

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автомобили»



УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
Н.В. Дубив/
2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ТЕПЛОЙ БАЛАНС СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

образовательной программы высшего образования –
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

15.06.01 Машиностроение
Направленность - Колесные и гусеничные машины

Формы обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Тепловой баланс системы охлаждения двигателя автомобиля» составлена в соответствии с учебными планами по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Машиностроение (Колесные и гусеничные машины) для очной и заочной формы обучения, утвержденными 28.08.2020.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автомобили» «24» сентября 2020 года, протокол № 2

Рабочую программу составил
доцент



А.П. ПЕТРОВ

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Автомобили»



Г.Н. ШПИТКО

Руководитель
программы аспирантуры



В.Б. ДЕРЖАНСКИЙ

Специалист по учебно-
методической работе управления
образовательной деятельности



Г.В. КАЗАНКОВА

Начальник управления
образовательной деятельности



С.Н. СИНИЦЫН

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		2
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	16	16
в том числе:		
Лекции	10	10
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	6	6
Самостоятельная работа, всего часов	164	164
в том числе:		
Подготовка к зачету с оценкой	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	146	146
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оцен.	Зачет с оцен.
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	180

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Тепловой баланс системы охлаждения двигателя автомобиля» относится к дисциплинам по выбору подготовки аспирантов по данному направлению 15.06.01 «Машиностроение» Направленность: «Колесные и гусеничные машины».

Дисциплина «Тепловой баланс системы охлаждения двигателя автомобиля» направлена на изучение проблем, связанных с работой системы охлаждения двигателя транспортных средств факторов определяющих работу СО, теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов, механизма взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора, оценки эффективности системы охлаждения и испытание и расчет элементов СО.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях, приобретенных аспирантами в ВУЗе. Результаты обучения по дисциплине необходимы для выполнения диссертационной работы по данной специальности.

Знания, умения и навыки полученные при освоении дисциплины «Тепловой баланс системы охлаждения двигателя автомобиля», являются необходимыми для успешного написания научно-квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины является ознакомление аспирантов с концепциями тепловыделения двигателя автомобиля на различных режимах и принципах отвода части тепла в окружающую среду с целью поддержания температурного режима двигателя.

Задачами изучения дисциплины является формирования у аспирантов следующих знаний, умений и навыков.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

способностью к научно-исследовательской деятельности на всех стадиях разработки транспортных машин с использованием передовых методов расчета и проектирования, исследований и испытаний (ПК-4);

способностью анализировать состояние и перспективы развития транспортных машин (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся знает:

- типовые схемы систем охлаждения двигателей транспортно-технологических средств (ПК-4, ПК-5);

- взаимосвязь тепловыделения двигателя от режима движения автомобиля (ПК-4, ПК-5);

- режимы испытаний системы охлаждения двигателя, критерии оценки (ПК-4, ПК-5);

- типы теплообменников, используемых в автомобилестроении, способы интенсификации теплообмена (ПК-4, ПК-5);

- основы теории и принципы расчета систем охлаждения (ПК-4, ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять современные методы моделирования тепловыделения двигателя в охлаждающую жидкость в зависимости от режимов движения автомобиля (ПК-4);
- применять современные методы моделирования системы охлаждения и ее элементов (ПК-4);
- планировать и производить экспериментальные исследования элементов системы охлаждения двигателя автомобиля с последующим адекватным оценением полученных результатов (ПК-4);
- проводить критический анализ компоновочных схем систем охлаждения автомобиля и кондиционирования воздуха салона (ПК-4);
- выбирать конструкторские решения элементов системы охлаждения двигателя, обеспечивающих поддержание теплового режима двигателя при низких затратах энергии для этого (ПК-4).
- оформлять графическую и текстовую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД.

Обучающийся должен владеть:

- навыками самостоятельного моделирования 3D объектов (деталей и сборок) (для ПК-4);
- навыками самостоятельного моделирования тепло-динамических процессов в системе охлаждения двигателя автомобиля, оптимизации проектирования (для ПК-4);
- навыками подбора и анализа иностранных источников информации (на языке издания) (для ПК-4).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	P1	Внешние факторы, определяющие режим работы автомобильного двигателя. Конструктивные особенности систем жидкостного охлаждения двигателей легковых автомобилей	2	-
	P2	Основные параметры системы. Требования к системе охлаждения. Влияние режимных и регулировочных параметров двигателя на тепловыделение	2	-
	P3	Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов	2	2
Рубежный контроль №1			1	

Рубеж 2	P4	Определение размеров радиатора Механизм взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха	2	-
	P5	Оценка эффективности системы охлаждения. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения	2	2
	Рубежный контроль №2			
Всего			10	6

4.2. Содержание лекционных занятий

P1. Тема 1. Внешние факторы, определяющие режим работы автомобильного двигателя.

Дорожные условия. Ездовые циклы. Климатические условия. Физические параметры охлаждающей жидкости и воздуха.

