Атанов Иван Вячеславович
C=RU, S=Ставропольский край,
L=Ставрополь, T=Первый
проректор, O="ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ""",
СНИЛС=00908046430,
ИНН=263507133790,
E=glbuh@stgau.ru, G=Иван
Вячеславович, SN=Атанов,
CN=Атанов Иван Вячеславович
I am the author of this document
your signing location here
2026-03-24 11:26:30

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Мастепаненко Максим Алексеевич

_____

_____

«___» _____ 20___ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.02 Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

35.04.06 Агроинженерия

Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве

магистр

очная

Ставрополь, 2025

1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» является приобретение углубленных теоретических знаний и практического навыка в области развития научно-технического прогресса в отраслях народного хозяйства, а также с современными наукоёмкими технологиями.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способностью проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов	ПК-2.1 Демонстрирует знание методики инженерных расчетов, методы и этапы проектирования узлов, устройств и систем техники	**знает** -основы менеджмента в агроинженерии; -механизм формирования алгоритма достижения плановых показателей в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации; -современный рынок сельскохозяйственной техники. **умеет** - определять задачи подразделений в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации - упорядочивать деятельность всех структурных подразделений, принимающих участие в реализации механизированных и автоматизированных процессов в сельскохозяйственной организации. **владеет навыками** методикой материально-технического и кадрового обеспечения подразделений технического обслуживания, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники.
ПК-2 Способностью проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов	ПК-2.2 Проводит инженерные расчеты для проектирования машины и их рабочие органы, приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	**знает** - схемы взаимодействия структурных подразделений, принимающих участие в реализации механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельскохозяйственной организации; -способы определения потребности инженерных-технических служб сельскохозяйственной организации в материально-технических и трудовых ресурсах; -резервы повышения эффективности

		использования сельскохозяйственной техники в организации; -требования охраны труда в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей. **умеет** - проводить расчёт площади производственных участков технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в соответствии с планируемыми объемами работ; -разрабатывать маршруты восстановления изношенных деталей; -осуществлять приемку новой сельскохозяйственной техники; -определять потребность в трудовых ресурсах и требования к квалификационным характеристикам работников, необходимых для технического обслуживания, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники (с учетом планов по модернизации оборудования и технического перевооружения сельскохозяйственной организации); -определять потребность в подготовке (переподготовке) работников технических служб в соответствии с изменениями технологических процессов и оборудования; -определять степень достижения плановых показателей в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации и анализировать причины отклонения от контрольных показателей; -выявлять резервы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники в организации. **владеет навыками** Методикой проведения инженерных расчетов
ПК-3 Проведение испытаний новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	ПК-3.2 Проводит приемку образца сельскохозяйственной техники (изделия) и подготовку его к испытаниям	**знает** -технические характеристики, правил эксплуатации средств измерений и оборудования для проведения испытаний сельскохозяйственной техники; -порядок приемки образца сельскохозяйственной техники (изделия) на испытание; -порядок проведения оценки технических параметров образца сельскохозяйственной техники (изделия) в соответствии со стандартами в области испытания сельскохозяйственной техники;

		- стандартные методов испытания конкретных типов изделий при определении функциональных показателей образцов сельскохозяйственной техники; -стандартные форм и содержание протокола испытаний сельскохозяйственной техники. **умеет** -пользоваться средствами измерений и испытательным оборудованием при проведении испытаний сельскохозяйственной техники в соответствии с инструкциями по их эксплуатации; -проводить техническую экспертизу (первичную, текущую и заключительную) с целью определения соответствия изделия техническому заданию или техническим условиям; -выявлять недостатки конструкции и качества изготовления машин, их отказы и неисправности при оценке надежности сельскохозяйственной техники. **владеет навыками** -приемами образца сельскохозяйственной техники (изделия) на испытание; -оценкой безопасности и эргономичности образца сельскохозяйственной техники (изделия).
ПК-3 Проведение испытаний новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	ПК-3.3 Проводит техническую и функциональную оценку показателей образца сельскохозяйственной техники (изделия)	**знает** -стандартные методы оценки безопасности сельскохозяйственной техники; стандартные методы оценки надежности сельскохозяйственной техники; -стандартные методы эксплуатационно-технологической оценки сельскохозяйственной техники. **умеет** -проводить в процессе приемки предварительную оценку безопасности образца сельскохозяйственной техники путем внешнего осмотра изделия; -осуществлять контроль проведения технического обслуживания, обкатки, регулировки образца сельскохозяйственной техники при подготовке его к испытанию; -оценивать параметры безопасности образца сельскохозяйственной техники (изделия) методами осмотра и опробования, измерения и расчета в соответствии со стандартами в

		области безопасности труда. **владеет навыками** -подготовкой образца сельскохозяйственной техники (изделия) к испытаниям; -оценкой технических параметров образца сельскохозяйственной техники (изделия); -оценкой надежности образца сельскохозяйственной техники (изделия).
ПК-3 Проведение испытаний новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	ПК-3.4 Проводит энергетическую и эксплуатационно-технологическую оценку показателей образца сельскохозяйственной техники (изделия)	**знает** Характеристики испытуемых образцов сельскохозяйственной техники **умеет** -проводить стендовые, лабораторно-полевые и полевые испытания по определению функциональных показателей сельскохозяйственной техники в соответствии со стандартами в области испытания конкретных типов изделий. **владеет навыками** Приёмами эксплуатационно - технологической оценки машин

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 3семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Методы экспертного анализа технического состояния машин и оборудования

История и методология науки в агроинженерии

Методы испытания сельскохозяйственных машин

Теория и расчет машин и оборудования в животноводстве

Энергетическая оценка технологических процессов

Основы научных исследований

Методология научного творчества

Экономическая эффективность технических решений

Моделирование в агроинженерии

Имитационное моделирование

Освоение дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемк	Контактная работа с преподавателем, час	Самостоя-	Контроль,	Форма

	ость час/з.е.	лек-ции	практические занятия	лабораторные занятия	тельная работа, час	час	промежуточной аттестации (форма контроля)
3	72/2	10		20	42		За
в т.ч. часов: в интерактивной форме		2		4			
практической подготовки		10		20	42		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
3	72/2			0.12			

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций
			всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
					Практические	Лабораторные				
1.	1 раздел. Раздел 1. Технологические инновации при испытании высокоавтоматизированных систем в АПК									
1.1.	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	3	24	4		20	42	КТ 1, КТ 2	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-3.3, ПК-3.2, ПК-3.4, ПК-2.2
1.2.	Раздел 2. Современные сферы применения инноваций	3	6	6				КТ 3	Тест, Реферат	ПК-2.1, ПК-3.3, ПК-3.2, ПК-3.4
	Промежуточная аттестация	За								
	Итого		72	10		20	42			
	Итого		72	10		20	42			

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная	Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая	2/-

и научно-техническая деятельность.	деятельность.	
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	Организационно-методические основы испытаний высокоавтоматизированных систем в АПК.	2/2
Раздел 2. Современные сферы применения инноваций	Сферы применения цифровых технологий в АПК.	2/2
Раздел 2. Современные сферы применения инноваций	Цифровые технологии при испытании техники. Применение алгоритмов искус-ственного интеллекта.	2/-
Раздел 2. Современные сферы применения инноваций	Особенности эксплуатации высокоавтоматизированных систем в АПК. Нормативно-методическая база для испытаний программных систем мобильных машин.	2/-
Итого		10

5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	Методы испытаний материалов используемых в высокоавтоматизированных системах в АПК.	лаб.	4
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	2. Оборудование и стенды для испытания автомобильных и тракторных двигателей. Испытание двигателей на тормозном стенде.	лаб.	4
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	Испытание современных тракторов и их систем.	лаб.	4
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	Испытание современных комбайнов и их систем.	лаб.	4
Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.	Испытание оборудования используемого в сельскохозяйственном производстве	лаб.	4

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Понятие инноваций. Иннова-ционная и научно-техническая деятельность	6
Роль инноваций в сфере тех-нологий и средств механизации в сельском хозяйстве	4
Оценка инновационной дея-тельности	4
Классификация инноваций	4
Методология научного творчества	4
Цифровые технологии в науке и образовании	4
Проектирование машин и оборудования для продукции растениеводства	4
Оптимизация технологических процессов	2
Изучение деятельности предприятий-новаторов в зависимости от преобладающего типа инноваций.	4

Финансирование и реализация инновационных проектов в сельском хозяйстве	4
Основные приемы экспертизы инновационных проектов	2

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» размещено в электронной информационно-образовательной сре-де Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов».

2.Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов».

3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ (реферат) (при наличии).

4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)

5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Понятие инноваций. Иннова-ционная и научно-техническая деятельность	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.4	Л3.1
2	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Роль инноваций в сфере тех-нологий и средств механизации в сельском хозяйстве	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.5	Л3.1
3	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Оценка инновационной дея-тельности	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.7	Л3.1
4	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Классификация инноваций	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.3	Л3.1
5	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Методология научного творчества	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.4	Л3.1
6	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Цифровые технологии в науке и образовании	Л1.2, Л1.4, Л1.6	Л2.4	Л3.1
7	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность..	Л1.2, Л1.6	Л2.4	Л3.1

	Проектирование машин и оборудования для продукции растениеводства			
8	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Оптимизация технологических процессов	Л1.2, Л1.6	Л2.3	Л3.1
9	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Изучение деятельности предприятий-новаторов в зависимости от преобладающего типа инноваций.	Л1.1, Л1.2, Л1.4	Л2.4	Л3.1
10	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Финансирование и реализация инновационных проектов в сельском хозяйстве	Л1.1, Л1.2, Л1.4	Л2.3	Л3.1
11	Тема 1. Понятие инноваций. Инновационная и научно-техническая деятельность.. Основные приемы экспертизы инновационных проектов	Л1.1, Л1.2, Л1.4	Л2.1	Л3.1

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетен-ции	1		2	
		1	2	3	4
ПК-2.1:Демонстрирует знание методики инженерных расчетов, методы и этапы проектирования узлов, устройств и систем техники	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ. 02		x		
	Имитационное моделирование	x			
	Методология научного творчества		x		
	Моделирование в агроинженерии		x		
	Основы научных исследований		x		
	Преддипломная практика				x
	Теория и расчет машин и оборудования в животноводстве	x			
	Технологическая (проектно -технологическая) практика		x	x	x
	Энергетическая оценка технологических процессов		x		
ПК-2.2:Проводит	Преддипломная практика				x

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетен-ции	1		2	
		1	2	3	4
инженерные расчеты для проектирования машины и их рабочие органы, приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	Проектирование машинно-тракторного парка и инженерно-технического обеспечения			x	
	Расчет мобильных энергетических средств			x	
	Теория и расчет машин и оборудования в животноводстве	x			
	Технологическая (проектно -технологическая) практика		x	x	x
ПК-3.2:Проводит приемку образца сельскохозяйственной техники (изделия) и подготовку его к испытаниям	История и методология науки в агроинженерии	x			
	Методы испытания сельскохозяйственных машин		x		
	Преддипломная практика				x
ПК-3.3:Проводит техническую и функциональную оценку показателей образца сельскохозяйственной техники (изделия)	Преддипломная практика				x
	Теория и расчет машин и оборудования в животноводстве	x			
ПК-3.4:Проводит энергетическую и эксплуатационно-технологическую оценку показателей образца сельскохозяйственной техники (изделия)	Преддипломная практика				x
	Экономическая эффективность технических решений		x		

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» проводится в виде Зачет.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретиче-ских и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
3 семестр		
КТ 1	Устный опрос	10
КТ 2	Устный опрос	10
КТ 3	Тест	5
КТ 3	Реферат	5
Сумма баллов по итогам текущего контроля		**30**
Посещение лекционных занятий		20
Посещение практических/лабораторных занятий		20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях		30
Итого		100

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
3 семестр			

КТ 1	Устный опрос	10	9-10 баллов – выставляется в том случае, если студент показывает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение величин, их единиц и способов измерения; материал изложен в логической последовательности; ответ самостоятельный. 8-9 баллов - ответ полный и правильный на сновании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя. 7-6 баллов - выставляется в том случае, если студент правильно понимает химическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении изучаемого материала; или допущена существенная ошибка; или ответ неполный, несвязный. 5-4 баллов - ставится, при ответе обнаружено непонимание учащимся содержания учебного материала; или допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить при наводящих вопросах преподавателя

КТ 2	Устный опрос	10	9-10 баллов – выставляется в том случае, если студент показывает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение величин, их единиц и способов измерения; материал изложен в логической последовательности; ответ самостоятельный. 8-9 баллов - ответ полный и правильный на сновании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя. 7-6 баллов - выставляется в том случае, если студент правильно понимает химическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении изучаемого материала; или допущена существенная ошибка; или ответ неполный, несвязный. 5-4 баллов - ставится, при ответе обнаружено непонимание учащимся содержания учебного материала; или допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить при наводящих вопросах преподавателя
КТ 3	Тест	5	Критерии оценки при тестировании (5 заданий) За каждый правильный ответ студенту начисляется по 1 баллу.

КТ 3	Реферат	5	Критерии оценки реферата (не более 5 баллов) 5 баллов. В процессе выступления студент демонстрирует умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения. 4 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи. 3 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи; обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели. 2 балла В процессе выступления студент не демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязке к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

Вопрос билета	Количество баллов

Теоретический вопрос	до 5
Задания на проверку умений	до 5
Задания на проверку навыков	до 5

Теоретический вопрос

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Задания на проверку умений и навыков

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задания выполнены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов»

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Опишите жизненный цикл технологической инновации на примере внедрения системы предиктивной аналитики в сервисной компании.
2. Перечислите и охарактеризуйте основные драйверы (движущие силы) технологических инноваций в эксплуатации ТТМК (экономические, экологические, социальные).
3. Что такое «Цифровой двойник» (Digital Twin) агрегата или машины? Каковы его функциональные возможности для оптимизации эксплуатации?
4. Раскройте суть концепции «Индустрия 4.0» и ее ключевых технологий (киберфизические системы, IoT, большие данные) применительно к управлению парком машин.
5. Дайте классификацию альтернативных источников энергии для ТТМК. Сравните преимущества и недостатки электропривода и водородных топливных элементов.
6. Что такое предиктивное (прогнозное) техническое обслуживание (PdM)? Как оно отличается от планово-предупредительного (ППР) и обслуживания по состоянию?
7. Опишите назначение и основные функции систем помощи оператору (например, на основе компьютерного зрения) в современных ТТМК.
8. В чем заключаются основные экологические вызовы для эксплуатации парка дизельной техники и каковы технологические инновации для их решения (стандарты Stage V, системы нейтрализации)?
9. Технологии дополненной реальности (AR) в техническом обслуживании и ремонте: принцип работы, оборудование, экономический эффект.
10. Беспилотные (автономные) ТТМК: области эффективного применения, уровни автономности, ключевые технологические составляющие (лидары, радары, GPS).
11. Аддитивные технологии (3D-печать) в обеспечении эксплуатации: примеры изготовления каких запчастей наиболее эффективны? Ограничения технологии.
12. Роль больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта в анализе отказов и оптимизации графиков загрузки машин.
13. Системы рекуперации энергии в гидравлических и электрических системах ТТМК. Принципы работы и потенциал экономии.
14. Инновационные материалы (композиты, керамика, упрочняющие покрытия) для повышения износостойкости рабочих органов. Примеры применения.
15. Технология блокчейн для отслеживания жизненного цикла узлов и агрегатов: как повышает прозрачность и снижает риски?
16. Виртуальные и аппаратные тренажеры-симуляторы для подготовки операторов: оценка эффективности по сравнению с традиционным обучением.
17. Модульность и унификация в конструкциях современных ТТМК как инновация, снижающая затраты на эксплуатацию и ремонт.
18. Методы оценки экономической эффективности внедрения технологической инновации (расчет снижения эксплуатационных затрат, повышения коэффициента технической готовности).
19. Как меняется роль и требования к инженерно-техническому персоналу (механикам, диагностам) в условиях цифровизации эксплуатации ТТМК?
20. Критерии выбора приоритетной инновации для внедрения на предприятии с большим парком разнородной техники.

Критерии оценки

13-15 баллов – выставляется в том случае, если студент показывает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение величин, их единиц и способов измерения; материал изложен в логической последовательности; ответ самостоятельный.

10-12 баллов - ответ полный и правильный на снованиии изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

8-9 баллов - выставляется в том случае, если студент правильно понимает химическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении изучаемого материала; или допущена существенная ошибка; или ответ неполный,

несвязный.

6-7 баллов - ставится, при ответе обнаружено непонимание учащимся содержания учебного материала; или допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить при наводящих вопросах преподавателя

Примерный перечень тем рефератов

Перспективы перевода ТТМК на альтернативные виды топлива: электричество, водород, СПГ/КПГ.

Электрификация строительной и складской техники: современное состояние, преимущества и вызовы.

Гибридные силовые установки в тяжелых ТТМК: анализ эффективности на примере автогрейдеров или погрузчиков.

Технологии рекуперации энергии в гидравлических системах ТТМК.

Инновационные системы нейтрализации выхлопных газов (SCR, сажевые фильтры) для дизельных двигателей Tier 4/Stage V.

Применение композитных материалов и высокопрочных сталей для снижения массы и увеличения ресурса ключевых узлов ТТМК.

Аддитивные технологии (3D-печать металлом) в производстве запчастей и ремонте: возможности для снижения простоев.

Инновационные покрытия и наплавки для повышения износостойкости рабочих органов (ковшей, отвалов, режущих кромок).

«Умные» материалы с памятью формы или самовосстанавливающиеся полимеры в конструкциях ТТМК: перспективы применения.

Критерии оценки реферата (не более 5 баллов)

5 баллов. В процессе выступления студент демонстрирует умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения.

4 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

3 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи; обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели.

2 балла В процессе выступления студент не демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Примерный перечень вопросов для УО для КТ 1

1. Опишите жизненный цикл технологической инновации на примере внедрения системы предиктивной аналитики в сервисной компании.

2. Перечислите и охарактеризуйте основные драйверы (движущие силы) технологических инноваций в эксплуатации ТТМК (экономические, экологические, социальные).

3. Что такое «Цифровой двойник» (Digital Twin) агрегата или машины? Каковы его функциональные возможности для оптимизации эксплуатации?

4. Раскройте суть концепции «Индустрия 4.0» и ее ключевых технологий (киберфизические системы, IoT, большие данные) применительно к управлению парком машин.

5. Дайте классификацию альтернативных источников энергии для ТТМК. Сравните преимущества и недостатки электропривода и водородных топливных элементов.

6. Что такое предиктивное (прогнозное) техническое обслуживание (PdM)? Как оно отличается от планово-предупредительного (ППР) и обслуживания по состоянию?

7. Опишите назначение и основные функции систем помощи оператору (например, на основе компьютерного зрения) в современных ТТМК.

8. В чем заключаются основные экологические вызовы для эксплуатации парка дизельной техники и каковы технологические инновации для их решения (стандарты Stage V, системы нейтрализации)?

9. Технологии дополненной реальности (AR) в техническом обслуживании и ремонте: принцип работы, оборудование, экономический эффект.

10. Беспилотные (автономные) ТТМК: области эффективного применения, уровни автономности, ключевые технологические составляющие (лидары, радары, GPS).

Критерии оценки

9-10 баллов – выставляется в том случае, если студент показывает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение величин, их единиц и способов измерения; материал изложен в логической последовательности; ответ самостоятельный.

