Способы очистки жидкости. Фильтрация рабочих жидкостей. Классификация фильтров: по тонкости фильтрации, в зависимости от материала фильтровального слоя, в зависимости от мест установки, по месту установки в гидросистеме. Поверхностные фильтры. Глубинные фильтры. Основные параметры фильтров. Установка фильтров в гидросистему.

Тема 4.4. Конструктивные разновидности фильтров

Фильтры сетчатые. Фильтры пластинчатые. Фильтры сливные тонкой очистки. Напорные фильтры. Виды, основные параметры, применяемые фильтроматериалы, конструктивные особенности.

Раздел 5 Уплотнения и уплотнительная техника

Тема 5.1. Влияние герметизируемых сред на работоспособность уплотнений. Методы герметизации

Определения: герметизация, герметичность, герметизатор, герметология, уплотнительное устройство. Влияние герметизируемых сред на работоспособность уплотнений: физическое и химическое воздействие.

Методы герметизации: точная пригонка, нагружение соединений усилием сжатия, заполнение зазоров, создание силового сопротивления потоку, неразъемные соединения. Классификация, описание, достоинства и недостатки, конструктивное исполнение, особенности применения, основные условия герметичности.

Тема 5.2. Классификация уплотнений

Систематизация видов уплотнений и их классификация: по назначению, по характеру уплотняемых соединений, по принципу действия, по величине рабочего давления, по свойствам материала. Классификация уплотнений по категориям в соответствии с принципом действия и отраслевой принадлежностью.

Тема 5.3. Конструкции уплотнений

Уплотнения неподвижных и подвижных соединений. Контактные уплотнения. Совершенные и несовершенные уплотнения. Бесконтактные уплотнения: вязкостные, массовые, вихревые. Разделительные уплотнения.

Тема 5.4. Конструкции герметизаторов

Материалы уплотнений гидросистем. Требования к материалам для уплотнений. Эластомеры. Пластмассы. Материалы уплотнений гидросистем общего назначения. Пластические и жидкие уплотнительные материалы. Совместимость рабочих жидкостей с уплотнениями.

Прокладки. Резинометаллические герметизаторы. Клапанные уплотнения. Уплотнения подвижных соединений пружинящими металлическими кольцами. Уплотнения подвижных соединений манжетами. Основы расчета манжет. Конструктивные разновидности манжет. Уплотнения подвижных соединений резиновыми и пластмассовыми кольцами. Уплотнения вращающихся соединений.

Раздел 6 Эксплуатация рабочих жидкостей

Тема 6.1. Сроки эксплуатации и замена рабочей жидкости

Методы прогнозирования сроков работоспособности рабочих жидкостей. Сроки хранения рабочих жидкостей. Основные требования к эксплуатации, замене, хранению рабочих жидкостей. Подготовка гидропривода перед заливкой чистой рабочей жидкости. Регенерация и очистка рабочих жидкостей. Контроль качества рабочих жидкостей.

Тема 6.2. Пожароопасность рабочих жидкостей

Анализ пожароопасности рабочих жидкостей. Классификация рабочих жидкостей по воспламеняемости. Огнестойкость и невоспламеняемость рабочих жидкостей. Противопожарные и экологические мероприятия при хранении и эксплуатации рабочих жидкостей.

Тема 6.3. Хранение рабочих жидкостей

Правила хранения рабочих жидкостей. Принципы выбора и применения рабочей жидкости для гидроприводов различного назначения. Определение условий эксплуатации. Ассортимент рабочих жидкостей для гидроприводов мобильной техники, технологического оборудования, специальных гидросистем. Относительная стоимость рабочих жидкостей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
Всего		51	17	17			
1.	<i>Общие понятия. Свойства рабочих жидкостей.</i>	10	2	2			Тест, защита лабораторной работы, выполнение практических работ, выполнение реферата, экзамен
1.1	Введение. Основные понятия дисциплины	1					
1.2	Свойства рабочих жидкостей и смазок	2	2	2			
1.3	Классификация рабочих жидкостей	1					
1.4	Базовые масла	2					
1.5	Присадки	4					
2.	<i>Рабочие жидкости гидросистем</i>	12	2	4			
2.1	Индустриальные масла	2		2			
2.2	Масла для двигателей внутреннего сгорания	2	2				
2.3	Масла для трансмиссий и передач	2					
2.4	Энергетические масла	2					
2.5	Синтетические рабочие жидкости	2					
2.6	Пластичные смазки	2		2			
3.	<i>Химмотология рабочих жидкостей</i>	8	6	4			
3.1	Классификация гидроприводов по условиям эксплуатации	2					
3.2	Старение рабочих жидкостей	2	2				
3.3	Температурный режим гидропривода	2	2	2			

