Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОМАШИНОСТРОЕНИЯ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.14**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**8 семестр - 4;**
Часов (всего) по учебному плану:	**144 часа**
Лекции	**8 семестр - 28 часа;**
Практические занятия	**8 семестр - 28 часа;**
Лабораторные работы	**8 семестр - 14 часов;**
Консультации	**8 семестр - 2 часа;**
Самостоятельная работа	**8 семестр - 71,5 часа;**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: **Тестирование** **Контрольная работа** **Домашнее задание** **Расчетно-графическая работа**	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	**8 семестр - 0,5 часа;**

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Лямасов А.К. Идентификатор: R851cb861-LiamasovAK-02175ef6	А.К. Лямасов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Почернина Н.И. Идентификатор: R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793	Н.И. Почернина
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Волков А.В. Идентификатор: R369593e9-VolkovAV-775a725f	А.В. Волков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: цель освоения дисциплины состоит в изучении технологий изготовления гидравлических машин для обеспечения требований технологичности и конкурентоспособности их конструкций

Задачи дисциплины

- формирование знаний о производственном процессе гидромашиностроения;
- изучение информации о материалах, применяемых при производстве деталей и узлов гидравлических машин, исходя из характеристик перекачиваемой среды и назначения гидромашин;
- изучение технологических процессов при производстве деталей и узлов гидравлических машин;
- приобретение навыка принимать и обосновывать конкретные технические решения на основе отработки проектируемых гидравлических машин на технологичность;
- изучение размерно-технологического анализа в применении к проектируемым конструкциям гидромашин.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-З$_{ПК-2}$ Принимает обоснованные технические решения при создании объекта профессиональной деятельности	знать: - основные конструкционные материалы, применяемые в гидромашиностроении; - основные технологические процессы при производстве деталей и узлов гидравлических машин; - способы и методы проведения размерно-технологического анализа конструкций гидромашин. уметь: - выполнять выбор материалов элементов энергетических машин и установок с учетом условий их работы; - принимать и обосновывать конкретные технические решения на основе отработки проектируемых гидравлических машин на технологичность; - выполнять размерно-технлогический анализ гидравлических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Характеристика производства гидравлических машин	3.0	8	2.0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 70-95 ***Изучение материалов литературных источников:*** [6], 20-80
1.1	Роль конструктора в формировании технологии изготовления проектируемой гидромашины	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.2	Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к различным видам гидромашин и их обеспечение	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.3	Серийность в ГМС	2		1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
2	Технологичность в гидромашиностроении	7.0		4	2.0	-	-	-	-	-	-	1	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Половинкин А.Н. Основы инженерного творчества. Учеб. Пособие для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 1988. стр. 230-255 ***Изучение материалов литературных источников:*** [6], 120-140 [7], 10-150 [10], 10-80
2.1	Понятие о технологичности конструкции изделия	1.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.2	Технологичность литья как основного способа получения заготовок в	1.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	

	гидромашиностроении													
2.3	Технологичность процессов механической обработки деталей гидромашин	1.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	Технологичность сборочных процессов в гидромашиностроении	2.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	-	
3	Материалы в гидромашиностроении	9.00		6	2.00	-	-	-	-	-	-	1	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Сироткин О.С. Основы материаловедения: учебное пособие / О.С. Сироткин. — Москва : КноРус, 2017 - — ISBN 978-5-406-04106-2. Параграф №1 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 1-16 [11], 220-380
3.1	Чугуны в гидромашиностроении	1.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.2	Стали (прокат и литье) в гидромашиностроении	1.5		1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.3	Специальные сплавы и наплавочные материалы в гидромашиностроении	1.25		1	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.4	Сплавы цветных металлов в гидромашиностроении	1.25		1	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.5	Неметаллические материалы в гидромашиностроении	1.25		1	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.6	Основы выбора материалов для гидравлических машин – гидротурбин,	2.25		1	0.25	-	-	-	-	-	-	1	-	