8-9 баллов - ответ полный и правильный на сновании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

7-6 баллов - выставляется в том случае, если студент правильно понимает химическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении изучаемого материала; или допущена существенная ошибка; или ответ неполный, несвязный.

5-4 баллов - ставится, при ответе обнаружено непонимание учащимся содержания учебного материала; или допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить при наводящих вопросах преподавателя

Примерный перечень вопросов для УО для КТ 2

1. Аддитивные технологии (3D-печать) в обеспечении эксплуатации: примеры изготовления каких запчастей наиболее эффективны? Ограничения технологии.

2. Роль больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта в анализе отказов и оптимизации графиков загрузки машин.

3. Системы рекуперации энергии в гидравлических и электрических системах ТТМК. Принципы работы и потенциал экономии.

4. Инновационные материалы (композиты, керамика, упрочняющие покрытия) для повышения износостойкости рабочих органов. Примеры применения.

5. Технология блокчейн для отслеживания жизненного цикла узлов и агрегатов: как повышает прозрачность и снижает риски?

6. Виртуальные и аппаратные тренажеры-симуляторы для подготовки операторов: оценка эффективности по сравнению с традиционным обучением.

7. Модульность и унификация в конструкциях современных ТТМК как инновация, снижающая затраты на эксплуатацию и ремонт.

8. Методы оценки экономической эффективности внедрения технологической инновации (расчет снижения эксплуатационных затрат, повышения коэффициента технической готовности).

9. Как меняется роль и требования к инженерно-техническому персоналу (механикам, диагностам) в условиях цифровизации эксплуатации ТТМК?

0. Критерии выбора приоритетной инновации для внедрения на предприятии с большим парком разнородной техники.

Критерии оценки

9-10 баллов – выставляется в том случае, если студент показывает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение величин, их единиц и способов измерения; материал изложен в логической последовательности; ответ самостоятельный.

8-9 баллов - ответ полный и правильный на сновании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

7-6 баллов - выставляется в том случае, если студент правильно понимает химическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении изучаемого материала; или допущена существенная ошибка; или ответ неполный, несвязный.

5-4 баллов - ставится, при ответе обнаружено непонимание учащимся содержания учебного материала; или допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить при наводящих вопросах преподавателя

Примерный перечень тестовых заданий для КТ 3

1. Способность товаров более полно отвечать запросам покупателей в сравнении с другими аналогичными товарами, представленными на рынке»?

1. качество;
2. конкурентоспособность;
3. полезность.

Правильный ответ: 2

2. Управление – это:

1.процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимые для того, чтобы сформулировать и достичь целей;

2. особый вид деятельности, превращающий неорганизованную толпу в эффективно и целенаправленно работающую производственную группу;

3. эффективное и производительное достижение целей предприятия посредством планирования, организации и лидерства руководителя.

Правильный ответ: 1

3. Менеджмент – это:

1. процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимые для того, чтобы сформулировать и достичь целей;

2. особый вид деятельности, превращающий неорганизованную толпу в эффективно и целенаправленно работающую производственную группу;

3. эффективное и производительное достижение целей предприятия посредством планирования, организации и лидерства руководителя.

Правильный ответ: 3

4. Свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного есть его:

1. надёжность;
2. ресурс;
3. долговечность.

Правильный ответ: 3

5. Какие геометрические параметры могут быть выбраны в качестве диагностических?

1. свободный ход органа управления и суммарные люфты в механизмах вращения;
2. зазоры между рабочими элементами и размеры рабочих элементов;
3. все перечисленные.

Правильный ответ: 3

Критерии оценки при тестировании (5 заданий)

За каждый правильный ответ студенту начисляется по 1 баллу.

Примерный перечень тем рефератов для КТ 3

Перспективы перевода ТТМК на альтернативные виды топлива: электричество, водород, СПГ/КПГ.

Электрификация строительной и складской техники: современное состояние, преимущества и вызовы.

Гибридные силовые установки в тяжелых ТТМК: анализ эффективности на примере автогрейдеров или погрузчиков.

Технологии рекуперации энергии в гидравлических системах ТТМК.

Инновационные системы нейтрализации выхлопных газов (SCR, сажевые фильтры) для дизельных двигателей Tier 4/Stage V.

Применение композитных материалов и высокопрочных сталей для снижения массы и увеличения ресурса ключевых узлов ТТМК.

Аддитивные технологии (3D-печать металлом) в производстве запчастей и ремонте: возможности для снижения простоев.

Инновационные покрытия и наплавки для повышения износостойкости рабочих органов (ковшей, отвалов, режущих кромок).

«Умные» материалы с памятью формы или самовосстанавливающиеся полимеры в конструкциях ТТМК: перспективы применения.

Критерии оценки реферата (не более 5 баллов)

5 баллов. В процессе выступления студент демонстрирует умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения.

4 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

3 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи; обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели.

2 балла В процессе выступления студент не демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Смирнов Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 236 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/202997

Л1.2 Маслов Г. Г., Карабаницкий А. П. Техническая эксплуатация средств механизации АПК [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Специалитет. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212828

Л1.3 Маслов Г. Г., Карабаницкий А. П. Техническая эксплуатация средств механизации АПК [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Специалитет. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212828

Л1.4 Эйдис А. Л., Тинякова В. И. Инновационные процессы в управлении объектами сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 192 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/document?id=399351

Л1.5 Семенов А. К., Маслова Е. Л. Этика менеджмента [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, СПО. - Москва: Дашков и К, 2022. - 272 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/277703

Л1.6 Смирнов Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов [Электронный ресурс]:учеб. пособие для СПО. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 236 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/284069

дополнительная

Л2.1 Зангиев А. А., Скороходов А. Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 464 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130485

Л2.2 Гринцевич В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 194 с. – Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=442633

Л2.3 Михайлов А. С. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Электронный ресурс]:учеб. пособие для работы студентов по курсу «эксплуатация машинно-тракторного парка». направление подготовки 35.03.06 – агроинженерия. - Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019. - 134 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130820

Л2.4 Аллилуев В. А., Ананьин А. Д., Михлин В. М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка:учеб. пособие для вузов по специальности "Мех. сел. хоз-ва". - М.: Агропромиздат, 1991. - 367 с.

Л2.5 Гаркунов Д. Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин):учебник для вузов. - М.: МСХА, 2002. - 632 с.

Л2.6 Зангиев А. А., Шпилько А. В., Левшин А. Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка:учебник для студентов СПО по специальности 3106 "Механизация сел. хоз-ва". - М.: КолосС, 2007. - 320 с.

Л2.7 Высочкина Л. И., Данилов М. В., Сляднев Д. Н., Якубов Р. М. Эксплуатация машинно-тракторного парка:учеб. пособие (лаборатор. практикум) для студентов вузов по направлению "Агроинженерия". - Ставрополь: АГРУС, 2017. - 6,16 МБ

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 А. Т. Лебедев, Ю. И. Жевора, Н. П. Доронина, Р. В. Павлюк, А. В. Захарин, П. А. Лебедев, Н. А. Марьин, Е. В. Зубенко, Р. Р. Искендеров, А. С. Шумский, Е. Н. Глебова ; Ставропольский ГАУ Технологические инновации в сфере технологий и средств механизации в сельском хозяйстве:метод. материалы по выполнению практ. работ для студентов вузов по направлениям подготовки: 35.04.06 «Агроинженерия. Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве». - Ставрополь: АГРУС, 2020. - 1,94 МБ

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	ЭБС Лань	https://e.lanbook.com/?ref=dtf.ru

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Министерство сельского хозяйства Ставропольского края

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

для обучающихся по направлению - 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки - Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве

Ставрополь, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1…… 4
Лабораторная работа 2…… 17
Лабораторная работа 3…… 29
Лабораторная работа 4…… 41
Лабораторная работа 5…… 49
Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы……. 57

Автор-составитель: Баганов Николай Анатольевич, к.т.н., доцент

Рассмотрены и приняты на заседании кафедры ТССМ инженерно – технологического факультета, ФГБОУ ВО «Ставропольский аграрный университет».
От «31» августа 2022г. Протокол №1

Утверждены на заседании учебно-методической комиссии инженерно – технологического факультета, ФГБОУ ВО «Ставропольский аграрный университет».

От «31» августа 2022г. Протокол №1

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ

Продолжительность работы 4 часа.

Цель работы: Уметь составлять программу и методику испытания.

Содержание работы

Составить программу и методику испытания агрегата автомоби¬ля или трактора (по указанию преподавателя). Написать отчет о выполненной работе и сдать его преподавателю для проверки. В случае необходимости дать пояснения.

Рекомендуемые разделы программы и методики испытания

1. Программа испытания

В программу испытаний, как правило, включаются сле¬дующие разделы:

- Основание для проведения испытаний (распоряжение главного конструктора, появление рекламаций, просьба экс¬плуатирующих организаций и т.п.

Характеристику объекта испытаний с указанием пол¬ного наименования машины, индекса и обозначения, количества испытываемых образцов и их пробег (наработка) до начала ис¬пытаний, описание конструктивных особенностей, влияющих на измеряемые показатели, и другие сведений, в том числе о пре¬ дыдущей модели и об аналоге для сопоставления полученных результатов испытаний.

- Цель испытаний с указанием конкретных задач, которые должны быть решены как в процессе проведения эксперимен¬тов, так и по их завершении при анализе результатов.
- Общие положения с указанием:
- перечня документов на проведение испытаний;
- места и сроков проведения испытаний;
- перечня ранее проведенных испытаний, в том числе стендовых и по агрегатных, поясняющих состояние дора¬ботки конструкции;
- перечня руководящих документов, используемых при проведении испытаний;
- обоснования последовательности и методов проведения экспериментов.
- Подготовку объектов испытаний - приёмку автомобилей, обкатку, регулировку систем и механизмов (если это необходимо) монтаж и расположение испытательного оборудования,

настройку и тарировку аппаратуры.

Перед началом испытаний производят подготовку автомо¬биля к экспериментам, которая заключается в отборе, приёмке и обкатке образца. Способ отбора зависит от вида испытаний. Для контрольных испытаний нельзя отбирать лучшие образцы, уст¬ранять производственные дефекты, выполнять дополнительные регулировки и другие мероприятия, оказывающие влияние на качество изготовления и сборки автомобиля.

При приёмочных и ресурсных испытаниях можно перед началом экспериментов устранять случайные дефекты и неполадки, выполнять дополни¬тельные регулировки с целью приведения автомобиля в соответ¬ствие с требованиями технических условий и конструкторско-технологической документации. При приёмке автомобиля завод- изготовитель представляет организации, проводящей испыта¬ния, всю необходимую техническую документацию.

Техническое состояние автомобиля определяют при ос¬мотре, устанавливая исправность автомобиля в целом и его от¬дельных агрегатов с помощью средств технической диагности¬ки. Осмотр производят без снятия и разборки механизмов.

Ос¬мотром определяют:

-комплектность автомобиля в целом, его оборудования, снаряжения, инструмента и других составляющих, преду¬смотренных конструкцией;

- наличие видимых повреждений или некачественного вы¬полнения деталей, окраски, обивки, оборудования и др.;
- наличие неокрашенных поверхностей, не покрытых за¬щитными мастиками, коррозии, трещин, некачественной сварки, повреждённых стёкол, уплотнений, подтеканий, качество отделки и декоративных деталей.

При осмотре автомобилей текущего производства, кроме того, проверяется наличие знаков приёмки ОТК на агрегатах, пломб на механизмах (спидометр, карбюратор, щиток приборов и др.). Кроме того, проверяется:

- наличие предусмотренного техническими условиями ко¬личества масел и жидкостей в агрегатах и узлах;
- герметичность соединений гидравлических и пневмати¬ческих систем (тормозов, рулевого управления, регулято¬ров давления воздуха в шинах, приводов навесного и прицепного оборудования;
- затяжку креплений, шплинтовку;
- исправность тягово-сцепных устройств;
- состояние аккумуляторных батарей;
- регулировку подшипников колёс;
- компрессию в цилиндрах двигателя;
- температурные режимы работы агрегатов и систем;
- давление масла в двигателе;
- свободные хода органов управления;
- наличие зазоров трансмиссии;
- обороты холостого хода двигателя;
- давление в шинах, дисбаланс колёс;

- рабочие характеристики двигателя, агрегатов и систем.
- регулировку фар, приборов зажигания (опережение впрыска топлива и др.), регуляторов напряжения, натя¬жения ремней, зазоры в клапанном механизме, хода пе¬далей, регулировку тормозных механизмов, регулировку углов установки управляемых колёс.

Все результаты технического осмотра образцов заносят в журнал испытаний. К подготовительным операциям при ресурс¬ных испытаниях относится первоначальная проверка размеров деталей, износ которых будет определяться, и обязательная их маркировка.

Некоторые виды испытаний проводят с эталонными агре¬гатами, характеристики которых полностью соответствуют тех¬ническим условиям и не изменяются в процессе испытаний. Эталонные агрегаты применяет в тех случаях, когда изменение характеристик может отразиться на показателях эксплуатацион¬но-технических свойств автомобиля. К числу эталонных агрега¬тов относятся: топливоподающая аппаратура двигателей, рас¬пределитель и свечи зажигания, агрегаты и узлы тормозных сис¬тем и рулевого управления, амортизаторы, шины и др. Перед установкой на автомобиль проверяется сертификат на эталон-ный агрегат и производится обкатка.

После устранения дефектов, препятствующих нормальной безопасной работе автомобиля и его агрегатов, устанавливают испытательную аппаратуру или проводят подготовительные ра¬боты для её быстрого монтажа и настройки.

Обкатку нового автомобиля проводят в соответствии с требованиями заводской инструкции по эксплуатации машины с целью предотвращения повреждения деталей при больших на¬грузках и скоростях движения. Испытания, связанные с высоки¬ми скоростями движения и с большими нагрузками на детали, следует начинать после пробега 3...5 тыс. км, (окончательная приработка сопряжённых деталей достигается только после пробега 10.20 тыс. км.). Как правило, перед испытаниями

на¬значается дополнительная дорожная обкатка.

Ускорению приработки и предотвращению повышенных износов и повреждений (задиров) трущихся поверхностей дета¬лей способствует применение во время обкатки специальных масел и присадок (добавление в масла олеиновой или стеарино¬вой кислот в количестве до 1 % ускоряет процесс приработки почти в 2 раза).

Перед обкаткой на автомобиле все агрегаты проходят хо¬лодную (принудительное вращение) и горячую (для двигателя это работа на средних оборотах с использованием сертификат¬ного топлива) обкатки на стендах.

Техническое обслуживание автомобиля в процессе испы¬таний должно проводиться в соответствии с заводской инструк¬цией по эксплуатации и действующим положением о техниче¬ском уходе, обслуживании и ремонте.

Метеорологические условия оказывают существенное вли¬яние на стабильность результатов дорожных испытаний. Опре¬делять большинство эксплуатационно-технических параметров рекомендуется в сухую погоду при температуре воздуха от +5 оС до +25 оС. Скорость ветра не должна превышать 3 м/с. Изме¬ренную анемометром, скорость ветра, его направление, а также другие метеорологические условия фиксируют в журнале испы¬таний (или в протоколе).

Тепловые режимы агрегатов автомобиля обуславливаются их нагрузочными и скоростными режимами работы и темпера¬турой внешней среды. Тепловое состояние агрегатов испыты¬ваемых образцов контролируется дистанционными термометра¬ми. Перед началом испытаний агрегаты автомобиля должны быть прогреты пробегом, указанным в методике испытаний (обычно время пробега устанавливается от 30 мин. до I часа в зависимости от внешней температуры и условий испытаний).

Весовые состояния (нагрузка) автомобилей в процессе ис¬пытаний зависят от вида испытаний назначения экспериментов, интенсивности их проведения и указываются в методике испы¬ таний. При всех видах испытаний параметры, регламентируемые международными правилами, стандартами, инструкциями и другими нормативными документами, определяются при весовых нагрузках, указанных в этих документах.

При проведении испытаний должны строго соблюдаться меры по обеспечению безопасности водителей, обслуживающего персонала и наблюдателей , а также меры по обеспечению сохранности автомобиля и установленных на нем приборов и устройств. Водители -испытатели, должны иметь опыт вождения автомобилей с высокими скоростями, в сложных дорожных условиях, в экстремальных случаях. На испытываемом автомобиле могут находиться только водитель и один контролёр-испытатель. Оба должны быть пристёгнуты ремнями безопасности и иметь шлемы. При проведении испытаний, связанных с повышенной опасностью (на управляемость, на устойчивость, пассивную безопасность, движение с высокими скоростями, экстренное торможение и др.), на месте испытаний должны находиться представитель службы безопасности движения, медицинское и противопожарное обеспечение.

2. Условия и порядок проведения испытаний, где указываются:

- характеристика места и оборудования (специальные испытательные сооружения, дороги) для испытаний;

- метеорологические условия и допустимые отклонения условий испытаний от заданных в соответствующей документации или тактико-технических заданиях;

- требования к загрузке, техническому обслуживанию, заправке горюче-смазочными материалами и хранению испытываемой машины. При испытаниях автомобилей обязательным

условием является использование сертификатных горюче-смазочных материалов, (сертификат - это документ, удостоверяющий качество продукции). Топливо и смазочные материалы должны соответствовать маркам, указанным в инструкции по эксплуатации машины. Фактические характеристики применяемых материалов проверяют контрольными анализами. На весь период ис¬пытаний желательно организовать специальный пункт заправки топливом, маслами и рабочими жидкостями. Условия хранения испытываемых образцов должны ис-ключать возможность изменения технического состояния машин, нарушения их комплектности, регулировок, бес¬контрольной заправки топливом или его слива, замены смазок, неплановых ремонтов и т. п.;

- взаимодействие организаций, участвующих в испытаниях;
- материально-техническое обеспечение, в том числе раз¬личные технические средства, расходуемые материалы и запасные части, транспортное обслуживание, необходи¬мая конструкторская и технологическая документация;
- метрологическое обеспечение, включая применяемые из-мерительные приборы, необходимые для достижения требуемой точности результатов;
- тепловые режимы агрегатов в процессе испытаний;
- требования к квалификации основного и вспомогательного персонала, выполняющего испытания и обслуживание;
- общая организация испытаний - суточный пробег, обес¬печение отдыха испытателей, оплата труда и пр.
- требования по технике безопасности.

Объёмы испытаний, где предусматриваются:

- перечень этапов испытаний и экспериментов, их после-довательность;
- нагрузочные и скоростные режимы испытаний, их плано¬вые изменения;
- перечень количественных и качественных показателей эксплуатационных и функциональных свойств и пара¬метров машины, подлежащих определению;
- характеристики дорожно-климатических условий испы¬таний;
- продолжительность испытаний, в том числе посезонную;
- общая наработка (пробег) машины в процессе испытаний;
- цикличность испытаний (при необходимости).

Отчетность с указанием:

- перечня отчетных документов, оформляемых в процессе испытаний и после их завершения, порядок их согласо¬вания, утверждения, представления и хранения;
- требований рассылки или предъявления отчетных доку¬ментов.