3.4	Тепловой расчет гидропри- вода. Выбор аппарата тепло- обменного	2	2	2			
4.	<i>Чистота рабочих жидко- стей</i>	8	2	4			
4.1	Виды загрязнителей рабочих жидкостей	2					
4.2	Классы чистоты жидкостей	2		2			
4.3	Фильтрация рабочих жидко- стей	2	2	2			
4.4	Конструктивные разновид- ности фильтров	2					
5.	<i>Уплотнения и уплотнитель- ная техника</i>	8	5	3			
5.1	Влияние герметизируемых сред на работоспособность уплотнений. Методы герме- тизации	2					
5.2	Классификация уплотнений	2					
5.3	Конструкции уплотнений	2	2	3			
5.4	Конструкции герметизато- ров	2	3				
6.	<i>Эксплуатация рабочих жидко- стей</i>	5					
6.1	Сроки эксплуатации и заме- на рабочей жидкости	2					
6.2	Пожароопасность рабочих жидкостей	1					
6.3	Хранение рабочих жидко- стей	2					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

- 1) Аржанухин Г. В. Эксплуатационные материалы. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие. - Москва : МГИУ, 2007. - 83с.
- 2) Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие : [16+] / В. В. Остриков, А. И. Петрашев, С. Н. Сазонов, А. В. Забродская ; под общ. ред. В. В. Острикова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 245 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564240> (дата обращения: 21.11.2021). – Библиогр.: с. 242. – ISBN 978-5-9729-0321-4.
- 3) Яновский, Л. С. Основы химмотологии : учебник : [16+] / Л. С. Яновский, А. А. Харин, В. И. Бабкин. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 483 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600657> (дата обращения: 21.11.2021). – Библиогр.: с. 442-447. – ISBN 978-5-4499-0363-1. – DOI 10.23681/600657. – Текст : электронный.
- 4) Кондаков Л.А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1982 г. – 217 с.

Дополнительная литература

- 5) Альбом течений жидкости и газа / сост. и авт. текст М. Ван-Дайка ; пер. с англ. Л. В. Соколовской; под ред. Г. И. Баренблатта, В. П. Шидловского. - Москва : Мир, 1986. - 180 с.
- 6) Сажин, И. А. Свойства рабочих жидкостей: гидростатика : учебное пособие : [16+] / И. А. Сажин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 76 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575022> (дата обращения: 21.11.2021). – Библиогр. с. 74. – ISBN 978-5-7782-3949-4. – Текст : электронный.
- 7) Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / В.В. Остриков [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0741-4.
- 8) Скаскевич, А.А. Основы герметологии: тексты лекций / А.А. Скаскевич, В.А. Струк. – Гродно: ГрГУ, 2010. – 140 с.

- 9) Бердичевский, Е. Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов : Справ. / Е.Г. Бердичевский. - Москва : Машиностроение, 1984. - 224 с.
- 10) Уплотнения и уплотнительная техника: справочник. Под ред. Голубева А.И, Кондакова Л.А – М.: Машиностроение, 1986 г. – 464 с
- 11) Справочник по триботехнике: В 3 т. Т. 2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения/ Под общ. Ред. М.Хебды, А.В.Чичинадзе, -М. Машиностроение, 1990. – 416 с.
- 12) Коновалов В.М., Скрицкий В.Я., Рокшевский В.А. Очистка рабочих жидкостей в гидроприводах станков. –М., Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 13) Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам, Л., Химия, 1985 г.
- 14) Каплан С.З., Радзвенчук И.Ф. Вязкостные присадки и загущенные масла. –Л., Химия, 1982. – 136 с.
- 15) Проектирование и сооружение гидроустановок [Текст]: учебный курс по гидравлике: учебник и справочник. Т.3. / П.Дрекслер [и др.]. – Лорна Майне: Маннесман Рексрот, [1988]. – 376 с..

