

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю



директор по учебной работе,
д-р пед. наук, профессор

Н. В. Гафурова

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности
05.05.03 – Колёсные и гусеничные машины

Красноярск 2012

1. Конструкция колёсных машин

1.1. Общие сведения об автомобилях. Назначение автомобилей. Основные требования, предъявляемые к автомобилям. Типы и основные параметры двигателей автомобилей. Классификация автомобилей. Компонентные схемы автомобилей. Принципиальные схемы трансмиссий автомобилей.

1.2. Сцепления. Назначение сцепления. Требования к сцеплениям автомобилей. Классификация сцеплений. Конструкция фрикционных сцеплений. Понятие о коэффициенте запаса. Общее устройство и принципиальные схемы постоянно замкнутых сцеплений. Способы создания осевых сил, нажимные пружины. Фрикционные накладки: способы крепления и материалы. Особенности конструкции ведомых дисков. Гаситель крутильных колебаний. Особенности конструкций двухдисковых сцеплений. Охлаждение сцепления. Приводы сцеплений. Автоматические сцепления.

1.3. Коробки передач. Назначение коробки передач. Требования, предъявляемые к коробкам передач автомобилей. Классификация коробок передач. Тип шестерен и способы включения передач. Основные принципиальные кинематические схемы коробок передач автомобилей. Особенности установки шестерен и валов. Многоступенчатые коробки передач. Синхронизаторы. Механизмы управления коробками передач. Картеры коробок передач. Смазывание коробок передач, контроль уровня масла.

1.4. Бесступенчатые передачи. Назначение и области применения бесступенчатых передач. Требования к бесступенчатым передачам. Классификация бесступенчатых передач. Гидродинамические передачи. Принцип работы, конструкция и характеристики гидротрансформатора. Гидромеханическая передача и способы управления ею. Принцип работы объемных гидropередач. Конструкция и варианты применения объемных гидropередач на автомобилях. Электрические передачи. Импульсные передачи. Фрикционные передачи. Пути улучшения эксплуатационных свойств бесступенчатых передач.

1.5. Карданные передачи. Назначение карданных передач. Требования к карданным передачам. Классификация карданных передач. Полукарданные шарниры. Карданные шарниры неравных угловых скоростей. Карданные валы. Компенсация осевого перемещения деталей карданной передачи. Шарниры равных угловых скоростей: двоянные, кулачковые, шариковые, трехшиповые. Особенности работы карданной передачи в приводе ведущих колес автомобилей и тракторов.

1.6. Механизмы распределения мощности. Назначение механизмов распределения мощности и требования к ним. Классификация механизмов распределения мощности. Дифференциалы: шестеренчатые, кулачковые, червячные. Кинематические схемы шестеренчатых дифференциалов с коническими и цилиндрическими шестернями. Необходимость и способы блокировки дифференциалов. Дифференциалы повышенного трения. Понятие коэффициента блокировки. Варианты конструкции кулачковых дифференциалов. Муфты: зубчатые и кулачковые, муфты свободного хода, вязкостные муфты.

1.7. Главные передачи. Назначение главных передач. Требования к главным передачам. Классификация главных передач. Кинематические схемы главных передач. Свойства и области применения различных конструкций главных передач. Конструктивные мероприятия по повышению долговечности главных передач. Смазывание главных передач.

1.8. Раздаточные коробки. Назначение раздаточных коробок и требования к ним. Классификация раздаточных коробок. Анализ особенностей типов привода. Основные конструктивные схемы раздаточных коробок. Особенности конструкций раздаточных коробок. Смазывание раздаточных коробок.

1.9. Мосты. Назначение мостов и требования к ним. Классификация мостов автомобилей. Управляемый мост. Ведущий мост. Комбинированный мост. Поддерживающий мост.

1.10. Подвески. Назначение подвески и ее структурные элементы. Требования к подвескам. Упругие элементы подвесок: рессоры, спиральные пружины, торсионы, пневматические и резиновые упругие элементы. Направляющие устройства подвески. Зависимые, независимые и полунезависимые подвески автомобилей. Стабилизатор поперечной устойчивости

(крена). Амортизаторы: принцип действия, классификация и характеристики. Двухтрубные и однотрубные телескопические амортизаторы. Особенности конструкций амортизаторов.