Любой вид испытаний должен завершаться оставлением тех¬нического отчёта. В процессе испытаний оформляются протоколы, акты, журналы испытании, карты измерений, ведомости, которые при необходимости иллюстрируют фотографиями, осциллограм¬мами, графиками, схемами, таблицами и т. п. Эти материалы со¬ставляют основу технического отчёта, который строится по сле¬дующей схеме (в соответствии с ГОСТ 19 600-74):

- введение, определяющее цель и вид проведенных испы¬таний, основание для их проведения и организацию, про¬водившую испытания;
- техническую характеристику объекта испытаний;
- общие условия проведения испытаний;
- условия и методики проведения экспериментов, выпол¬ненный объём опытов, приборы и оборудование, приме¬нённые в испытаниях, их характеристики, результаты ис¬пытаний по всем разделам программы;
- данные осмотров, измерений износов, выявленные отка¬зы и неисправности, произведенные регулировки и ре¬монты, израсходованные запчасти;
- анализ и оценку результатов испытаний;
- перечень выявленных недостатков автомобиля, их при¬чины и рекомендации по устранению;
- заключение в соответствии с задачами отдельных видов испытаний.
- Приложения, в которых указываются: перечень норма¬тивно-технических документов,

применяемых при испытаниях, и другие отечественные и международные поясняющие или справочные материалы.

Пример программы испытания.

 По распоряжению главного конструктора составить программу ходовых испытаний заднего вещего моста грузо¬вого автомобиля ЗиЛ-5301 «Бычок».

 Объект испытаний.

Объектом ходовых испытаний является задний вещий мост грузового автомобиля ЗиЛ-5301 «Бычок». На испыта¬ния представляется один автомобиль с пробегом 120000 км. На автомобиль установлен образец заднего моста с наработ¬кой 60 моточасов.

 Цель испытаний.

Цепью испытаний является подтверждение нормального функционирования опытного образца заднего ведущего моста автомобиля в реальных условиях эксплуатации.

 Общие положения.

Перечень документов на проведение испытаний. До¬кументами на проведение испытаний являются: договор

между заказчиком и исполнителем, программа испытаний и методика испытаний.

Место и сроки проведения испытаний.

Испытания проводятся за испытательном полигоне в пери¬од с 14. 05 по 28. 05.

Проводимые ранее испытания.

Ранее проводились стендовые испытания данного моста в течение 60 моточасов со средней нагрузкой.

Руководящие документы, используемые при проведе¬нии испытаний.

При проведении испытаний используются следующие до¬кументы: программа испытаний, методика испытаний, правила техники безопасности проведения полигонных испытаний, ин¬струкция по эксплуатации автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок», ин¬струкция по эксплуатации опытного заднего моста.

Обоснование выбранного метода испытаний.

Выбранный метод испытаний позволит оценить функцио¬нирование опытного заднего ведущего моста автомобиля в ре¬альных условиях эксплуатации.

Условия и порядок проведения испытаний.

 Характеристика места и оборудования.

Испытания проводятся на испытательном полигоне, на ас-фальтобетонной и грунтовой трассе.

 Метеорологические условия проведения испытаний. Испытания проводятся в сухую погоду при температуре воздуха 10...25 °С, средней влажности.

 Требования к техническому обслуживанию и хране¬нию. Во время проведения испытаний обслуживание машины должно проводиться в соответствии с инструкцией по эксплуа¬тации, предоставляемой заказчиком. Хранение испытываемой машины необходимо осуществлять в закрытом ангаре для хра¬нения техники.

 Взаимодействие организаций, участвующих в испы¬таниях.

Во время испытаний допускается присутствие представи¬теля заказчика и других заинтересованных лиц (по согласова¬нию с исполнителем).

 Материально-техническое обеспечение.

Снабжение испытаний горюче-смазочными материалами,

инструментом, вспомогательными средствами, и транспортом берёт на себя исполнитель работ. Снабжение испытаний запас¬ными частями, необходимой конструкторской и технологиче¬ской документацией на машину возлагается на заказчика работ.

 Метрологическое обеспечение.

Испытательный полигон аттестован, каждое его испыта¬тельное сооружение проходит необходимую аттестацию в соот¬ветствии с требованиями. Все средства измерения (измеритель¬ные приборы) и инструмент, используемые при испытаниях, проходят соответствующую поверку и имеют действующую от¬метку поверителей.

 Требования к квалификации персонала.

К испытаниям допускаются: инженеры-испытатели не ни¬же 2-й категории, водители-

испытатели не ниже 2-го класса, слесари-испытатели не ниже 5-го разряда.

 Требования по технике безопасности.

При проведении испытаний должны выполняться требова¬ния по технике безопасности испытательных работ на полигоне, а также при эксплуатации, обслуживании и ремонте испытуемой машины и агрегатов.

 Объём испытаний.

 Перечень этапов испытаний.

В процессе испытаний машина должна пройти 70% пробе¬га по испытательной трассе с асфальтобетонным покрытием, притом первую половину этой дистанции - без нагрузки, а вто¬рую половину - с полной загрузкой 3 т. 30% пробега машина должна пройти по грунтовой испытательной трассе, также пер¬вую половину дистанции - без нагрузки, а вторую половину - с полной нагрузкой 3 т. Допускается перестановка этапов испыта¬ний по желанию исполнителя.

 Перечень количественных и качественных показате¬лей. В процессе испытаний оцениваются следующие показатели: внешнее состояние испытываемого ведущего моста, его внеш¬няя геометрия, температура моста в районе правой и левой сту¬пиц и редуктора.

 Продолжительность испытаний.

Испытания проводятся весной в течение 15 календарных
дней.

 Общая наработка (пробег).

Общий пробег в течение испытаний должен составлять 5000 км.

 Этапы и методы испытаний.

 Перечень основных пунктов входящих в методику проведения испытаний.

 Отчётность по результатам испытаний.

После завершения каждого этапа испытаний оформляется протокол испытаний, подписываемый руководителем работ. Не¬исправности и повреждения автомобиля или испытываемого опытного образца моста отражаются в соответствующем разделе протокола испытаний.

По результатам испытаний составляется отчёт в двух эк¬земплярах, подписываемый руководителем со стороны исполни¬теля и руководителем со стороны заказчика. Первый экземпляр отчёта остаётся у исполнителя, второй экземпляр передаётся за¬казчику.

 Перечень нормативно-технических документов, приме¬няемых при испытаниях (приложение) При проведении испыта¬ний используются:

 программа испытаний;

 методика испытаний;

 правила техники безопасности полигонных испытаний;

 инструкция по эксплуатации и ремонту грузового авто¬мобиля ЗИЛ-5301 «Бычок»;

 инструкция по эксплуатации и ремонту опытного образ¬ца заднего моста.

3. Методика испытания

В методику испытаний, как правило, включают следующие разделы:

 Объект испытаний - с указанием полного наименования машины, индекса и обозначения, количества испытываемых об¬разцов и их пробег (наработка) до начала испытаний;

 Цель испытаний - с указанием конкретных задач, кото¬рые должны быть решены как в процессе проведения, так и по их завершении при анализе результатов;

Условия и порядок проведения испытаний, где указыва¬ется:

 характеристика места и оборудования (специальные ис-пытательные сооружения, дороги) для испытаний;

 метеорологические условия проведения и допустимые отклонения условий испытаний от заданных в технических ус¬ловиях (ТУ) или тактико-технических заданиях (ТТЗ, ТЗ), или другой нормативной документации;

 требования к техническому обслуживанию, хранению испытываемой машины;

 взаимодействие организаций, участвующих в испытаниях;

 материально-техническое обеспечение, в том числе вспомогательные технические средства, расходуемые материалы и запасные части, транспортное обслуживание, необходимая конструкторская и технологическая документация на машину;

 метрологическое обеспечение, включая применяемые средства измерения (измерительные приборы и аппаратуру), не¬обходимые для достижения требуемой точности

эксперимен¬тальных оценок параметров;

- требования к квалификации персонала, выполняющего испытания и обслуживание;
- требования по технике безопасности.

Объём испытаний, где предусматривается:

- перечень этапов испытаний и экспериментов (проверок) и последовательность их проведения;
- перечень количественных и качественных показателей эксплуатационных свойств машины, подлежащих определению и оценке;
- продолжительность, в том числе посезонная;
- общая наработка (пробег) машины в процессе испытаний;
- цикличность испытаний (при необходимости).

Этапы и методы испытаний, где указывается:

- методика выполнения экспериментов (подробно по пунктам) для определения и оценки эксплуатационных свойств и характеристик машины;

- порядок и способы регистрации, обработки, анализа и оценки результатов испытаний;

- требования к достоверности и точности обработки получаемой информации;

- требования по технике безопасности эксперимента и охране окружающей среды.

4. Отчётность по результатам испытаний (протоколы испытаний, отчёт).

Пример составления методики испытания.

Методика испытаний.

1. Объект испытаний.

Объектом ходовых испытаний является задний ведущий мост автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок». На испытания представляется один опытный образец заднего ведущего моста установленный на испытательный автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок». На время начала испытаний: наработка ведущего моста - 60 моточасов, пробег - 0км.; пробег испытательного автомобиля 120000 км.

2. Цель испытаний.

Целью испытаний является подтверждение нормального функционирования опытного образца заднего ведущего моста автомобиля в условиях реальной дорожной эксплуатации.

3. Условия и порядок проведения испытаний.

3.1. Характеристика места и оборудования для испытаний. Испытания проводятся на испытательной асфальтобетонной и грунтовой трассе испытательного полигона.

3.2. Метеорологические условия проведения испытаний. Метеорологические условия проведения испытаний: сухая погода, температура воздуха - 10...25 °С, влажность - 60...75%.

3.3. Требования к техническому обслуживанию и хранению.

Во время проведения испытаний обслуживание и ремонт испытательного автомобиля и испытуемого моста должны проводиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации и ремонту. Хранение испытательного автомобиля на полигоне должно осуществляться в специальном ангаре для хранения техники.

3.4.Взаимодействие организаций, участвующих в испытаниях.

Во время испытаний допускается присутствие представителя заказчика и других заинтересованных лиц (по согласованию с исполнителем).

3.5. Материально-техническое обеспечение испытаний.

Снабжение испытаний горюче-смазочными материалами,

инструментом, вспомогательными средствами, транспортом, документацией по эксплуатации, обслуживанию и ремонту испытательного автомобиля берёт на себя исполнитель работ. Снабжение испытаний запасными частями, необходимой конструкторской и технологической

документацией опытного образца заднего моста возлагается на заказчика работ.

3.6. Метрологическое обеспечение испытаний.

Испытательный полигон имеет сертификат и проходит Необходимую метрологическую аттестацию в соответствии с требованиями. Измерительные приборы и инструмент, используемые при испытаниях, проходят соответствующую метрологическую поверку.

3.7.Требования к квалификации персонала.

К испытаниям допускаются: инженеры-испытатели не ниже 2-й категории, водители-испытатели не ниже 2-го класса, слесари-испытатели не ниже 5-го разряда.

4. Объём испытаний.

4.1. Перечень этапов испытаний и последовательность их проведения.

Этапы проведения испытаний: 1-й этап: движение по асфальтобетонной трассе без нагрузки - пробег 1750 км;

2-й этап: движение по асфальтобетонной трассе с полной нагрузкой (3 т) - пробег 1750 км;

3-й этап: движение по грунтовой трассе без нагрузки -пробег 750 км.

4-й этап: движение по грунтовой трассе с полной нагрузкой -пробег 750 км.

Общий пробег в процессе испытаний - 5000 км.

4.2. Перечень определяемых параметров.

В процессе испытаний оцениваются следующие показатели: внешнее состояние испытываемого ведущего моста, его внешняя геометрия, температура моста в районе правой и левой ступиц и редуктора.

4.3.Продолжительность испытаний.

Испытания проводятся в течение 15 календарных дней, каждая испытательная смена длится в течение 8 часов.

4.3. Продолжительность испытаний.

Испытания проводятся в течение 15 календарных дней, каждая испытательная смена длится в течение 8 часов.

4.4. Общий пробег (наработка) в процессе испытаний. Общая наработка в процессе испытаний должна составлять 5000 км.

5. Порядок проведения испытаний.

5.1. Методика выполнения испытаний.

При проведении испытаний проводить операции в следующей последовательности:

- Провести внешний контрольный осмотр испытательного автомобиля и испытываемого заднего моста перед каждой испытательной сменой;
- Проверить техническое состояние испытательного автомобиля: уровень смазки и охлаждающей жидкости в двигателе, состояние ходовой части;
- Запустить двигатель машины и вывести её из ангара хранения на испытательную трассу;
- Провести испытания на трассе в режимах, соответст¬вующих данной методике, в течение 8 часов;

После завершения каждого этапа испытаний оформляется протокол испытаний, подписываемый руководителем работ. Не-исправности и повреждения испытываемого заднего моста или испытательного автомобиля отражаются в соответствующем разделе протокола испытаний. Копии протоколов испытаний подшиваются в приложение отчёта испытаний.

По результатам испытаний составляется отчёт в двух эк¬земплярах, подписываемый руководителем со стороны исполни¬теля и руководителем со стороны заказчика. Первый экземпляр отчёта остаётся у исполнителя, второй экземпляр передаётся за¬казчику.

6. Содержание отчета

Составить программу и методику испытания агрегата ав¬томобиля или трактора (по указанию преподавателя). Напи¬сать отчет о выполненной работе и сдать его преподавателю для

проверки.

По окончании испытательной смены провести кон¬трольный осмотр и дефектовку испытательного автомобиля и испытуемого моста, все замеченные неисправности и недостат¬ки отразить в протоколе испытаний.

 Порядок и способы регистрации результатов испыта¬ний.

По окончании каждого этапа испытаний составить соот¬ветствующий протокол, в который внести данные о текущем со¬стоянии испытуемого опытного заднего моста, а также данные о состоянии испытательного автомобиля. Замеры температур, проведенные в процессе испытаний, заносятся в соответствую¬щий раздел протокола с указанием времени проведения замера и пробега.

 Требования к достоверности и точности результатов.

Достоверность полученных результатов испытаний дости¬гается путём их проведения на аттестованном испытательном полигоне и за счёт применения при испытаниях поверенных средств измерений (приборов) и инструмента, а также аттесто¬ванных и тестированных методик выполнения измерений (МВИ).

 Требования по технике безопасности и охране окру¬жающей среды.

При проведении испытаний должны выполняться требова¬ния по технике безопасности выполнения испытательных работ на полигоне, а также требования техники безопасности при экс¬плуатации, обслуживании и ремонте испытательного автомоби¬ля и испытуемого агрегата. Необходимо проводить мероприятия по недопущению загрязнения окружающей среды горюче¬смазочными материалами и техническим мусором.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Продолжительность работы 4 часа.

Цель работы

Ознакомиться с методикой испытания двигателей внут¬реннего сгорания, применяемыми приборами и дефектами, ко¬торые можно выявить при стендовых испытаниях.

Содержание работы

Сначала необходимо внимательно ознакомиться с пред¬ставленным ниже текстом и понять, какие требования предъяв¬ляются к подготовке испытаний, как они проводятся, и написать отчет о выполненной работе.

 Методика стендовых испытаний двигателей внут¬реннего сгорания

Испытания двигателей внутреннего сгорания (ДВС) рег-ламентируются специальными правилами (1585-82 и 2534-74), разработанными международной организацией по стандартиза¬ции (ISO). В нашей стране испытания ДВС проводятся для ав¬томобильных двигателей в соответствии с ГОСТ 14846-81.

Испытания ДВС проводятся на стендах со специальными тормозными установками -

гидравлическими, электрическими и индукторными. При этом испытания на стендах с электрически¬ми приводами реверсивного действия выгодно отличаются тем, что позволяют оценить работу двигателя в режимах принуди¬тельного холостого хода, определить механические потерн в нём, осуществить пуск без стартера, провести холодную обкатку после сборки.

Для проведения всех видов испытаний двигателей стенды должны быть оснащены не только тормозными установками с динамометрами, но и топливной, воздухопитающей, газовыво¬дящей. смазочной, охлаждающей, пусковой, противопожарной и другими системами.

В зависимости от программы испытаний стенды оснащаются специальным оборудованием и приборами, позволяющими имитировать различные условия работы двига¬телей и измерять необходимые параметры и показатели объек¬тов испытаний. Воздухопитающая система должна быть обору¬дована устройствами и приборами, обеспечивающими опреде¬ление расхода воздуха, его подогрева или охлаждения, влажно¬сти и запылённости. Топливная система стендов оснащается устройствами для определения расхода топлива на различных режимах работы ДВС, а системы охлаждения и смазки - устрой¬ствами для оценки теплоотвода в охлаждающую жидкость и масло. Для определения индикаторных показателей стенды ос¬нащаются соответствующими индикаторами и записывающими приборами.

В стендовых испытаниях ДВС в основном определяются:

- рабочие показатели и характеристики двигателя при ре-гулировках и комплектации, указанных заводом-изготовителем. Испытания проводятся как при полной подаче топлива, так и при частичных подачах топлива; дополнительно испытания про¬водятся без подачи топлива на режимах принудительного холо¬стого хода. По результатам испытаний строятся характеристики индикаторной мощности, внешняя скоростная характеристика, (в том числе с регуляторной ветвью), частичные характеристи¬ки, характеристики холостого хода, нагрузочные характеристи¬ки мощности и расхода топлива при постоянных частотах вра¬щения коленчатого вала, частичные характеристики при фикси¬рованной подаче топлива, а также при заданных законах изме¬нений частоты и нагрузки;
- детонационные характеристики;
- надёжность, включая безотказность и износостойкость;
- предельные показатели мощности и крутящего момента ДВС при исключении влияния параметров несовершенства тех¬нологии изготовления, заводских допусков на изготовление, ре¬гулировок приборов систем питания и зажигания.

Такие показатели получаются при изменении только одной характеристики (например, параметров опережения зажигания) в области устойчивой работы двигателя с полной нагрузкой, за пределами которой, как правило, происходит падение мощности и увеличение расхода топлива;

- шумность работы и вибрации двигателя:
- токсичность, включая пробы на разных режимах рабо¬ты, а также дымностъ.

Последний вид испытаний двигателей в настоящее время становится все более актуальным и законодательно обозначен¬ным для выполнения при диагностических мероприятиях. Эти испытания базируются на оценке составных компонентов вы¬хлопных газов.

Возникающие при сгорании топлива в двигателях автомо¬билей компоненты выхлопных газов делятся на вредные и без¬вредные. Окись углерода (CO), углеводороды (CH), окислы азо¬та (NOx), свинец (PЬ) и его соединения, двуокись серы (SO2), твёрдые частицы (например, сажа) - это вредные составляющие. В тоже время азот (N2), кислород (O2), двуокись углерода - уг¬лекислый газ (CO2) и водяной пар (H2O) - это безвредные веще¬ства. Соотношение этих составляющих определяется эксплуата¬ционным состоянием двигателя и качеством сгорания смеси, ко¬торая в свою очередь зависит от процесса смесеобразования, за-жигания, параметров камеры сгорания и систем впуска и выпус¬ка газов. Поэтому этот вид стендовых испытаний двигателей внутреннего сгорания требует избирательно и с высокой точно¬стью определять содержание всех компонентов выхлопных га¬зов. Это производится с помощью приборов, работающих по ме¬тоду инфракрасного излучения. Метод основан на способности указанных выше комп инфракрасное излучение, а именно излучение строго опреде¬лённой, характерной для каждого газа в отдельности, длины волны.

Азот является наиболее существенной составной частью воздуха, его доля равна 70 %. Он поступает в двигатель вместе с всасываемым воздухом и большей частью снова выходит из не¬го, не участвуя в процессе сгорания.

Кислород имеется в выхлопных газах в том случае, если из-за слишком бедной смеси или

плохого перемешивания в ка¬мере сгорания не весь кислород, содержащийся в воздухе, ис¬пользуется в процессе сгорания для окисления топлива.

Водяной пар н углекислый газ являются, как уже указыва¬лось выше, собственно конечными продуктами сгорания.