	центробежных насосов, объемных гидромашин и гидроаппаратуры													
4	Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин	5		2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 11-43 ***Изучение материалов литературных источников:*** [7], 10-200
4.1	Выбор баз при конструировании и изготовлении деталей и узлов гидромашин	2		1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
4.2	Типовые посадки в лопастных и объемных гидравлических машинах	3		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
5	Технология производства деталей лопастных гидромашин.	10.0		2.0	-	4	-	-	-	-	-	4	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 153-189 ***Изучение материалов литературных источников:*** [4], 20-40
5.1	Особенности технологии производства деталей лопастных гидромашин.	5		1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
5.2	Классификация валов гидромашин.	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.3	Особенности проектирования рабочих колес центробежных насосов при использовании технологий прототипирования.	4.5		0.5	-	4	-	-	-	-	-	-	-	
6	Технология производства деталей	12.0		4.0	-	4	-	-	-	-	-	4	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Шварцбурд

	объемных гидромашин и гидроприводов.													Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 295-330 ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [2], 70-100
6.1	Особенности технологии производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов.	9		1	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
6.2	Доводка связанным абразивом.	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.3	Доводка свободным абразивом.	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.4	Раскатывание внутренних цилиндрических поверхностей при чистовой обработке гидроцилиндров.	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.5	Метод тонкого (алмазного) точения цилиндрических поверхностей деталей из легких сплавов не допускающих абразивного шаржирования.	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Технология сборки гидромашин	16		4	-	6	-	-	-	-	-	6	-	***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 44-60 ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [2], 120-150
7.1	Особенности технологии сборки гидромашин.	8		2	-	3	-	-	-	-	-	3	-	
7.2	Причины возникновения вибрации в гидромашинах и способы их устранения.	8		2	-	3	-	-	-	-	-	3	-	

8	Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин	20.0		2.0	10	-	-	-	-	-	-	8	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник — Москва : КноРус, 2013 - ISBN 978-5-406-00818-8 стр. 183-195 ***Изучение материалов литературных источников:*** [5], 2-6 [9], 64-88
8.1	Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин	5.5		0.5	3	-	-	-	-	-	-	2	-	
8.2	Погрешность механической обработки – случайная величина	6.5		0.5	3	-	-	-	-	-	-	3	-	
8.3	Типовые численные характеристики для описания распределения погрешностей механической обработки деталей гидромашин	8		1	4	-	-	-	-	-	-	3	-	
9	Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин	26.00		2.00	-	12	-	-	-	-	-	12	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** 1. Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидравлические машины и средства автоматики». – М.: Машиностроение, 1982 стр. 50-96 2. . Шварцбурд Б.И. Размерные цепи в гидромашинах. – М.: Изд-во МЭИ, 1978. Ч.2 стр. 1-30 ***Изучение материалов литературных источников:*** [2], 3-60 [3], 1-56 [5], 8-18 [8], 5-60
9.1	Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин.	6.25		0.25	-	3	-	-	-	-	-	3	-	
9.2	Методы расчета размерной цепи	6.25		0.25	-	3	-	-	-	-	-	3	-	
9.3	Разрешающие уравнения для расчета полей допусков на составляющие звенья размерной цепи	4.25		0.25	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
9.4	Передаточное отношение в	4.25		0.25	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

	размерной цепи.													
9.5	Методика составления расчетных схем РЦ.	5		1	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**144.00**		**28.00**	**14.00**	**28**	**-**	**2.0**	**-**	**-**	**0.5**	**38**	**33.5**	
	Итого за семестр	**144.00**		**28.00**	**14.00**	**28**	**2.0**		**-**		**0.5**	**71.5**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Характеристика производства гидравлических машин

1.1. Роль конструктора в формировании технологии изготовления проектируемой гидромашины

Потребность в новых технологиях и закономерность их циклического развития. Значение новых и типовых технологий для процесса проектирования, изготовления и эксплуатации. Совершенствование конструкций гидромашин и технологий их изготовления – основа прогресса в гидромашиностроении.

