

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт транспорта и логистики
Кафедра двигателей внутреннего сгорания**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль «Двигатели внутреннего сгорания»

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Системы топливоподачи и управления ДВС». – 54 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Системы топливоподачи и управления ДВС» разработана с учетом ФГОС ВО: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 145.

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Тырловой С. И.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Доценко Д.М.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Ковтун А.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» 12.04 2023г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ А.А.Данилейченко

Переутверждена: « _____ » _____ 202_ г., протокол № _____

Согласована (для обеспечивающей кафедры):
Быкадоров В.В.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики
« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И.Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель - формирование у студентов знаний, умений и навыков по разработке, расчету и испытаниям топливной аппаратуры дизельных двигателей.

Задачами изучения дисциплины является получение комплекса знаний, которые позволят рассчитывать, проектировать, испытывать и оценивать правильность выбора основных параметров систем топливоподачи дизельных двигателей внутреннего сгорания.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы топливоподачи и управления ДВС» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, модуль профессиональных дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** разделов из цикла фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин, **умения** воспользоваться имеющейся информацией для дальнейшего проектирования и расчета рабочего процесса двигателя и его систем.

Основывается на базе дисциплин: математики, физики, механика жидкости и газа, основы газовой динамики комбинированных двигателей, системы ДВС, теория рабочих процессов ДВС.

Является основой для изучения следующих дисциплин: специальные виды ДВС, диагностика и техобслуживание ДВС.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-5. Способен осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности.	ПК-5.3. Проводит монтажные и наладочные работы на энергетическом оборудовании.	знать: устройство и принцип работы топливной аппаратуры дизелей; влияние конструктивных и регулировочных параметров на технико-экономические показатели двигателей; основные этапы разработки и статического расчета традиционных систем топливоподачи дизелей, конструкцию, методику испытаний и пути совершенствования систем топливоподачи; уметь: выполнять расчеты по выбору параметров топливной аппаратуры, определению закона подачи топлива в цилиндр дизеля; регулировать традиционные типы топливной аппаратуры дизелей на специальных стендах; выявлять в процессе эксплуатации, монтажа и наладки неисправности топливной аппаратуры дизелей и оценивать их остаточный ресурс; владеть навыками: составления программ для выбора основных параметров и статического расчета процессов впрыскивания топлива в цилиндр дизеля с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей; составления рекомендаций по результатам испытаний; ремонта, монтажа и регулировки традиционных типов топливной аппаратуры дизелей на специальных стендах.
---	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4)	144 (4 зач. ед)

	зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	70	20
в том числе:		
Лекции	28	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	14	4
Курсовая работа (курсовой проект)		
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	18	18
Самостоятельная работа студента (всего)	74	124
Форма аттестации	Экзамен 7 сем	Экзамен 8 сем

4.2. Содержание разделов дисциплины

- 1. Введение. Цель и задачи изучения дисциплины.** Цель и задачи курса. Основные параметры автотракторных дизелей. Топливо для дизелей, распыливание и смесеобразование в дизелях.
- 2. Статический расчет процесса впрыска.** Методы расчета процесса впрыска в дизелях. Сжимаемость топлива. Уравнение неразрывности. Основные допущения статического расчета процесса впрыска. Этапы расчета. Определение параметров процесса впрыска.
- 4. Топливная аппаратура дизелей.** Функции ТА. Параметры топливоподачи. Требования, классификация.
- 5. Топливные насосы высокого давления.** Способы дозирования цикловой подачи топлива.
- 6. Клапаны ТНВД.** Нагнетательные клапаны, корректирующие, всасывающие, отсечные, редуцирующие, обратные.
- 7. Гибкий привод плунжеров топливных насосов высокого давления.** Газовый привод, пружинный, пневмогидравлический.
- 8. Привод плунжеров распределительных ТНВД.** Приводы с наружным профилем кулачка, внутренним и торцовым. Устройство и работа, достоинства и недостатки, применение.
- 9. Привод плунжеров блочных многоплунжерных насосов.** Встроенные и подвесные плунжерные пары. Устройство и работа, достоинства и недостатки, применение. Профили кулачков и толкатели. Компановка ТНВД.
- 10. Регуляторы автотракторных дизелей.** Регуляторы гидравлические, пневматические, механические, электронные. Устройство и работа, достоинства и недостатки, применение.
- 11. Форсунки дизельных двигателей.** Классификация форсунок дизелей. Устройство и работа, достоинства и недостатки, применение.
- 12. Характеристики форсунок.** Гидравлические характеристики открытых форсунок, клапанных, клапанно-сопловых, нормально закрытых многосопловых и штифтовых.
- 13. Выбор параметров топливной аппаратуры дизелей.** Определение основных конструктивных параметров топливного насоса высокого давления и форсунок.
- 14. Перспективы развития систем топливоподачи в дизелях.** Топливные насосы высокого давления, форсунки. Системы непосредственного действия и аккумуляторные. Управление процессом впрыска топлива в цилиндр двигателя.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма

1	Введение. Цель и задачи изучения дисциплины.	2	1
2	Статический расчет процесса впрыска.	6	
3	Топливная аппаратура дизелей.	2	1
4	Топливные насосы высокого давления.	2	
5	Клапаны ТНВД.	2	2
6	Гибкий привод плунжеров топливных насосов высокого давления.	2	
7	Привод плунжеров распределительных ТНВД.	2	1
8	Привод плунжеров блочных многоплунжерных насосов.	2	
9	Регуляторы автотракторных дизелей.	1	1
10	Форсунки дизельных двигателей.	2	
11	Характеристики форсунок.	2	2
12	Выбор параметров топливной аппаратуры дизелей.	1	
13	Перспективы развития систем топливоподачи в дизелях.	2	
	Итого:	28	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Параметры топливной аппаратуры отечественных и зарубежных автомобилей и тракторных дизелей.	2	2
2	Решение задач по теме сжимаемость топлива	2	
3	Решение задач по теме расчет процесса впрыска	2	2
4	Подготовка исходных данных	2	
5	Первый этап расчета процесса впрыска	2	
6	Численное моделирование процесса впрыска на 1-м этапе расчета	2	
7	Второй этап расчета процесса впрыска	2	2
8	Третий этап расчета процесса впрыска	2	
9	Численное моделирование процесса впрыска для 2-го и 3-го этапов расчета	2	
10	Определение основных показателей процесса впрыска	2	2
11	Моделирование работы форсунки	2	
12	Построение характеристик форсунок	2	
13	Изучение образцов топливной аппаратуры дизелей.	2	
14	Определение конструктивных параметров ТНВД и форсунок	2	
	Итого:	28	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Устройство и работа различных типов форсунок дизелей зарубежного производства	2	1
2	Устройство и работа распределительных ТНВД	4	

3	Определение остаточного ресурса и утечек топлива в плунжерных парах распределительных ТНВД Bosch-VE при безмоторных испытаниях.	2	1
4	Снятие скоростной характеристики топливного насоса.	2	1
5	Снятие характеристики насоса по давлению начала впрыска топлива форсунками	2	
6	Регулирование ТНВД	2	1
	Итого:	14	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Сжимаемость топлива, скорость истечения, массовый и объемный расходы	Домашнее задание. Решение задач.	20	50
2	Расчет процесса впрыска ТНВД 4-х тактного двигателя	Статический расчет процесса впрыска топлива форсункой в цилиндр дизеля.	36	56
3	Выбор параметров ТНВД	Домашнее задание. Результаты выбора параметров ТНВД. Программа расчета.	6	6
4	Выбор параметров распылителей форсунок	Домашнее задание. Результаты выбора параметров форсунок. Программа расчета.	6	6
5	Современные системы разделенного впрыска дизелей	Домашнее задание. Результаты обзора интернет-источников	6	6
	Итого:		74	124

4.7. Курсовые работы/проекты.

Не предусмотрено учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Марков В. А. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях: монография / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. И. Мальчук. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2007. - 360 с. - ISBN 978-5-7038-3052-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1959254>
2. Тырловой С. И. Учебное пособие "Моделирование процессов топливоподачи современных дизелей" для студентов направления подготовки 13.04.03 - «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / С. И. Тырловой. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 124 с. – Режим доступа: https://yadi.sk/d/r1FXCnE_OhZrNQ
3. Тырловой С.И., Данилейченко А.А. Учебное пособие "Системы питания автотракторных дизелей для студентов направления подготовки 13.03.03 - «Энергетическое машиностроение» профиль «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / С. И. Тырловой. - Луганск: ЛГУ им. В. Даля,, 2022. - 190 с.

б) дополнительная литература:

4. Макушев, Ю. П. Системы подачи топлива и воздуха современных дизелей : учебное пособие / Ю. П. Макушев, А. П. Жигadlo, Л. Ю. Волкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 216 с. - ISBN 978-5-9729-1392-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2099100> (дата обращения: 27.01.2024).
5. Макушев, Ю. П. Конструктивные особенности систем подачи топлива современных дизелей : учебное пособие / Ю. П. Макушев, А. П. Жигadlo, Л. Ю. Волкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-1238-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2094412> (дата обращения: 29.01.2024).
6. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей [Текст]: учебник/ С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко, В. И. Ивин; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1985. - 456 с. - 2 р.
7. Крайнюк А.И., Тырловой С.И. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Учебное пособие. - Луганск: Издательство ВНУ им. В. Даля, 2007. - 134 с. - Библиогр.: с. 134-135. - ISBN 966-590-617-8 : 23 грн.
8. Шерстнев Н. В. Обслуживание и ремонт судовых дизелей: учебное пособие : в 4 томах. Том 3. Обслуживание и ремонт приводов, механизмов газораспределения и топливной аппаратуры / Н.В. Шерстнев. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 300 с. — (Высшее образование: Специали́тет). — DOI 10.12737/1853496. - ISBN 978-5-16-017435-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2113864>

9. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы : учебник / Р. З. Кавтарадзе. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. - 592 с. - ISBN 978-5-7038-4117-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1960951> (дата обращения: 26.01.2024).
10. Двигатели внутреннего сгорания устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей [Текст]: учебник /В. П. Алексеев, В. Ф. Воронин, Л. В. Грехов; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд, перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1990. - 288 с. - ISBN 5-217-00117-8: 1 р. 20 к.
11. Эксплуатация судовых энергетических установок. Топливные системы судовых дизельных энергетических установок : учебное пособие / В.В. Кузнецов, С.В. Максимов, С.И. Толстой. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 51 с. — (Военное образование). - ISBN 978-5-16-017163-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2099971> (дата обращения: 27.01.2024).
12. Белоусов Е. В. Топливные системы современных судов дизелей [Текст] : учебное пособие / Е. В. Белоусов. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 255 с. : черт. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 249-253. - ISBN 978-5-507-45166-1 : 1600 р.
13. Теория двигателей внутреннего сгорания. Рабочие процессы [Текст] : учебник / под ред. Н. Х. Дьяченко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1974. - 552 с. - 1 р. 41 к.
14. Эксплуатация судовых энергетических установок. Топливные системы судовых дизельных энергетических установок : учебное пособие / В.В. Кузнецов, С.В. Максимов, С.И. Толстой. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 51 с. — (Военное образование). - ISBN 978-5-16-017163-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2099971> (дата обращения: 29.01.2024).
15. Лышевский А. С. Системы питания дизелей [Текст] : учебное пособие / А. С. Лышевский. - Москва : Машиностроение, 1981. - 216 с. - 50 к.
16. Файнлейб Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей [Текст] : справочник / Б. Н. Файнлейб. - Ленинград : Машиностроение, 1974. - 264 с. - 1 р. 24 к.
17. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания : (конструкция, теория и эксплуатация) [Текст] : учебник / И. В. Возницкий, Н. Г. Чернявская, Е. Г. Михеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Транспорт, 1979. - 415 с. - 264 крб.
18. Буралев Ю. В. Устройство, обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей [Текст] : учебник / Ю. В. Буралев, О. А. Мартиров, Е. В. Кленников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1982. - 272 с. - (Профтехобразование. Автомоб. транспорт). - 132 крб.
19. Бахтиаров Н. И. Повышение надежности работы прецизионных пар топливной аппаратуры дизелей [Текст] / Н. И. Бахтиаров, В. Е. Логинов, И. И. Лихачев. - Москва : Машиностроение, 1972. - 200 с. - 79 к.
20. Кислов В. Г. Топливные насосы распределительного типа [Текст] / В. Г. Кислов, Р. М. Баширов, В. Я. Попов. - Москва : Машиностроение, 1975. - 176 с. - 61 к.
21. Топливная аппаратура дизелей КАМАЗ и КАЗ. Инструкция по эксплуатации [Текст] / сост. : Н. А. Грачев, А. Н. Истомин ; под ред. Е. С. Островского. - Ярославль : [б. и.], 1988. - 112 с. - 2 р.
22. Белявцев А. В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей [Текст] / А. В. Белявцев, А. С. Процеров. - Москва : Росагропромиздат, 1988. - 223 с. - ISBN 5-260-00005-6 : 143 крб.
23. Фомин Ю. Я. Топливная аппаратура дизелей [Текст] : справочник / Ю. Я. Фомин, Г. В. Никонов, В. Г. Ивановский. - Москва : Машиностроение, 1982. - 168 с. - 75 к.
24. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливной аппаратуры современных дизелей: Учебное пособие. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2013. - 292 с.
25. Топливные насосы высокого давления распределительного типа: Л.Н. Голубков, А. А. Сав а стенки, М.В.Эмиль. Учебно-практическое пособие / - 3-е изд., Перераб. и доп. - М. : "Легион-Автодата", 2000. 176 с.

26. Грехов Л.В. Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыск бензина. - М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2001.- 176 с.

27. Грехов Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. \ Л.В. Грехов, Н.А. Савченко, В.А. Марков. М. Легион-Автодата, 2005. – 344 с.

28. Грехов Л.В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением. Учебно-практическое пособие. – М.: Легион-Автодата, 2009.– 176 с.

