

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах»

Дисциплина «Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах» является частью программы бакалавриата «Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)» по направлению «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника».

### **Цели и задачи дисциплины**

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков, требуемых для тепловых и гидравлических расчетов в электрических машинах. Задачи учебной дисциплины • изучение основ теории тепло - и массопереноса в электрических машинах и методов расчета основных систем их охлаждения, способов измерения напора охлаждающего воздуха. • формирование умения выбирать и анализировать использование различных систем, конструкций и способов охлаждения, применяемых в современных электрических машинах; рассчитывать параметры типовых схемных решений их систем охлаждения для общепромышленных конструкций; • формирование навыков проектирования и расчета систем охлаждения электрических машин..

### **Изучаемые объекты дисциплины**

Изучаемые объекты дисциплины: - основы теории тепло – и массопереноса в электрических машинах; - процессы нагрева и охлаждения общепромышленных электрических машин различных типов, конструкций и видов исполнения. Режимы их эксплуатации, нормативные требования по перегреву; - устройство, классификация, использование, элементы и особенности основных систем охлаждения электрических машин; - основные методы тепловых и гидравлических расчетов электрических машин и пути их алгоритмизации. Примеры расчетов для общепромышленных электрических машин различных типов. Основы методик тепловых и гидравлических испытаний электрических машин..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Цели и задачи дисциплины «Тепловые и гидравлические расчеты электрических машин (ТИГР ЭМ). Основные понятия, термины и определения ТИГР ЭМ. Государственные стандарты. Основы теории гидравлики и аэродинамики, используемой в ТИГР ЭМ	6	0	18	32
<p>Тема 1. Цели и задачи изучения дисциплины «Тепловые и гидравлические расчеты (ТИГР) электрических машин» (ЭМ). Основные понятия, термины и определения предмета ТИГР ЭМ. Государственные стандарты</p> <p>Государственные стандарты в области электротехники, электромеханики, конструкций электрических машин и их систем охлаждения как основа связи с предметом, целями и задачами изучения дисциплины. Тенденции современного электромашиностроения по повышению технико-экономических показателей ЭМ. Роль и значение гидродинамических и тепловых явлений в ЭМ. Основные понятия, термины и определения предмета ТИГР ЭМ. Требования к ЭМ по уровню нагрева. Общая характеристика физических процессов тепловыделения и теплопередачи в ЭМ. Влияние эффективности систем охлаждения ЭМ на их технико-экономические показатели и надежность.</p> <p>Тема 2. Основы положений теории гидравлики и аэродинамики, нагрева и охлаждения для ЭМ и их систем охлаждения. Объем и правила оформления отчетной документации по дисциплине</p> <p>Основы положений теории нагрева, гидравлических и аэродинамических расчетов для ЭМ. Предметы гидравлики и аэродинамики в области их применения в расчетах систем охлаждения ЭМ.</p> <p>Классификация и основные типы систем охлаждения ЭМ, их связь с мощностью машин, условиями эксплуатации, видом конструкции (степенью защиты) ЭМ.</p> <p>Объем и правила оформления отчетной документации по дисциплине согласно ГОСТ 7.32 – 2017, других нормативных документов и ФГОС ВО</p> <p>по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>и электротехника». Рекомендуемые информационные источники.</p> <p>Тема 3. Применение теории гидравлики для вентиляционных расчетов электрических машин</p> <p>Жидкость и газ. Их физические свойства применительно к ЭМ. Понятие о капельных и газообразных жидкостях. Физические свойства жидкостей: плотность, температурное расширение, сжимаемость, вязкость. Понятие об идеальной и реальной жидкости.</p> <p>Обоснование применения методов гидравлики для вентиляционных расчетов ЭМ. Основные понятия и уравнения гидростатики применительно к ТИГР ЭМ. Гидростатическое давление, его единицы и измерение.</p> <p>Кинематика и динамика жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Линии и трубки тока. Живое сечение и гидравлический диаметр потока жидкости. Уравнение неразрывности течения. Расход и средняя скорость потока. Коэффициент Кориолиса.</p> <p>Силы, действующие на жидкость при её движении. Дифференциальное уравнение динамики жидкости. Полное, динамическое и статическое давление в потоке. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока идеальной и реальной жидкости. Важнейшие следствия из уравнения Бернулли.</p> <p>Измерение давлений, скорости и расхода в потоке газа с помощью пневмометрических трубок и другими способами применительно к ЭМ.</p> <p>Режимы течения жидкости. Ламинарное и турбулентное течение жидкости.</p> <p>Число Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потоков.</p> <p>Гидравлическое сопротивление. Сопротивление трения по длине каналов при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние на него шероховатости стенок. Местные гидравлические сопротивления при изменении площади сечения и направления потоков, при слиянии и разделении потоков и т.п. Примеры</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>расчетов для ЭМ.</p> <p>Тема 4. Электрогидравлическая аналогия и ее применение для гидравлических (вентиляционных) расчетов электрических машин            Электрогидравлическая аналогия.            Эквивалентная гидравлическая (вентиляционная) схема замещения (ЭГС) ЭМ.            Гидравлические сопротивления неподвижных и вращающихся каналов. Результирующее сопротивление последовательных и параллельных участков. Закон Адкинсона.            