1.2. Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к различным видам гидромашин и их обеспечение

Детали гидромашин формирующие рабочий процесс – технологические требования, предъявляемые к ним. Структура технологического процесса в гидромашиностроении. Характеристика технологических процессов и оборудования при изготовлении гидромашин. Особенности производства центробежных насосов, гидротурбин, объемных гидромашин и элементов объемных гидроприводов.

1.3. Серийность в ГМС

Серийность производства в гидромашиностроении: признаки серийности. Серийность и себестоимость, зависимость себестоимости от серийности. Искусственные методы повышения серийности производства гидромашин. Серийность и технологичность.

2. Технологичность в гидромашиностроении

2.1. Понятие о технологичности конструкции изделия

Технологические критерии развития гидравлических машин, как сложных технологических объектов. Количественная и качественная оценки ТКИ. Показатели ТКИ: классификация, номенклатура и особенности расчета. Состав работ по обеспечению ТКИ на стадиях разработки проектов и рабочей конструкторской документации. Актуальность технологических критериев в гидромашиностроении, их связь с экономическими критериями.

2.2. Технологичность литья как основного способа получения заготовок в гидромашиностроении

Конкретные технологические приемы. Методы контроля.

2.3. Технологичность процессов механической обработки деталей гидромашин

Конкретные технологические приемы.

2.4. Технологичность сборочных процессов в гидромашиностроении

Конкретные технологические приемы.

3. Материалы в гидромашиностроении

3.1. Чугуны в гидромашиностроении

Факторы, определяющие широкое применение чугунов в гидромашиностроении и факторы, ограничивающие их применение. Виды чугунов в гидромашиностроении, их свойства и применение: серый чугун; модифицированный серый чугун; отбеленный чугун; высокопрочный чугун; антифрикционный чугун. Легированные чугуны со специальными

свойствами – хромистые, кремнистые, алюминиевые, марганцевые, никелевые, титанистомедные. Проверка чугунных отливок на герметичность.

3.2. Стали (прокат и литье) в гидромашиностроении

Сталь углеродистая обыкновенного качества, сталь качественная конструкционная углеродистая, сталь низколегированная конструкционная, сталь легированная конструкционная, сталь высоколегированная нержавеющая. Стальное литье – допускаемые дефекты, их исправление, испытания отливок на плотность. Марки сталей для агрессивных сред, таблицы стойкости.

3.3. Специальные сплавы и наплавочные материалы в гидромашиностроении

Основные направления применения наплавки. Подшипниковые материалы – баббиты (принцип Шарпи), многослойные покрытия, металлокерамика, карбид вольфрама. Материалы для прототипирования.

3.4. Сплавы цветных металлов в гидромашиностроении

Медные сплавы – латуни и бронзы, медно-никелевые сплавы ограниченного применения – мельхиор, нейзильбер, куниаль. Алюминиевые сплавы: дуралюмины и литейные алюминиевые сплавы. Титановые сплавы.

3.5. Неметаллические материалы в гидромашиностроении

Пластмассы, резина, керамика, древесные материалы, углеграфиты, фторопласты. Прокладочные материалы для уплотнения неподвижных соединений в различных средах и при различной температуре. Материалы торцевых уплотнений и подшипников скольжения. Материалы для прототипирования.

3.6. Основы выбора материалов для гидравлических машин – гидротурбин, центробежных насосов, объемных гидромашин и гидроаппаратуры

Критерии выбора материалов. Методологии выбора материалов.

4. Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин

4.1. Выбор баз при конструировании и изготовлении деталей и узлов гидромашин

Позиции конструктора и позиции технолога при выборе баз. Классификация баз. Технологические базы. Базирование деталей в процессе механической обработки. Правило шести точек - установочная база, направляющая база, опорная база. Применение дополнительных баз для повышения жесткости установки деталей для обработки. Требования к базирующим поверхностям. Значение первой операции механической обработки для отливок и штамповок. Черновые базы. Разметка и установка. Припуски на обработку. Составляющие части припуска - удаляемого слоя материала при механической обработке. Схема расчета припуска.