1.11. Шины и колеса. Назначение шин и требования к ним. Классификация шин. Диагональные, радиальные и диагонально-опоясанные шины. Камерные и бескамерные шины. Низкопрофильные сверхнизкопрофильные шины. Специальные шины. Влияние конструкции шин на их свойства. Явление увода. Обозначение шин. Требования к колесам. Классификация колес. Типы ободьев. Дисковые и бездисковые колеса. Обозначение колес. Балансировка колес.

1.12. Несущие системы автомобилей. Назначение несущей системы и требования к ней. Классификация несущих систем. Несущие системы пассажирских и грузовых автомобилей.

1.13. Рулевые управления. Назначение рулевого управления. Способы и кинематика поворота колесных машин. Требования к рулевым управлениям. Классификация рулевых управлений. Червячные, винтовые и реечные рулевые механизмы. Особенности кинематики рулевых приводов. Схемы рулевых трапеций. Конструкция шарниров рулевых приводов. Углы установки управляемых колес и осей их поворота. Развал и схождение колес. Стабилизация управляемых колес. Назначение и классификация усилителей рулевого привода. Конструкция и работа гидравлических усилителей. Электрические усилители. Травмобезопасные рулевые колонки.

1.14. Тормозные управления. Назначение тормозного управления и требования к нему. Структура и классификация тормозных управлений. Тормозные механизмы колесных машин. Особенности конструкции разжимных устройств барабанных тормозных механизмов. Дисковые тормозные механизмы. Автоматическая регулировка зазоров в тормозных механизмах. Конструктивные варианты тормозных приводов. Схемы двухконтурных автомобильных тормозных приводов. Механический привод. Гидравлический привод. Усилители гидравлического тормозного привода. Аппараты подготовки и хранения сжатого воздуха в пневматических и гидропневматических приводах. Приборы управления подачей воздуха. Защитные устройства пневматических приводов. Исполнительные механизмы пневматических тормозных приводов. Приборы регулирования тормозных сил: регуляторы с дифференциальным поршнем, регуляторы лучевого типа, клапаны ограничения давления. Антиблокировочные системы. Вспомогательные тормозные системы.

1.15. Кабины и кузова. Требования, предъявляемые к кабинам и кузовам. Общее устройство кабины и грузового автомобиля, кузова пассажирского автомобиля. Конструктивное обеспечение обзорности, удобства посадки, вибро- и шумозащиты, травмобезопасности и других требований. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Сиденья и механизмы их регулирования. Механизмы открывания и запираания дверей. Механизмы подъема и очистки стекол. Зеркала заднего вида и способы регулирования их положения.

1.16. Общие сведения о трансмиссии трактора. Назначение, классификация и требования к трансмиссиям. Ступенчатые трансмиссии. Передаточное число трансмиссии, КПД и ведущие моменты. Гидродинамические передачи и гидромеханические трансмиссии. Гидрообъемные и электрические трансмиссии.

1.17. Гидродинамические, гидрообъемные и электрические передачи. Гидродинамические муфты и трансформаторы. Гидромеханические передачи – одно- и двухпоточные. Гидравлические насосы и моторы. Одно- и двухпоточные гидрообъемномеханические передачи. Электрические передачи. Уход за гидродинамическими, гидрообъемными и электрическими передачами и тенденции развития их конструкций.

1.18. Ведущие мосты тракторов. Основные механизмы ведущих мостов – главная (центральная) передача, конечные передачи, тормоза, дифференциалы у колесных тракторов. Их назначение, требования к ним и классификация. Конечные передачи. Уплотнения конечных передач. Особенности конструкций передних ведущих мостов колесных тракторов. Ленточные, колодочные и дисковые тормоза. Автоматическая регулировка зазоров в тормозах.

1.19. Компоновки и остовы тракторов. Требования, предъявляемые к компоновке трактора. Компоновка сельскохозяйственных, промышленных, лесопромышленных и лесо-

хозяйственных тракторов. Остовы тракторов. Тенденции развития компоновок и конструкций остовов тракторов.