в) методические указания:

29. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» [Электронный ресурс]: для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Сост.: Тырловой С.И. – Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2015.- 57с.

30. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03.«Энергетическое машиностроение» специальности «Двигатели внутреннего сгорания») [Электронный ресурс] / Сост. С.И.Тырловой. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2019. - 22 с.

31. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Системы топливоподачи и управления ДВС» [Электронный ресурс] : для студентов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Сост. С. И. Тырловой. Луганск: Изд-во ВНУ им. В.Даля 2010. - 48 с.

32. Методические указания к индивидуальным занятиям по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» [Электронный ресурс]: для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания») /Сост.: С.И.Тырловой, Ю.В.Сторчеус. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2015.- 21 с.

33. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания») [Электронный ресурс]/Сост.: С.И.Тырловой. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2019.- 36 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов. Прочее: комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме.

Лабораторные работы: лаборатория ДВС, оснащенная специализированными лабораторными стендами (Стенд «Всетин» с ДВС, стенды с дизелями 5Д2, 6ЧН12/14, 1Ч12/14, 5Д4, стенд СДТА, стенд «Motorpal», стенд с ДВС 4ЧН8,5/11 с волновым обменником давления, наглядное пособие двигатель ТВЗ-117 и СПГТ, лабораторные стенды 1, 2, 3, 4 по теплотехнике, лабораторное контрольно-измерительное оборудование, наглядные пособия), плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Системы топливоподачи и управления ДВС»**

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-5. Способен осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности.	Базовый	знать: устройство и принцип работы топливной аппаратуры дизелей; влияние конструктивных и регулировочных параметров на технико-экономические показатели двигателей; основные этапы разработки и статического расчета традиционных систем топливоподачи дизелей, конструкцию, методику испытаний и пути совершенствования систем топливоподачи
Основной		Повышенный	уметь: выполнять расчеты по выбору параметров топливной аппаратуры, определению закона подачи топлива в цилиндр дизеля; регулировать традиционные типы топливной аппаратуры дизелей на специальных стендах; выявлять в процессе эксплуатации, монтажа и наладки неисправности топливной аппаратуры дизелей и оценивать их остаточный ресурс
Заключительный		Высокий	владеть навыками: составления программ для выбора основных параметров и статического расчета процессов впрыскивания топлива в цилиндр дизеля с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей; составления рекомендаций по результатам испытаний; ремонта, монтажа и регулировки традиционных типов топливной аппаратуры дизелей на специальных стендах.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
-------	--------------------------------	---	---	--	---------------------------------------

1.	ПК-5	Способен осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности.	ПК-5.3. Проводит монтажные и наладочные работы на энергетическом оборудовании.	Тема 1 Введение. Цель и задачи изучения дисциплины.	7/8
				Тема 2 Статический расчет процесса впрыска.	
				Тема 3 Топливная аппаратура дизелей.	
				Тема 4 Топливные насосы высокого давления.	
				Тема 5 Клапаны ТНВД.	
				Тема 6 Гибкий привод плунжеров топливных насосов высокого давления.	
				Тема 7 Привод плунжеров распределительных ТНВД.	
				Тема 8 Привод плунжеров блочных многоплунжерных насосов.	
				Тема 9 Регуляторы автотракторных дизелей.	
				Тема 10 Форсунки дизельных двигателей.	
				Тема 11 Характеристики форсунок.	
				Тема 12 Выбор параметров топливной аппаратуры дизелей.	
				Тема 13 Перспективы развития систем топливоподачи в дизелях.	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-5	ПК-5.3. Проводит монтажные и наладочные работы на энергетическом оборудовании.	знать: устройство и принцип работы топливной аппаратуры дизелей; влияние конструктивных и регулировочных параметров на технико-экономические показатели двигателей; основные этапы разработки и статического расчета традиционных систем топливоподачи дизелей, конструкцию, методику испытаний и пути совершенствования систем топливоподачи; уметь: выполнять расчеты по выбору параметров топливной аппаратуры, определению закона подачи топлива в цилиндр дизеля; регулировать традиционные типы топливной аппаратуры дизелей на	Тема 1, Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13	Практическая работа, лабораторная работа, контрольная работа, задание.

			специальных стендах; выявлять в процессе эксплуатации, монтажа и наладки неисправности топливной аппаратуры дизелей и оценивать их остаточный ресурс; владеть навыками: составления программ для выбора основных параметров и статического расчета процессов впрыскивания топлива в цилиндр дизеля с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей; составления рекомендаций по результатам испытаний; ремонта, монтажа и регулировки традиционных типов топливной аппаратуры дизелей на специальных стендах.		
--	--	--	---	--	--

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

ПК-5. Способен осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности.	ПК-5.3. Проводит монтажные и наладочные работы на энергетическом оборудовании.
---	--

образовательной программы 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Системы топливоподачи и управления ДВС»

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие из функций нагнетательного клапана тнвд указана не верно?

- 1) разгрузка трубопровода ВД
- 2) отсечка топлива в конце подачи.
- 3) создание остаточного давления в трубопроводе ВД
- 4) корректировка скоростной характеристики топливоподачи
- 5) дозирование цикловой подачи топлива.

Ответ: 25

Обоснование: 2. Отсечка топлива в конце подачи производится золотником различной конструкции, но не нагнетательным клапаном. 5. Известны 5 способов дозирования цикловой подачи топлива, среди которых не значится нагнетательный клапан.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Насосная секция ТНВД включает:

- 1) рейка
- 2) втулка плунжера.
- 3) плунжер.

- 4) поворотная втулка.
- 5) пружина.

Ответ: 2345

Обоснование: детали 2345 обеспечивают функционирование насосной секции ТНВД.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Пределы давления начала открытия форсунки дизеля КамАЗ-740:

- 1) 12-18 МПа
- 2) 19-21 МПа.
- 3) 18-22 МПа.
- 4) 25-30 МПа
- 5) 50-60 МПа

Ответ: 23

Обоснование: согласно инструкции по эксплуатации давление начала открытия форсунки дизеля КамАЗ-740 составляет 24 МПа при установке форсунок и допускается снижение давления в эксплуатации до 16 МПа.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие величины коэффициента избытка воздуха приемлемы при эксплуатации вихрекамерных дизелей «Тойота Камри»?

- 1) 1
- 2) 1,4.
- 3) 3.
- 4) 0,25
- 5) 2.

Ответ: 235

Обоснование: все эксплуатационные режимы дизелей обеспечиваются работой на бедной смеси в пределах 1,25...6 для двухкамерных двигателей.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 5.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

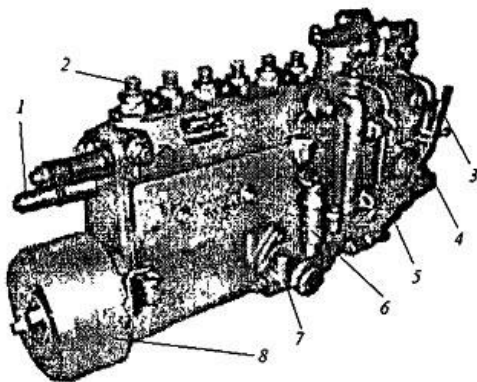


Рис. 1. ТНВД двигателя ЯМЗ

Позиция 8 на рис. 1 означает:

- 1) штуцер
- 2) упор рейки
- 3) рычаг управления
- 4) корпус регулятора
- 5) муфта опережения впрыска

Ответ: 5

Обоснование: большинство многоплунжерных ТНВД приводятся во вращение при помощи центробежной муфты опережения впрыска (ее типичный вид – поз. 8 на рис. 1), увеличивающий угол опережения впрыска при возрастании оборотов для улучшения технико-экономических показателей дизеля.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Позиция 7 на рис. 1 означает:

- 1) штуцер
- 2) упор рейки
- 3) рычаг управления
- 4) корпус регулятора
- 5) насос низкого давления.

Ответ: 5

Обоснование: практически во всех системах питания с многоплунжерными ТНВД на линии низкого давления установлен насос низкого давления (его типичный вид – поз. 7 на рис. 1), который обеспечивает бесперебойную подачу топлива в ТНВД на всех режимах.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В какой момент времени наиболее целесообразно впрыскивать топливо в цилиндр дизеля?

- 1) в конце наполнения
- 2) в конце сжатия
- 3) в конце расширения
- 4) в момент открытия впускного клапана (окна)
- 5) по праздникам

Ответ: 2

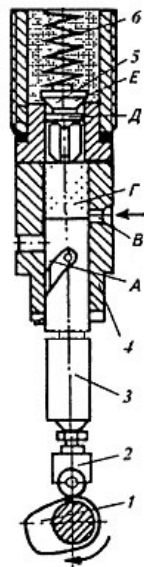
Обоснование: в конце сжатия возрастает температура заряда цилиндра до уровня, достаточного для самовоспламенения дизельного топлива.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа



Толкатель плунжера на рис. 2 обозначен позицией:

- 1) поз. 1
- 2) поз. 2
- 3) поз. 3
- 4) поз. 4
- 5) поз. 5

Рис. 2. Топливная секция ТНВД

Ответ: 2

Обоснование: толкатель передает осевое движение плунжеру, в данном случае толкатель роликовый, который и показан поз. 2 на рис. 2.

Задание на установление последовательности Повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Как работает насосная секция ТНВД?

- 1) заполнение топливом надплунжерной полости, закрытие впускного окна
- 2) движение плунжера вниз
- 3) движение плунжера вверх
- 4) отсечка подачи топлива
- 5) открытие нагнетательного клапана

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	3	5	4	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности Повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Какая последовательность прохождения топлива через элементы системы питания дизеля:

- 1) ТНВД
- 2) форсунка
- 3) топливный бак
- 4) фильтр грубой очистки топлива
- 5) фильтр тонкой очистки, топливоподкачивающий насос

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

3	4	5	1	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности

Повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность выполнения работ по испытаниям многоплунжерного топливного насоса на равномерность подачи топлива по цилиндрам.

- 1) установка заданного числа оборотов кулачкового вала насоса;
- 2) измерение объема собранного топлива в мензурках;
- 3) выполнение записей в журнале наблюдений и определение степени неравномерности подачи топлива по цилиндрам;
- 4) измерение времени, в течение которого продолжался впрыск топлива во всех форсунках.
- 5) включение электродвигателя стенда.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

5	1	4	2	3
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности Повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность при статическом расчете процесса впрыска топлива в цилиндр дизеля.

- 1) расчет подачи топлива в камеру сгорания дизеля через форсунку от момента открытия иглы форсунки до открытия отсечного окна;
- 2) расчет давления топлива над плунжером от момента открытия нагнетательного клапана до момента открытия иглы форсунки;
- 3) подготовка исходных данных;
- 4) расчет подачи топлива в камеру сгорания дизеля через форсунку от момента открытия отсечного окна до закрытия форсунки.
- 5) указать ответ решения

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

3	2	1	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия Повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	плунжер	1	деталь форсунки
Б	игла распылителя	2	элемент топливного фильтра
В	трубка высокого давления	3	деталь ТНВД
Г	насос-форсунка	4	деталь разделенной системы питания дизеля
		5	неразделенная система питания дизеля

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
3	1	4	5

Задание на установление соответствия Повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	способ дозирования цикловой подачи топлива	1	факел топлива
Б	распыливание топлива дизельной форсункой	2	дросселирование на впуске
В	отсечка топлива	3	фильтр тонкой очистки топлива
Г	насосный элемент	4	перепускное отверстие
		5	многоплунжерный ТНВД

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия

Повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	интегральная характеристика впрыска топлива формируется	1	уменьшение фактора динамичности
Б	жесткость работы дизеля снижается при	2	корректор подачи топлива
В	форма скоростной характеристика топливоподачи	3	профилем кулачка ТНВД
Г	возрастание давления впрыска повышает	4	«мягком» нажатии на педаль акселератора
		5	механические потери двигателя

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
3	1	2	5

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Определить теоретическую скорость W истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество отверстий 5, плотность ρ топлива 800 кг/м³.

Ответ: 200 м/с.

Решение. Теоретическая скорость W истечения топлива (как несжимаемой жидкости):

$W = \sqrt{2/\rho * \Delta P}$, где $\Delta P = (P_{СК} - P_0) = 16,1 - 0,1 = 16 \text{ МПа}$. Здесь $P_{СК}$ - давление в сопловом канале 16,1 МПа; $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$.

После подстановки числовых значений $W = \sqrt{2/800 * 16000000} = 200 \text{ м/с}$.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться (в % и МПа) исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости β принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Ответ: Уменьшится на 1 МПа или 10%.

Решение. По определению коэффициент сжимаемости $\beta = -1/V \cdot dV/dP$ или в конечных разностях $\beta = -1/V \cdot \Delta V / \Delta P$, откуда изменение давления $\Delta P = -1/V \cdot \Delta V / \beta$. Здесь $\Delta P = P_{\text{новое}} - P_{\text{исх}}$;
 $\Delta V = 0,0005 \cdot V$ После подстановки числовых значений
 $\Delta P = -1/V \cdot 0,0005 \cdot V / (5 \cdot 10^{-10}) = -1000000 \text{ Па} = -1 \text{ МПа}$. Тогда $P_{\text{новое}} = 10 + (-1) = 9 \text{ МПа}$, т.е. исходное давление уменьшится на 1 МПа или 10%.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какая цикловая подача топлива (в мм^3) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности $N_e = 50,4 \text{ кВт}$ при $n = 1250 \text{ мин}^{-1}$, если эффективный КПД дизеля на этом режиме $\eta_e = 36\%$? Принять плотность топлива $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, его низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг .

Ответ: 100 мм^3 .