Тема 2. Конструктивные особенности систем жидкостного охлаждения двигателей легковых автомобилей.

Гидравлический контур системы охлаждения. Особенности конструкции выполнения гидравлического контура. Малый и большой круг циркуляции. Термостат. Жидкостные насосы. Расход жидкости. Кавитация.

P2. Тема 3. Основные параметры системы.

Воздушный тракт системы охлаждения. Компоновка воздушного тракта и его основные элементы. Воздухозаборные отверстия, предрадиаторная камера, радиатор системы охлаждения, масляный радиатор, радиатор кондиционера и охладитель наддувочного воздуха, вентиляторная установка, кожух вентилятора. Выпускные отверстия. Вентилятор системы охлаждения двигателя и условия его работы. Конструкции вентиляторов, классификация. Приводы вентиляторов, их преимущества и недостатки.

Тема 4. Требования к системе охлаждения.

Тепловой баланс двигателя. Составляющие теплового потока двигателя. Температурное состояние двигателя. Теплота, переданная охлаждающей жидкости. Экспериментальная методика определения, методика расчета.

Тема 5. Влияние режимных и регулировочных параметров двигателя на тепловыделение.

Тяговый расчет автомобиля. Мощностной баланс автомобиля. Топливная характеристика автомобиля. Теплота, передаваемая охлаждающей среде в зависимости от удельного расхода топлива и параметров двигателя.

P3. Тема 6. Теплоотдача в автомобильном радиаторе.

Основные уравнения теплопередачи. Тепловые и гидравлические процессы, протекающие в радиаторах. Число Нуссельта.

Тема 7. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов.

Теплообменники, классификация, конструкции, форма, размеры. Конструкция и материал сердцевин. Внутренние и внешние турбулизаторы. Показатели эффективности.

Р4. Тема 8. Определение размеров радиатора.

Методика расчета оптимальных размеров радиатора. Проверочный расчет системы.

Тема 9. Механизм взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха.

Р5.Тема 10. Оценка эффективности системы охлаждения.

Тема 11. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения.

4.3. Практические занятия

4.3.1. Очная форма обучения, практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практических работ	Норматив времени, часы
3	Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов	Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов	2
	Рубежный контроль №1		1
5	Оценка эффективности системы охлаждения. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения	Оценка эффективности системы охлаждения. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения	2
	Рубежный контроль №2		1
		Всего	6

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующих практических работ. Аспиранту рекомендуется отмечать интересные моменты для активного обсуждения в конце лекции.

Для качественного выполнения практических работ необходима самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на занятиях активные и интерактивные технологии, методы и формы обучения.

Практические занятия рекомендуется проводить в форме семинаров по тематике.

Приветствуется групповой метод выполнения практических работ и защиты отчетов, а также обсуждение результатов выполнения практических работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету с оценкой.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обуче- ния
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	136
Внешние факторы, определяющие режим работы автомобильного двигателя. Конструктивные особенности систем жидкостного охлаждения двигателей легковых автомобилей	28
Основные параметры системы. Требования к системе охлаждения. Влияние режимных и регулировочных параметров двигателя на тепловыделение	27
Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов	27
Определение размеров радиатора. Механизм взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха	27
Оценка эффективности системы охлаждения. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения	27
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждую практическую работу)	6
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к зачету с оценкой	18
Всего:	164

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ.
2. Отчеты студентов по практическим работам.
3. Банк заданий к рубежным контролям № 1 - № 2 (для очной формы обучения).
4. Банк заданий к зачету с оценкой.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль 1, 2		Зачет с оценкой
					Модуль №1	Модуль №2	
		Балльная оценка:	До 20	До 30	До 10	До 10	До 30
	Примечания:	5 лекций по 4 балла	3 практических занятия по 10 баллов	На 2-м практическом занятии	На 3-м практическом занятии		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету с оценкой) обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы.</p> <p>Для получения дифференцированного зачета «автоматически» обучающемуся необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов - 68 с оценкой «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем обучающемуся, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлен зачет «автоматически» с оценкой «хорошо» или «отлично».</p>					

4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету с оценкой) набрана сумма менее 50 баллов, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита отчетов по пропущенным практическим занятиям (1... 2 балла); - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа). <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>
---	--	---

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного/компьютерного тестирования (по усмотрению преподавателя).

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основную материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей состоят из 30 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 20 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов (один правильный ответ – 0,35 балла) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится в традиционной форме. Обучающийся отвечает на 10 вопросов. Время, отводимое студенту на подготовку, составляет 20 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачета с оценкой, заносятся преподавателем в экзаменационную, а зачета в зачетную ведомость, которые сдаются в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Вопросы к зачету с оценкой

1. Какие внешние факторы, определяют режим работы автомобильного двигателя?
2. Какие дорожные условия и ездовые циклы применяются при оценке СО? При каких климатических условиях проводятся испытания СО?
3. Физические параметры охлаждающей жидкости и воздуха.
4. Конструктивные особенности систем жидкостного охлаждения двигателей легковых автомобилей.