Окись углерода - это вредное вещество возникает, если из- за недостатка кислорода (О2) в смеси невозможно полное окис¬ление углерода (С) с преобразованием его в углекислый газ (СО). Поскольку окись углерода уже в малых концентрациях воздействует на компоненты крови (она соединяется с красными кровяными тельцами (эритроцитами) и тем самым уменьшает их способность к поглощению кислорода), то она в первую очередь привлекла внимание законодательных органов. Окись углерода стала той составной частью выхлопных газов, которая первой была включена в качестве компонента выхлопных газов, подле¬жащего обязательному контролю на автомобилях. Наибольшая концентрация СО создается в цилиндрах во время сгорания топ¬лива, в атмосфере окись углерода сравнительно быстро окисля¬ется, превращаясь в безвредный углекислый газ.

Как и в случае образования окиси углерода, недостаточное количество воздуха приводит к неполному сгоранию и вследст¬вие этого к эмиссии несгоревших ил частично сгоревших угле¬водородов. В выхлопных газах находятся, поэтому не только уг¬леводород, но и различные углеводородные соединения, в том числе ароматические углеводородные соединения, имеющие резкий запах и частично относящиеся к веществам, вызываю¬щим раковые заболевания, каковыми считаются, например, бенз-а-пирины или ненасыщенные углеводороды, которые под воздействием солнечного излучения в комбинации с окислами азота участвуют в образовании смога. Насыщенные углеводороды практически не имеют запаха, но имеют, однако, наркотическое действие и раздражают слизистые оболочки, правда, в легкой форме. Таким образом, высокие концентрации несгоревших углеводородов могут быть вредными для здоровья, кроме того, с ними связывают также гибель лесных насаждений.

Азот, который является главной составной частью воздуха, при нормальных температурах не соединяется с кислородом. Только при особенно большом подводе энергии, что имеет место в процессе сгорания топлива в двигателе при большом давлении и высокой температуре, происходит химическая реакция, в результате которой образуется окись азота (N0). После выхода из цилиндров окись азота продолжает соединяться с кислородом, образуя двуокись азота (NO2). NO и N02 считаются стабильными газами и обычно их объединяют под общим названием окислы азота и обозначают N0X. Высокая концентрация N0X вызывает раздражение органов дыхания и присущие отравлениям признаки. Длительное вдыхание окислов азота может привести к разрушению ткани легких.

Соединения свинца обычно используются в качестве антидетонационных средств. Именно поэтому они и оказываются в выхлопных газах двигателя. Кроме того, свинцовые добавки являются своеобразным смазочным средством для впускных и выпускных клапанов, поскольку отложения свинца на них уменьшает их износ. Соединения свинца действуют как клеточный яд на кровь, костный мозг и нервную систему.

Двуокись серы возникает за счёт окисления серы, содержащейся в топливе. Поскольку содержание серы в бензине весьма мало (< 0,1 %), то эмиссии двуокиси серы (SO2) особого значения не придается.

Сажа появляется только при экстремальной нехватке воз¬духа. Обычно таких условий на правильно отрегулированных бензиновых двигателях не возникает.

Большое влияние на возникновение трех важнейших вред¬ных веществ - окиси углерода (СО), несгоревших углеводоро¬дов (НС) и окислов азота (NOx) оказывает соотношение в смеси бензина и воздуха.

В среднем для полного сгорания 1 кг топлива требуется 14,7 кг воздуха. При такой так называемой стехиометрической смеси коэффициент состава смеси (или коэффициент избытка воздуха) лямбда равен 1 (X = 1).

По величине коэффициента состава смеси (коэффициента избытка воздуха) можно непосредственно судить о том, являет¬ся ли смесь бедной или богатой. Например, если X = 0,8, что со¬ответствует соотношению веса расходуемого воздуха к весу расходуемого топлива 0,8x14,4:1 = 11,76:1, то смесь является экстремально и излишне богатой. Минимальные значения окиси углерода достигаются при коэффициентах состава смеси X, пре¬вышающих 1.1. С этого значения доля окиси

углерода в вы¬хлопных газах практически не зависит от соотношения воздуха и топлива. В этом диапазоне двигатели работают с небольшим избытком воздуха. Система смесеобразования подает в двига¬тель воздуха больше, чем ему собственно необходимо для про-цесса сгорания. Предпосылкой для безукоризненного функцио-нирования моторов с бедной смесью является наличие мошной системы зажигания - особо бедные смеси, а также особо бога¬тые, требуют энергии зажигания, которая до 15 раз превышает значение этой энергии при X = 1. При значении коэффициента состава смеси X = 1,25 у двигателей обычной конструкции дос¬тигается предел воспламенения смеси, сверх этого значения смесь без использования специальных мер воспламенить невоз¬можно.

В диапазоне богатых смесей, то есть при значениях коэф¬фициента состава смеси, меньшем 1, доля окиси углерода CO выхлопных газах изменяется в зависимости от величины соот¬ношения воздуха и топлива практически линейно.

Исходя из ужесточения требований закона к эмиссии вы¬хлопных газов, изготовители двигателей усиленно стремятся сохранить значение коэффициента состава смеси в благоприят¬ном с точки зрения выброса вредных веществ диапазоне вблизи 1. Точное согласование процесса образования смеси, и системы зажигания на соответствующем двигателе привели к тому, что выброс окиси углерода современными двигателями резко уменьшился. Значения от 0,5 до 1.5 % по объему стали в настоя-щее время правилом. Таким образом, слишком высокое содержа¬ние CO всегда является признаком образования богатой смеси, например, как следствие неправильной регулировки карбюратора или нарушений в работе системы впрыска. Причинами могут стать также неправильный уровень поплавка, слишком высокое давление топлива, загрязненный воздушный фильтр, неисправная вентиляция картера коленчатого вала или некорректно работаю¬щее устройство прогрева двигателя.

Для несгоревших углеводородов (HC) также можно полу¬чить минимальное значение, а именно при значениях X прибли¬зительно равных от 1,1 до 1,2.

Точно также, как и содержание CO, доля углеводородов из-за неполного сгорания возрастает по мере увеличения коли¬чества топлива в смеси (то есть по мере того, как смесь стано¬вится все богаче).

Но и в диапазоне бедных смесей эмиссия углеводородов HC снова возрастает. Слишком низкие температуры во всасы¬вающем коллекторе и камере сгорания, неравномерное распре¬деление смеси, преждевременное прекращение горения смеси из-за воздействия холодных стенок цилиндров, замедление про¬цесса сгорания при очень бедной смеси, включая также перебои зажигания - все это ведет к резкому увеличению содержания HC в выхлопных газах. Нагрузка двигателя также изменяет эмиссию углеводородов. С повышением нагрузки уровень температуры в

камере сгорания увеличивается. Поэтому площадь зоны стенок цилиндров, на которой гасится пламя, по мере роста нагрузки уменьшается. Кроме того, более расширения и выпуска. Этот эффект вызывает снижение эмиссии несгоревших углеводоро¬дов по мере роста нагрузки двигателя. То же самое относится и к эмиссии окиси углерода CO. Прежде всего на абсолютное зна¬чение эмиссии HC в очень сильной степени влияют регулировка и работа системы, а также механическое состояние мотора.

Не¬правильная регулировка зажигания, нагар на свечах зажигания, дефектные кабели зажигания, тотальные перебои зажигания, не-герметичная система всасывания, неплотности в цилиндрах или неисправные клапаны впрыска являются причинами слишком большого содержания несгоревших углеводородов в выхлопных газах. Поэтому определение содержания в выхлопных газах уг¬леводородов, наряду с содержанием CO является важнейшей мерой для всесторонней диагностики двигателя.

Зависимость эмиссии окислов азота (NOx) от значения ко-эффициента состава смеси и протекает прямо противоположно тому, как она протекает в случае углеводородов. Хотя благодаря обеднению смеси углеводороды в значительной степени сгора¬ют, но остающийся свободный кислород вступает в реакцию с азотом, прежде всего из-за увеличивающейся температуры и по¬вышения давления в камере сгорания. Предпосылкой для име¬ющих практический смысл измерении является наличие стенда для проверки двигателя под нагрузкой (стенд проверки мощностных характеристик двигателя).

Причиной того, что при дальнейшем обеднении смеси со¬держание окислов азота снова снижается, является снижение температур в камере сгорания, которое снова наступает по мере увеличения коэффициента состава смеси, то есть по мере «раз¬жижения» смеси, количество

топлива в которой уменьшается. Тем самым снова устраняется предпосылка образования окислов азота.

С увеличением опережения зажигания, то есть всё боль¬шим смещением его в направлении раннего зажигания н связан¬ное с этим повышение температур в камере сгорания приводят к увеличению эмиссии окислов азота во всем диапазоне соотно¬шении воздуха и топлива.

Двуокись углерода или углекислый газ CO2 не является так называемым вредным веществом: как конечный продукт сгора¬ния он достигает максимума в так называемой стехиометриче¬ской точке при коэффициенте X = 1. Поэтому содержание CO; в выхлопных газах можно взять за меру, показывающую степень более или менее полного сгорания. Максимально возможное значение при коэффициенте X = 1 и идеальном полном сгорании составляло бы примерно 14 % по объёму. Чем больше содержа¬ние CO2 в выхлопных газах приближается к этому значению, тем полнее происходит сгорание и тем меньше доля окиси угле¬рода CO и несгоревших углеводородов HC. С другой стороны, при небольшом содержании вредных веществ в выхлопных га¬зах слишком низкое значение уровня CO; является признаком недопустимого разбавления выхлопных газов из-за наличия не¬герметичности или прогаров (дыр) в выхлопной системе.

Свободный кислород (O2) появляется в выхлопных газах при избытке воздуха в смеси. Как только значение коэффициен¬та X начинает превышать 1, происходит четкое увеличение со¬держания O2. Вместе с максимальной величиной уровня углеки¬слого газа содержание кислорода является однозначным показа¬телем перехода от диапазона богатых смесей к бедным смесям, а также признаком негерметичности в системе всасывания и в вы¬хлопной системе.

При температурах, превышающих 600 °C. в выхлопной си¬стеме происходит дальнейшее окисление CO и HC кислородом до H2O и CO2 , причем для повышения эффективности этого процесса возможно подведение вторичного воздуха вблизи вы¬пускных клапанов. Верхом достижения в этой области является так называемый термореактор. Он сконструирован таким образом, что при работе на богатых смесях, когда в выхлопных газах повышается содержание CO и HC, в газ добавляется воздух и эта смесь воспламеняется при высоких температурах, в резуль¬тате чего вредные вещества сгорают. Из-за повышенных расхо¬дов топлива при использовании термического дожигания эту технологию на большинстве современных автомобилей замени¬ла каталитическая система.

Впрочем, на некоторых автомобилях с катализаторами также производится подвод дополнительного воздуха, например, с целью более быстрого нагревания катали¬затора в фазе прогрева и достижения более лучшего дожигания при работе на холостом ходу.

В зависимости от применяемой концепции обработки вы¬хлопных газов различают три вида систем катализаторов:

- окисляющие катализаторы:
- двухконтурные (или двухступенчатые) катализаторы;
- 3-х компонентные катализаторы выхлопных газов, воз-действующие на такие компоненты выхлопа, как NOx, HC, CO (они могут быть регулируемыми и нерегулируемыми катализа¬торами).

Только 3-компонентные катализаторы обладают способно¬стью одновременно снизить содержание всех трех вредных ком¬понентов выхлопных газов CO, HC и NOx, причем в очень зна¬чительном размере. В сочетании с регулировкой коэффициента состава смеси 3-компонентный катализатор в настоящее время представляет собой наиболее эффективную систему очистки выхлопных газов и поэтому его применяют для выполнения са¬мых строгих предписаний по содержанию вредных веществ в выхлопе автомобилей.

Катализатор состоит из собственно активного каталитиче¬ского слоя, основы (носителя) для этого слоя и корпуса из стального листа. В качестве носителя каталитического слоя ис¬пользуются три системы:

- насыпная основа (европейскими изготовителями авто¬мобилей практически не применяется);
- керамические монолиты (наиболее распространены в настоящее время);
- металлические монолиты.

Керамические монолиты представляют собой керамиче¬ское тело, через которое проходит несколько тысяч маленьких каналов. По этим канатам протекает выхлопной газ. Керамика состоит из устойчивого к высоким температурам материала на основе магния, алюминия и кремния.

Чувствительный к ударам монолит эластично закрепляется в листовом корпусе. Для этого

ме¬жду стенками корпуса и носителем находится металлическая сетка из высоколегированной стальной проволоки диаметром примерно 0,25 мм. Эта сетка должна быть эластичной, чтобы предотвратить повреждения монолита вследствие допусков при изготовлении, различных коэффициентов расширения материа¬лов корпуса и основы, механических нагрузок при движении и действующих на керамическое тело газовых сил.

Металлические монолиты пока применяются редко. В большинстве случаев их устанавливают вблизи двигателей в ка¬честве так называемых предварительных или пусковых катали¬заторов в дополнение к главному катализатору, чтобы при пуске холодного двигателя быстрее достичь эффективности каталити¬ческого преобразования.

Керамические и металлические монолиты нуждаются в слое носителя из окиси алюминия («wash-coat» - «промывочное покрытие»), который увеличивает эффективную поверхность катализатора с коэффициентом 7000. Нанесенный на этот слой активное каталитическое покрытие у окисляющих катализато¬ров состоит их благородных металлов платины и палладия, у трехкомпонентных катализаторов - из платины и родия. Плати¬на ускоряет процесс окисления углеводородов и окиси углерода, родин способствует редукции (уменьшению) окислов азота. Ко¬личество благородных металлов в одном катализаторе составля¬ет примерно 2...3 грамма.

Требование, избирательно и с большой точностью опреде¬лять содержание всех компонентов выхлопных газов привели к тому, что из всех известных методов измерений в практике ос¬тался только метод измерений с помощью инфракрасного излу¬чения. На этом принципе работает прибор фирмы Бош ETT 008.14.

Прибор ETT 008.14 для измерения содержания CO также, как и все другие приборы для исследования выхлопных газов, относящиеся к системе проверочного оборудования ВовсЬ- Coinpac -TesI-System, управляется микропроцессором и в основ¬ном работает автоматически. Тем самым в значительной степени исключаются влияние на ход проверки окружающей среды и обслуживающего персонала.

После включения прибора осуществляется его самопро¬верка и цикл прогрева. После истечения времени прогрева, рав¬ного примерно 3 минутам, производится всасывание так назы¬ваемого «нулевого» газа, то есть воздуха, а также продувка газо¬вого тракта. После этого прибор готов к работе.

Измерение начинается с включения насоса. Также и в этом случае вначале примерно в течение 10 секунд снова всасывается чистый воздух и производится автоматическая установка нуля. Полученная в результате измерения величина запоминается микропроцессором прибора как действующее значение нуля. Только после этого магнитный клапан переключает газовый тракт на прохождение выхлопных газов.

Зависимость метода измерений от температуры учтена в вычислительной программе микропроцессора, который прово¬дит с этой целью контроль приёмной камеры. Учитывается так¬же барометрическая высота и частота сети.

В остальном процессор следит за всеми функциями прибо¬ра в плане соблюдения предписанных граничных величин. О не¬допустимых отклонениях сообщается пользователю и процесс проведения проверок немедленно прекращается. Измерения проводятся в процентах от общего объема (в % по объёму).

Наименьшее разрешение составляет 0,01 % по объёму. В про¬цессе измерении сообщается о следующих дефектах:

- неправильная регулировка карбюратора;
- неисправная система смесеобразования, образуется слишком богатая или слишком бедная смесь;
- неправильный уровень поплавка карбюратора;
- неисправность устройства обогащения смеси при уско¬рениях;
- неправильное число оборотов холостого хода;
- неправильная работа устройства обогащения смеси при прогреве двигателя;
- неисправная вентиляция картера коленчатого вала;
- прогар уплотнительной прокладки головки цилиндров;
- загрязнение воздушного фильтра;
- о функции катализатора, включая HC. если есть возмож¬ность проведения измерений до и после катализатора.

Оценка углеводородов (HC) производятся в частицах на миллион (ppt). 1000000 ppt =100 %

по объёму. Наименьшее раз¬решение 2 ppt. Выводится информация о следующих дефектах:

- неполное сгорание:
- неисправная система смесеобразования, перебои процес¬са сгорания из-за слишком бедной смеси:
- неисправная система зажигания, перебои зажигания, на¬пример, из-за отложения нагара на свечах, дефектных кабелей, неправильной установки зажигания:
- негерметичность в системе всасывания, неплотности в карбюраторе, в системе впрыска, в клапанах впрыска, негерме¬тичность впускных или выпускных клапанов:
- о функции катализатора, включая CO, если есть возмож¬ность проведения измерений до и после катализатора.

Измерения двуокиси углерода (CO2) проводятся в процен¬тах от общего объёма (в % по объёму). Наименьшее разрешение составляет 0,1 % по объёму. Выводится информация о следую¬щих дефектах:

- неполное сгорание (в связи с CO и HC);
- неточная регулировка системы смесеобразования, коэф¬фициента состава смеси X (в связи с CO и O2).

Измерения кислород (O2) проводятся в процентах от общего объема (в % по объёму). Наименьшее разрешение составляет 0,1 % по объёму. Выводится информация о следующих дефектах:

- неточная регулировка системы смесеобразования в связи с CO и CO2.

Измерения окислов азота производятся в частицах на мил¬лион (ppt). Наименьшее разрешение 5 ppt.

Выводится информация о следующих дефектах (только в сочетании с испытаниями на стенде по определению мощност- ных характеристик двигателя):

- о качестве функционирования системы очистки выхлоп¬ных газов от ядовитых (вредных) веществ в их связи с CO и HC;
- о работе системы обратного подвода выхлопных газов.

Измерение прироста HC (A HC) является методом, при ко¬тором можно избирательно оценить процесс смесеобразования и качество процесса сгорания в каждом отдельном цилиндре. Предпосылкой для проведения таких измерений служит наличие наряду с измерительным прибором, имеющим возможность оп¬ределения доли HC в выхлопных газах, также и моторного тес¬тера с приспособлением для короткого замыкания цилиндров, разработанным специально для проведения измерений дельты HC (A HC). Такие приспособления имеются у моторных тесте¬ров Бош MOT 301 и MOT 501.

При работе двигателя на холостом ходу в выхлопных газах создаётся вполне определенное содержание углеводородов HC.

Если замкнуть накоротко зажигание одного из цилиндров, то этот цилиндр полностью выбросит всю смесь, которая сме¬шается с остальными выхлопными газами. Соответственно это¬му увеличится замеренное содержание HC в выхлопных газах. Увеличение доли HC является масштабом для оценки состава смеси в данном цилиндре.

Богатая смесь вызывает большое увеличение содержания HC. небольшое повышение означает бедную смесь. Сравнение результатов измерений отдельных цилиндров между собой по¬казывает равномерность образования смеси для каждого цилин¬дра или соответственно, о присущих данному цилиндру дефек¬тах, являющихся причиной увеличения содержания HC.

Чтобы создать равные условия измерений для всех цилин¬дров, необходимо осуществлять короткое замыкание цилиндров и измерение HC в соответствии с точно определенной програм¬мой проведения этой операции, что в полной мере обеспечива¬ется в случае использования моторных тестеров Бош MOT 301 и MOT 501. Только в этом случае можно гарантировать однознач¬ные результаты измерений. Разумеется, что измерение прироста доли HC. то есть A HC следует производить только перед ката¬лизатором, поскольку преобразование углеводородов в катали¬заторе сведет на нет эффект возрастания содержания HC.

Измерение прироста доли углеводородов в выхлопных газах A HC обычно проводится на незагруженном двигателе при обо¬ротах холостого хода.