Решение. Используем известные формулы: $g_e = 3600 / (Q_n \cdot \eta_e)$ и $G_T = g_e \cdot N_e$, откуда $V_{\text{ц}} = G_T / \rho \cdot Z_{\text{ц}} / 60 / n \cdot 0,5$ (здесь из обозначения ДВС количество цилиндров $Z_{\text{ц}} = 4$, коэффициент тактности 1,0) или $V_{\text{ц}} = 3600 \cdot N_e / (Q_n \cdot \eta_e \cdot \rho \cdot Z_{\text{ц}} \cdot 60 \cdot n \cdot 1,0)$ после подстановки числовых значений: $V_{\text{ц}} = 3600 \cdot 50,4 / (42000 \cdot 0,36 \cdot 800 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 1250 \cdot 0,5) = 100 \text{ мм}^3$.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Определить эффективный КПД дизеля мощностью 100 кВт, если за 1 час он расходует 25 литров дизельного топлива ($Q_n = 42000 \text{ кДж/кг}$, плотность топлива 850 кг/м^3).

Ответ 40% (0,4).

Решение: используем известные формулы: $\eta_e = 3600 / (Q_n \cdot g_e)$. Найдем $g_e = G_T / N_e$, где $G_T = \rho \cdot 0,025$. Подставив числовые значения, получим $\eta_e = 3600 \cdot 100 / (850 \cdot 0,025 \cdot 42000) = 0,4$ или 40%.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Для настройки ТНВД на стенде необходимо определить объем топлива $V_{изм}(см^3)$, подаваемого за 15 секунд из одного штуцера насоса дизеля 4Ч91/95 мощностью 60 кВт при $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$, если на этом режиме $g_e = 0,24 \text{ кг/кВт ч}$, плотность топлива 800 кг/м^3).

$V_{изм} =$

Ответ. $18,75 \text{ см}^3$.

Решение. Найдем расход топлива $G_T = g_e * N_e$ (кг/час) за 1 час через все штуцера, затем для одного штуцера за 15 секунд ($см^3$): $V_{изм} = g_e * N_e * 1000000 * 15 / (\rho * Z_{ц} * 60 * 60)$, здесь из обозначения ДВС количество штуцеров равно количеству цилиндров дизеля $Z_{ц} = 4$. После подстановки числовых значений:

$$V_{изм} = 0,24 * 60 * 1000000 * 15 / (800 * 4 * 60 * 60) = 18,75 \text{ см}^3.$$

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	25	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	2345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	23	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	235	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	13542	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	34512	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	51423	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	32145	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A3B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A3B1B2Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
1.	Решение. Теоретическая скорость W истечения топлива (как несжимаемой жидкости):	Полный правильный ответ на задание оценивается 3

	$W = \sqrt{2/\rho * \Delta P}$, где $\Delta P = (P_{СК} - P_0) = 16,1 - 0,1 = 16 \text{ МПа}$. Здесь $P_{СК}$ – давление в сопловом канале 16,1 МПа; $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$. После подстановки числовых значений $W = \sqrt{2/800 * 16000000} = 200 \text{ м/с}$.	баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
2.	Ответ: Уменьшится на 1 МПа или 10%. Решение. По определению коэффициент сжимаемости $\beta = -1/V * dV/dP$ или в конечных разностях $\beta = -1/V * \Delta V / \Delta P$, откуда изменение давления $\Delta P = -1/V * \Delta V / \beta$. Здесь $\Delta P = P_{новое} - P_{исх}$; $\Delta V = 0,0005 * V$ После подстановки числовых значений $\Delta P = -1/V * 0,0005 * V / (5 * 10^{-10}) = -1000000 \text{ Па} = -1 \text{ МПа}$. Тогда $P_{новое} = 10 + (-1) = 9 \text{ МПа}$, т.е. исходное давление уменьшится на 1 МПа или 10%.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
3.	Ответ: 100 мм³. Решение. Используем известные формулы: $g_e = 3600 / (Q_n * \eta_e)$ и $G_T = g_e * N_e$, откуда $V_{ц} = G_T / \rho / Z_{ц} / 60 / n / 0,5$ (здесь из обозначения ДВС количество цилиндров $Z_{ц} = 4$, коэффициент тактности 1,0) или $V_{ц} = 3600 * N_e / (Q_n * \eta_e * \rho * Z_{ц} * 60 * n * 1,0)$ после подстановки числовых значений: $V_{ц} = 3600 * 50,4 / (42000 * 0,36 * 800 * 4 * 60 * 1250 * 0,5) = 100 \text{ мм}^3$.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
4.	Ответ 40% (0,4). Решение: используем известные формулы: $\eta_e = 3600 / (Q_n * g_e)$. Найдем $g_e = G_T / N_e$, где $G_T = \rho * 0,025$. Подставив числовые значения, получим $\eta_e = 3600 * 100 / (850 * 0,025 * 42000) = 0,4$ или 40%.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
5.	Ответ: 18,75 см³. Решение. Найдем расход топлива $G_T = g_e * N_e$ (кг/час) за 1 час через все штуцера, затем для одного штуцера за 15 секунд (см³): $V_{изм} = g_e * N_e * 1000000 * 15 / (\rho * Z_{ц} * 60 * 60)$, здесь из обозначения ДВС количество штуцеров равно количеству цилиндров дизеля $Z_{ц} = 4$. После подстановки числовых значений: $V_{изм} = 0,24 * 60 * 1000000 * 15 / (800 * 4 * 60 * 60) = 18,75 \text{ см}^3$.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 1.

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

По конструкции нагнетательные клапаны разделяются на:

1) цилиндрические.

- 2) винтовые
- 3) пластинчатые.
- 4) грибовидные.
- 5) овальные

Ответ: 134

Обоснование: 2) такая конструкция нагнетательных клапанов не существует.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Штифтовые форсунки применяются в

- 1) в дизелях с объемным смесеобразованием
- 2) в предкамерных дизелях.
- 3) в дизелях с объемно-пленочным смесеобразованием
- 4) в вихрекамерных дизелях.
- 5) в дизелях с непосредственным впрыском

Ответ: 24

обоснование: штифтовые форсунки применяются в 2-х камерных дизелях, к которым относятся предкамерные и вихрекамерные дизели.

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Для уменьшения жесткости работы дизеля следует:

- 1) уменьшить нагрузку
- 2) уменьшить период задержки самовоспламенения.
- 3) уменьшить фактор динамичности характеристики впрыскивания топлива.
- 4) мягко нажимать на педаль "газа"
- 5) все ответы являются верными

Ответ: 23

Обоснование: 2) чем меньше период задержки самовоспламенения (τ_i), тем меньше топлива будет участвовать в первичном быстром (взрывном) горении, подготовленного за период τ_i .
3) чем меньше фактор динамичности, тем меньше топлива будет участвовать в первичном быстром (взрывном) горении, подготовленного за период τ_i .

Задание с выбором ответа

Базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие функции нагнетательного клапана тнвд указаны верно?

- 1) разгрузка трубопровода ВД
- 2) отсечка топлива в конце подачи
- 3) создание остаточного давления в трубопроводе ВД
- 4) корректировка скоростной характеристики топливоподачи
- 5)

Ответ: 134

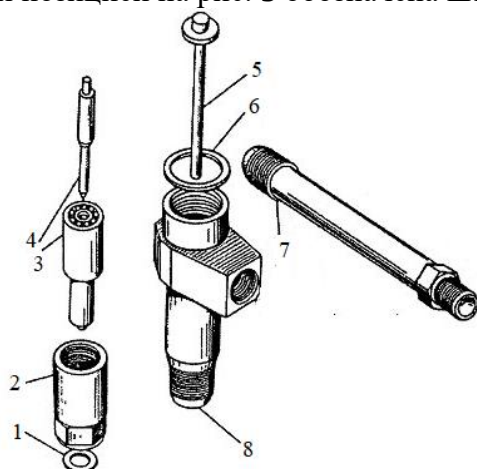
Обоснование: 2) отсечка топлива не является функцией нагнетательного клапана.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой позицией на рис. 3 обозначена штанга форсунки ЯМЗ?



- 1) поз. 1;
- 2) поз. 2;
- 3) поз. 3;
- 4) поз. 4
- 5) поз. 5

Рис. 3. Детали форсунки ЯМЗ

Ответ: 5

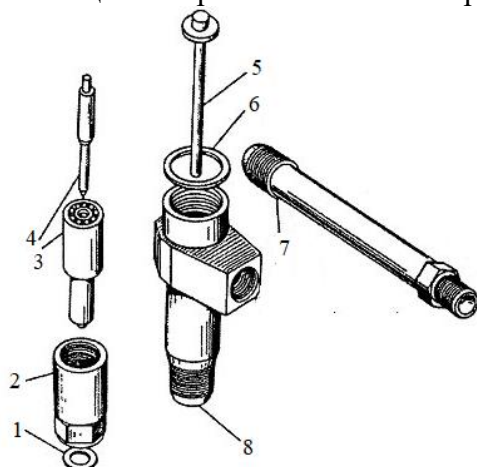
Обоснование: в штанговых форсунках запирающее усилие на иглу распылителя передает штанга (позиция 5), характерный вид которой показан на рис. 3.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой позицией на рис. 3 обозначен корпус распылителя форсунки ЯМЗ?



- 1) поз. 1;
- 2) поз. 2;
- 3) поз. 8;
- 4) поз. 4
- 5) поз. 5

Рис. 3. Детали форсунки ЯМЗ

Ответ: 3

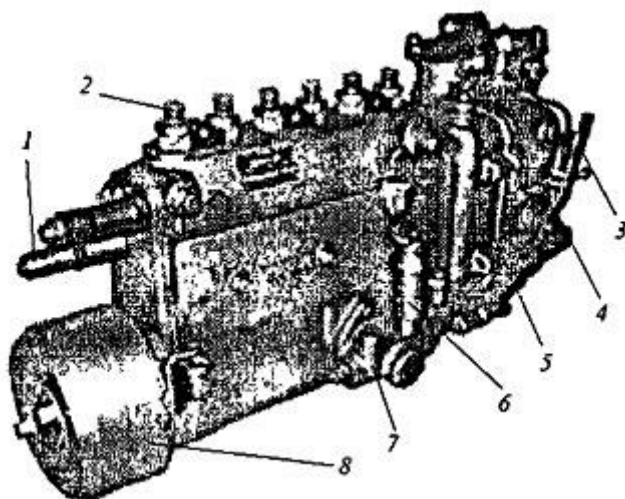
Обоснование: 3) этот вариант ответа единственно верный, исходя из начертания детали.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что означает позиция 2 на рис. 4:



- 1) штуцер;
- 2) упор рейки;
- 3) рычаг управления;
- 4) корпус регулятора;
- 5) насос ручной подкачки;

Рис. 4. ТНВД двигателя ЯМЗ

Ответ: 1.

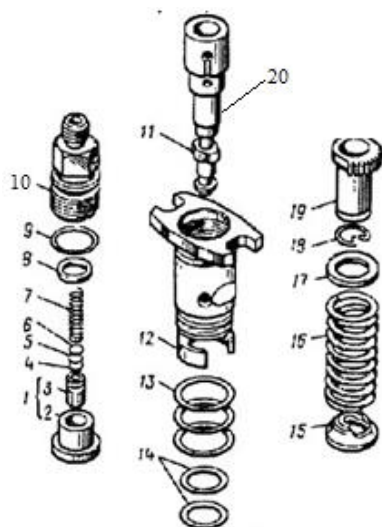
Обоснование: все многоплунжерные ТНВД укомплектованы плунжерными парами, конечным элементом которых являются штуцеры для подключения трубок высокого давления к соответствующим форсункам, установленным в цилиндрах дизеля (типичный вид – поз. 2 на рис. 4), число штуцеров совпадает с числом цилиндров двигателя.

Задание с выбором ответа
Базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие детали, изображенные на рис. являются прецизионными парами?



- 1) штуцер 10 и шайба 9
- 2) плунжер 11 и его втулка 20.
- 3) нагнетательный клапан 3 и седло 2
- 4) корпус 12 и поворотная втулка 19.
- 5) нагнетательный клапан 3 и пружина 4

Рис. 5. Топливная секция ТНВД КамАЗ

Ответ: 2.

Обоснование: 2) только в этом варианте ответа присутствует прецизионная пара, характеризующаяся высокой точностью формы (окружность), размеров (2...3 мкм) и чистотой поверхности, что обеспечивает плавность хода плунжера во втулке и отсутствие утечек топлива в зазорах.

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Как работает насосная секция ТНВД?

- 1) заполнение топливом надплунжерной полости, закрытие впускного окна
- 2) движение плунжера вниз
- 3) движение плунжера вверх
- 4) отсечка подачи топлива
- 5) открытие нагнетательного клапана

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	3	5	4	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Какая последовательность прохождения топлива через элементы системы питания дизеля?

- 1) топливоподкачивающий насос, ТНВД.
- 2) форсунка
- 3) топливный бак
- 4) фильтр грубой очистки топлива
- 5) фильтр тонкой очистки

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

3	4	5	1	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность выполнения работ по испытаниям многоплунжерного топливного насоса на равномерность подачи топлива по цилиндрам.

- 1) включение электродвигателя стенда;
- 2) измерение объема собранного топлива в мензурках;
- 3) выполнение записей в журнале наблюдений и определение степени неравномерности подачи топлива по цилиндрам;
- 4) измерение времени, в течение которого продолжался впрыск топлива во всех форсунках.
- 5) установка заданного числа оборотов кулачкового вала насоса.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	5	4	2	3
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность статического расчета процесса впрыска топлива в цилиндр дизеля.