4.2. Типовые посадки в лопастных и объемных гидравлических машинах

Типовые погрешности формы, места их установки и методы контроля в лопастных и объемных гидравлических машинах.

5. Технология производства деталей лопастных гидромашин.

5.1. Особенности технологии производства деталей лопастных гидромашин.

Типовые схемы рабочих колес центробежных насосов и гидротурбин. Технические требования на изготовление.. Отливки рабочих колес и методы литейной технологии используемой для их получения.. Технология механической обработки.. Применение штамповки, ковки, гибки, сварки в производстве рабочих колес центробежных насосов..

5.2. Классификация валов гидромашин.

Материалы и заготовки. Технические требования для изготовления.. Особенности механической обработки крупных и мелких валов..

5.3. Особенности проектирования рабочих колес центробежных насосов при использовании технологий прототипирования.

Применяемые средства производства. Особенности формирования поддержек в рабочих колесах лопастных гидромашин.

6. Технология производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов.

6.1. Особенности технологии производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов.

Классификация методов финишной обработки высокоточных поверхностей деталей объемных гидромашин и гидроприводов. Прецизионные технологии.. Сущность методов финишной обработки – доводки связанным абразивом и доводки свободным абразивом: инструмент и материалы; кинематика и физика процесса; параметры процесса; достигаемые показатели качества геометрических параметров обрабатываемых поверхностей..

6.2. Доводка связанным абразивом.

Шлифование – наружное круглое, наружное круглое врезное, внутреннее, плоское периферией круга, плоское торцом круга, бесцентровое.. Хонингование.. Суперфиниш..

6.3. Доводка свободным абразивом.

Схема ручной и машинной доводки, параметры процессов, достигаемые показатели качества обрабатываемых поверхностей..

6.4. Раскатывание внутренних цилиндрических поверхностей при чистовой обработке гидроцилиндров.

Схема и параметры технологического процесса раскатки.

6.5. Метод тонкого (алмазного) точения цилиндрических поверхностей деталей из легких сплавов не допускающих абразивного шаржирования.

Схема и параметры технологического процесса тонкого точения.

7. Технология сборки гидромашин

7.1. Особенности технологии сборки гидромашин.

Классификация методов сборки в зависимости от способов достижения точности замыкающего звена размерной цепи.. Место сборочной технологии в общем производстве гидромашин, сборка – зеркало производства.. Организационные формы сборки в гидромашиностроении, типовые сборочные технологические процессы.. Классификация способов соединения деталей. Продольно-прессовые и поперечно-прессовые посадки с натягом..

7.2. Причины возникновения вибрации в гидромашинах и способы их устранения.

Статическая и динамическая неуравновешенность роторов гидромашин.. Способы статического балансирования. Балансирование крупных рабочих колес на сфере.. Способы динамического балансирования.. Нормы и допуски на остаточную неуравновешенность роторов гидромашин.. Особенности сборки и монтажа различных типов гидромашин – гидротурбин, центробежных насосов, поршневых насосов, объемно-роторных гидромашин..

8. Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин

8.1. Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин

Классификация причин возникновения погрешностей при механической обработке, их непосредственное влияние на точность сборки и работы гидромашин.

8.2. Погрешность механической обработки – случайная величина

Типовые законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, их параметры, математическое описание интегральными и дифференциальными функциями распределения, графическое представление. Статистические данные для построения полигонов и кривых распределения погрешностей геометрических параметров при механической обработке деталей гидромашин..

8.3. Типовые численные характеристики для описания распределения погрешностей механической обработки деталей гидромашин

Математическое ожидание и центрированная случайная величина. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение. Мода и медиана.. Обобщающие характеристики распределения случайных величин – начальные и центральные моменты. Асимметрия и эксцесс распределений, коэффициенты характеризующие их. Коэффициент относительной асимметрии и коэффициент относительного рассеяния.. Определение вероятности попадания погрешности геометрического параметра распределенного по нормальному закону в поле допустимых отклонений с помощью функции Лапласа.. Коэффициент и процент риска. Связь между ними. Определение, прогнозирование и нормирование брака при серийном изготовлении гидромашин..

9. Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин

9.1. Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин.

Роль размерно-технологического анализа как метода инженерного проектирования гидромашин. Основные положения теории размерных цепей.. Размерная цепь: определение и признаки; замыкающее звено; составляющее звено; увеличивающие и уменьшающие звенья; компенсирующее звено; общее звено. Понятие о передаточном отношении.. Классификация звеньев размерной цепи: скалярные звенья; звенья – зазоры; векторные звенья.. Характеристики показателей точности геометрических параметров, являющихся звеньями размерной цепи: допуск и координата середины поля допуска; верхнее и нижнее предельные отклонения геометрического параметра от номинального значения..

9.2. Методы расчета размерной цепи

Метод максимума – минимума (МММ); метод вероятностный (МВ). Их краткая характеристика. Прямая и обратная задача расчета размерной цепи. Сравнение МММ и МВ при решении прямой задачи расчета размерной цепи.. Вывод формул суммирования показателей точности геометрических параметров методом максимума – минимума для скалярных звеньев, звеньев зазоров и векторных звеньев.. Вывод формул вероятностного суммирования для скалярных звеньев, звеньев зазоров и векторных звеньев методом

вероятностным. Коэффициент асимметрии распределения погрешностей. Коэффициент относительного рассеяния погрешностей. Приведенный коэффициент относительного рассеяния погрешностей для векторных звеньев..

9.3. Разрешающие уравнения для расчета полей допусков на составляющие звенья размерной цепи

Вывод разрешающих уравнений для расчета полей допусков на составляющие звенья размерной цепи по прямой задаче двумя методами – МММ и МВ.. Способы расчета допусков: способ попыток; способ равного допуска; способ равного влияния; способ равного числа единиц допуска; способ технологического обоснования допусков; способ экономического обоснования допусков. Области применения способов..

9.4. Передаточное отношение в размерной цепи.

Способы определения передаточных отношений в размерной цепи.. Приложение метода малых приращений акад. Н.Г. Бруевича для определения передаточных отношений..

9.5. Методика составления расчетных схем РЦ.

Этапы размерно–технологического анализа конструкции гидромашины при проектировании.. Постановка прямой задачи расчета размерной цепи проектируемой гидромашины.. Выбор исходных данных для решения прямой задачи..

3.3. Темы практических занятий

1. Решение прямой и обратной задачи размерно-технологического анализа;
2. Расчет критериев технологичности для конструкций и деталей гидромашин;
3. Установка необходимых отклонений взаимного расположения поверхностей, погрешностей формы, шероховатости и посадок на валы гидромашин;
4. Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин. Полигоны и экспериментальные кривые распределения погрешностей.;
5. Типовые кривые распределения погрешностей механической обработки деталей гидромашин, их характеристики.;
6. Определение вероятности нахождения переменной в заданном промежутке для нормального закона распределения;
7. Составление размерных цепей;
8. Методы расчета размерных цепей;
9. Передаточное отношение и способы его определения.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Сборка центробежного насоса с торцевым уплотнением;
2. Разборка и дефектовка центробежного насоса;
3. Прототипирование модели рабочего колеса центробежного насоса;
4. Размерный анализ деталей роторных объемных насосов.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Характеристика производства гидравлических машин."

2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин."
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Технология производства деталей лопастных гидромашин."
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Технология производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов."
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Технология сборки гидромашин"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристика производства гидравлических машин."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология производства деталей лопастных гидромашин."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология сборки гидромашин"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристика производства гидравлических машин."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технологичность в гидромашиностроении"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Материалы в гидромашиностроении"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технология производства деталей лопастных гидромашин."
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технология производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов."
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технология сборки гидромашин"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин"