Эквивалентная схема замещения вентиляционного тракта ЭМ. Составление и преобразование ЭГС.            Различные типовые схемы вентиляции основных типов общепромышленных ЭМ, их особенности и области применения.</p> <p>Тема 5. Вентиляторы электрических машин</p> <p>Типы вентиляторов, их устройство и принцип действия. Особенности встроенных вентиляторов ЭМ.            Теоретический напор вентилятора, потери давления, внешняя аэродинамическая характеристика и её расчет, мощность и КПД вентилятора. Способы повышения КПД.            Различные методики расчета вентиляторов.</p> <p>Тема 6. Задачи вентиляционного расчета ЭМ.            Расчет совместной работы вентилятора и вентиляционного тракта            Совместная работа вентилятора и вентиляционного тракта электрических машин.            Расчет аэродинамического сопротивления сложных схем вентиляции..            Расчет сложных вентиляционных схем замещения ЭМ с несколькими напорными элементами.            Процесс раздачи потока по однотипным ответвлениям.            Расчет течения во вращающихся каналах ЭМ.            Использование ЭВМ при гидравлических расчетах ЭМ.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Нестационарные тепловые режимы электрических машин	6	0	8	26
<p>Тема 8. Математическое описание нестационарных тепловых режимов электрических машин</p> <p>Виды нестационарных тепловых режимов ЭМ. Система дифференциальных уравнений теплового баланса элементов ЭМ при нестационарном тепловом режиме. Постоянная времени теплового процесса.</p> <p>Тема 9. Тепловые испытания электрических машин, методы и средства измерений температур элементов ЭМ</p> <p>Понятие о тепловых испытаниях электрических машин, цели и задачи. Государственные стандарты на испытания. Понятие о различных методах и средствах измерения температур. Методика проведения тепловых испытаний и измерения температур элементов ЭМ.</p> <p>Тема 10. Подведение итогов реферативной работы (или отчета по УИРС-НИРС) и их защита</p> <p>Практическое освоение государственных стандартов на содержание и оформление отчета о реферативной работе, или о результатах УИРС или НИРС. Содержание и правила составления рефератов и аннотаций для отчетной документации согласно государственным стандартам. Правила составления и оформления презентаций доклада.</p> <p>Заключение</p>				
Виды теплообмена в электрических машинах и их теория. Тепловые расчеты ЭМ в стационарных режимах работы	6	0	6	32
<p>Тема 7. Основы теории теплообмена в электрических машинах</p> <p>Основные положения теории теплообмена. Процессы передачи тепла: теплопроводность, конвективный и лучистый теплообмен.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Температурное поле в неподвижной среде. Тепловой поток и его плотность. Закон теплопроводности Фурье. Коэффициенты теплопроводности материалов. Дифференциальное уравнение теплопроводности и его упрощенные разновидности. Граничные и начальные условия при решении краевых задач теплопроводности. Коэффициент теплоотдачи и формула Ньютона-Рихмана. Значения коэффициентов теплоотдачи в ЭМ. Теплопроводность при стационарных режимах работы электрических машин. Стационарные одномерные температурные поля в плоской и цилиндрической стенках. Понятие о тепловом сопротивлении и тепловой проводимости. Теплоотдача ребренной поверхности. Аналитические методы расчета стационарного двухмерного и нестационарного одномерного температурных полей. Понятие о расчете температурных полей методом сеток на ЭВМ. Конвективный теплообмен в электрических машинах. Конвективный теплоперенос. Понятие о тепловом пограничном слое. Дифференциальные уравнения конвективного процесса. Сущность теории физического подобия и цели, достигаемые при ее использовании. Критериальные уравнения конвективной теплоотдачи и их получение.. Критериальные уравнения для основных случаев естественной и вынужденной конвекции. Расчет коэффициентов теплоотдачи для различных элементов электрических машин по критериальным уравнениям. Эмпирические формулы для непосредственного определения коэффициентов теплоотдачи при тепловых расчетах. Методы интенсификации конвективной теплоотдачи. Понятие о теплообменниках электрических машин. Тепловое излучение в электрических</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>машинах и трансформаторах..</p> <p>Физическая сущность теплового излучения. Законы излучения. Закон Кирхгофа. Коэффициент черноты поверхности и угловой коэффициент излучения тел. Расчет коэффициента теплоотдачи излучением с помощью закона Стефана-Больцмана. Результирующий коэффициент теплоотдачи при совместном действии конвекции и излучения в ЭМ.</p> <p>Тема 8. Тепловые расчеты электрических машин в стационарных режимах работы. Электротепловая аналогия и ее применение для тепловых расчетов ЭМ</p> <p>Задачи теплового расчета электрических машин в стационарных режимах работы. Расчет стационарных тепловых режимов ЭМ. Исходные данные для расчета: распределение потерь, геометрические размеры основных частей, теплофизические свойства материалов, расходы и скорости охлаждающих сред. Режимы работы ЭМ и их учет при тепловых расчетах.</p> <p>Роль теплового расчета в проектировании ЭМ. Тепловые расчеты на основе методов температурного поля. Электротепловая аналогия.</p> <p>Сущность метода эквивалентных тепловых схем и его применение при тепловых расчетах ЭМ. Тепловые схемы трансформаторов, статоров и роторов электрических машин переменного тока, якорей и индукторов машин постоянного тока. Принципы и методики расчета тепловых сопротивлений различных элементов ЭМ.</p> <p>Тепловые схемы электрических машин закрытого исполнения и тепловые расчеты на их основе. Реализация расчетных методик на ЭВМ.</p> <p>Системы уравнений теплового баланса для тепловых схем и их решение.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	32	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	32	90