- 1) расчет подачи топлива в камеру сгорания дизеля через форсунку от момента открытия отсечного окна до закрытия форсунки
- 2) расчет давления топлива над плунжером от момента открытия нагнетательного клапана до момента открытия иглы форсунки
- 3) подготовка исходных данных
- 4) расчет подачи топлива в камеру сгорания дизеля через форсунку от момента открытия иглы форсунки до открытия отсечного окна
- 5) записать в ответ полученные величины

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

3	2	4	1	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Подберите соответствующее описание неисправности в зависимости от цвета отработавших газов ДВС

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	плунжер	1	деталь ТНВД
Б	игла распылителя	2	элемент топливного фильтра
В	трубка высокого давления	3	деталь форсунки
Г	насос-форсунка	4	деталь разделенной системы питания дизеля
		5	неразделенная система питания дизеля

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
1	3	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	способ дозирования цикловой подачи топлива	1	факел топлива
Б	распыливание топлива дизельной форсункой	2	перепускное отверстие
В	отсечка топлива	3	фильтр тонкой очистки топлива
Г	насосный элемент	4	дросселирование на впуске
		5	многоплунжерный ТНВД

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
4	1	2	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	интегральная характеристика впрыска топлива формируется	1	уменьшение фактора динамичности
Б	жесткость работы дизеля снижается при	2	профилем кулачка ТНВД
В	форма скоростной характеристика топливоподачи	3	корректор подачи топлива
Г	возрастание давления впрыска повышает	4	«мягком» нажатии на педаль акселератора
		5	механические потери двигателя

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	3	5

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Определить теоретическую скорость W истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 25,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,2 мм, количество отверстий 4, плотность ρ топлива 800 кг/м³.

Ответ: 250 м/с.

Решение. Теоретическая скорость W истечения топлива (как несжимаемой жидкости):

$W = \sqrt{2/\rho * \Delta P}$, где $\Delta P = (P_{СК} - P_0) = 25,1 - 0,1 = 25 \text{ МПа}$. Здесь $P_{СК}$ - давление в сопловом канале 25,1 МПа; $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$.

После подстановки числовых значений $W = \sqrt{2/800 * 25000000} = 250 \text{ м/с}$.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Если первоначальный объем (10 см³) топлива, сжатого до давления 10 МПа, уменьшится на 0,05%, то как измениться (в % и МПа) исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости β принять равным $5 * 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Ответ: Увеличится на 1 МПа или 10%.

Решение. По определению коэффициент сжимаемости $\beta = -1/V * dV/dP$ или в конечных разностях $\beta = -1/V * \Delta V / \Delta P$, откуда изменение давления $\Delta P = -1/V * \Delta V / \beta$. Здесь $\Delta P = P_{\text{новое}} - P_{\text{исх}}$;

$\Delta V = -0,0005 * V$ После подстановки числовых значений

$\Delta P = 1/V * 0,0005 * V / (5 * 10^{-10}) = 1000000 \text{ Па} = 1 \text{ МПа}$. Тогда $P_{\text{новое}} = 10 + 1 = 11 \text{ МПа}$, т.е. исходное давление увеличится на 1 МПа или 10%.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какая цикловая подача топлива (в мм³) должна быть в цилиндре дизеля 4ДН12/14 для обеспечения мощности $N_e = 50,4 \text{ кВт}$ ($42 * 1,2 = 50,4$) при $n = 1250 \text{ мин}^{-1}$, если эффективный КПД дизеля на этом режиме $\eta_e = 36\%$? Принять плотность топлива $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, его низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг.

Ответ: 50 мм³.

Решение. Используем известные формулы: $g_e = 3600 / (Q_n * \eta_e)$ и $G_T = g_e * N_e$, откуда

$V_{ц} = G_T / \rho / Z_{ц} / 60 / n / 0,5$ (здесь из обозначения ДВС количество цилиндров $Z_{ц} = 4$, коэффициент тактности 1,0) или $V_{ц} = 3600 * N_e / (Q_n * \eta_e * \rho * Z_{ц} * 60 * n * 1,0)$ после подстановки числовых значений: $V_{ц} = 3600 * 42 / (42000 * 0,36 * 800 * 4 * 60 * 1250 * 1,0) = 50 \text{ мм}^3$.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Определить эффективный КПД бензинового двигателя мощностью 80 кВт, если за 1 час он расходует 25 литров дизельного топлива ($Q_H=44000$ кДж/кг, плотность бензина $\rho=720$ кг/м³).

Ответ: 36% (0,36).

Решение: используем известные формулы: $\eta_e = 3600 / (Q_H * g_e)$. Найдем $g_e = G_T / N_e$, где $G_T = \rho * 0,025$. Подставив числовые значения, получим $\eta_e = 3600 * 80 / (720 * 0,025 * 44000) = 0,36$ или 36%.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Для настройки ТНВД на стенде необходимо определить объем топлива $V_{изм}$ (см³), подаваемого за 15 секунд из одного штуцера насоса дизеля 4Ч91/95 мощностью 40 кВт при $n=1200$ мин⁻¹, если на этом режиме $g_e=0,24$ кг/кВт ч, плотность топлива 800 кг/м³).

Ответ: 12,5 см³.

Решение. Найдем расход топлива $G_T = g_e * N_e$ (кг/час) за 1 час через все штуцера, затем для одного штуцера за 15 секунд (см³): $V_{изм} = g_e * N_e * 1000000 * 15 / (\rho * Z_{Ц} * 60 * 60)$, здесь из обозначения ДВС количество штуцеров равно количеству цилиндров дизеля $Z_{Ц}=4$. После подстановки числовых значений:

$$V_{изм} = 0,24 * 40 * 1000000 * 15 / (800 * 4 * 60 * 60) = 12,5 \text{ см}^3.$$

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

№ задания	Верный ответ	Критерии
6.	134	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
7.	24	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
8.	23	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
9.	134	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
10.	5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
11.	3	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
12.	1	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи

13.	2	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
14.	13542	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
15.	34512	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
16.	15423	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
17.	32415	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
18.	A1B3B4Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
19.	A4B1B2Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
20.	A2B1B3Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи
21.	Ответ: 250 м/с. Решение. Теоретическая скорость W истечения топлива (как несжимаемой жидкости): $W = \sqrt{2 / \rho * \Delta P}$, где $\Delta P = (P_{СК} - P_0) = 25,1 - 0,1 = 25 \text{ МПа}$. Здесь $P_{СК}$ – давление в сопловом канале 25,1 МПа; $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$. После подстановки числовых значений $W = \sqrt{2 / 800 * 25000000} = 250 \text{ м/с}$.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
22.	Ответ: Увеличится на 1 МПа или 10%. Решение. По определению коэффициент сжимаемости $\beta = -1 / V * dV / dP$ или в конечных разностях $\beta = -1 / V * \Delta V / \Delta P$, откуда изменение давления $\Delta P = -1 / V * \Delta V / \beta$. Здесь $\Delta P = P_{\text{новое}} - P_{\text{исх}}$; $\Delta V = -0,0005 * V$ После подстановки числовых значений $\Delta P = 1 / V * 0,0005 * V / (5 * 10^{-10}) = 1000000 \text{ Па} = 1 \text{ МПа}$. Тогда $P_{\text{новое}} = 10 + 1 = 11 \text{ МПа}$, т.е. исходное давление увеличится на 1 МПа или 10%.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
23.	Ответ: 50 мм³. Решение. Используем известные формулы: $g_e = 3600 / (Q_n * \eta_e)$ и $G_T = g_e * N_e$, откуда $V_{ц} = G_T / \rho / Z_{ц} / 60 / n / 0,5$ (здесь из обозначения ДВС количество цилиндров $Z_{ц} = 4$, коэффициент тактности 1,0) или $V_{ц} = 3600 * N_e / (Q_n * \eta_e * \rho * Z_{ц} * 60 * n * 1,0)$ после подстановки числовых значений: $V_{ц} = 3600 * 42 / (42000 * 0,36 * 800 * 4 * 60 * 1250 * 1,0) = 50 \text{ мм}^3$.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
24.	Ответ: 36% (0,36). Решение: используем известные формулы: $\eta_e = 3600 / (Q_n * g_e)$. Найдем $g_e = G_T / N_e$, где $G_T = \rho * 0,025$. Подставив числовые значения, получим $\eta_e = 3600 * 80 / (720 * 0,025 * 44000) = 0,36$ или 36%.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
25.	Ответ: 12,5 см³. Решение. Найдем расход топлива $G_T = g_e * N_e$ (кг/час) за 1 час через все штуцера, затем для одного штуцера за 15 секунд (см³):	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ

$V_{изм} = g_e * N_e * 1000000 * 15 / (\rho * Z_{ц} * 60 * 60)$, здесь из обозначения ДВС количество штуцеров равно количеству цилиндров дизеля $Z_{ц}=4$. После подстановки числовых значений: $V_{изм} = 0,24 * 40 * 1000000 * 15 / (800 * 4 * 60 * 60) = 12,5 \text{ см}^3$.	правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
---	--

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

Оценочные средства по дисциплине
«Системы топливоподачи и управления ДВС»

Вопросы и задачи при защите практической работы по темам
(высокий уровень):

Тема 1. Основные теоретические сведения, решение задач к расчету процесса впрыскивания топлива.

1. Вычислить мгновенный расход топлива (в $\text{см}^3/\text{с}$) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 4-х дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 36,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$, коэффициент расхода 0,8.

2. Какая цикловая подача топлива (в мм^3) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности 50,4 кВт ($42 * 1,2 = 50,4$) при 1250 мин^{-1} , если эффективный КПД дизеля на этом режиме 36%? Принять плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$, его теплоту сгорания Q_H принять равной 42000 кДж/кг.

3. Определить теоретическую мощность потребную на привод ТНВД дизеля 6Ч12/14 с диаметром плунжеров 10мм при 1500 мин^{-1} , если среднее давление впрыска 24МПа, а цикловая подача за период активного впрыска составляет 100 мм^3 .

4. Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 * 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

5. Определить теоретическую скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество отверстий 5, плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$:

6. Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$, давление в цилиндре 4МПа.

Тема 2. Расчет процесса впрыскивания топлива динамическим методом. Моделирование процессов топливоподачи в ТНВД.

1. Продолжить ввод данных по приведенному образцу.
2. Определить перемещение плунжера в зависимости от угла ПКВ для профиля кулачка, заданного таблицей.

3. Определить скорость плунжера в зависимости от угла ПКВ в табличной форме. Построить график.

4. Определить ускорение плунжера в зависимости от угла ПКВ.
5. Если первоначальный объем (1 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 * 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

6. Определить КПД дизеля 8Д12\14 мощностью 200 кВт при $n=1200 \text{ мин}^{-1}$, если $V_{ц}=200 \text{ мм}^3$. Принять плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Тема 3. Моделирование процессов топливоподачи в трубопроводе и в форсунке.

1. Продолжить вывод данных по приведенному образцу.
2. Определить перемещение иглы форсунки в зависимости от угла ПКВ для профиля кулачка, заданного таблицей.
3. Определить скорость плунжера в зависимости от угла ПКВ в табличной форме. Построить график.
4. Определить ускорение иглы форсунки в зависимости от угла ПКВ.
5. Вычислить расход топлива (в мм^3) через сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя постоянно и равно 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу в течение 120 угла поворота ТНВД при частоте вращения вала насоса 200 мин⁻¹. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода.

(Базовый уровень)

Тема 4. Конструкция асп автотракторных дизелей.

1. Пояснить работу системы АСП, используя схему.
2. Назвать типы топливных насосов высокого давления.
3. Пояснить работу роторно-аксиального ТНВД АСП Bosch CP1S31, используя схему.
4. Пояснить работу ЭГФ фирмы Bosch, используя схему.
5. Разобрать частично (по указанию преподавателя) электрогидравлическую форсунку и сопоставить извлеченные детали.
6. Изучить натурный образец пьезогидравлической форсунки.

Тема 5. Параметры двигателей с АСП и топливной аппаратуры автотракторных дизелей.

1. Разновидности современной ТА автотракторных дизелей.
2. Область применения АСП.
3. Преимущества и недостатки АСП.

Тема 6. Моделирование процессов топливоподачи в асп. ТНВД и аккумулятор.

1. Пояснить расчетную схему АСП.
2. Составить уравнение для определения давления топлива в аккумуляторе.
3. Составить уравнение для определения ускорения редукционного клапана.
4. Составить уравнение для определения расхода на входе в аккумулятор.
5. Составить уравнение для определения давления топлива над плунжером.
6. Составить уравнение для определения ускорения выпускного клапана в надплунжерной полости.
7. Как пользоваться функцией присвоения знака?

Тема 7. Моделирование процессов топливоподачи в асп. Мультипликатор и форсунка.

1. Составить уравнение для определения расхода на входе в камеру управления мультипликатора.
2. Составить уравнение для определения расхода на выходе из камеры управления мультипликатора.
3. Составить уравнение для определения расхода на входе в форсунку.
4. Составить уравнение для определения давления топлива в камере управления мультипликатора.
5. Составить уравнение для определения ускорения иглы форсунки.
6. Составить уравнение для определения давления топлива в кармане распылителя форсунки.

Тема 8-9. Диагностирование асп. Постановка задачи, методика. Параметры диагностирования и приборы.

1. Анализ существующих методов диагностирования АСП.
2. Что позволяют диагностировать современные универсальные диагностические сканеры?

3. Какие уровни диагностируют современные универсальные диагностические сканеры?
4. Характеристики уровней диагностирования топливной аппаратуры.
5. Что происходит на первом уровне диагностирования?
6. Что происходит на втором уровне диагностирования?
7. Что происходит на третьем уровне диагностирования?
8. Что происходит на четвертом уровне диагностирования?
9. Что происходит на пятом уровне диагностирования?
10. Что происходит на шестом уровне диагностирования?
11. Особенности проведения измерений на автомобилях
12. Какие устройства входят в основу измерительно-вычислительного комплекса?
13. Какие параметры диагностирования бывают?
- 14.
15. Особенности конструкции элементов разработанной системы питания ДВС.
16. Устройство данной топливной аппаратуры, рассматриваемой в курсовой работе.
17. К какому классу относится данная аппаратура согласно классификации топливоподающей аппаратуры дизелей.
18. Способ дозирования топлива, примененный в топливном насосе высокого давления.
19. Примененные нагнетательные клапаны, их функции и конструкция.
20. Как задан в расчете профиль кулачка для привода плунжера.
21. Схема приводов плунжера насоса.
22. Компоновка насоса высокого давления.
23. Статический метод расчета процесса подачи топлива.
24. Примененная форсунки: ее назначение, тип, устройство и принцип действия.
25. Сжимаемость топлива и ее влияние на процесс подачи.
26. Расчет характеристики (закона) подачи топлива в цилиндр дизеля.
27. Расчет процесса подачи топлива насосом высокого давления
28. Определение основных параметров топливного насоса высокого давления и форсунки.
29. Как построить расчетные скоростные характеристики ТНВД.
30. Параметры процесса топливоподачи в цилиндр дизеля.
31. Конструктивная схема распылителя форсунки.
32. Дифференциальный закон подачи топлива.
33. Интегральный закон подачи топлива.
34. Влияние параметров топлива и топливных систем на характеристики впрыска
35. Теоретическое и экспериментальное исследование топливных систем дизелей.
36. Влияние конструктивных параметров нагнетательных клапанов на показатели процесса впрыска.