9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Знать:											
способы и методы проведения размерно-технологического анализа конструкций гидромашин	ИД-З$_{ПК-2}$								+		Домашнее задание/Построение гистограммы выборки измерений детали гидромашины и расчет основных характеристик распределения погрешности и выбор типовой кривой распределения.
основные технологические процессы при производстве деталей и узлов гидравлических машин	ИД-З$_{ПК-2}$	+	+			+	+	+			Тестирование/Серийность и Технологичность в гидромашиностроении
основные конструкционные материалы, применяемые в гидромашиностроении	ИД-З$_{ПК-2}$			+							Контрольная работа/Материалы в гидромашиностроении
Уметь:											
выполнять размерно-технлогический анализ гидравлических машин	ИД-З$_{ПК-2}$									+	Контрольная работа/Погрешности технологических процессов и Размерно-технологический анализ Расчетно-графическая работа/Размерно-технологический анализ конструкции
принимать и обосновывать конкретные технические решения на основе отработки проектируемых гидравлических машин на технологичность	ИД-З$_{ПК-2}$		+								Тестирование/Серийность и Технологичность в гидромашиностроении
выполнять выбор материалов элементов энергетических машин и установок с учетом условий их работы	ИД-З$_{ПК-2}$				+						Домашнее задание/Вал гидромашины с типовыми допусками и посадками, расчет критериев технологичности

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Материалы в гидромашиностроении (Контрольная работа)
2. Погрешности технологических процессов и Размерно-технологический анализ (Контрольная работа)
3. Построение гистограммы выборки измерений детали гидромашины и расчет основных характеристик распределения погрешности и выбор типовой кривой распределения. (Домашнее задание)
4. Серийность и Технологичность в гидромашиностроении (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Вал гидромашины с типовыми допусками и посадками, расчет критериев технологичности (Домашнее задание)
2. Размерно-технологический анализ конструкции (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

На основании системы БАРС

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Шварцбурд, Б. И. Выбор материалов при конструировании гидравлических машин / Б. И. Шварцбурд ; Ред. Г. В. Викторов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1976 . – 18 с.;
2. Шварцбурд, Б. И. Размерные цепи в гидромашинах : учебное пособие / Б. И. Шварцбурд ; ред. М. М. Орахелашвили ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – Москва : МЭИ, 1962 . – 72 с.;
3. Шварцбурд, Б. И. Размерные цепи в гидромашинах: Ч.1. / Б. И. Шварцбурд ; Ред. М. М. Орахелашвили ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1974 . – 58 с.;
4. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества : учебное пособие / А. И. Половинкин . – 4-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2016 . – 364 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0742-2 .;
5. Расчет размерных цепей : Учебное пособие по курсам "Стандартизация и автоматизированное конструирование машин" и "Основы конструирования" / Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; Ред. Д. А. Перемыщев . – 1992 . – 20 с. : 1.00 .;
6. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3 т. Т.1. / В. И. Анурьев . – 7-е изд.,перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 1992 . – 816 с. - ISBN 5-217-00389-8 : 299.75 .;

7. Боков, В. Н. Атлас по деталям машин : учебное пособие для немашиностроительных специальностей технических вузов / В. Н. Боков, С. П. Фадеев . – М. : Высшая школа, 1969 . – 250 с. - На обл.: Атлас. Детали машин .;
8. Бочкарев П. Ю., Бокова Л. Г.- "Оценка производственной технологичности деталей", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2017 - (132 с.) https://e.lanbook.com/book/93584;
9. Ирзаев Г. Х.- "Экспертные методы управления технологичностью промышленных изделий", Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2010 - (192 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65138;
10. Кузовкин А. В.- "Технологичность конструкций. Лабораторный практикум", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (160 с.) https://e.lanbook.com/book/113935;
11. Богодухов С. И., Козик Е. С.- "Материаловедение", (2-е изд., доп.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2020 - (504 с.) https://e.lanbook.com/book/175262.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Антиплагиат ВУЗ.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:
1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
4. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-102(б), Учебно-исследовательская лаборатория пневматики	стеллаж для хранения инвентаря, стол компьютерный, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование специализированное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения	Г-102(б), Учебно-исследовательская	стеллаж для хранения инвентаря, стол компьютерный, стол письменный, тумба,