Как было указано, правила и методы испытаний двигате¬лей определяются соответствующими отечественными и меж¬дународными стандартами и специальными нормативными до¬кументами, но в некоторых странах используются национальные стандарты,

несколько отличающиеся предусматриваемой ком¬плектностью двигателя и его систем, формулами приведения результатов к стандартным (нормальным) условиям.

В международных каталогах встречаются результаты стендовых испытаний двигателей с показателями, определён¬ными по методикам стандартов DIN (Германия). SAI (США) и по другим методикам, на что необходимо обращать внимание при сопоставительных оценках.

Содержание отчета

В отчете о занятии ответить письменно на следующие вопросы.

Какими установками и стендами должен быть оснащен стенд для испытания двигателей?

- Какие показатели и характеристики определяются в стендовых испытаниях двигателей?
- Содержат ли выхлопные газы безвредные вещества? Ес¬ли да то, какие?
- На чем основан метод инфракрасного излучения?
- Участвует ли азот в процессе сгорания топлива?
- Содержат ли выхлопные газы кислород, если да то в ка¬ких случаях?
- Почему образуется окись углерода?
- Какой показатель характеризует качество рабочей смеси?
- Воспламенятся ли топливная смесь при коэффициенте избытка воздуха X=1,3?
- Какой показатель характеризует признак образования богатой смеси?
- Какие причины могут вызывать резкое увеличение со¬держания несгоревших углеводородов (CH) в выхлопных газах?
- О каких дефектах выводится информация на основании измерения уровня углеводородов CH, двуокиси углерода CO2, кислорода O2, окислов азота NOx?
- Как определяется и оценивается процесс смесеобразо¬вания в каждом цилиндре двигателя?
- Для чего предназначен термореактор? Принцип его действия.
- Какие существуют виды систем катализаторов и какой из них наиболее эффективен?
- Порядок работы прибора ETT 008.14 для измерения со¬держания CO?
- О каких дефектах сообщает прибор в процессе ETT 008.14 измерения?

Записать результаты испытаний двигателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСМИССИЙ

Продолжительность работы 4 часа.

Цель работы

Ознакомиться и понять методику проведения стендовых испытаний муфт сцепления, механических коробок передач, раздаточных коробок и коробок отбора мощности, автоматиче¬ских коробок передач, карданных передач и ведущих мостов.

Содержание работы

Внимательно прочитать и понять представленную ниже методику испытания трансмиссий на стендах и после этого со¬ставить отчет о выполненной работе и представить его для про¬верки преподавателю.

1. Стендовые испытания трансмиссий

Стендовые испытания трансмиссий имеют целью опреде¬ление параметров прочности, усталости, жёсткости, надёжности, внутренних энергетических потерь, температурных характери¬стик, специальных показателей работы отдельных элементов и других характеристик. В большинстве случаев испытания трансмиссий автомобилей проводятся на универсальных стен¬дах для оценки одновременно исследуемых многих показателей рабочих процессов.

Для испытаний отдельных узлов и агрегатов трансмиссии в настоящее время используются стенды как прямого нагруже¬ния с разомкнутым потоком мощности, так и стенды с замкну¬ тым контуром и с динамическим нагружением от маховых масс или от специальных нагрузочных устройств.

С целью повышения экономичности стендовых испытаний трансмиссий часто используются установки, использующие яв¬ление рекуперации мощности. При такой схеме нагружения можно автоматизировать процесс испытаний путём установки простых электронных программирующих устройств, позволяю¬щих создавать различные сочетания крутящих моментов и угло¬вой скорости при любой последовательности их чередования. В этом случае режимы стендовых испытаний приближаются к эксплуатационным, что даёт возможность более объективно оценивать характеристики объектов испытаний.

Испытания муфт сцеплений включают определение коэф¬фициента запаса-величины и стабильности момента трения, уп¬ругих деформаций элементов нажимного механизма, надёжно¬сти при повышенных частотах вращения, термостойкости фрик¬ционных элементов, исследование параметров балансировки, характеристик демпфера крутильных колебаний, износостойко¬сти фрикционных накладок, их намокаемости в воде и масле, коэффициента полезного действия (КПД) привода и некоторых других свойств.

Перед испытаниями механизм сцепления в сборе, сбороч¬ные единицы его привода, а также отдельные элементы, напри¬мер ведомый диск, подвергаются всем необходимым контроль¬ным измерениям и взвешиваниям, а вращающиеся детали, кроме того - балансировке. Упругие деформации элементов нажимно¬го механизма определяются при полном включении сцепления. Они измеряются индикаторами при установке сцепления на специальную плиту. Эти деформации не должны вызывать из¬менения хода нажимного диска более 10 % от теоретически про¬считанного.

Программы комплексных испытаний муфт сцеплений пре-дусматривают циклическую повторяемость процессов включе¬ния и выключения с имитацией различных режимов работы.

Для испытаний сцеплений применяются стенды, снабжён¬ные механизмами нагружения крутящим моментом и осевым усилием, а также устройствами измерения момента, осевого усилия, перемещения и угла закручивания.

Характеристика коэффициента запаса сцепления определя¬ется по результатам измерения крутящего момента, при котором начинается проскальзывание ведомого диска относительно ве¬дущих частей сцепления, закрепленных неподвижно. Перед сня¬тием этой характеристики поверхность фрикционных накладок ведомого диска прирабатывается с рабочими поверхностями ма¬ховика и нажимного диска. Крутящий момент измеряется при полном включении сцепления и вращении ведомого диска в двух направлениях с частотой вращения 2 об/мни.

В некоторых случаях вследствие влияния центробежных сил на передавае¬мый крутящий момент коэффициент запаса сцепления опреде-ляется при вращении сцепления с различной частотой вплоть до максимальной. При этом начало проскальзывания определяется по результатам сравнения показаний двух тахометров, установ¬ленных на ведущей и ведомой частях сцепления.

Для снятия характеристик нажимного механизма устанав¬ливается зависимость усилия на рычагах от их перемещения. Усилие может создаваться механическим или пневматическим устройством. Оно определяется динамометром, а перемещение рычагов - индикатором часового типа.

Характеристики гасителя крутильных колебаний опреде¬ляются при закреплении ступицы ведомого диска на шлицах не¬подвижного вала. При этом к диску прикладывается крутящий момент и замеряется угол его перемещения при постепенном увеличении момента (для построения петли гистерезиса). Кроме того, ведомый диск испытывается на центрифуге, где оценива¬ются его прочностные параметры от воздействия центробежных сил. В этом случае испытания проводятся при частоте вращения, в два раза превышающей максимальные обороты коленчатого

вала двигателя. Перед началом испытаний сцепление нагревает¬ся примерно до 250 °С.

Основными характеристиками привода, которые получают в лабораторных условиях, являются КПД привода и зависимость перемещения нажимного диска от хода педали сцепления. КПД привода оценивается по отношению работы, требуемой на пе¬ремещение нажимного диска, ко всей затраченной работе в про¬цессе выключения сцепления.

После снятия перечисленных выше характеристик меха¬низм сцепления в сборе и наиболее ответственную его часть - ведомый диск с фрикционной обшивкой - испытывают на цен¬трифуге. В процессе испытаний определяется надёжность дета¬лей при воздействии центробежных сил. Ведомые диски и сцеп¬ление в сборе легковых автомобилей проверяют при частоте вращения, превышающей в 2 раза, а грузовых автомобилей в 1,5 раза максимальную частоту вращения коленчатого вала двига¬теля. Испытания проводятся обычно в течение 15 мин.

Перед началом испытаний сцепление или отдельно ведомый диск с на¬кладками нагреваются до температуры 250 °С. По окончании испытаний детали тщательно осматриваются с целью обнаруже¬ния возможных повреждений

Испытания на надёжность, включая испытания на долго¬вечность и износостойкость механизма сцепления в сборе и от¬дельных эго элементов, проводятся, как правило, на стендах, снабженных ведущей массой, момент инерции которой соответ¬ствует моменту инерции вращающихся и поступательно дви¬жущихся масс автомобиля. При этом ведущая масса, соединён¬ная с электродвигателем стенда, обычно значительно превышает ведомую массу. Ведомая (нагрузочная) масса подбирается по суммарной массе вращающихся частей трансмиссии с учётом её общего передаточного числа. Ведомая масса, как правило, со-стоит из набора дисков, позволяющих регулировать режимы на-гружения сцепления.

Испытания заключаются в периодическом включении сцепления и свободном ускорении ведомой массы до

частоты вращения равной частоте вращения ведущей массы, по¬сле чего сцепление выключается и осуществляется торможение ведомой массы. Затем цикл повторяется. Надёжность сцепления лимитируется стойкостью фрикционных накладок и других де¬талей, подверженных износу и усталостным разрушениям. По¬этому большой объём составляют испытания отдельно взятых фрикционных накладок, шарниров и рычагов нажимного диска, пружин и выжимных подшипников, в процессе которых обяза¬тельно определяются сопротивление усталостным разрушениям, термостойкость, износостойкость, а для накладок ещё и ста¬бильность коэффициента трения.

Испытания механических коробок передач, раздаточных коробок и коробок отбора мощности в основном регламентиру¬ются соответствующими отраслевыми стандартами (ОСТ) для автомобилей и включают: определение надёжности, статистиче¬ской прочности (по нагрузкам, разрушающим наиболее слабое звено), жёсткости конструкции, изгибного и контактного сопро¬тивления, усталости зубчатых зацеплений, величины и положе¬ния пятен контактов зубьев шестерен всех передач под нагруз¬кой, долговечности подшипников. коэффициента полезного действия, построение температурной характеристики (по време¬ни непрерывной работы в режиме максимальной мощности дви¬гателя), определение качества уплотнений, оценки уровня виб¬раций и шума, лёгкости переключения передач, качества работы синхронизаторов, муфт переключения и механизмов управле¬ния. При испытаниях на надёжность определяется долговеч-ность шестерён (по изгибной и контактной усталости зубьев), подшипников качения (по контактной усталости и износу), подшипников скольжения муфт переключения передач, синхро-низаторов, торцевых поверхностен шестерён, сальников, картера и опор агрегатов. Кроме того, исследуется влияние различных конструктивных и технологических факторов на работу этих ре¬дукторов.

Стенды, применяемые для испытаний механических ре¬дукторов автомобилей, должны создавать требуемые нагрузоч¬ные и скоростные режимы, дозировать и контролировать их во всём рабочем интервале, а также обеспечивать регулировки температурных условий работы агрегатов. Для этих испытаний применяются как стенды разомкнутого типа (стенды с прямым потоком мощности), в которых нагружение осуществляется тормозными устройствами, так и стенды замкнутого типа (с за¬мкнутым потоком мощности) с нагружением внутренними си-лами, возникающими в результате предварительного и принуди-тельного закручивания валов кинематического контура.

На стендах первого типа обычно проводятся кратковре¬менные несложные испытания, тогда как стенды второго типа, как более экономичные, нашли применение для длительных ис¬пытании.

Испытания редукторов в основном проводятся при нагруз¬ках, близких к максимальным крутящим моментам двигателя на каждой передаче, либо по специальным программам, разрабо¬танным на основе изучения нагрузочных режимов в условиях реальной эксплуатации. Однако следует учитывать, что макси¬мальный крутящий момент двигателя используется у автомоби¬лей не часто - около 10 % от общего времени эксплуатации. Вместе с тем иногда на трансмиссию передаётся крутящий мо¬мент выше максимального расчётного по двигателю.

Простые одноступенчатые испытания деталей коробок пе¬ремены передач и других редукторов в гармоническом режиме нагружения проводятся на стендах любых схем построения. Од¬нако, по экономическим соображениям предпочтительнее выби¬рать стенды с резонансным приводом, позволяющим при не¬больших затратах энергии реализовывать высокую частоту и величину нагрузок.

На рис. 1 показаны схемы таких стендов, разработанных фирмой «Шенк».

Рисунок 1. Схемы установок фирмы «Шенк» для испытаний коробок передач:

а) без отбора мощности, б) с отбором мощности;

1 и 2 - статор и вал ротора поворотного цилиндра: 3 - крутильный измери¬тельный динамометр; 4 - испытываемые коробки передач: 5 - замыкающие зубчатые передачи нагружающего момента: 6 - вал затяжки контура: 7 - электродвигатель привода валов: 8 - основной электродроссельный усили¬тель поворотного гидроцилиндра закрутки кинематической цепи стенда; 9 - гидроцилиндр нагружения валов отбора мощности

Для нагрузок до 600 кН предпочтительнее использовать механические резонансные стенды, при нагрузках свыше 600 кН следует использовать гидрорезонансные стенды. К недостаткам резонансных стендов следует отнести ограничения по демпфи¬рующим свойствам и деформациям испытываемого объекта, а также недостаток свободы выбора частотных параметров на¬гружения.

Механизмы переключения передач испытываются по спе¬циальным программам на стендах с электрическим или пневма¬тическим приводом включения и выключения. Испытания со¬стоят в последовательном включении и выключении передач на частоте вращения, составляющей 75 % от максимальных оборо¬тов каждой передачи. Испытания проводятся до тех пор, пока не станет прослушиваться характерный шум, создаваемый зачаты¬ ми колёсами, свидетельствующий об износе механизмов пере¬ключения передач.

Испытания автоматических коробок передач входящих в состав автоматических автомобильных или тракторных транс¬миссий, дополнительно включают исследования зависимости момента переключения от скорости движения машины и нагруз¬ки ведомом валу, а также характеристики управляющих систем и моменты трения в тормозах и фрикционах коробки.

Гидромеханические передачи (ГМП) подвергаются испы¬таниям на специальных стендах. Их методика регламентирована ГОСТ 12118-75. В этих испытаниях определяется безразмерная характеристика гидротрансформатора, включая зависимости ко¬эффициента трансформации крутящего момента, коэффициента полезного действия и входного момента от передаточного числа механизма.

Испытания проводятся на режиме постоянного крутящего момента на ведущем валу в пределах от 0,5 до 0,9 максимально¬го крутящего момента двигателя.

Статическая прочность гидропередачи определяется при передаточном числе, равном нулю, и моменте на входе, боль¬шем максимального значения момента двигателя.

Кроме того, на стендах определяется герметичность, проч¬ность и долговечность уплотнений, а также долговечность муфт свободного хода.

Кроме того, на стендах определяется герметичность, проч¬ность и долговечность

уплотнений, а также долговечность муфт свободного хода.

Испытания на работоспособность предусматривают опре¬деление возможностей гидропередачи выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных соответствующей технической документацией. Поэлементно в гидродинамических передачах испытываются все основные узлы: гидротрансформатор, насосы, фрикционные

механизмы, муфты свободного хода, зубчатые передачи и меха¬низмы блокировки выходного вала.

При испытаниях на долговечность автоматических коро¬бок передач и ГМП в сборе определяется время работы (число циклов), в течение которого объект испытаний сохраняет рабо¬тоспособность. Нагрузка при этих испытаниях создаётся или та¬кой же как при работе ГМП на автомобиле в условиях эксплуа¬тации, или увеличенной для ускорения испытаний.

Превышение числа циклов до наступления предельного состояния, которое возникает за время реальной эксплуатации, характеризует, так называемый, «запас» потенциальных свойств объекта испытаний. Однако чрезмерное увеличение циклов на¬гружения и форсирование режимов испытаний может привести к искажённым и даже неправильным результатам. Поэтому вре¬менные параметры и режимы ускоренных испытаний выбира¬ются после тщательного анализа нескольких пробных экспери¬ментов, чтобы характер разрушений или предельного износа де¬талей был эквивалентен эксплуатационному.

Стендовые испытания карданных передач проводятся в со-ответствии с ГОСТ 14023-81 и включают измерение всех линей¬ных и угловых размеров, зазоров в соединениях, определение уси¬лия осевого перемещения шлицевого вала в шлицевой втулке, ра¬диального биения трубы карданного вала, контроль качества свар¬ных швов и плавность работы карданных шарниров.

Испытания начинаются с определения прочности под ста¬тической нагрузкой крутящим моментом до разрушения слабого звена. Затем исследуется вибрация и производится балансиров¬ка. При динамических испытаниях на специальных стендах, оценивается критическая частота вращения до появления изгиб- ных колебаний, а также КПД передачи. Критическая частота вращения устанавливается при постепенном увеличении оборо¬тов до расчётного значения, которое должно превышать на 30 % частоту вращения карданной передачи, соответствующую мак¬симальной скорости движения машины.

При испытаниях по оценке долговечности карданной пе¬редачи программируются изменения нагружения по четырём исследуемым параметрам: крутящему моменту, частоте враще¬ния, углу между ватами и осевому перемещению в шлицевом соединении.

Карданные передачи в условиях эксплуатации работают как при постоянных режимах нагружения (например, во время движения автомобиля с постоянной скоростью), так и при пере¬менных нагрузках (например, при трогании машины с места или при движении по пересечённой местности). Поэтому испытания карданных передач на стендах проводятся как при фиксирован¬ном значении крутящего момента, обычно близкого к макси¬мальному, так и при переменных крутящих моментах в соответ¬ствии с заданной программой экспериментов.

Безотказность карданных передач в специфических усло¬виях эксплуатации проверяется на специально оборудованных установках, например, на стендах с грязевой или водяной ван¬нами, в пылевой или климатической камерах.

В основном испытания карданных передач проводятся на крутильных машинах и инерционных стендах с изменением действующего крутящего момента во времени и по величине. Динамические нагрузки создаются в соответствии с реально действующими в эксплуатации по специальным программам.

Стендовые испытания ведущих мостов проводятся как в сборе, так и поэлементно в соответствии с действующими нор¬мативными документами. Испытываются основные узлы и дета¬ли ведущих мостов: главная передача, дифференциал, полуоси, балка моста, поворотные кулаки (управляемых ведущих мостов полноприводных автомобилей).

Методически процесс испыта¬ний главных передач схож с испытаниями коробок передач. При определении статистической прочности и жёсткости ведущих мостов обязательно соблюдается схема нагружения балок мос¬тов, соответствующая приложению вертикальных нагрузок от подвески или несущей системы.

В сварных конструкциях картер ведущего моста доводится до разрушения скручивающей нагрузкой с целью определения качества сварных швов.

При динамических испытаниях определяется КПД ведуще¬го моста, коэффициент

блокировки дифференциала, долговеч¬ность зубьев шестерён главной передачи, подшипников, деталей дифференциала, сальников и других уплотнении, полуосей и балки моста.

Основной причиной отказов ведущих мостов являются по-вреждения шестерён главной передачи, режим работы которых в трансмиссии наиболее тяжелый вследствие высокой нагрузки и частого её изменения, причём в широких пределах приложенно¬го крутящего момента и скорости вращения.

Долговечность полуосей определяется на стендах цикли¬ческого знакопеременного нагружения крутящим моментом по программам, включающим блоки низкочастотных и высокочас¬тотных нагрузок со ступенчатым изменением амплитуды коле¬бательных процессов.

Сопротивление усталости балок мостов оценивается путём испытаний на специальных стендах-пульсаторах, создающих длительную переменную нагрузку.

Для испытаний ведущих мостов в основном используются стенды с замкнутым потоком мощности.

Ускоренным стендовым испытаниям наиболее часто под¬вергаются трансмиссии в сборе, включающие в общем случае коробку передач, раздаточную коробку, ведущий мост и конеч¬ ную передачу. Такое сочетание агрегатов обусловлено тем, что и коробка передач, и раздаточная коробка, и ведущий мост, и конечная передача содержат зубчатые зацепления, подшипники, валы, а подход к их испытаниям в основном - идентичен.

На стендах могут имитироваться как обычные эксплуата¬ционные нагрузки, так и повышенные динамические различного характера для создания условий ускоренных испытаний.