Практическая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» (для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания») / Сост.: Тырловой С.И. – Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2015.- 57с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения,

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
	расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Вопросы при защите лабораторной работы (Базовый уровень):

1. Дать техническую характеристику системы питания дизеля, ТНВД которого испытывался на лабораторной работе.
2. Краткое описание порядка проведения работы.
3. Результаты проведенных испытаний и оценка этих результатов.
4. Как определяется степень неравномерности работы цилиндров при испытаниях ТНВД?
5. Какие значения степени неравномерности допускаются при регулировке ТНВД на номинальном режиме?
6. Какие значения степени неравномерности допускаются при проверке ТНВД на номинальном режиме?
7. Какие значения степени неравномерности допускаются при регулировке ТНВД на режиме холостого хода для 4-х, 6-ти, 8-ми и 12-ти цилиндровых дизелей?
8. В каком случае ТНВД подлежит отбраковке?
9. Дать техническую характеристику системы питания дизеля, ТНВД которого испытывался на лабораторной работе.
10. Краткое описание порядка проведения работы.
11. Результаты проведенных испытаний и оценка этих результатов.
12. Какие факторы влияют на наклон характеристики насоса по давлению открытия форсунки?
13. Как данную характеристику можно использовать для диагностирования плунжерных пар?
14. Как определить максимальное давление начала открытия форсунок по условию обеспечения требуемой пусковой подачи топлива для надежного запуска дизеля?
15. Дать техническую характеристику системы питания дизеля, ТНВД которого испытывался на лабораторной работе..
16. Краткое описание порядка проведения работы.
17. Результаты проведенных испытаний и оценка этих результатов.
18. Что называется скоростной характеристикой топливоподачи?
19. Чем отличается внешняя скоростная характеристика топливоподачи от частичной?
20. Какие факторы влияют на форму скоростной характеристики топливоподачи?
21. Чем отличается положительная и отрицательная коррекция характеристики топливоподачи, какая коррекция необходима для транспортного дизеля?
22. Анализ результатов испытаний топливного насоса, объяснение характера протекания характеристик топливного насоса; указание, для каких двигателей может быть использован данный насос.
23. Пояснить устройство приспособления для безмоторного диагностирования плунжерных пар распределительных ТНВД Bosch VE.

24. Описать порядок проведения эксперимента.
25. Как по результатам эксперимента определить остаточный ресурс плунжерной пары?
26. Оценить факторы, влияющие на точность полученных экспериментальных и расчетных результатов.
27. Какова цель данной лабораторной работы?
28. Как определить утечки топлива за время τ ?
29. Как определить эквивалентное проходное сечение для утечек топлива из плунжерных пар распределительных ТНВД Bosch VE?
30. Какие типы распределительных ТНВД применяются в настоящее время для автотракторных дизелей?
31. Какие способы дозирования топлива используют в различных типах распределительных ТНВД?
32. Назовите виды приводов плунжеров распределительных ТНВД.
33. Назовите основные этапы развития распределительных ТНВД.
34. Из каких основных узлов и деталей состоит распределительный ТНВД BOSCH-VE?
35. Как регулируется цикловая подача топлива в распределительном ТНВД BOSCH-VE?
36. Назначение электромагнитного клапана.
37. Как регулируется УОВ в распределительном ТНВД BOSCH-VE?
38. Как осуществляется привод плунжеров таких ТНВД?
39. Основные правила эксплуатации ТНВД BOSCH-VE.
40. Произвести сборку-разборку отдельных узлов ТНВД BOSCH-VE по указанию преподавателя.

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03.«Энергетическое машиностроение» специальности «Двигатели внутреннего сгорания»)/ Сост. С.И.Тырловой. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2019. - 22 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Лабораторная работа выполнена на низком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны менее чем на 50 %)

Индивидуальное задание

Тема. Определение основных показателей процесса впрыска

Вопросы при защите индивидуального задания и его структура

(Базовый уровень)

1. Особенности конструкции элементов разработанной системы питания ДВС.
2. Устройство данной топливной аппаратуры, рассматриваемой в курсовой работе.
3. К какому классу относится данная аппаратура согласно классификации топливоподающей аппаратуры дизелей.
4. Способ дозирования топлива, примененный в топливном насосе высокого давления.
5. Примененные нагнетательные клапаны, их функции и конструкция.
6. Как задан в расчете профиль кулачка для привода плунжера.
7. Схема приводов плунжера насоса.

8. Компоновка насоса высокого давления.
9. Статический метод расчета процесса подачи топлива.
10. Примененная форсунки: ее назначение, тип, устройство и принцип действия.
11. Сжимаемость топлива и ее влияние на процесс подачи.
12. Расчет характеристики (закона) подачи топлива в цилиндр дизеля.
13. Расчет процесса подачи топлива насосом высокого давления
14. Определение основных параметров топливного насоса высокого давления и форсунки.
15. Как построить расчетные скоростные характеристики ТНВД.
16. Параметры процесса топливоподачи в цилиндр дизеля.
17. Конструктивная схема распылителя форсунки.
18. Дифференциальный закон подачи топлива.
19. Интегральный закон подачи топлива.
20. Влияние параметров топлива и топливных систем на характеристики впрыска
21. Теоретическое и экспериментальное исследование топливных систем дизелей.
22. Влияние конструктивных параметров нагнетательных клапанов на показатели процесса впрыска.

Индивидуальное задание оформляется в соответствии с содержанием следующего образца:

Задание

ВВЕДЕНИЕ

1. РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ВПРЫСКА

1.1. Подготовка исходных данных

1.2. Расчет первого участка

1.3. Расчет второго участка

1.4. Расчет третьего участка

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ВПРЫСКА

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Образец выполнения задания (высокий уровень)

Студенту выдается бланк задания следующего вида.

ВАРИАНТ №

Рассчитать процесс впрыска четырехтактного ДВС с воспламенением от сжатия с использованием статического метода в соответствии со следующими исходными данными.

Образец исходных данных:

$D_n=12$ мм; $K_n=3$; $N_e=90$ кВт; $g_e=0,23$ кг/(кВт ч); $L_{тр}=0,5$ м; $\phi_n=3$;

$P_{ост}=4$ МПа; $P_z=7$ МПа; $P_c=3,5$ МПа; $P_\phi=15$ МПа; $n=800$ мин⁻¹.

Этот бланк вклеивается на первом после титульного листе расчетно-пояснительной записки индивидуального задания.

Во введении формулируются конкретное содержание задания, принятые в расчете допущения (по указанию преподавателя могут изменяться приведенные в разделе «Общие сведения» допущения), расшифровываются данные, приведенные на бланке задания, принимаются (по указанию преподавателя) дополнительные исходные данные, не включаемые в бланк задания.

При выполнении индивидуального задания необходимо выполнить следующее.

Определить давление в полости насоса P , распылителя форсунки P_1 , по углу поворота коленчатого вала построить графики.

Построить интегральную и дифференциальную характеристики впрыска.

Определить продолжительность процесса впрыска топлива по участкам, активный ход плунжера, расчетную цикловую подачу топлива.

Для проведения расчета использованы следующие (общие для всех вариантов) данные. Двигатель: 4-тактный дизель с числом цилиндров $Z=6$, плотность топлива $\rho_{диз}=840$ кг/м³, действительный угол опережения впрыска $\theta_d=6^\circ$ п.к.в. до ВМТ. Диаметр соплового канала распылителя форсунки $d_c=0,4$ мм, количество сопловых отверстий $n_c=5$, диаметр иглы

форсунки $d_{и}=7$ мм, диаметр запорного конуса иглы форсунки $d_{к}=5$ мм, угол при вершине иглы $\alpha_{к}=30^{\circ}$. Объем носка распылителя $V_{ск}=1.5 \cdot 10^{-9}$ м³, коэффициент расхода топлива $\mu=0,6$, внутренний диаметр трубки высокого давления $d_{вн}=2$ мм, диаметр разгрузочного пояса нагнетательного клапана $d_{от}=5$ мм, ход $h_{от}=0,4$ мм. Зазоры в плунжерной паре $\delta_{п}=2.5 \cdot 10^{-6}$ м, зазор между иглой и корпусом форсунки $\delta_{и}=1.5 \cdot 10^{-6}$ м, высота подъема иглы $h_{и}=0,35$ мм. Скорость плунжера определяется по формуле

$$C_{п} = \frac{K_{п} \cdot 6n \cdot \varphi}{100000}, \text{ м/с.}$$

Далее используются данные для выбранного варианта. $D_{п}=12$ мм – диаметр плунжера, $K_{п}=2.5$ коэффициент кулачка для расчета скорости плунжера, эффективная мощность двигателя $N_e=90$ кВт, удельный эффективный расход топлива $g_e=0,23$ кг/кВт·ч, длина трубки высокого давления от ТНВД до форсунки $L_{тр}=0,5$ м, $\varphi_{и}=3^{\circ}$ – угол начала расчета процесса впрыска, $P_{ост}=4$ МПа – остаточное давление в трубке высокого давления, максимальное давление сгорания в цилиндре дизеля $P_z=7$ МПа, давление в конце процесса сжатия $P_c=3.5$ МПа, $P_{ф}=15$ МПа – давление начала подъема иглы форсунки, $n=800$ мин⁻¹ – частота вращения коленчатого вала двигателя.

По полученным в результате расчета данным, занесенным в таблицу, строим 4 графика: $P = f_1(\alpha^0_{пкв})$, $P_1 = f_2(\alpha^0_{пкв})$, $\Delta B = f_3(\alpha^0_{пкв})$ и $B = f_4(\alpha^0_{пкв})$, приведенных на рис.1, 2. и 3.

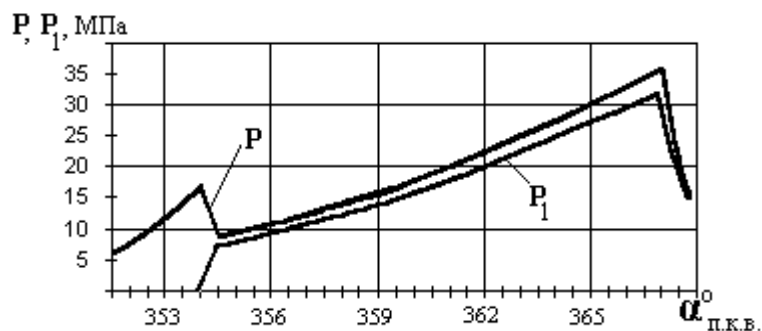


Рис.1. Давление топлива на выходе ТНВД (P) и в полости под иглой форсунки (P_1) по углу поворота коленчатого вала 4 тактного дизеля

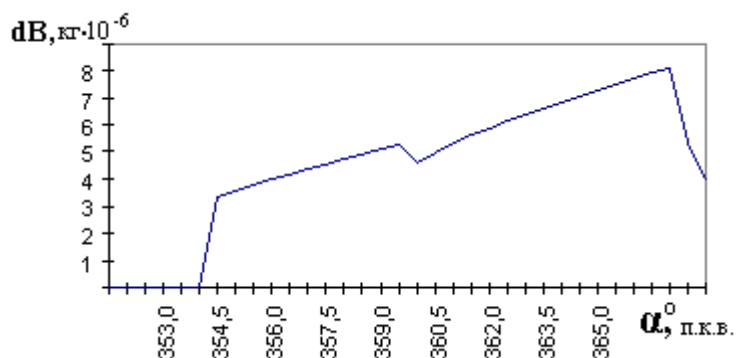


Рис.2. Дифференциальная характеристика подачи топлива

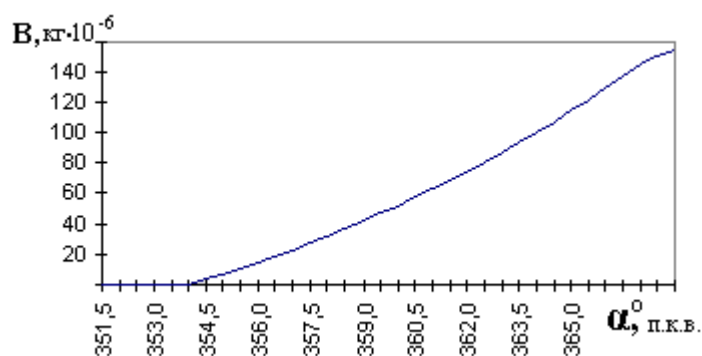


Рис.3. Интегральная характеристика подачи топлива

В заключение определяются основные параметры процесса впрыска топлива.

Индивидуальное задание выполняется согласно методическим указаниям к индивидуальным занятиям по дисциплине «Системы топливоподачи и управления ДВС» (для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания») /Сост.: С.И.Тырловой, Ю.В.Сторчеус. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2015.- 21 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание представлено на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста
4	Задание представлено на среднем уровне (студент в целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста
3	Задание представлено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста
2	Задание представлено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует требованиям оформлению технического текста

Комплект заданий к контрольной работе:

Тест №1

1.(высокий уровень) Вычислить мгновенный расход топлива (в $\text{см}^3/\text{с}$) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8. Ответы: 1)50; 2)100; 3)150; 4)35; 5)20.