лабораторных занятий	лаборатория пневматики	компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование специализированное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для самостоятельной работы	Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ГГМ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для консультирования	Г-219/2, Преподавательская	кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
	Г-208, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-05, Мастерская каф. "ГГМ"	стеллаж для хранения инвентаря

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология гидромашиностроения

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Вал гидромашины с типовыми допусками и посадками, расчет критериев технологичности (Домашнее задание)
КМ-2 Серийность и Технологичность в гидромашиностроении (Тестирование)
КМ-3 Построение гистограммы выборки измерений детали гидромашины и расчет основных характеристик распределения погрешности и выбор типовой кривой распределения. (Домашнее задание)
КМ-4 Материалы в гидромашиностроении (Контрольная работа)
КМ-5 Погрешности технологических процессов и Размерно-технологический анализ (Контрольная работа)
КМ-6 Размерно-технологический анализ конструкции (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	7	9	11	13	14
1	Характеристика производства гидравлических машин							
1.1	Роль конструктора в формировании технологии изготовления проектируемой гидромашины			+				
1.2	Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к различным видам гидромашин и их обеспечение			+				
1.3	Серийность в ГМС			+				
2	Технологичность в гидромашиностроении							
2.1	Понятие о технологичности конструкции изделия			+				
2.2	Технологичность литья как основного способа получения заготовок в гидромашиностроении			+				
2.3	Технологичность процессов механической обработки деталей гидромашин			+				
2.4	Технологичность сборочных процессов в гидромашиностроении			+				
3	Материалы в гидромашиностроении							
3.1	Чугуны в гидромашиностроении					+		

3.2	Стали (прокат и литье) в гидромашиностроении				+		
3.3	Специальные сплавы и наплавочные материалы в гидромашиностроении				+		
3.4	Сплавы цветных металлов в гидромашиностроении				+		
3.5	Неметаллические материалы в гидромашиностроении				+		
3.6	Основы выбора материалов для гидравлических машин – гидротурбин, центробежных насосов, объемных гидромашин и гидроаппаратуры				+		
4	Базирование, погрешности формы и расположения при изготовлении деталей и узлов гидромашин						
4.1	Выбор баз при конструировании и изготовлении деталей и узлов гидромашин	+					
4.2	Типовые посадки в лопастных и объемных гидравлических машинах	+					
5	Технология производства деталей лопастных гидромашин.						
5.1	Особенности технологии производства деталей лопастных гидромашин.		+				
5.2	Классификация валов гидромашин.		+				
5.3	Особенности проектирования рабочих колес центробежных насосов при использовании технологий прототипирования.		+				
6	Технология производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов.						
6.1	Особенности технологии производства деталей объемных гидромашин и гидроприводов.		+				
6.2	Доводка связанным абразивом.		+				
6.3	Доводка свободным абразивом.		+				
6.4	Раскатывание внутренних цилиндрических поверхностей при чистовой обработке гидроцилиндров.		+				
6.5	Метод тонкого (алмазного) точения цилиндрических поверхностей деталей из легких сплавов не допускающих абразивного шаржирования.		+				
7	Технология сборки гидромашин						
7.1	Особенности технологии сборки гидромашин.		+				
7.2	Причины возникновения вибрации в гидромашинах и способы их устранения.		+				

8	Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин						
8.1	Погрешности технологических процессов изготовления гидромашин			+			
8.2	Погрешность механической обработки – случайная величина			+			
8.3	Типовые численные характеристики для описания распределения погрешностей механической обработки деталей гидромашин			+			
9	Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин						
9.1	Размерно-технологический анализ конструкций гидромашин.					+	+
9.2	Методы расчета размерной цепи					+	+
9.3	Разрешающие уравнения для расчета полей допусков на составляющие звенья размерной цепи					+	+
9.4	Передаточное отношение в размерной цепи.					+	+
9.5	Методика составления расчетных схем РЦ.					+	+
	Вес КМ, %:	15	20	15	20	10	20