5. Гидравлический контур системы охлаждения. Особенности конструкции выполнения гидравлического контура. Малый и большой круг циркуляции. Термостат. Жидкостные насосы. Расход жидкости. Кавитация.
6. Основные параметры системы охлаждения.
7. Воздушный тракт системы охлаждения. Компоновка воздушного тракта и его основные элементы. Какую роль выполняют воздухозаборные отверстия, предрадиаторная камера, радиатор системы охлаждения, масляный радиатор, радиатор кондиционера и охладитель наддувочного воздуха, вентиляторная установка, кожух вентилятора. Выпускные отверстия.
8. Вентилятор системы охлаждения двигателя и условия его работы. Конструкции вентиляторов, классификация. Приводы вентиляторов, их преимущества и недостатки.
9. Теплообменники, классификация, конструкции, форма, размеры. Конструкция и материал сердцевин. Внутренние и внешние турбулизаторы. Показатели эффективности.
10. Требования к системе охлаждения.
11. Тепловой баланс двигателя. Составляющие теплового потока двигателя. Температурное состояние двигателя. Теплота, переданная охлаждающей жидкости.
12. Экспериментальная методика определения температурного баланса и методика расчета.
13. Влияние режимных и регулировочных параметров двигателя на тепловыделение.
14. Тяговый расчет автомобиля. Мощностной баланс автомобиля. Топливная характеристика автомобиля.
15. Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Основные уравнения теплопередачи.
16. Тепловые и гидравлические процессы, протекающие в радиаторах. Число Нуссельта.
17. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов.
18. Определение размеров радиатора. Методика расчета оптимальных размеров радиатора. Проверочный расчет системы.
19. Механизм взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора.
20. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха.
21. Оценка эффективности системы охлаждения.
22. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения.

Пример тестового задания для рубежного контроля 1

Какие внешние факторы, определяют режим работы автомобильного двигателя?

1. Продольное или поперечное расположение двигателя.
2. Скорость движения автомобиля.
3. Масса двигателя.

Правильный ответ - 2.

Какие физические параметры охлаждающего воздуха используются при оценке системы охлаждения?

1. Электропроводность.
2. Плотность.
3. Теплопроводность.

Правильный ответ - 2.

Какие элемент не относятся к гидравлическому контуру системы охлаждения?

1. Термостат.
2. Вентилятор.
3. Радиатор.

Правильный ответ - 2.

Пример тестового задания для рубежного контроля 2

Какие способы не используются для регулирования температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха?

1. Снижение скорости движения.
2. Периодическое включение, выключение электровентилятора.
3. Регулирование оборотов вентилятора.

Правильный ответ - 1.

22. *Какие теплоносители не присутствуют в тепло-технических стендах испытаний системы охлаждения двигателя автомобиля?*

1. Воздух.
2. Вода.
3. Жидкий азот.

Правильный ответ - 3.

Какой параметр не контролируется при испытании системы охлаждения двигателя?

1. Температурный запас.
2. Температура жидкости на выходе из двигателя.
3. Температура выпускных газов.

Правильный ответ - 3.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория: Уч. пос./А.И.Якубович, Г.М.Кухаренок и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знан., 2013 - 473с.: ил. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
2. Епифанов, В.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс] / С.В. Епифанов. - М.: Альтаир-МГAVT, 2014. - 84 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
3. Аэродинамика автомобиля. Методы испытаний / В.В. Бернацкий, И.С. Степанов, В.Н. Кондрашов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 153 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
4. Бернацкий В.В. Исследование аэродинамики автомобиля : монография / В.В. Бернацкий, А.В. Острцов. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
5. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Учебное пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 256 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
2. Аэродинамика воздушного винта/Обуховский А.Д. - Новосиб.: НГТУ, 2009. - 80 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».
3. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод : учеб. пособие / Б.В. Ухин. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 320 с. - Доступ из ЭБС «Znanium.com».

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория, компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран, телевизор).
2. Раздаточный материал.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Тепловой баланс системы охлаждения двигателя автомобиля»

образовательной программы высшего образования
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

15.06.01 Машиностроение
Направленность - Колесные и гусеничные машины

Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часа)

Семестры: 2 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Содержание дисциплины

Внешние факторы, определяющие режим работы автомобильного двигателя. Конструктивные особенности систем жидкостного охлаждения двигателей легковых автомобилей. Основные параметры системы. Требования к системе охлаждения. Влияние режимных и регулировочных параметров двигателя на тепловыделение. Теплоотдача в автомобильном радиаторе. Теплофизические и аэродинамические свойства радиаторов. Определение размеров радиатора. Механизм взаимодействия потока воздуха с поверхностью радиатора. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха. Оценка эффективности системы охлаждения. Тепло-технические стенды. Испытания системы охлаждения