2. (базовый уровень) Где применяются аккумуляторные системы впрыска? Ответы: 1)только на автотракторных дизелях; 2)только на судовых дизелях; 3) на указанных типах дизелей не применяются; 4) применяются для обоих указанных типов дизелей.

3.. (базовый уровень) Для уменьшения жесткости работы дизеля следует: Ответы: 1) уменьшить нагрузку; 2) уменьшить угол опережения впрыска; 3) уменьшить период задержки самовоспламенения; 4) увеличить период задержки самовоспламенения; 5) увеличить диаметр сопловых отверстий форсунки.

4. (базовый уровень) Укажите правильное утверждение: Ответы: 1) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске цикловая подача топлива $B_{ц}$ падает с увеличением частоты вращения ("n"); 2) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске $B_{ц}$ возрастает с увеличением "n"; 3) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске $B_{ц}$ не изменяется по скоростной характеристике; 4) при изменении частоты вращения от n_{xx} до n_{cr} величина $B_{ц}$

возрастает, а при $n_{CP} < n < n_{MAX}$ $B_{Ц}$ уменьшается; 5) при изменении частоты вращения от n_{XX} до n_{CP} $B_{Ц}$ уменьшается, а при $n_{CP} < n < n_{MAX}$ возрастает.

5. (повышенный уровень) Характеристика распыливания топлива определяется формулой:

Ответы: 1) $\frac{\sqrt[3]{\sum V_I^3}}{n_K}$; 2) $\frac{\sqrt{\sum V_I^3}}{n_K}$; 3) $\sqrt[3]{\frac{\sum V_I^3}{n_K}}$; 4) $\frac{\sum V_I^3}{\sum V_I^2}$; 5) нет ни одного верного ответа.

Тест №2

1. Какая цикловая подача топлива (в мм³) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности 50,4 кВт (42*1,2=50,4) при 1250 мин⁻¹, если эффективный КПД дизеля на этом режиме 36%? Принять плотность топлива 800 кг/м³, его низшую теплоту сгорания Qн принять равной 42000 кДж/кг. Ответы: 1)50; 2)100; 3)150; 4)200; 5)35.

2. Для повышения ресурса дизеля необходимо: Ответы: 1) повысить P_z ; 2) повысить T_z ; 3) понизить давление открытых форсунок; 4) снизить жесткость работы дизеля; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.

3. Для возможности повышения максимальной частоты вращения коленчатого вала дизеля необходимо: Ответы: 1) увеличить длину факела топлива; 2) повысить максимальное давление впрыска; 3) повысить степень сжатия; 4) применить вихрекамерное смесеобразование; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.

4. Тонкость распыливания топлива форсункой больше, если: Ответы: 1) выше пик дифференциальной характеристики распыливания; 2) ниже пик дифференциальной характеристики распыливания; 3) пик ближе к оси ординат; 4) пик ближе к оси абсцисс; 5) нет ни одного верного ответа.

5. Какие недостатки имеют ТНВД с переменным ходом плунжера: 1) сложная конструкция плунжера; 2) неудовлетворительная скоростная характеристика; 3) большие усилия на приводе регулятора; 4) низкое быстродействие; 5) отсутствие отсечки топлива.

Тест №3

1. Какой способ дозирования цикловой подачи не применяется в дизелях: 1) дросселирование на впуске; 2) дросселирование на выпуске; 3) дросселирование на перепуске; 4) золотниковое дозирование.

2. В каких случаях происходит более тонкое распыливание топлива: 1) характеристика распыливания проходит более полого; 2) характеристика распыливания проходит более круто; 3) характеристика распыливания расположена ближе к оси абсцисс; 4) характеристика распыливания расположена ближе к оси ординат.

3. Определить мощность (кВт), потребную на привод ТНВД дизеля 6Ч12/14 с диаметром плунжеров 10мм при 1500 мин⁻¹, если цикловая подача за период активного впрыска составляет 100 мм³. Коэффициент увеличения мощности привода из-за механических потерь принять равным 1,5. Среднее давление впрыска 48 МПа.

Ответы: 1)0,22; 2)0,54; 3)1,0; 4)0,80; 5)1,25

4. Какие величины коэффициента избытка воздуха (α) не приемлемы для дизелей?

Ответы: 1)1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

5. Какой из способов гибкого привода плунжера ТНВД не существует: 1) аккумуляторный; 2) пружинный; 3) газовый; 4) пневмогидравлический; 5) с использованием упругого элемента (звена)?

Тест №4

1. Вычислить мгновенный расход топлива (в см³/с) через два сопловых отверстий форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа,. Принять плотность топлива 800 кг/м³, коэффициент расхода 0,8. Ответы: 1)200, 2)160, 3)80, 4)40,

5)20.

2. Чем характеризуется структура факела?

- 1) характеристикой впрыска; 2) характеристикой распыливания;
3) формой факела.
3. Какие величины коэффициента избытка воздуха (α) приемлемы для вихрекамерных дизелей?
Ответы: 1) 1; 2) 1.4; 3) 1.8; 4) 0.8; 5) 6.0?
4. В какой момент времени наиболее целесообразно впрыскивать топливо в цилиндр дизеля?
Ответы: 1) в конце наполнения; 2) в конце сжатия; 3) в конце расширения; 4) в момент открытия впускного клапана (окна); 5) в момент закрытия впускного клапана (окна)?
5. Гибкий привод плунжера применяется с целью:
Ответы: 1) уменьшить габариты ТНВД; 2) получить независимость параметров впрыска от частоты вращения вала ДВС; 3) для обеспечения оптимального регулирования $Q_{впр}$; 4) для увеличения цикловой подачи топлива на режиме максимального крутящего момента; 5) нет ни одного верного ответа.

Тест №5

1. Какие из перечисленных показателей не являются параметрами топливоподачи?
Ответы: 1) фактор динамичности цикла; 2) активный ход плунжера; 3) жесткость работы дизеля; 4) угол опережения впрыска; 5) цикловая подача топлива.
2. Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.
Ответы: уменьшится на: 1) 0,1%; 2) 1%; 3) 10%; 4) 0,01%; 5) 0,05%.
3. Максимально возможный ход иглы в дизельной форсунке ФД-22 зависит от:
Ответы: 1) изменения затяжки пружины; 2) изменения давления открытия форсунки; 3) качества уплотнения запорного конуса иглы; 4) от всех выше перечисленных факторов; 5) нет ни одного верного ответа.
4. Достоинствами карандашной форсунки являются:
Ответы: 1) высокое давление впрыска; 2) высокое качество распыливания; 3) малый размер отверстия в головке цилиндра; 4) все вышеперечисленное является достоинством; 5) нет ни одного верного ответа.
5. Штифтовые форсунки применяются в:
Ответы: 1) в дизелях с объемным смесеобразованием; 2) в предкамерных дизелях; 3) в дизелях с объемно-пленочным смесеобразованием; 4) во всех выше названных; 5) нет ни одного верного ответа.

Тест №6

1. При каких из перечисленных величин коэффициента избытка воздуха (α) дизель имеет наиболее высокое среднее эффективное давление цикла?
Ответы: 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 2.5; 4) 3.0; 5) 3.5?
2. Принято структуру факела топлива, выходящего из отверстия распылителя, характеризовать распределением скоростей частиц топлива по длине факела?
Ответы: 1) Да 2) Нет
3. Определить скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество отверстий 5, плотность топлива 800 кг/м^3 .
Ответы: 1) 100; 2) 150; 3) 200; 4) 400; 5) 300.
4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерными могут развивать большую частоту вращения?
Ответы: 1) Да 2) Нет
5. Может ли от конструкции нагнетательного клапана ТНВД зависеть форма скоростной характеристики топливоподачи?
Ответы: 1) Нет 2) Да

Тест №7

1. Достоинства штифтовых форсунок заключаются в:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)высокое качество распылителя; 3)отсутствие закоксованности соплового отверстия; 4)отсутствие залегания иглы; 5)нет ни одного верного ответа.

2. Достоинства пружинного привода плунжера:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)простая конструкция плунжера; 3)удобство регулировки;

4)независимость параметров впрыска от «п»; 5)нет ни одного верного ответа.

3. Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива 800 кг/м³, давление в цилиндре 4МПа.

Ответы: 1) 50; 2) 100; 3) 150; 4) 200; 5) 250.

4. Достоинства метода дозирования цикла подачи дросселированием на впуске:

Ответы: 1)четкая отсечка топлива; 2)высокое давление впрыска; 3)простая форма плунжера;

4)все вышеперечисленное; 5)нет ни одного верного ответа.

5. По сравнению с цилиндрическими нагнетательными клапанами недостатком грибовидных клапанов является сложность их изготовления?

Ответы: 1)Да 2)Нет

Тест №8

1. Какие параметры процесса топливоподачи значительно влияют на шумность работы дизеля?

Ответы: 1) цикловая подача; 2) скоростная характеристика топливоподачи; 3) фактор динамичности; 4) максимальное давление впрыска; 5) угол опережения впрыска топлива.

2. Продолжительность процесса впрыска топлива в цилиндр дизеля не зависит от:

Ответы: 1)профиля кулачка; 2)давления впрыска; 3)давления газов в цилиндре; 4)активного хода плунжера; 5)нет ни одного верного ответа.

3. Штифтовые форсунки применяются:

Ответы: 1)в дизелях с объемным смесеобразованием; 2)в предкамерных дизелях; 3)в дизелях с объемно-плёночным смесеобразованием; 4)во всех выше названных; 5)нет ни одного верного ответа.

4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерным дизелем имеют большую мощность? Ответы: 1) Да 2) Нет

5. Определить мгновенный расход топлива (в г/с) через сопловые отверстия форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа.. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8.

Ответы: 1)200, 2)160, 3)80, 4)40, 5)20.

Тест №9

1. Применяются ли в 2-х камерных дизелях какой-либо из следующих видов смесеобразования? Ответы: 1) объемное; 2) плёночное; 3) объемно-плёночное; 4) вихрекамерное; 5) нет ни одного верного ответа.

2. В каких ТНВД применяются дозирования $B_{ц}$ методом дросселирования топлива на впуске?

Ответы: 1) ТНВД фирмы Bosch; 2) ТНВД семейства НД; 3) ТНВД фирмы CAV; 4) ТНВД дизелей КамАЗ; 5) нет ни одного верного ответа.

3. Вычислить расход топлива (в мм³) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя постоянно и равно 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу в течение 12⁰ угла поворота ТНВД при частоте вращения вала насоса 200 мин⁻¹. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8.

Ответы: 1)50; 2)100; 3)150; 4)200; 5)400.

4. При какой величине коэффициента избытка воздуха (α) дизель имеет наиболее высокое среднее эффективное давление цикла?

Ответы: 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 2.5; 4) 3.0; 5) 3.5

5. Характеризует ли длина факела топлива, выходящего из отверстия распылителя, структуру факела?

1) Да 2) Нет

Тест №10

1. ТНВД распределительного типа относятся к:

1) разделенной топливной аппаратуре (ТА); 2) к неразделенной ТА;
3) к ТА с гибким приводом; 4) к аккумуляторной ТА; 5) все приведенные ответы неверные.

2. Какие параметры процесса топливоподачи главным образом влияют на шумность работы дизеля?

Ответы: 1) цикловая подача; 2) скоростная характеристика топливоподачи;
3) фактор динамичности; 4) максимальное давление впрыска;
5) угол опережения впрыска топлива.

3. Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как увеличится исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Ответы: давление увеличится на: 1) 0,1%; 2) 1%; 3) 10%;
4) 0,05%; 5) нет ни одного верного ответа

4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерными дизелями могут развивать большую частоту вращения?

1) Да 2) Нет

5. Достоинства бесштанговых форсунок по сравнению с длинноштанговыми:

Ответы: 1) высокое давление впрыска; 2) высокое качество распыливания; 3) снижение закоксованности соплового отверстия; 4) отсутствие залегания иглы; 5) не ни одного верного ответа.

Тест №11

1. Характеристика распыливания топлива определяется формулой: Ответы: 1) $\frac{\sqrt[3]{\sum V_I^3}}{n_K}$; 2)

$\frac{\sqrt{\sum V_I^3}}{n_K}$; 3) $\sqrt[3]{\frac{\sum V_I^3}{n_K}}$; 4) $\frac{\sum V_I^3}{\sum V_I^2}$; 5) нет ни одного верного ответа.

2. Где применяются аккумуляторные системы впрыска? Ответы: 1) на автотракторных дизелях; 2) на судовых дизелях; 3) на указанных типах дизелей не применяются; 4) применяются для обоих указанных типов дизелей.

3.. Для уменьшения жесткости работы дизеля следует: Ответы: 1) уменьшить нагрузку; 2) уменьшить угол опережения впрыска; 3) уменьшить период задержки самовоспламенения; 4) увеличить период задержки самовоспламенения; 5) увеличить диаметр сопловых отверстий форсунок.

4. Укажите правильное утверждение: Ответы: 1) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске цикловая подача топлива $B_{ц}$ падает с увеличением частоты вращения (" n "); 2) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске $B_{ц}$ возрастает с увеличением " n "; 3) при дозировании цикловой подачи топлива методом дросселирования на впуске $B_{ц}$ не изменяется по скоростной характеристике; 4) при изменении частоты вращения от n_{xx} до n_{cp} величина $B_{ц}$ возрастает, а при $n_{cp} < n < n_{max}$ $B_{ц}$ уменьшается; 5) при изменении частоты вращения от n_{xx} до n_{cp} $B_{ц}$ уменьшается, а при $n_{cp} < n < n_{max}$ возрастает.

5. Вычислить мгновенный расход топлива (в $\text{см}^3/\text{с}$) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Принять плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$, коэффициент расхода 0,8. Ответы: 1)50; 2)100; 3)150; 4)35; 5)20.