Учебно-методические комплексы

- 16) Андреевец, Ю. А. Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидросистем: электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студентов спец. 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технолог. машин" / Д. Л. Стасенко, Ю. А. Андреевец, Д. В. Лаевский. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/11227>).
- 17) Андреевец, Ю. А. Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем: Практикум по выполнению лабораторных работ по одноимённому курсу для студентов специальности 36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин". – Гомель: Учреждение образования "ГГТУ им. П.О. Сухого", 2004. - 50с. (Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/13231>). М/уэ 508
- 18) Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем: Практическое руководство по одноимённому курсу для студентов специальности 36 01 07. – Гомель: Учреждение образования «ГГТУ им. П. О. Сухого», 2005. г. – 35 с. Презентации к курсу лекций.

Примерный перечень материалов и технических средств обучения

- 1) Презентации, видеоматериалы к курсу лекций.

- 2) Электронный курс по дисциплине «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидродневмосистем». Автор: Андреев Ю.А., Лаевский Д.В., (<http://www.edu.gstu.by/course/view.php?id=560>)

Примерный перечень лабораторных занятий

- 1) Определение кинематической вязкости рабочей жидкости.
- 2) Определение плотности рабочей жидкости.
- 3) Определение температуры вспышки.
- 4) Определение температуры замерзания и содержания гликоля в антифризах
- 5) Определение пенетрации пластичных смазок.
- 6) Определение температуры каплепадения пластичной смазки.
- 7) Сравнение интенсивности теплообмена при прямотоке и противотоке.
- 8) Изучение потерь энергии при транспортировании жидкостей по трубопроводу.
- 9) Определение коэффициента фильтрации и коэффициента проницаемости пористого слоя.
- 10) Определение гидравлической характеристики фильтра.
- 11) Определения класс частоты рабочей жидкости.
- 12) Уплотнительные соединения устройств и элементов гидросистем.

Примерный перечень практических занятий

- 1) Физические свойства рабочих жидкостей (расчет физических параметров рабочей жидкости при заданной температуре и давлении).
- 2) Примеры влияния вязкости на режимы движения в гидроприводе.
- 3) Химмотологический анализ гидросистемы.
- 4) Расчет температурного режима гидропривода.
- 5) Расчет и выбор теплообменников.
- 6) Расчет степени загрязненности рабочей жидкости.
- 7) Расчет элементов уплотнений неподвижных соединений.
- 8) Расчет элементов уплотнений подвижных соединений.
- 9) Прогнозирование сроков эксплуатации рабочей жидкости.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

- 1) Основные понятия и определения дисциплины.
- 2) Основные функции рабочей жидкости в гидросистемах.
- 3) Плотность: определение, формулы, единицы измерения.
- 4) Удельный вес: определение, формулы, единицы измерения.