В основу методики ускоренных испытаний положена каче¬ственная идентичность повреждений деталей по виду и характе¬ру промежуточных и предельных состояний, полученных в стендовых условиях и при реальной эксплуатации машины. Ус¬корение испытаний достигается за счёт сокращений перерывов в работе, увеличения числа циклов и повышения уровня нагруже¬ния узла или агрегата по сравнению с эксплуатационными ре¬жимами, усиления воздействия факторов, связанных с влиянием окружающей среды и различных внешних воздействий.

Для оценки достоверности результатов стендовых испыта¬ний применяется коэффициент сопоставимости отказов и изно- сов на стенде и в условиях рядовой эксплуатации. Критерием разрушения обычно служит полная потеря деталью несущей способности. Иногда за критерий разрушения принимается на¬чало образования макротрещин, определяемых визуально или с помощью дефектоскопа. Факт разрушения детали или узла ино¬гда устанавливается по резкому изменению режима работы ис¬пытательного стенда: падению нагрузки, изменению её ампли¬туды и частоты, росту деформаций в объекте испытаний, появ¬лению дополнительных шумов и вибраций и др.

При стендовых испытаниях элементов фрикционных сбо¬рочных единиц воспроизводится суммарная работа трения, ко¬торая имеет место при работе машины в условиях эксплуатации и определяется статистическими методами по результатам экс¬плуатационных испытаний.

На стенде устанавливаются две трансмиссии 5 и 6 с разда¬точным редуктором 3, двумя боковыми редукторами 4 и кар¬данными валами, образующими замкнутый контур, который на¬гружается статическим крутящим моментом за счёт предвари¬тельного закручивания упругих элементов стенда и трансмиссий с помощью механизма нагружения 2. Вращение от приводного двигателя 1 передается через редуктор 3 к испытываемым трансмиссиям. При этом мощность двигателя затрачивается только на преодоление сил трения в контуре, а эффект ускоре¬ния испытаний по времени достигается предварительным на-гружением контура крутящим моментом, превышающим экс-плуатационный. Значение крутящего момента, нагружающего контур, выбирается либо по мощности двигателя испытываемой машины, либо из условий реализации крутящего момента по сцеплению её движителя с опорной поверхностью.

Ускорение испытаний достигается также за счёт увеличе¬ния крутящего момента, передаваемого трансмиссией на каждой передаче. Этот стенд не позволяет воспроизводить в испыты¬ваемых трансмиссиях переменный крутящий момент.

В реальных условиях эксплуатации при установившемся режиме движения машины крутящий момент меняется как по частоте, так и по амплитуде, характерными для определённой модели автомобиля и дорожного покрытия, по которому дви¬жется автомобиль.

При разгоне машины момент в трансмиссии значительно превышает момент, передаваемый при установившемся движении.

Схема, приведенная на рис. 3, иллюстрирует дальнейшее развитие стенда, представленного

на рис. 2.

Рисунок 2. Схема стенда с замкнутым контуром мощности

Такой стенд обеспечивает периодическое изменение кру¬тящего момента в замкнутом контуре трансмиссии (см. рис. 3а).

Рисунок 3. Схема развития стенда с замкнутым контуром мощности

Это достигается за счёт обеспечения различных углов закручи¬вания валов с помощью планетарного нагружателя 11, располо¬женного между раздаточным редуктором 3 и испытываемыми трансмиссиями 5 и 6. Двигатель 9 нагружателя приводит в дви¬жение кривошипно -шатунный механизм 10 с переменным ра¬диусом кривошипа воздействующий через зубчато-реечный ме¬ханизм на солнечную шестерню планетарного нагружателя 11.

Частота вращения двигателя 9 обусловливает частоту изменения

момента в контуре, а радиус кривошипного механизма - ампли¬туду его колебаний. Загрузка замкнутого контура статическим крутящим моментом осуществляется нагружателем 11 при вра¬щении электродвигателя 12. стенда состоит также в том, что на нём обеспечивается пульсация изгибающих нагру¬зок на полуосях и корпусных деталях трансмиссии с помощью гидропульсаторов 7 и 8, управляемых механизмом 16. На таком стенде обеспечиваются также периодически повторяющиеся пускоостановочные режимы работы испытываемых трансмис¬сий путём последовательного включения и выключения фрик¬ционной муфты 13 при помощи механизмов 14 и 15. Этот режим работы стенда обеспечивает повышенную загрузку элементов трансмиссии.

Наряду со стендами с замкнутым силовым контуром для ускоренных ресурсных испытаний используются также стенды с открытым контуром или с рекуперацией мощности. Такие стен¬ды проще по конструкции, потребляют меньше энергии, зани¬мают меньшие площади и поэтому достаточно распространены в практике испытаний. В качестве примера такой установки на рис. 3б приведена схема стенда с открытым нагружающим кон¬туром для испытаний трансмиссионных редукторных механиз¬мов. Здесь в качестве приводного устройства используется элек¬тродвигатель 1 постоянного тока, а нагружение всего контура осуществляется электротормозом 17.

Отдельные зубчатые передачи в коробках перемены пере¬дач, в раздаточных коробках, в коробках отбора мощности и в бортовых передачах испытываются в ускоренном режиме, как правило, в тех же картерах, в которых они изначально собраны и работают на машине, в целях воспроизведения реальных усло¬вии их работы (режима смазывания, идентичности жёсткости валов, опор и корпусных деталей, температурного режима и др.). Если же целью испытаний является оценка влияния на дол¬говечность зубчатых передач, их конструктивных особенностей или технологии изготовления (геометрии зацепления зубчатых колес, материала из которого они изготовлены, вида термообра¬ботки, чистоты поверхности и др.) то при прочих равных усло¬виях испытаний их целесообразнее проводить в специальных универсальных корпусах. Такие стендовые установки меньше по габаритам, дешевле в изготовлении и эксплуатации, потребляют меньше энергии, но менее точны, так как не воспроизводят пол¬ностью реальные нагрузки.

В тоже время обязательно следует учитывать, что исследо¬вание различных характеристик, в том числе прочностных свойств и долговечности, отдельных деталей и простейших узлов позволяет существенно уменьшить стоимость испытаний агрега¬тов и систем в целом, изготовить больше опытных образцов и изучить развитие повреждений при однотипных режимах, так как в этом случае эксплуатационную нагруженность отдельной дета¬ли или отдельного элемента всегда можно воспроизвести проще и более точно, чем при стендовых испытаниях агрегата.

Это очень важно, так как такая методика позволяет заранее определить слабое звено, модернизировать его и решать многие вопросы повышения технического уровня агрегатов, систем и полнокомплектных автомобилей.

- Содержание отчета

В отчете о занятии ответить письменно на следующие вопросы. Сначала пишется вопрос, потом - ответ.

1. Из каких агрегатов состоит трансмиссия?
2. Какова цель испытаний?
3. Какие показатели определяют при испытании муфт сцеплений?
4. Как определить коэффициент запаса сцепления?
5. Как испытывают ведомый диск?
6. Как проводится испытание на надежность?
7. Какие показатели определяются в процессе испытания механических КПП, раздаточных коробок и коробок отбора мощности?
8. Чем отличается стенд разомкнутого типа от стенда за¬мкнутого типа?
9. В чем состоят испытания механизма переключения передач?
10. Какие узлы в гидромеханической передачи испыты¬вают поэлементно?
11. Что определяется при испытании на долговечность в автоматической КПП и гидромеханической передаче в сборе?
12. Какие узлы и детали ведущих мостов подвергают ис¬пытанию?

- Как определяется качество сварного шва у неразъем¬ного ведущего моста?
- Что определяется при динамических испытаниях?
- Что учитывается при составлении программы испы¬таний ведущих мостов?
- Почему трансмиссию в сборе подвергают ускорен¬ным испытаниям?
- Как определить продолжительность ускоренных стендовых испытаний при одинаковой частоте вращения на стенде и в условиях реальной эксплуатации?
- Что включает в себя наиболее простая схема с замк¬нутым контуром?
- Какая (по величине) требуется мощность приводного двигателя стенда?
- Чем достигается эффект ускорения испытания по времени?
- Из каких элементов состоит стенд для ускоренных испытаний при периодическом изменении момента?
- В каком случае проводятся испытания зубчатых пе¬редач в специальных универсальных корпусах?

Предоставить результаты измерений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ТЯГОВО-СКОРОСТНЫЕ СВОЙСТВА И ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Продолжительность работы 4 часа.

Цель работы

Ознакомиться с методикой испытания автомобилей на тя¬гово-скоростные свойства (максимальная скорость, приеми¬стость, тяговые характеристики, преодолеваемые подъемы), а также топливную экономичность.

Содержание работы

Сначала необходимо внимательно ознакомиться с пред¬ставленным ниже текстом и понять методику проведения испы¬таний автомобилей на тягово-скоростные свойства и топливную экономичность, и написать отчет о выполненной работе.

 Испытания автомобилей на тягово-скоростные свойства

Тягово-скоростные свойства определяют способность авто¬мобиля достигать наибольшую скорость движения на отдельных участках пути и среднюю скорость на маршруте в заданных до¬рожных условиях. Эта способность зависит от тяговых и тормоз¬ных характеристик автомобиля, от параметров подвески, от управляемости и устойчивости, от квалификации водителя и мно¬гих других факторов, но в общем случае можно считать, что средняя скорость при переменном режиме движения определяет¬ся максимальной скоростью движения, интенсивностью разгона, то есть приёмистостью, тяговыми и тормозными параметрами.

Максимальная скорость автомобиля определяется на выс¬шей передаче в коробке передач при разгоне до достижения ус¬тановившейся максимальной скорости при въезде на измери¬тельный участок. Разгон и прохождение мерного участка произ¬водится при полной подаче топлива. Как правило, испытания проводятся на автополигоне НАМИ, где на прямой, ровной (без продольных и боковых уклонов) 5-ти километровой дороге, в центре которой расположен мерный участок длиной в 1 км, при отсутствии продольного и бокового ветра производится измере¬ние времени прохождения этого мерного участка. Двухкиломет¬ровые участки до и после мерного 1 км служат соответственно для разгона и торможения автомобиля. Время фиксируется с по¬вышенной точностью фотоэлементными часами (фотостворами), показанными на рис. 1. Заезды повторяются в противоположных направлениях и высчитывается среднее значение.

Рисунок 1. Фотостворы

Максимальная скорость Vmax = 1/t3600 (км/ч), где t - время прохождения мерного однокилометрового участка в секундах. Для этих испытаний допускается специальная подготовка авто¬мобиля.

Приёмистость (путь, время и ускорение разгона) определя¬ется путём разгона автомобиля с места и с хода. Разгоны с места выполняются с переключением передач, воспроизводя процесс трогания автомобиля и достижения требуемой скорости с наи¬более возможной интенсивностью, то есть при полной подаче топлива. Разгоны на отдельных передачах производятся с на¬чальной заданной скорости до максимальной.

Для грузовых автомобилей разгон начинается со второй передачи. Для определения пути, времени и скорости разгона автомобиля применяются различные приборы, среди которых традиционным является прибор «пятое колесо», который шар¬нирно крепится сзади (реже сбоку) к автомобилю и позволяет записывать эти параметры (рис. 2).

Рисунок 2. «Пятое колесо» фирмы Peiseler

Записывающий прибор (старой модели - механический с часовым механизмом), который ещё называется «путь - время - скорость», приводится в действие от « пятого колеса» через гиб¬кий вал. За пройденный 1 км «пятым колесом» гибкий вал дела¬ет 1000 оборотов. Самопишущий прибор с записью измеряемых процессов на бумажную графлёную ленту с помощью каранда¬шей или других средств в каждый момент фиксирует пройден¬ный путь, время и среднюю скорость за пройденный путь.

Последние модели приборов «путь - время - скорость» измерения выдают в цифровой форме с индикацией на световом табло. Современные записывающие приборы электронного типа обладают несравненно большими возможностями по фиксации записываемых параметров, по быстродействию и точности. «Пя¬тое колесо» во время движения передаёт вращение фотоэлек¬трическому датчику, формирующему электрические импульсы, пропорциональные скорости и отмечающие пройденный путь. Электронная система фиксирует величины скорости в заданные моменты разгона, а также формирует импульсы времени и пути.

В электронных акселерометрах используется принцип тензометрирования. В них на изгибной балке с тензодатчиками расположен грузик, который изгибает балку при ускорении в одну сторону, а при замедлении - в другую. Датчики, включён¬ные в измерительную систему, выдают сигнал, адекватный из¬меряемой величине (ускорению или замедлению).

Тяговые характеристики автомобилей при оценке их дина-мических качеств определяются в соответствии с действующи¬ми нормативными документами, они строго регламентированы и проводятся по общепринятым методикам.

Тяговые характеристики наиболее точно определяются ли¬бо на полигонах, либо в заданных дорожных условиях.

Преодолеваемые углы подъёма автомобилем относятся к совокупным характеристикам тягово-скоростных качеств авто¬мобилей. Эти испытания проводятся только на специализиро¬ванных полигонах для получения сопоставимых результатов при оценке однотипных моделей отечественных и зарубежных авто¬мобилей.

Часто тягово-скоростные испытания проводятся в стендо¬вых условиях при создании идентичных условий нагружения для различных автомобилей. Это очень важно при оценке тех¬нических параметров автомобилей, имеющих примерно одина¬ковые конструктивные и эксплуатационные характеристики.

В стендовых испытаниях используется принцип обратимо¬сти, то есть автомобиль стоит, а дорога движется. В качестве дви¬жущейся дороги используют вращающиеся барабаны, на которых автомобиль стоит ведущими колёсами, или движущаяся опорная лента. Вал барабана соединён с тормозом. Автомобиль устанавли¬вается так, чтобы ось колеса совпадала с осью барабана.

На таких стендах определяются практически все основные конструктивные и эксплуатационные характеристики:

- весовые параметры автомобиля;

реакция на передних колёсах, зависящая от момента на задних колёсах;

- переменная реакция на ведущих колёсах;
- вращающий момент на ведущих колёсах;
- скорость вращения колёс;
- обороты коленчатого вала двигателя;
- тяговое усилие на ведущих колёсах;
- вращающий момент на валу барабана;
- показания динамометра, удерживающего автомобиль;
- показания тормозного динамометра;
- момент, теряемый на преодоление внеинерционных со-противлений;
- динамический радиус ведущих колёс;
- координаты центра тяжести.

4. Испытания автомобилей на топливную экономичность

Под топливной экономичностью подразумевается свойство автомобиля, определяющее расход топлива при движении в раз¬личных эксплуатационных условиях и на различных режимах.

Топливная экономичность зависит:

- от экономичности двигателя, оцениваемой удельным расходом топлива;
- от сил сопротивления движению, определяемых конст¬рукцией автомобиля (вес, фактор обтекаемости, инерционные массы и др.);
- от качества дороги.

Сложность явлений, происходящих при движении автомо¬биля, а также множество внешних разнообразных условий при¬водят к необходимости экспериментального определения пока¬зателей экономичности. Это выполняется либо на стенде с бего¬выми барабанами, либо в дорожных испытаниях.

Автомобиль работает в различных дорожных условиях, на различных скоростях, с различной нагрузкой, поэтому единого показателя экономичности нет. Обычно экспериментально оп-ределяются несколько основных характеристик.

1. Контрольный расход топлива определяется на одном скоростном режиме движения в условиях, позволяющих полу¬чить наибольшую сопоставимость результатов (на прямолиней¬ной без уклонов сухой дороге с твёрдым покрытием).

Для измерений расхода топлива при диагностике автомо¬билей распространены объёмные (например, К-516.02, КИ-8940, UZP-3, UZP-6, Мотекс, ЭЮФ-80М, Фловтроник-205), ротамет¬рические (РТА-2, КИ-12371) и турбинные (КИ-13967, К-427) расходомеры топлива.

2. Дорожная экономическая характеристика (топливная характеристика установившегося движения) - это зависимость расхода топлива от скорости автомобиля при постоянном режи¬ме

движения на каждой скорости. Измерения проводятся в обо¬их направлениях на ровном горизонтальном участке дороги с сухим покрытием. Заезды начинаются с максимальной скорости, затем через равные интервалы в 10 км/час для грузовых автомо¬билей и автобусов и в 20 км/час для легковых автомобилей убавляются вплоть до минимально устойчивой скорости движе¬ния. В зависимости от тяговых особенностей автомобиля испы¬тания проводятся либо на высшей передаче, либо на предшест-вующей ей передаче.

Расход топлива определяется мерными цилиндрами. Ско¬рость контролируется тарированным спидометром. Измеряются время прохождения мерного участка дороги длиной не менее 1 км и количество израсходованного топлива.

Окончательным результатом является среднеарифметиче¬ская величина расхода при заездах в обе стороны, округлённая до 0,1 л/100 км. Измерения могут проводиться для различных нагрузочных состояний автомобиля. По результатам измерений, полученным при заездах в обоих направлениях, строится осреднённая кривая, определяющая дорожную экономическую харак¬теристику.

Топливная характеристика при движении по дороге с переменным продольным профилем снимается на одном и том же участке испытательной дороги (как правило, на автополиго¬не) для получения сопоставимых результатов для всех сравни¬ваемых автомобилей. Для приближения условий эксперимента к условиям эксплуатации автомобилей на дорогах общего пользо¬вания, где обычными являются задержки и помехи движению от других транспортных средств, при снятии характеристики огра¬ничиваются наибольшие скорости, допускаемые в ходе отдель¬ных заездов. При определении каждой точки характеристики пробег испытуемого автомобиля должен быть выполнен по ус¬тановленному кольцевому маршруту с наибольшей возможной скоростью, но без превышения ни на одном из участков мар¬шрута установленной предельной для данного заезда скорости. Предельные скорости задаются в определенном диапазоне, на¬чиная от номинальной скорости автомобиля до низшего преде¬ла, устанавливаемого, исходя из максимальной скорости авто-мобиля. На спусках во избежание превышения заданной скоро¬сти следует применять торможение двигателем, тормозом-замедлителем (при его наличии) или рабочей тормозной систе¬мой (плавное притормаживание).

Аналогичным образом проводят заезды на всех режимах, отличающихся заданными предельными скоростями движения. По полученным данным подсчитывают средние скорости и средние расходы топлива в каждом заезде. Результаты каждой пары заездов усредняют. По подсчитанным средним значениям скоростей и удельных расходов топлива (на единицу пути) для каждого ограничения скорости строятся характеристики: скоро¬стная, выражающая зависимость средней скорости от заданной предельной (в каждом заезде), и топливную, являющуюся зави¬симостью среднего удельного расхода топлива от средней ско¬рости в заезде.

Топливная характеристика циклического движения оп¬ределяется для автомобилей, работа которых в эксплуатации но¬ сит циклический (периодически повторяющийся) характер, та¬ких, как, например, городские автобусы, автомобили-самосвалы, автомобили торговой или почтовой службы. Для них целесооб¬разно определять расход топлива при циклическом режиме дви¬жения, воспроизводящем типизированном (обобщенном) виде наиболее характерные для автомобиля данного назначения экс¬плуатационные условия.

Элементы эксплуатационных циклов регистрируются в процессе специальных предварительных испытаний посредст¬вом, так называемой, режимометрической аппаратуры. При этом фиксируются путь цикла, число и продолжительность остано¬вок, время движения, число включений отдельных передач и время (или путь) движения на передачах, число включений сце¬пления, число и интенсивность торможений, расход топлива, нагрузки двигателя (например, по положению органа топливо¬подачи) и т. п.