Тест №12

1. Какие недостатки имеют ТНВД с переменным ходом плунжера: 1) сложная конструкция плунжера; 2) неудовлетворительная скоростная характеристика; 3) большие усилия на приводе регулятора; 4) низкое быстродействие; 5) отсутствие отсечки топлива.
2. Для повышения ресурса дизеля необходимо: Ответы: 1) повысить P_z ; 2) повысить T_z ; 3) понизить давление открытых форсунок; 4) снизить жесткость работы дизеля; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.
3. Для возможности повышения максимальной частоты вращения коленчатого вала дизеля необходимо: Ответы: 1) увеличить длину факела топлива; 2) повысить максимальное давление впрыска; 3) повысить степень сжатия; 4) применить вихрекамерное смесеобразование; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.
4. Тонкость распыливания топлива форсункой больше, если: Ответы: 1) выше пик дифференциальной характеристики распыливания; 2) ниже пик дифференциальной характеристики распыливания; 3) пик ближе к оси ординат; 4) пик ближе к оси абсцисс; 5) нет ни одного верного ответа.
5. Какая цикловая подача топлива (в мм^3) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности 50,4 кВт ($42 \cdot 1,2 = 50,4$) при 1250 мин^{-1} , если эффективный КПД дизеля на этом режиме 36%? Принять плотность топлива $800 \text{ кг}/\text{м}^3$, его низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг. Ответы: 1)200; 2)150; 3)100; 4)50; 5)35.

Тест №13

1. Какой из способов гибкого привода плунжера ТНВД не существует: 1) аккумуляторный; 2) пружинный; 3) газовый; 4) пневмогидравлический; 5) с использованием упругого элемента (звена)?
2. В каких случаях происходит более тонкое распыливание топлива: 1) характеристика распыливания проходит более полого; 2) характеристика распыливания проходит более круто; 3) характеристика распыливания расположена ближе к оси абсцисс; 4) характеристика распыливания расположена ближе к оси ординат.
3. Определить мощность (кВт), потребную на привод ТНВД дизеля 6Ч12/14 с диаметром плунжеров 10мм при 1500 мин^{-1} , если цикловая подача за период активного впрыска составляет 100 мм^3 . Коэффициент увеличения мощности привода из-за механических потерь принять равным 1,5. Среднее давление впрыска 48 МПа.
Ответы: 1)1,25; 2)1,0; 3)0,8; 4)0,54; 5)0,22
4. Какие величины коэффициента избытка воздуха (α) не приемлемы для нормальной работы дизелей?
Ответы: 1)1,1; 2) 2,5; 3) 3; 4) 4; 5) 6.
5. Какой способ дозирования цикловой подачи не применяется в дизелях: 1) дросселирование на впуске; 2) дросселирование на выпуске; 3) дросселирование на перепуске; 4) золотниковое дозирование.

Тест №14

1. Гибкий привод плунжера применяется с целью:
Ответы: 1) уменьшить габариты ТНВД; 2) получить независимость параметров впрыска от частоты вращения вала ДВС; 3) для обеспечения оптимального регулирования $Q_{впр}$; 4) для увеличения цикловой подачи топлива на режиме максимального крутящего момента; 5) нет ни одного верного ответа.
2. Чем характеризуется структура факела?
1) характеристикой впрыска; 2) характеристикой распыливания;
3) формой факела.

3. Какие величины коэффициента избытка воздуха (α) приемлемы для нормальной работы вихрекамерных дизелей?

Ответы: 1) 1,1; 2) 1.4; 3) 1.8; 4) 0.8; 5) 6.0?

4. В какой момент времени наиболее целесообразно впрыскивать топливо в цилиндр дизеля?

Ответы: 1) в конце наполнения; 2) в конце сжатия; 3) в конце расширения; 4) в момент открытия впускного клапана (окна); 5) в момент закрытия впускного клапана (окна)?

5. Вычислить мгновенный расход топлива (в $\text{см}^3/\text{с}$) через все сопловые отверстия форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 4-х дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8. Ответы: 1) 200, 2) 160 3) 100, 4) 80, 5) 20.

Тест №15

1. Штифтовые форсунки применяются:

Ответы: 1) в дизелях с объемным смесеобразованием; 2) в дизелях с пленочным смесеобразованием; 3) в дизелях с объемно-пленочным смесеобразованием; 4) во всех выше названных; 5) нет ни одного верного ответа.

2. Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Ответы: уменьшится на: 1) 10%; 2) 5%; 3) 1%; 4) 0,1%; 5) 0,05%.

3. Максимальный ход иглы в дизельной форсунке ФД-22 зависит от:

Ответы: 1) изменения затяжки пружины; 2) изменения давления открытия форсунки; 3) качества уплотнения запорного конуса иглы; 4) от всех выше перечисленных факторов; 5) нет ни одного верного ответа.

4. Достоинствами карандашной форсунки являются:

Ответы: 1) высокое давление впрыска; 2) высокое качество распыливания; 3) малые размеры отверстия под форсунку в головке цилиндров; 4) все вышеперечисленное является достоинством; 5) нет ни одного верного ответа.

5. Какие из перечисленных показателей не являются параметрами топливоподачи?

Ответы: 1) фактор динамичности цикла; 2) активный ход плунжера; 3) жесткость работы дизеля; 4) угол опережения впрыска; 5) цикловая подача топлива.

Тест №16

1. Может ли от конструкции нагнетательного клапана ТНВД зависеть форма скоростной характеристики топливоподачи?

Ответы: 1) Нет 2) Да

2. Структура факела топлива, выходящего из отверстия распылителя, определяется распределением скоростей частиц топлива по длине факела?

Ответы: 1) Да 2) Нет

3. Определить скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество отверстий 5, плотность топлива 800 кг/м^3 :

Ответы: 1) 100; 2) 150; 3) 200; 4) 400; 5) 300.

4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерными могут развивать большую частоту вращения?

Ответы: 1) Да 2) Нет

5. При каких из перечисленных величин коэффициента избытка воздуха (α) дизель имеет наиболее высокое среднее эффективное давление цикла?

Ответы: 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 2.5; 4) 3.0; 5) 3.5?

Тест №17

1. Недостатком грибовидных клапанов (по сравнению с цилиндрическими) является сложность их изготовления?

Ответы: 1) Да 2) Нет

2. Достоинства пружинного привода плунжера:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)простая конструкция плунжера; 3)удобство регулировки;

4)независимость параметров впрыска от «п»; 5)нет ни одного верного ответа.

3. Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла 2-х дырчатого распылителя форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива 800 кг/м³, давление в цилиндре 4МПа.

Ответы: 1) 50; 2) 100; 3) 150; 4) 200; 5) 250.

4. Достоинства метода дозирования цикла подачи дросселированием на впуске:

Ответы: 1)четкая отсечка топлива; 2)высокое давление впрыска; 3)простая форма плунжера; 4)все вышеперечисленное; 5)нет ни одного верного ответа.

5. Достоинства штифтовых форсунок заключаются в:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)высокое качество распылителя; 3)отсутствие закоксованности соплового отверстия; 4)отсутствие залегания иглы; 5)нет ни одного верного ответа.

Тест №18

1. Определить мгновенный расход топлива (в г/с) через сопловые отверстия форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа.. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8.

Ответы: 1)200; 2)160; 3) 80, 4)40, 5)20.

2. Продолжительность процесса впрыска топлива в цилиндр дизеля не зависит от:

Ответы: 1)профиля кулачка; 2)давления впрыска; 3)давления в цилиндре; 4)активного хода плунжера; 5)давления газов в цилиндре; 6)нет ни одного верного ответа.

3. Могут ли штифтовые форсунки применяться:

Ответы: Да, например в: 1)в дизелях с объемным смесеобразованием; 2)в предкамерных дизелях; 3)в дизелях с объемно-пленочным смесеобразованием; 4)во всех выше названных; 5)нет ни одного верного ответа.

4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерными дизелями одинаковой размерности и тактности имеют большую мощность? Ответы:1) Да 2) Нет

5. Какие параметры процесса топливоподачи главным образом влияют на шумность работы дизеля?

Ответы: 1) цикловая подача; 2) скоростная характеристика топливоподачи; 3) фактор динамичности; 4) максимальное давление впрыска; 5) угол опережения впрыска топлива.

Тест №19

1. Структура факела топлива, выходящего из отверстия распылителя, характеризуется длиной факела?

1) Да 2) Нет

2. В каких ТНВД применяются дозирования B_{II} методом дросселирования топлива на впуске?

Ответы: 1) ТНВД фирмы Bosch; 2) ТНВД семейства НД; 3) ТНВД фирмы CAV; 4) ТНВД дизелей КамАЗ; 5) нет ни одного верного ответа.

3. Вычислить суммарный расход топлива (в мм³) через сопловые отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя постоянно и равно 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу в течение 12⁰ угла поворота ТНВД при частоте вращения вала насоса 200 мин⁻¹. Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коэффициент расхода 0,8.

Ответы: 1)50; 2)100; 3)150; 4);200; 5)1000.

4. При какой величине коэффициента избытка воздуха (α) дизель имеет наиболее высокое среднее эффективное давление цикла?

Ответы: 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 2.5; 4) 3.0; 5) 3.5

5. В 2-х камерных дизелях применяется следующий вид смесеобразования. Ответы: 1) объемное; 2) пленочное; 3) объемно-пленочное; 4) вихрекамерное; 5) нет ни одного верного ответа.

Тест №20

1. Достоинства бесштанговых форсунок по сравнению с длинноштанговыми:

Ответы: 1) высокое давление впрыска; 2) высокое качество распыливания; 3) снижение закоксованности соплового отверстия; 4) отсутствие залегания иглы; 5) нет ни одного верного ответа.

2. Какие параметры процесса топливоподачи в основном влияют на шумность работы дизеля?

Ответы: 1) цикловая подача; 2) скоростная характеристика топливоподачи; 3) фактор динамичности; 4) максимальное давление впрыска; 5) угол опережения впрыска топлива.

3. Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как увеличится исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Ответы: давление увеличится на: 1) 0,1%; 2) 1%; 3) 10%; 4) 0,05%; 5) нет ни одного верного ответа

4. Дизели с непосредственным впрыском по сравнению с 2-х камерными дизелями могут развивать большую частоту вращения?

1) Да 2) Нет

5. ТНВД распределительного типа относятся к:

1) разделенной топливной аппаратуре (ТА); 2) к неразделенной ТА;
3) к ТА с гибким приводом; 4) к аккумуляторной ТА; 5) все приведенные ответы неверные.

Тест №21

1. Применяются ли в 2-х камерных дизелях какой-либо из следующих видов смесеобразования? Ответы: 1) объемное; 2) пленочное; 3) объемно-пленочное; 4) вихрекамерное; 5) нет ни одного верного ответа.

2. В каких ТНВД применяются дозирования $B_{ц}$ методом дросселирования топлива на впуске?

Ответы: 1) ТНВД фирмы Bosch; 2) ТНВД семейства НД; 3) ТНВД фирмы CAV; 4) ТНВД дизелей КамАЗ; 5) нет ни одного верного ответа.

3. Определить КПД четырехтактного 5-ти цилиндрового турбодизеля «Ауди-100» мощностью 84 кВт при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$, если $B_{ц}=40 \text{ мг}$. Принять плотность топлива 800 кг/м^3 , низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг .

Ответы: 1) 30%; 2) 35%; 3) 40%; 4) 45%; 5) 50%.

4. При какой величине коэффициента избытка воздуха (α) дизель имеет наиболее высокое среднее эффективное давление цикла?

Ответы: 1) 1.5; 2) 2.0; 3) 2.5; 4) 3.0; 5) 3.5

5. Характеризует ли длина факела топлива, выходящего из отверстия распылителя, структуру факела?

1) Да 2) Нет

Тест №22

1. Какая цикловая подача топлива (в мм^3) должна быть в цилиндре дизеля 4С18/18 для обеспечения мощности 50,4 кВт ($42 \cdot 1,2 = 50,4$) при 1250 мин^{-1} , если эффективный КПД дизеля на этом режиме 18%? Принять плотность топлива $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, его низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг . Ответы: 1) 50; 2) 100; 3) 150; 4) 200; 5) 35.

2. Для повышения ресурса дизеля необходимо: Ответы: 1) повысить P_z ; 2) повысить T_z ; 3) понизить давление открытых форсунок; 4) снизить жесткость работы дизеля; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.

3. Максимальный ход иглы в дизельной форсунке ФШ-22 зависит от:

Ответы: 1)изменения затяжки пружины; 2)изменения давления открытия форсунки; 3)качества уплотнения запорного конуса иглы; 4)от всех выше перечисленных факторов; 5)нет ни одного верного ответа.

4. Достоинствами карданной форсунки являются:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)высокое качество распыливания; 3)малые размеры отверстия под форсунку в головке цилиндров; 4)все вышеперечисленное является достоинством; 5)нет ни одного верного ответа.

5. Какие из перечисленных показателей не являются параметрами топливоподачи?

Ответы: 1) фактор динамичности цикла; 2) активный ход плунжера; 3) жесткость работы дизеля; 4) угол опережения впрыска; 5) цикловая подача топлива.

Тест №23

1. Штифтовые форсунки применяются:

Ответы: 1)в дизелях с объемным смесеобразованием; 2)в предкамерных дизелях; 3)в дизелях с объемно-плenoчным смесеобразованием; 4)во всех выше названных; 5)нет ни одного верного ответа.

2. Достоинства пружинного привода плунжера:

Ответы: 1)высокое давление впрыска; 2)простая конструкция плунжера; 3)удобство регулировки;

4)независимость параметров впрыска от «п»; 5)нет ни одного верного ответа.

3. Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива 800 кг/м³, давление в цилиндре 4МПа.

Ответы: 1) 50; 2) 100; 3) 150; 4) 200; 5) 250.

4. Достоинства метода дозирования цикла подачи дросселированием на впуске:

Ответы: 1)четкая отсечка топлива; 2)высокое давление впрыска; 3)простая форма плунжера; 4)все вышеперечисленное; 5)нет ни одного верного ответа.