- 5) Относительный вес: определение, формулы, единицы измерения.
- 6) Относительная плотность: определение, формулы, единицы измерения.
- 7) Физические свойства жидкостей: сжимаемость, упругость, температурное расширение.
- 8) Физические свойства жидкостей: растворимость и выделение газов, воспламеняемость.
- 9) Вязкость рабочей жидкости: определение, коэффициенты вязкости, зависимость вязкости от температуры и давления.
- 10) Вязкость рабочей жидкости: определение вязкости минеральных масел при разных температурах. Единицы измерения вязкости.
- 11) Индекс вязкости.
- 12) Эксплуатационные характеристики рабочей жидкости: температура застывания; зольность; кислотное число и т.д.
- 13) Общая классификация рабочих жидкостей.
- 14) Классификация рабочих жидкостей по происхождению.
- 15) Классификация рабочих жидкостей по вязкости.
- 16) Классификация рабочих жидкостей по области применения.
- 17) Классификация рабочих жидкостей по уровню эксплуатационных свойств.
- 18) Основные требования к рабочим жидкостям гидросистем.
- 19) Нефти различных месторождений, их состав и способы очистки.
- 20) Дисциллярные и остаточные масла.
- 21) Классификация базовых масел по индексу вязкости.
- 22) Углеродный состав базовых масел и его влияние на эксплуатационные свойства.
- 23) Анилиновая точка.
- 24) Общие требования к присадкам.
- 25) Классификация присадок.
- 26) Вязкостные присадки. Влияние присадок на вязкостно-температурную характеристику масла. Марки.
- 27) Антиокислительные присадки. Влияние температуры на процесс окисления масла. Виды антиокислительных присадок.
- 28) Антикоррозионные присадки. Виды. Влияние присадок на процесс коррозии стальных деталей.
- 29) Присадки, улучшающие смазывающие свойства масел.
- 30) Депрессорные присадки.
- 31) Противопенные присадки.
- 32) Моюще-диспергирующие присадки.
- 33) Стабилизаторы набухания резин, эмульгаторы, антисептики.
- 34) Классификация гидросистем по условиям их работы.
- 35) Индустриальные масла. Классификация, обозначение.

- 36) Индустриальные масла. Назначение, обозначение.
- 37) Моторные масла. Общие требования к моторным маслам. Обозначение.
- 38) Моторные масла. Классификация, обозначение.
- 39) Трансмиссионные масла. Классификация, обозначение.
- 40) Трансмиссионные масла. Основные функции и характеристики. Обозначение.
- 41) Турбинные масла. Основные требования.
- 42) Компрессорные масла. Основные группы. Области применения.
- 43) Трансформаторные масла. Свойства. Классификация.
- 44) Приборные масла. Состав. Области применения. Классификация.
- 45) Синтетические рабочие жидкости. Классификация. Диэфиры.
- 46) Синтетические рабочие жидкости. Силоксаны и полисилоксаны.
- 47) Синтетические рабочие жидкости. Фосфаты и водосодержащие жидкости.
- 48) Пластичные смазки. Определение. Назначение. Свойства смазок.
- 49) Пластичные смазки. Состав.
- 50) Пластичные смазки. Классификация.
- 51) Понятие «Химмотология».
- 52) Основные задачи и этапы химмотологического анализа.
- 53) Классификация гидроприводов по условиям эксплуатации.
- 54) Старение рабочих жидкостей. Основные факторы, разрушающие рабочие жидкости и изменения в рабочих жидкостях при эксплуатации.
- 55) Старение рабочих жидкостей в статических условиях. Причины. Зависимость кислотного числа от температуры и времени.
- 56) Старение рабочих жидкостей в динамических условиях. Изменения в жидкостях. Изменение вязкости при старении.
- 57) Химмотологический анализ системы. Основные задачи и назначение.
- 58) Температурный режим гидропривода при достижении стабилизированного режима работы.
- 59) Температурный режим гидропривода при нестабилизированном режиме работы.
- 60) Рабочий процесс и тепловые режимы в гидроэлементах.
- 61) Механические воздействия на рабочую жидкость.
- 62) Анализ объемных и энергетических потерь, их зависимость от вязкости жидкости.
- 63) Тепловой баланс гидросистемы.
- 64) Допускаемое максимальное значение температуры рабочей жидкости при длительной работе.
- 65) Упрощенный тепловой расчет гидросистемы.
- 66) Потери мощности в гидросистемах.
- 67) Определение температуры рабочей жидкости.