После математической статистической обработки форми¬руется испытательный цикл, который воспроизводится при оп¬ределении расхода топлива в процессе циклического движения.

Расход топлива и время движения автомобиля измеряются на заданной дистанции (например, на автобусном маршруте), которая может включать несколько десятков или сотен отдель¬ных циклов. По этим данным подсчитывается удельный расход топлива на единицу пути и средняя скорость, которую опреде¬ляется как по общему времени пути, включая время остановок (средняя эксплуатационная скорость), так и по чистому времени движения (средняя скорость движения).

Топливная экономичность на дорогах общего пользования обычно определяется при заездах на достаточно длинную дис¬танцию (50...100 км и более) с измерением расхода топлива и средней

скорости движения по нескольким типичным видам ав¬томобильных дорог, в том числе по автомагистралям, дорогам с неровным твердым покрытием, грунтовым, горным и т. д., а также в городских условиях. На этих дорогах выбираются наи¬ более характерные участки и на них проводятся заезды, обычно в двух взаимно противоположных направлениях. Пройденный в каждом заезде путь определяется по калиброванному счётчику пути с контролем, где возможно, по километровым путевым знакам. Время движения измеряется секундомером. Расход топ¬лива замеряется с помощью объёмного счетчика-топливомера или съёмного мерного бачка (взвешиванием или по объёму). Параметры скоростного режима регистрируются самопишущим прибором (например, автометром).

 Дорожная регулировочная характеристика определяет возможности регулировок топливных приборов (например, кар-бюраторов) позволяющих изменить мощностные показатели двигателя и влияющие на экономичность.

Как правило, завод-изготовитель даёт предельные регули¬ровки, поэтому возникает необходимость найти оптимальную регулировку. Это достигается рядом заездов с различными регу¬лировками до достижения максимальной скорости.

Подсчитываются расходы топлива на максимальной ско¬рости и на лучшей приёмистости. Расход берётся на единицу пути.

 Приведённый расход топлива - это часть общего расхо¬да топлива при разгоне, энергия которого расходуется на пре¬одоление сопротивления воздуха и дороги, в отличие от осталь¬ной части топлива, которая преобразуется в кинетическую энер¬гию движения автомобиля.

Наиболее распространены расходомеры, которые рассчи¬таны на диапазон 0,5... 40 л/ч с дискретностью 1см3. Эти расхо¬ домеры устанавливаются между топливным насосом и карбюра¬тором (у дизелей - после подкачивающего насоса низкого дав¬ления). Действие их основано на последовательном перемеще¬нии поршней в цилиндрах под давлением топлива, поступающе¬го от топливного насоса двигателя. Поршни связаны шатунами с кривошипом центрального валика. Диаметр цилиндров и ход поршней рассчитаны так, что за один оборот валика вытесняется 2 см топлива.

Импульсы от расходомеров поступают на цифропечатаю¬щие приборы и подсчитываются ими либо в течение 3,6 с, либо на пути 100м. Результаты подсчёта выдаются в цифровой форме и соответствуют часовому расходу топлива или расходу топлива в литрах на 100км пути.

Расход топлива на холостом ходу определяет общую топливную экономичность автомобиля, так как значительное время двигатель работает на холостом ходу (при прогреве, на стоянке, перед светофором, в пробках и т. п.).

4. Содержание отчета

В отчете о практическом занятии ответить письменно на следующие вопросы. Сначала пишется вопрос, потом - ответ.

- Какова методика определения Vmax?
- Как определить путь, время и ускорение разгона?
- Как измеряются путь, время, скорость и выдаются в цифровом формате?
- Для чего используются акселерометры?
- Каков принцип действия гидравлического акселерометра?

Каков принцип действия электронного акселерометра?

- Как определяется величина преодолеваемого угла подъема?
- Какова методика стендовых тягово-скоростных испытаний?
- Какие конструктивные и эксплуатационные характери¬стики определяются на стендах?
- Каковы основные характеристики топливной эконо¬мичности?
- Что влияет на топливную экономичность?
- Существует ли единый показатель экономичности?
- Как определяется контрольный расход топлива?
- Как устроен прибор для определения контрольного расхода топлива с мерными цилиндрами?
- Принцип его работы.
- Как работать с прибором, имеющим мерные шары?
- Как определяется дорожная экономическая характери¬стика?
- Как строится график дорожной экономической харак¬теристики?

- Как определяется топливная характеристика при дви¬жении по дороге с переменным профилем?
- Для каких автомобилей определяется топливная харак¬теристика цикличного движения?
- Какие элементы эксплуатационных циклов фиксируют¬ся в процессе испытаний?
- Как определяется удельный расход топлива на единицу пути (1 км)?
- Как определяется топливная экономичность при дви¬жении на дорогах общего пользования?
- Как определяется пройденный путь, время движения, расход топлива, параметры скоростного режима?
- Какова методика определения расхода топлива на мак¬симальной скорости и лучшей приемистости при дорожной ре¬гулировке топливных приборов?
- Как определяется приведенный расход топлива?

Каков принцип работы расходомера для определения мгновенного расхода топлива?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЛНОКОМПЛЕКТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Продолжительность работы 4 часа.

Цель работы

Ознакомиться с методикой испытания полнокомплектных автомобилей, применяемыми приборами и дефектами, которые можно выявить при стендовых испытаниях.

Содержание работы

Сначала необходимо внимательно ознакомиться с пред¬ставленным ниже текстом и понять, какие требования предъяв¬ляются к подготовке испытаний, как они проводятся, и написать отчет о выполненной работе.

1. Стендовые испытания полнокомплектных автомобилей

Стендовые испытания полнокомплектных автомобилей проводятся главным образом для комплексной оценки характе¬ристик машины, основываясь на принципе обратимости движе¬ния в системе «машина - опорная поверхность». Такие испыта¬ния в значительной степени приближаются к испытаниям в ре¬альных условиях эксплуатации и служат не только для оценки конструктивных и эксплуатационных характеристик, но и для составления оптимальных программ испытательных работ, с учётом обеспечения необходимой полноты и достоверности по¬лучаемой экспериментальной информации, с одной стороны, и минимальных затрат труда, времени и материальных ресурсов - с другой.

Все виды испытаний полнокомплектных автомобилей включают отбор и приёмку машин, а также соответствующую подготовку к их проведению. На испытания произвольно выби¬раются образцы из готовой продукции, прошедшей технический контроль предприятием-изготовителем, в отдельных случаях отбор проводится выборочно. Иногда испытаниям подвергаются машины, находящиеся определённый период в реальной экс¬плуатации.

На отобранных для испытаний образцах (если это допуска¬ется) проверяются:

- комплектность машины и снаряжения, наличие инстру¬мента, отметки отдела технического контроля (ОТК), состояние пломб;

- качество сборки, регулировки и отделки путём осмотра для обнаружения дефектов окраски, сварки, обивки и прочее;
- наличие предусмотренного техническими условиями эксплуатации количества масел и технических жидкостей в аг¬регатах и системах;
- герметичность соединений гидравлических и пневмати¬ческих систем;
- затяжка, крепление, шплинтовка деталей, узлов и агрега¬тов;
- работа двигателя на холостом ходу и на различных ре¬жимах;
- состояние трансмиссионных агрегатов;
- состояние приводов к навесному и вспомогательному оборудованию;
- состояние тормозных систем и рулевого управления;
- регулировка установки фар, зазоров в приборах зажига¬ния, регулировка зазоров в клапанном механизме двигателя, на¬тяжение приводных ремней, состояние аккумуляторной батареи и другие параметры;
- давление в шинах;
- исправность тягово-сцепных устройств.

По результатам проверки устраняются обнаруженные не¬достатки и дефекты.

Почти во всех видах стендовых испытаний полноком¬плектных автомобилей центральной задачей является формиро¬вание внешнего нагружения машин. Общим требованием при её решении является, возможно, более тесная корреляция нагруже¬ния на стенде с нагружением в реальных условиях эксплуатации или эквивалентность их повреждающего воздействия. Отража¬ется это решение в задаваемых программах нагружения маши¬ны, которые могут быть трёх типов:

– с постоянной или с циклической нагрузкой, но с посто¬янной амплитудой при нулевом или заранее заданным средним значением;

– с переменной ступенчатой или циклической нагрузкой, но с заданным изменением амплитуды в отдельных блоках:

– со случайной нагрузкой, воспроизводящей процесс на¬гружения машины в реальной эксплуатации (моделирование на¬турного нагружения).

Основанием для разработки таких программ служат стати-стический анализ нагрузочных режимов соответствующих дета¬лей, узлов, агрегатов и систем, зарегистрированных при испыта¬ниях в дорожных условиях; анализ отказов в эксплуатации; тео¬ретические предпосылки прочностных и усталостных повреж¬дений деталей и материалов, а также заранее известные теоре¬тические характеристики рабочих процессов в агрегатах и сис¬темах машин.

На стендах для испытаний полнокомплектных автомоби¬лей (в базовой комплектации или в агрегатированном варианте) их ведущие колеса устанавливаются на вращающиеся круглые катки (барабаны или ролики), а кузов удерживается от смещения относительно неподвижного основания расчалками.

На стендах исследуются параметры надёжности (в основ¬ном безотказность и долговечность), тягово-скоростные харак¬теристики, топливная экономичность машин, температурные

режимы отдельных узлов и агрегатов, особенности взаимодей¬ствия колёс с опорной поверхностью и другие свойства. Кроме того, имитируются переходные неустановившиеся режимы дви¬жения (например, разгон и накат) при установке в приводах стендов инерционных масс.

Помимо всего прочего на таких стендах определяется так¬же универсальная характеристика машины, как колебательной системы, реагирующей на воздействие дорожных неровностей (передаточная функция комплексной системы, амплитудно¬частотная и фазочастотная характеристики, а иногда совмещён¬ная амплитуднофазочастотная характеристика). Это достигается установкой на рабочей поверхности опорных катков стенда спе¬циальных накладок, образующих по периметру необходимый профиль. При вращении катков с такими накладками зоны кон¬такта опирающихся них колёс смещаются в вертикальном на¬правлении по заранее заданному закону изменения амплитуд колебаний, создавая кинематическое возмущение всей колеба-тельной системы.

Частота такого возмущения регулируется скоростью враще¬ния катков, а амплитуда - высотой устанавливаемых накладок.

Стендовые испытания и исследования полнокомплектных машин постоянно совершенствуются и усложняются. Это со¬провождается развитием программ и методик

эксперименталь¬ных работ, применением современных технических средств, обеспечением автоматизации всех этапов получения, обработки, интерпретации, документирования и хранения полученной ин¬формации.

По функциональным возможностям стенды для испытаний полнокомплектных машин подразделяются на универсальные и специализированные. Часть из этих стендов могут иметь уни¬кальное целевое назначение. Они выпускаются только по инди¬видуальным заказам, другие стенды имеют типовую конструк¬цию и выпускаются промышленным способом малыми сериями.

Показатели тягово-скоростных свойств, топливной эконо¬мичности автомобилей и их двигателей, рабочих характеристик агрегатов и систем определяются в лабораторных условиях с помощью роликовых (барабанных) тяговых стендов, оборудо¬ванных как стационарными, так и переносными техническими средствами измерения различных параметров.

Тяговые стенды позволяют определять показатели разви¬ваемой мощности и тяговой силы на ведущих колесах автомо¬биля, времени разгона (выбега) в заданном скоростном интерва¬ле, различные потери в трансмиссии, скорость в моменты пере¬ключения гидромеханической передачи, расход топлива при оп¬ределенных нагрузочных и скоростных режимах, установку оп¬тимального угла опережения зажигания по силовым параметрам (максимальной мощности), температурные режимы трансмисси¬онных агрегатов и регулировку на нормативную токсичность отработавших газов. При испытаниях автомобиля на тяговом стенде можно также оценить работу вспомогательных механиз¬мов, например, работу редуктора моторного тормоза, спидомет¬ра, счётчика пройденного пути, тахометра, а также проверить техническое состояние ходовой части автомобиля и измерить все параметры тормозной системы.

Основными признаками классификации тяговых стендов являются способ нагружения двигателя и трансмиссии автомобиля, тип испытываемого авто¬мобиля и число одновременно измеряемых процессов.

По спо¬собу нагруженя двигателя и трансмиссии автомобиля тяговые стенды подразделяют на три типа: инерционные, в которых на-гружение осуществляется вращающимися массами роликов и других элементов тягового стенда и автомобиля, кинематически связанных с роликами: силовые, в которых нагружение осуще¬ствляется тормозным устройством, кинематически связанным с роликами: инерционно-силовые, в которых нагружение выпол¬няется вращающимися массами и тормозным устройством одно¬временно.

По типу испытываемых автомобилей тяговые стенды подразделяются на установки для легковых автомобилей, длярузовых автомобилей и машин, созданных на их базе, для пол¬ноприводных автомобилей и для автобусов, на универсальные (для нескольких типов автомобилей).

По числу одновременно измеряемых процессов стенды бывают специализированными для измерения строго определённых заранее задаваемых харак¬теристик и универсальными для испытаний по различным и ме¬тодикам.

Оба этих типа стендов оснащаются системами автома-тизированного и дистанционного управления.

На рис. 1 приведены схемы барабанных стендов универ¬сального типа для испытаний двух- и трёхосных автомобилей.

Рисунок 1. Схемы универсальных барабанных стендов: а) для двухосных машин; б) для трёхосных автомобилей:

1 – вентилятор; 2 – пульт управления; 3 – основные опорные ролики; 4 – ведущий ролик; 5 и 6 – устройства отвода отработавших газов и средства охраны труда

Основными частями тяговых стендов являются опорное устройство, пульт управления и индикации, технические средст¬ва измерений и обработки данных (стационарные и перенос¬ные), устройство отвода отработавших газов. Опорное устрой¬ство стенда состоит из блока роликов, устройств въезда и выезда машины, нагрузочного устройства (для силовых и инерционно¬силовых стендов), инерционных нагружающих масс.

Конструкция блока роликов должна обеспечивать реализа¬цию заданной тяговой силы на ведущих колёсах на всех режи¬мах испытаний в соответствии с заложенной программой экспе¬риментов, устойчивое положение автомобиля в процессе испы¬таний - возможность самостоятельного въезда и выезда автомо¬биля и не вызывать повышенного износа шин.

Условие реализации заданного тягового усилия зависит от нескольких факторов: от схемы расположения роликов, от харак-теристик поверхности роликов, которые определяют коэффици¬ент сцепления ведущих колёс с опорными роликами, от оборотов и проскальзывания ведущих колёс, от характеристик шин.

Схемы расположения роликов приведены на рис. 2.

Рисунок 2. Схемы расположения роликов:

1 – рабочий ролик, 2 – ведущее колесо автомобиля, 3 – свободный ролик; Iс, IIс – симметричное расположение роликов: Iс, IIн – несимметричное рас- положение роликов; Мк – крутящий момент на колесе; Lс и Lн – межосевые расстояния роликов; G – вертикальная нагрузка на колесо; Рк – тяговое усилие на колесе; Н1 и Н2 – реакции на роликах стенда

Условие реализации заданного тягового усилия можно рассмотреть на примере схем 1с и IIс (рис. 2).

С целью упрощения анализа особенностей взаимодействия ведущего колеса автомобиля с роликами стенда можно принять некоторые допущения:

- не учитывается деформация шины от вертикальной на¬грузки и тяговой силы;
- не учитывается сопротивление качению;
- не учитывается угловая скорость со скоростью вращения колеса.

Условие устойчивого положения автомобиля на стенде оп-ределяется постоянством контакта шины с обоими (передним изадним) роликами в процессе испытаний. Выполнение этого ус¬ловия исключает возможность случайного выезда автомобиля со стенда под действием тяговой силы (устойчивость в продольном направлении), а также ограничивает перемещение колес веду¬щего моста, установленного на стенд, вдоль роликов (устойчи¬вость в поперечном направлении).

Под действием тяговой силы автомобиль в процессе испы¬таний стремится выехать со стенда в направлении движения че¬рез передний ролик. Нормальная реакция Н2 заднего ролика при этом уменьшается. Для схем с передними (1с и 1н) рабочими ро¬ликами реакция Н2 обращается в нуль при значениях угла а, со¬ответствующих значению tg a = 0. При этом колесо теряет кон¬такт с задним роликом, и автомобиль может перекатиться через передний ролик. Поэтому условие tg a > 0 надо рассматривать как условие устойчивого (в продольном направлении) положе¬ния автомобиля на стенде с передним рабочим роликом.

Для схем 11с и Пн при любых значениях угла а значение > 0. Таким образом, схемы с задним рабочим роликом всегда обеспечивают устойчивое положение автомобиля на стенде. Это - их положительное свойство.

Выражения для определения значений РКтах, Н1 и Н2 при¬ведены в табл. 1

Устойчивость положения автомобиля на стенде в попереч¬ном направлении обеспечивается за счёт строгой установки (го¬ризонтальной и параллельной) роликов. Допускаемое отклоне¬ние от горизонтального положения и отклонение от параллель¬ности роликов не должны превышать 0,4...0.8 мм на длине 1 м. Ролики левой и правой сторон стенда должны быть соосными (отклонение не более 1 мм).

Чтобы избежать скатывания автомобиля с роликов при по¬перечном перемещении ведущего моста, стенды обычно снаб¬жаются отбойными роликами, установленными по краям рабо¬чих роликов с одной или обеих сторон. При испытаниях авто¬мобилей с управляемым ведущим мостом наличие таких роли¬ков обязательно, так как автомобиль резко смещается вдоль ро¬ликов даже при незначительных поворотах рулевого колеса. По¬ложение таких роликов можно регулировать, перемещая их вдоль рабочих роликов стенда по направляющим, и фиксировать в нужном положении, соответствующем колее испытываемого автомобиля. В процессе испытаний автомобиля в таких услови¬ях практически всегда, по крайней мере, одно из его колес каса-ется отбойного (ориентирующего) ролика, что вызывает допол-нительные потери, которые необходимо учитывать.

Условие самостоятельного выезда автомобиля со стенда под действием тяговой силы через застопоренный передний ро¬лик без специальных подъёмных устройств обеспечивается при tg a < 0. Это означает, что для схем с передним или обоими ра¬бочими роликами условие устойчивого положения и условие самостоятельного выезда противоречат друг другу и не могут быть удовлетворены одновременно.

Для схем с задним рабочим роликом, при любых значени¬ях угла а удовлетворяются одновременно условия устойчивости и самостоятельного выезда. Для несимметричных схем установ¬ки роликов при выезде автомобиля назад (при установке стенда на тупиковом посту) также удовлетворяются одновременно ус¬ловия устойчивости и выезда.

Стенды, на которых самостоятельный выезд автомобиля невозможен, должны быть оборудованы специальными подъём¬ными устройствами (площадками с пневмоприводом), что не¬сколько усложняет их конструкцию. Условие устранения повы¬шенного износа шин обеспечивается правильным выбором диа¬метра роликов и режима испытаний. Стенды с опорой колеса на два ролика небольшого диаметра имеют ряд преимуществ посравнению со стендами, в которых колесо опирается на одни ба¬рабан большого диаметра (меньшие габаритные размеры, масса, отсутствуют специальные приспособления, удерживающие ав¬томобиль). Однако работа шины, опирающейся на два ролика, сопровождается повышенной деформацией и, как следствие, сильным нагревом. Поэтому необходимо не только ограничи¬вать скорость вращения ведущих колёс и длительность испыта¬ний, но и обеспечивать их охлаждение путём создания специ¬альных вентиляторных установок с направляющими насадками.