5. Продолжительность процесса впрыска топлива в цилиндр дизеля не зависит от:

Ответы: 1)профиля кулачка; 2)давления впрыска; 3)давления газов в цилиндре; 4)активного хода плунжера; 5)нет ни одного верного ответа.

Тест №24

1. Определить КПД двухтактного 10-ти цилиндрового дизеля мощностью 168 кВт при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$, если $V_{ц}=40 \text{ м}^3$. Принять плотность топлива 800 кг/м³, низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг.

Ответы: 1)30%; 2)20%; 3)40%; 4)45%; 5)50%.

2. Для повышения ресурса дизеля необходимо: Ответы: 1) повысить P_z ; 2) повысить T_z ; 3) понизить давление открытых форсунок; 4) снизить жесткость работы дизеля; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.

3. Максимальный ход иглы в дизельной штифтовой форсунке зависит от:

Ответы: 1)изменения затяжки пружины; 2)изменения давления открытия форсунки; 3)качества уплотнения запорного конуса иглы; 4)от всех выше перечисленных факторов; 5)нет ни одного верного ответа.

4. Для возможности повышения максимальной частоты вращения коленчатого вала дизеля необходимо: Ответы: 1) увеличить длину факела топлива; 2) повысить максимальное давление впрыска; 3) повысить степень сжатия; 4) применить вихрекамерное смесеобразование; 5) увеличить период задержки самовоспламенения.

5. Какие недостатки имеют ТНВД с переменным ходом плунжера: 1) сложная конструкция плунжера; 2) неудовлетворительная скоростная характеристика; 3) большие усилия на приводе регулятора; 4) низкое быстродействие; 5) отсутствие отсечки топлива.

Тест (Базовый уровень)

ПРИ КАКОМ ЗНАЧЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗБЫТКА ВОЗДУХА ДИЗЕЛЬ ИМЕЕТНАИБОЛЕЕ ВЫСОКИЙ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ?

A) 2,5

B) 1,5

C) 3,5

D) 5

ANSWER: B

В КАКИХ СЛУЧАЯХ ПРОИСХОДИТ БОЛЕЕ ОДНОРОДНОЕ РАСПЫЛИВАНИЕ ТОПЛИВА

- A) интегральная характеристика распыливания проходит более полого
- B) интегральная характеристика распыливания проходит более круто
- C) интегральная характеристика распыливания расположена ближе к оси абсцисс
- D) интегральная характеристика распыливания расположена ближе к оси ординат

ANSWER: B

КАКАЯ ИЗ ФУНКЦИЙ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО КЛАПАНА ТНВД УКАЗАНА НЕ ВЕРНО?

- A) разгрузка трубопровода ВД
- B) отсечка топлива в конце подачи
- C) создание остаточного давления в трубопроводе ВД
- D) корректировка скоростной характеристики топливоподачи

ANSWER: B

РАЗДЕЛЕННАЯ ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ НИКОГДА НЕ СОДЕРЖИТ

- A) ТНВД
- B) насос-форсунку
- C) нагнетательный клапан
- D) насос подкачки топлива низкого давления

ANSWER: B

ЧЕМ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ СТРУКТУРА ФАКЕЛА?

- A) характеристикой впрыска
- B) характеристикой распыливания
- C) формой факела
- D) длиной факела

ANSWER: B

КАКИЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗБЫТКА ВОЗДУХА ПРИЕМЛЕМЫ ДЛЯ ВИХРЕКАМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ?

- A) 1
- B) 1,4
- C) 0,5
- D) 0,25

ANSWER: B

В КАКОМ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ НАИБОЛЕЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНО ВПРЫСКИВАТЬ ТОПЛИВО В ЦИЛИНДР ДИЗЕЛЯ?

- A) в конце наполнения
- B) в конце сжатия
- C) в конце расширения
- D) в момент открытия впускного клапана (окна)

ANSWER: B

ШТИФТОВЫЕ ФОРСУНКИ ПРИМЕНЯЮТСЯ В

- A) в дизелях с объемным смесеобразованием
- B) в предкамерных дизелях
- C) в дизелях с объемно-пленочным смесеобразованием
- D) во всех названных

ANSWER: B

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫМ ДОСТОИНСТВОМ КАРАНДАШНОЙ ФОРСУНКИ ЯВЛЯЕТСЯ:

- A) самое высокое давление впрыска
- B) самый малый размер отверстия в головке цилиндра для установки форсунки
- C) самое высокое качество распыливания топлива
- D) ее можно использовать вместо карандаша

ANSWER: B

ПО КОНСТРУКЦИИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ НЕ РАЗДЕЛЯЮТСЯ НА:

- A) цилиндрические
- B) винтовые
- C) пластинчатые
- D) грибовидные

ANSWER: B

ДОСТОИНСТВАМИ ШТИФТОВЫХ ФОРСУНОК ЯВЛЯЮТСЯ:

- A) высокое давление впрыска
- B) отсутствие закоксовывания соплового отверстия
- C) высокое качество распыливания топлива
- D) штифтом можно пробивать отверстия в фольге

ANSWER: B

ПРИ КАКОМ ЗНАЧЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗБЫТКА ВОЗДУХА ДИЗЕЛЬ ИМЕЕТ НАИМЕНЬШИЙ ИНДИКАТОРНЫЙ РАСХОД ТОПЛИВА G_i :

- A) 0
- B) 3,5
- C) 2
- D) 1,5

ANSWER: B

МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ ХОД ИГЛЫ В ФОРСУНКЕ ДИЗЕЛЯ ЯМЗ-236 ЗАВИСИТ ОТ:

- A) изменения давления открытия форсунки
- B) конструкции форсунки и износа распылителя
- C) качества уплотнения запорного конуса иглы
- D) от успеваемости студента

ANSWER: B

ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ СЛЕДУЕТ:

- A) уменьшить нагрузку
- B) уменьшить угол опережения впрыска
- C) увеличить период задержки самовоспламенения
- D) мягко нажимать на педаль "газа"

ANSWER: B

В КАКИХ ТНВД ПРИМЕНЯЕТСЯ СПОСОБ ДОЗИРОВАНИЯ ЦИКЛОВОЙ ПОДАЧИ ДРОССЕЛИРОВАНИЕМ НА ПЕРЕПУСКЕ?

- A) только в ТНВД дизелей КамАЗ
- B) нет ни одного верного ответа
- C) только в ТНВД BOSCH-VE
- D) применяется в ТНВД самолетов и ракет

ANSWER: B

ЕСЛИ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ (10 СМ³) ТОПЛИВА, СЖАТОГО ДО ДАВЛЕНИЯ 10 МПА, УВЕЛИЧИТСЯ НА 0,05%, ТО КАК ИЗМЕНИТСЯ ИСХОДНОЕ ДАВЛЕНИЕ ТОПЛИВА?

- A) увеличится
- B) уменьшится
- C) не изменится
- D) упадет до нуля

ANSWER: B

ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ДИЗЕЛЯ НЕОБХОДИМО

- A) повысить P_z
- B) снизить жесткость работы дизеля
- C) понизить давление открытия форсунок
- D) не выезжать из гаража

ANSWER: B

ТОНКОСТЬ РАСПЫЛИВАНИЯ ТОПЛИВА ФОРСУНКОЙ ВЫШЕ, ЕСЛИ:

- А) выше пик дифференциальной характеристики распыливания
- В) снизить жесткость работы дизеля пик дифференциальной характеристики находится ближе к оси ординат
- С) пик дифференциальной характеристики находится ближе к оси абсцисс
- Д) поменять фильтр тонкой очистки топлива

ANSWER: В

ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДИЗЕЛЯ НЕОБХОДИМО:

- А) увеличить длину факела топлива
- В) применить вихрекамерное смесеобразование
- С) повысить максимальное давление впрыска
- Д) увеличить период задержки самовоспламенения

ANSWER: В

ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДИЗЕЛЯ НЕОБХОДИМО:

- А) увеличить длину факела топлива
- В) применить вихрекамерное смесеобразование
- С) повысить максимальное давление впрыска
- Д) увеличить период задержки самовоспламенения

ANSWER: В

КАКОЙ СПОСОБ ДОЗИРОВАНИЯ ЦИКЛОВОЙ ПОДАЧИ ТОПЛИВА НЕ ПРИМЕНЯЕТСЯ В ДИЗЕЛЯХ?

- А) дросселирование на впуске
- В) дросселирование на выпуске
- С) дросселирование на перепуске
- Д) золотниковое дозирование

ANSWER: В

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50 %)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Билет 1

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Распыливание топлива и смесеобразование в дизелях.

Практическая часть

Вычислить мгновенный расход топлива (в см³/с) через одно сопловое отверстие

форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 4-х дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 36,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Плотность топлива 800 кг/м³, коэфф. расхода 0,8.

Билет 2

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Классификация топливоподающей аппаратуры дизелей - блок-схема.

Практическая часть

Какая цикловая подача топлива (в мм³) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности 50,4 кВт ($42 \cdot 1,2 = 50,4$) при 1250 мин⁻¹, если эффективный КПД дизеля на этом режиме 36%? Принять плотность топлива 800 кг/м³, его низшую теплоту сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг.

Билет 3

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Топливная аппаратура дизелей, основные элементы. Требование к топливной аппаратуре: общие требования, специальные требования.

Практическая часть

Вычислить мгновенный расход топлива (в см³/с) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа,. Принять плотность топлива 800 кг/м³, коэффициент расхода 0,8.

Билет 4

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Практическая часть

Определить массовые доли элементов для смесового топлива 40%CH₄+60%C₄H₁₀

Билет 5

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Нагнетательные клапаны ТНВД.

Практическая часть

Вычислить мгновенный расход топлива (в см³/с) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 70 МПа, а впрыск происходит в цилиндр с давлением 6 МПа,. Принять плотность топлива 800 кг/м³, коэффициент расхода 0,8.

Билет 6

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Статический метод расчета процесса подачи топлива в цилиндр двигателя.

Практическая часть

Если первоначальный объем (10 см³) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10}$ 1/Па.

Билет 7

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Схемы приводов плунжеров насосов распределительного типа.

Практическая часть

Определить скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество отверстий 5, плотность топлива 800 кг/м³:

Билет 8

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Характеристика открытой форсунки.

Практическая часть

Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр

соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива 800 кг/м³, давление в цилиндре 4МПа.

Билет 9

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Всережимный пневматический регулятор частоты вращения дизеля «Мерседес-200».

Схема, описание работы, регулировки.

Практическая часть

Какую величину будет иметь скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в цилиндр дизеля при следующих условиях: давление в сопловом канале 20 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, плотность топлива 800 кг/м³, давление в цилиндре 4МПа.

Билет 10

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Расчет характеристики (закона) подачи топлива в цилиндр дизеля.

Практическая часть

Вычислить расход топлива (в мм³) через сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 5-ти дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя постоянно и равно 64,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу в течение 12° угла поворота ТНВД при частоте вращения вала насоса 200 мин⁻¹. Принять плотность топлива 800 кг/м³, коэффициент расхода 0,8.

Билет 11

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Привод плунжеров в ТНВД с торцовым расположением профиля кулачка.

Практическая часть

Если первоначальный объем (1 см³) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10}$ 1/Па.

Билет 12

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Экспериментальное определение качества распыливания топлива форсунками дизелей.

Параметры факела.

Практическая часть

Определить КПД дизеля 8Д12\14 мощностью 200 кВт при $n=1200$ мин⁻¹, если $V_{ц}=200$ мм³. Принять плотность топлива 800 кг/м³.

Билет 13

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Определение закона подачи топлива в цилиндр дизеля..

Практическая часть

Вычислить мгновенный расход топлива (в см³/с) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 4-х дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 36,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Принять плотность топлива 800 кг/м³, коэффициент расхода 0,8.

Билет 14

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Характеристика клапанно-сопловой форсунки.

Практическая часть

Какая цикловая подача топлива (в мм³) должна быть в цилиндре дизеля 4ЧН12/14 для обеспечения мощности 50,4 кВт ($42 \cdot 1,2 = 50,4$) при 2500 мин⁻¹, если эффективный КПД дизеля на этом режиме 36%? Принять плотность топлива 800 кг/м³, его низшую теплоту

сгорания Q_n принять равной 42000 кДж/кг.

Билет 15

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Привод плунжеров в ТНВД с торцовым расположением профиля кулачка.

Практическая часть

Вычислить мгновенный расход топлива (в $\text{см}^3/\text{с}$) через одно сопловое отверстие форсунки диаметром $0,5/\sqrt{\pi}$ мм 4-х дырчатого распылителя, если давление в сопловом канале распылителя 36,1 МПа, а впрыск происходит в атмосферу. Принять плотность топлива 800 кг/м^3 , коэффициент расхода 0,8.

Билет 16

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Характеристика клапанной форсунки.

Практическая часть

Определить КПД дизеля 8Д12\14 мощностью 200 кВт при $n=1200 \text{ мин}^{-1}$, если $V_{ц}=200 \text{ мм}^3$. Принять плотность топлива 800 кг/м^3 .

Билет 17

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Характеристика нормальной закрытой форсунки.

Практическая часть

Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Билет 18

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Привод плунжеров блочных многоплунжерных ТНВД. Профили кулачков.

Практическая часть

Определить теоретическую скорость истечения топлива (м/с) из сопла форсунки в атмосферу при следующих условиях: давление в сопловом канале 16,1 МПа, диаметр соплового отверстия 0,4 мм, количество сопловых отверстий 5, плотность топлива 800 кг/м^3 .

Билет 19

по дисциплине «СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВС»

Теоретическая часть

Нагнетательные клапаны ТНВД.

Практическая часть

Если первоначальный объем (10 см^3) топлива, сжатого до давления 10 МПа, увеличится на 0,05%, то как измениться исходное давление топлива? Коэффициент сжимаемости принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные

	неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)