- 68) Тепловой поток гидросистемы.
- 69) Аппараты теплообменные: назначение, обозначение на схемах.
- 70) Классификация теплообменных аппаратов.
- 71) Установка аппаратов теплообменных в систему.
- 72) Выбор принципиальной конструкции теплообменника.
- 73) Чистота рабочих жидкостей и ее влияние на работу гидросистем.
- 74) Источники загрязнения рабочих жидкостей при хранении.
- 75) Источники загрязнения рабочих жидкостей при эксплуатации.
- 76) Мероприятия по защите рабочих жидкостей от загрязнения.
- 77) Фильтрация рабочих жидкостей.
- 78) Фильтры. Классификация. Схема фильтрации рабочей жидкости.
- 79) Сетчатые и проволочные фильтры. Устройство и принцип действия.
- 80) Пластинчатый фильтр. Устройство и принцип действия.
- 81) Комбинированный фильтр. Устройство и принцип действия.
- 82) Войлочный фильтр. Устройство и принцип действия.
- 83) Установка фильтров в систему. Схемы.
- 84) Герметология. Основные понятия. Классификация уплотнений.
- 85) Свойства эластомеров. Совместимость эластомеров с рабочими жидкостями.
- 86) Уплотнения неподвижных соединений.
- 87) Бесконтактные уплотнения подвижных соединений.
- 88) Контактные уплотнения подвижных соединений резиновыми и металлическими кольцами.
- 89) Контактные уплотнения подвижных соединений набивочными уплотнениями и манжетами.
- 90) Уплотнения вращающихся валов манжетами и уплотнения по торцевым поверхностям.
- 91) Методы прогнозирования сроков работоспособности рабочих жидкостей.
- 92) Сроки хранения рабочих жидкостей.
- 93) Основные требования к эксплуатации, замене, хранению рабочих жидкостей.
- 94) Подготовка гидропривода перед заливкой чистой рабочей жидкости.
- 95) Регенерация и очистка рабочих жидкостей.
- 96) Контроль качества рабочих жидкостей.
- 97) Анализ пожароопасности рабочих жидкостей.
- 98) Классификация рабочих жидкостей по воспламеняемости.
- 99) Огнестойкость и невоспламеняемость рабочих жидкостей.
- 100) Противопожарные и экологические мероприятия при хранении и эксплуатации рабочих жидкостей.
- 101) Правила хранения рабочих жидкостей.

102) Принципы выбора и применения рабочей жидкости для гидроприводов различного назначения.

103) Относительная стоимость рабочих жидкостей.

Образовательные технологии

При изучении дисциплины предлагается использовать в учебном процессе инновационные образовательные технологии, адекватные компетентностному подходу в подготовке специалиста (вариативные модели управляемой самостоятельной работы студентов, учебно-методические комплексы, модульно-рейтинговую систему обучения, тестовые и другие системы оценки уровня компетенций студентов).

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» используются следующие образовательные технологии.

Информационно-развивающие технологии:

- использование мультимедийного оборудования при проведении занятий;
- получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя или самостоятельно (www.gstu.by (Общая информация - Кафедры));
- метод ИТ - применение для всех видов контроля -электронного тестового комплекса.

Развивающие проблемно-ориентированные технологии.

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности с использованием творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, при выполнении учебно-исследовательской дипломной работы или специального индивидуального задания в плане НИР кафедры, а также при самостоятельной работе;
- «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи;
- контекстное обучение;
- обучение на основе опыта;

Личностно ориентированные технологии обучения.

- консультации;
- опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях;

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа, в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных специальных научно-исследовательских заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- тестирование;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время консультативных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Диагностика компетентности студента

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату или по результатам законченной научно-исследовательской работы;
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;

- защита выполненных на лабораторных работах индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- компьютерное тестирование знаний студента;
- сдача экзамена по десятибалльной шкале.

Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций, включает:

- экзаменационные билеты;
- экзаменационные вопросы;
- набор вариантов практических работ;
- тестовый комплекс.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

1) Материальное обеспечение дисциплины

В специализированных лабораториях «Рабочих жидкостей, смазок и уплотнений» имеются экспериментальные стенды.

2) Технические средства обучения и контроля.

Демонстрация учебных фильмов по теме: теоретическим разделам дисциплины, например. «Принцип работы фильтра».

Электронный курс по дисциплине с тестовым комплексом.

3) Использование персональных ЭВМ.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Гидропневмосистемы мобильных машин	НГР и ГПА		
Гидропневмоприводы технологического оборудования	НГР и ГПА		
Дипломное проектирование	НГР и ГПА		