От правильного выбора диаметра роликов зависит износ шин при испытаниях на стенде и условия имитации дорожных сопротивлений. Уменьшение диаметра роликов, которое объяс¬няется стремлением снизить габаритные размеры и массу стен¬да, приводит к повышению деформации и проскальзыванию шин и. следовательно, к увеличению их износа.

При соотношении rP/rK = 0,4 потери на проскальзывание вдвое выше, чем на дороге, поэтому диаметр роликов рекомен¬дуется принимать rP = (0,4...0,6)гК.

В тяговых стендах для эксплуатационных испытаний диа¬метр роликов колеблется в пределах от 220 мм до 500 мм, соот¬ветствующих соотношению rP/rK от 0,3 до 0,9 для легковых ав¬томобилей различных моделей. Ролики с диаметром 318,3 мм (длина окружности равна 1 м) удобны при измерениях пройден¬ного пути и определении расхода топлива на единицу пройден¬ного пути. В соответствии с ГОСТ 26899-86 диаметр роликов стенда должен быть не менее 240 мм.

Для снижения нагрева шин рекомендуется повышать в них давление воздуха, однако это мероприятие требует дополни¬тельного времени и при эксплуатационных испытаниях его вы¬полнять нецелесообразно. Кроме того, это может привести к увеличению проскальзывания и износа шин.

В процессе испытаний рекомендуется обдувать шины воз¬духом, для чего вентилятор, входящий в комплект стенда, снаб¬жается специальным направляющим устройством. Ограничива¬ется также скорость испытания в зависимости от диаметра роли¬ков. Фирмы для эксплуатационных стен¬дов рекомендует применять ролики диаметром 220 мм для ско-ростей, не превышающих 160 км/ч, 320 мм - до 200 км/ч, 400 мм - до 230 км/ч и 510 мм для скоростей до 250 км/ч. Обычно ис¬пользуются ролики с гладкой поверхностью, однако при необ¬ходимости передачи больших тяговых сил применяются ролики с продольными канавками (типа шлицевого вала). Такие ролики могут использоваться только на скоростях, не более 100 км/ч.

Содержание отчета

В отчете о занятии ответить письменно на следующие вопросы. Сначала пишется вопрос, потом - ответ.

1. Какие автомобили выбирают на испытания?
2. Что проверяют на автомобиле перед испытанием?
3. Какие могут быть программы нагружения испытываемо¬го автомобиля? Пояснить графиками.
4. Что является основанием для разработки таких про¬грамм?
5. Что является опорной поверхностью для ведущих колес?
6. Какие параметры и показатели исследуются на стендах?
7. для чего на поверхности опорных катков стенда уста¬навливают специальные накладки?
8. Чем регулируется частота и амплитуда возмущения?
9. Какие существуют средства нагружения двигателя и трансмиссии на тяговом стенде?
10. из каких основных частей состоит тяговый стенд?
11. Чем отличается симметричное расположение роликов от несимметричного?

12. Как определяется максимальная тяговая сила, которую можно реализовать на стенде по условию сцепления?

13. Почему углы установки переднего ролика для легковых автомобилей находятся в пределах от 27° до 40°?

14. Почему при испытании автомобилей задний мост раз¬гружается, а передний нагружается?

15. Какое положение рабочего ролика (переднее или зад¬нее) обеспечивает продольное устойчивое положение автомоби¬ля на стенде?

16. Чем обеспечивается поперечная устойчивость автомо¬биля на стенде?

17. когда удовлетворяются одновременно условия устой¬чивости и самостоятельного выезда?

18. Какие преимущества имеют ролики с диаметром 318,3 мм?

19. Какая поверхность используется на роликах?

Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература

1 Маслов, Г. Г. Техническая эксплуатация средств механизации АПК : учеб. пособие; ВО

- Бакалавриат, Магистратура, Специалитет/ Маслов Г. Г.,Карабаницкий А. П.. -Санкт-Петербург:Лань, 2022. - 192 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/212828. - Издательство Лань. Инд. неогр. доступ Учеб-ные пособия ЭБС

2 Смирнов, Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет/Смирнов Ю. А.. -Санкт-Петербург:Лань, 2022. - 236 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/202997. - Издательство Лань. Инд. неогр. доступ Учебные пособия ЭБС

3 Эйдис, А. Л. Инновационные процессы в управлении объектами сель-скохозяйственного назначения : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат/Российский госу-дарственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева; Российский эко-номический университет им. Г.В. Плеханова. - Москва:ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 192 с. - URL: http://znanium.com/catalog/document?id=399351.

Дополнительная литература

1 Аллилуев, В. А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного пар-ка : учеб. пособие для вузов по специальности "Мех. сел. хоз-ва"/А. А. Аллилуев, А. Д. Ананьин, В. М. Михлин. - М.:Агропромиздат, 1991. - 367 с. 56 Учебные по-собия Печ.

2 Высочкина, Л. И. Курсовое и дипломное проектирование по техниче-ской эксплуатации машин : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Аг-роинженерия"/Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Б. В. Малюченко ; СтГАУ. - Став-рополь:АГРУС, 2013. - 1,61 МБ Инд. неогр. доступ Учебные пособия ЭБС

3 Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологи-ческие расчеты : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Красноярск:Сибирский феде-ральный университет, 2011. - 194 с. - URL: http://new.znanium.com/go.php?id=442633.

4 Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник для студен-тов вузов по специальностям: "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК", "Механизация сел. хоз-ва"/А. Д. Ананьин [и др.]. -М.:Академия, 2008. - 432 с. 120

5 Зангиев, А. А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура/Зангиев А. А., Скороходов А. Н.. -Санкт-Петербург:Лань, 2020. - 464 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/130485. - Из-дательство Лань. Инд. неогр. доступ Практикумы, лабораторные работы, сборники задач и упражнений ЭБС

6 Лачуга, Ю. Ф.Инновационное творчество - основа научно-технического прогресса : учеб. пособие для студентов с.-х. вузов и СПО/Ю. Ф. Лачуга, В. А. Шар-шунов. -М.:КолосС, 2011. - 455 с. 50 Учебные пособия Печ.

7 Малкин, В. С. Техническая эксплуатация автомобилей: теоретические и практические аспекты : учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Авто-мобили и автомобильное хоз-во" направления "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования". - М.:Академия, 2009. - 288 с. 150 Учебные по-собия Печ.

8 Организация и технология технического сервиса машин : учеб. пособие для студентов вузов по направлению 110300 "Агроинженерия"/В. В. Варнаков, В. В. Стрельцов, В. Н. Попов, В. Ф. Карпенков. -М.:КолосС, 2007. - 277 с. 35 Учеб-ные пособия Печ.

9 Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие в 3 ч. ; ВО - Бакалавриат, СПО : Ч. 1/Савич Е. Л., Сай А. С.. - Минск:Новое знание, 2015. - 427 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64761. - Издательство Лань. Инд. неогр. доступ Учебные пособия ЭБС

10 Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие в 3 ч. ; ВО - Бакалавриат, СПО : Ч. 2/Савич Е. Л.. - Минск:Новое знание, 2015. - 364 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64762. - Издательство Лань. Инд. неогр. доступ Учебные пособия ЭБС

11 Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие в 3 ч. ; ВО - Бакалавриат, СПО : Ч. 3/Савич Е. Л.. - Минск:Новое знание, 2015. - 632 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64763. - Издательство Лань.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window. edu.ru/window и http://window. edu.ru/window/ catalog
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http:// school-collection.edu.ru/.
4. Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window. edu.ru/window и http://window. edu.ru/window/ catalog
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http:// school-collection.edu.ru/

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

для обучающихся по направлению - 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки - Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве

Ставрополь, 2022

Автор-составитель: Баганов Николай Анатольевич, к.т.н., доцент

Рассмотрены и приняты на заседании кафедры ТССМ инженерно – технологического факультета, ФГБОУ ВО «Ставропольский аграрный университет».
От «31» августа 2022г. Протокол №1

Утверждены на заседании учебно-методической комиссии инженерно – технологического факультета, ФГБОУ ВО «Ставропольский аграрный университет».

От «31» августа 2022г. Протокол №1

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование раздела Стр.
Общие указания 4
Методические рекомендации по изучению лекционного курса 4
Методические рекомендации по подготовке к практическому занятию 4
Методические рекомендации по организации самостоятельной работы 5
Методические рекомендации по составлению конспекта или плана к тексту учебника

Методические рекомендации по выполнению реферата

Методические рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации – к зачету

6

7

Критерии оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета

7

1. Общие указания

Специфика изучения учебной дисциплины обусловлена формой обучения обучающихся, ее местом в подготовке специалиста среднего звена и временем, отведенным на освоение учебной дисциплины рабочим учебным планом.

Процесс обучения делится на время, отведенное для занятий, проводимых в аудиторной форме (лабораторные занятия) и время, выделенное на внеаудиторное освоение учебной дисциплины, в том числе и на самостоятельную работу студента.

Лабораторные занятия предусмотрены для закрепления теоретических знаний, углубленного рассмотрения наиболее сложных проблем учебной дисциплины, выработки навыков структурно-логического построения учебного материала и отработки навыков самостоятельной подготовки.

Самостоятельная работа студента включает в себя изучение теоретического материала, выполнение практических заданий, подготовку к контрольно-обобщающим мероприятиям.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны:

− изучить материал практических занятий в полном объеме по разделам учебной дисциплины;

− выполнить задание, отведенное на самостоятельную работу;

− продемонстрировать сформированность компетенций, закрепленных за учебной дисциплиной во время мероприятий текущего и промежуточного контроля знаний.

Посещение практических занятий для студентов является обязательным.

Уважительными причинами пропуска аудиторных занятий является:

− освобождение от занятий по причине болезни, выданное медицинским учреждением,

− по распоряжению декана, приказ по вузу об освобождении в связи с участием в внутривузовских, межвузовских и пр. мероприятиях,

− официально оформленное свободное посещение занятий.

Пропуски отрабатываются независимо от их причины.

Пропущенные темы лекционных занятий должны быть законспектированы в тетради для лекций, конспект представляется преподавателю для ликвидации пропуска. Пропущенные лабораторные занятия отрабатываются в виде устной защиты практического занятия во время консультаций по дисциплине.

Контроль сформированности компетенций в течение семестра проводится в форме устного опроса на практических занятиях, тестового контроля, выполнения заданий для самостоятельной работы.

2. Методические рекомендации по изучению лекционного курса

Содержание программы основывается на основных положениях и задачах курса - Б1.В.02 Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов,, и разработаны для студентов по специальности 35.04.06 Агроинженерия.

Все разделы разбиваются на темы, раскрывающие более подробно изучаемый вопрос.

3. Методические рекомендации по подготовке к практическому занятию

Лабораторные занятия представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение – углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы обучающихся на протяжении всего курса.

Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу.

Непосредственное проведение практического занятия предполагает:

- индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы;
- фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы;
- выполнение контрольных работ;
- работу с тестами.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся рекомендуется:

- внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия;
- прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу;
- составить краткий план ответа на каждый вопрос практического занятия;
- проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки;

- если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради.

Все письменные задания выполнять в рабочей тетради. Лабораторные занятия развивают у обучающихся навыки самостоятельной работы по решению конкретных задач.

Порядок проведения практического занятия

1. Вводная часть: - сообщение темы и цели занятия, - актуализация теоретических знаний, необходимых для работы с оборудованием, осуществления эксперимента или другой практической деятельности.

2. Основная часть: - разработка алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности, - проведение инструктажа, - ознакомление со способами фиксации полученных результатов, - проведение экспериментов или практических работ.

3. Заключительная часть:

- обобщение и систематизация полученных результатов,

- подведение итогов практического занятия и оценка работы студентов.

Развернутая беседа – наиболее распространенная форма практических занятий. Она предполагает подготовку всех обучающихся по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы;

выступления обучающихся (по их желанию или по вызову преподавателя) и их обсуждение; вступление и заключение преподавателя.

Под рефератом понимается письменная работа. Реферат зачитывается на практическом занятии автором, а может быть и предварительно прочитан обучающимися. Использовать можно оба варианта, поскольку каждый из них имеет свои достоинства. Работа над подготовкой реферата требует длительного времени: две – четыре недели. Контрольные (письменные) работы часто практикуются на практических занятиях в виде тестирования и развернутых письменных ответов на проблемные вопросы. На них может быть отведено от 15 минут до 90 минут. Тема работы может быть сообщена обучающимся заранее, а иногда и без предупреждения по одному из пунктов плана текущего практического занятия.

Такая работа носит характер фронтальной проверки знаний всех обучающихся по определенному разделу дисциплины. Содержание работ анализируется преподавателем на очередном занятии, что имеет целью активизировать последующую подготовку обучающихся к практическим занятиям. Если на контрольную работу отводится 15-45 минут, то после ее написания работа практического занятия продолжается обычным порядком.

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы дисциплины Б1.В.02 Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, является частью программы подготовки специалистов высшего звена, предназначены и разработаны для студентов по специальности 35.04.06 Агроинженерия.

Самостоятельная работа студентов реализуется:

1) непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях и практических занятиях путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний, составления схем, заполнения таблиц;

2) в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при выполнении индивидуальных заданий;

3) в библиотеке, дома.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся разнообразны:

- подготовка и написание рефератов, докладов;
- подбор и изучение литературных источников.
- составление тематических тезаурусов;
- подготовка устных сообщений;
- изготовление санитарных бюллетеней с практическими рекомендациями;
- создание электронных презентаций;
- оформление практических работ и формулировка выводов;
- составление схем.

Формы контроля самостоятельной работы:

- оценка выполнения практического задания;
- контрольная работа;

- устный опрос;
- анализ и оценка результатов тестирования;
- защита рефератов презентаций,
санитарных бюллетеней;
- письменный опрос с использованием индивидуальных маршрутов.

5. Методические рекомендации по составлению конспекта или плана к тексту учебника

1. Прочитайте текст учебного материала медленно по абзацам или смысловым фрагментам текста.

2. Вычлените в прочитанном существенное, для этого решите, как можно было бы озаглавить текст абзаца.

3. Перескажите существенную часть изложенного в тексте своими словами.

4. Запишите кратко содержание текста. Писать следует четко, аккуратно, применяя общепринятые сокращения и обозначения. В конспект могут быть включены рисунки опытов, приборов с поясняющими записями к ним, заменяющие текст схемы и таблицы. Дополнительные примеры и выводы.

5. Познакомьтесь с заданиями, помещенными в тексте или в конце параграфа, и мысленно решите, готовы ли вы к их выполнению, что нужно еще раз посмотреть в тексте или уточнить у учителя.

Правила написания доклада (сообщения)

1. В библиотеке выбери литературу по теме.
2. Изучи литературу, составь план отдельных разделов.
3. Составь план доклада (систематизация полученных сведений, выводы и обобщения).
4. При оформлении доклада используй рисунки, схемы и др.

Время для зачитывания доклада – 5 минут, для выступления с сообщением - 3 минуты.

6. Методические рекомендации по выполнению реферата

Язык реферата должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой.

Структура реферата.

1) Титульный лист (заполняется по единой форме).

2) Оглавление (на отдельной странице). Указываются названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

3) Введение. Аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками, перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Обязательно формулируются цель и задачи реферата.

4) Основная часть. Подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может быть составлен с использованием различных методов группировки материала.

5) Заключение. Последняя часть научного текста. В краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования.

6) Приложение. Может включать графики, таблицы, расчеты.

7) Библиография (список литературы). Указывается реально использованная для написания реферата литература. Названия книг располагаются по алфавиту с указанием их выходных данных.

Требования к оформлению реферата:

1) Реферат пишется на белой бумаге стандарта А-4, с расположением текста только с одной стороны листа.

2) Общий объем реферата не должен превышать 15-20 страниц для печатного варианта.

3) Текст набирается в текстовом редакторе Microsoft Word, при этом рекомендуется использовать шрифт Times New Roman Cyr, размер шрифта – 14 пт, с полуторным межстрочным интервалом. Размеры полей: слева – 3 см, справа – 1,5, сверху и снизу – 2 см. Каждая страница нумеруется в середине нижней строки в районе колонтитула. Счет нумерации ведется с титульного листа, на котором цифры не проставляются.

4) В тексте не допускается сокращение названий, наименований (за исключением общепринятых аббревиатур.

5)

7. Методические рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации – к зачету

Изучение дисциплины дисциплине Б1.В.02 Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, завершается зачетом. Зачет является формой промежуточного контроля знаний и умений, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. В период подготовки, к экзамену обучающиеся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа: - самостоятельная работа в течение семестра;

- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы.

Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем либо указана в учебно - методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к зачету, обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу студенту дается 30 минут. Результаты объявляются обучающемуся после окончания ответа в день сдачи.

Критерии оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент демонстрирует: знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий, идей; полную степень обоснованности аргументов и обобщений, всесторонность раскрытия темы; наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению; устную и письменную культуру в ответе и оформлении. Соблюдает логичность и последовательность изложения материала. Использует корректную аргументацию и систему доказательств, достоверные примеры, иллюстративный материал, литературные источники;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент демонстрирует: знание фактического материала, усвоение общих представлений; достаточную степень обоснованности аргументов и обобщений; способность к обобщению, устную и письменную культуру в ответе и оформлении. Соблюдает логичность и последовательность изложения материала. Использует достоверные примеры, иллюстративный материал;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент демонстрирует: недостаточное знание фактического материала; неполную степень обоснованности аргументов и обобщений. Нарушает устную и письменную культуру в ответе и оформлении. Соблюдает логичность и последовательность изложения материала. Использует достоверные примеры;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент демонстрирует: незнание фактического материала; неполную степень обоснованности аргументов и обобщений. Не соблюдает логичность и последовательность изложения материала, устную и письменную культуру в ответе и оформлении. Использует недостоверные примеры.

Автор-составитель: Баганов Николай Анатольевич, доцент

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	300/ИТФ 194/ИТФ	Оснащение: столешница для студентов – 66 шт., сидения для студентов -196 шт., сенсорная панель SMART podium – 1 шт., компьютер Neos 490 – 1 шт., конференц система AKG (Микрофоны и звук) – 1 шт., проектор Panasonic PT-EX600E – 1 шт., экран настенный с форматом 4:3 Digis. – 1 шт., учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, информационные плакаты, подключение к сети «Интернет», выход в корпоративную сеть университета. Делительная головка - 4 шт.; Токарный станок - 6 шт.; Фрезерный станок - 4 шт.; Строгальный станок - 2 шт.; Сверлильный станок - 2 шт.; заточной станок - 2шт, тиски чугунные - 2шт., угловая шлифмашинка - 1шт., стулья, тиски слесарные - 1шт., тиски станочные чугунные - 2шт.
		103/ЭИФ	Станок для шлифовки плоскости ГБЦ и блока цилиндров 3М9735ВХ130 - 1шт., хонинговальный станок 3МВ9817 - 1шт., вертикально расточной станок ВМ200 - 1шт., станок для обработки фаски седла клапана ВV60 - 1шт., станок для шлифовки фаски клапана VG100 - 1шт., свтоматическая моечная машина АК 1400 - 1шт, стенд для опрессовки ГБЦ УГ1200 - 1шт., фрезерный станок - 1шт.

2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» составлена на основе Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 г. № 709).

Автор (ы)

_____ доцент , к.т.н. Баганов Николай Анатольевич

Рецензенты

_____ доцент , к.т.н. Грицай Дмитрий Иванович

Рабочая программа дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» рассмотрена на заседании Кафедра механики и технического сервиса протокол № 11 от 04.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Заведующий кафедрой _____ Баганов Николай Анатольевич

Рабочая программа дисциплины «Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Руководитель ОП _____