1.20. Ходовые системы колесных тракторов. Назначение, классификация и требования к ходовым системам. Ведущие и ведомые колеса. Передние управляемые мосты. Установка управляемых колес. Особенности колесных движителей универсально-пропашных и специализированных тракторов. Подвески колесных тракторов. Повышение тягово-сцепных качеств колесных тракторов. Уход за ходовыми системами колесных тракторов и тенденции их развития.

1.21. Рулевое управление колесных тракторов. Назначение, предъявляемые требования и классификация рулевого управления. Способы и кинематика поворота колесного трактора. Угловое (кинематическое) и силовое передаточные числа рулевого управления. Рулевой привод (механический и гидравлический). Рулевой механизм. Рулевое управление трактора с гидроусилителем моноблочного типа и с гидроусилителем раздельного типа. Гидрообъемное рулевое управление. Насос-дозатор. Привод рулевого механизма. Уход за рулевым управлением и тенденции его развития.

1.22. Кабина трактора. Назначение и требования к кабинам. Конструкции защитных кабин. Рабочее место и пост управления. Обзорность с рабочего места. Тепловая, шумовая и вибрационная защиты кабины. Нормализация микроклимата в кабине и защита в ней воздушной среды от вредных примесей. Уходы за системами кабины и тенденции их развития.

2. Теория колёсных машин

2.1. Роль отечественных и зарубежных ученых в создании теории наземных транспортно-тяговых машин. Развитие отечественного наземного транспортного машиностроения. Роль наземных транспортно-тяговых машин в решении социально-экономических задач страны.

2.2. Эксплуатационные свойства колесных транспортно-тяговых машин. Основные эксплуатационные (функциональные) свойства транспортно-тяговых колесных машин. Критерии их эффективности. Производительность, грузоподъемность и пассажировместимость, топливная экономичность, надежность, экологичность. Источники и виды воздействия машины на природу и окружающую среду. Эргономические качества машины. Влияние на организм человека вибраций и колебаний машины и ее органов управления, шума, запыленности и других вредных факторов окружающей среды и несовершенства конструкции машины. Влияние средней технической скорости машин на их производительность.

Мероприятия, направленные на снижение вредного воздействия машин на окружающую среду и организм человека.

2.3. Силы и моменты, действующие на колесную транспортно-тяговую машину (КМ) при прямолинейном движении.

Силы и моменты, действующие на КМ. Уравнение тягового баланса. Понятие окружной силы тяги, полной окружной силы тяги, силы тяги по сцеплению и силы сопротивления качению. Зависимость коэффициентов сцепления и сопротивления качению от внешних условий движения и скорости машины.

Различные модели, описывающие процесс взаимодействия колеса или гусеницы с грунтом. Их преимущества и недостатки.

Влияние буксования (скольжения) на сцепные и скоростные показатели машины. Явление аквапланирования для колесного движителя при высоких скоростях движения машины.

Распределение крутящих моментов и окружных сил по колесам для различных схем трансмиссии (полностью дифференциальная, полностью блокированная и дифференциально-блокированная схемы).

2.4. Тягово-скоростные свойства колесных машин. Тяговая и динамическая характеристики машины. Влияние буксования движителя на эти характеристики. Задачи, решаемые с помощью динамической характеристики. Особые точки динамической характеристики.

Зависимость ускорения от скорости машины. Мощностная диаграмма. Выбор моментов переключения передач. Скоростная характеристика разгона машины. Методики определения пути и времени разгона машины.

Особенности расчета тягово-скоростных свойств машины с гидродинамической передачей. Выбор характеристик гидродинамической передачи для КМ. Особенности их согласования с характеристиками двигателей. Динамическая характеристика машины с гидродинамической передачей.

2.5. Топливная экономичность колесных машин. Уравнение топливного баланса машины. Путь расход топлива. Методика определения расхода топлива машины на заданном маршруте.

Методика построения графиков равных километровых расходов топлива и равных расходов на 100 км пути для машин с механической и гидромеханической трансмиссиями.

Влияние эксплуатационных факторов на топливную экономичность.

2.6. Особенности тягового расчета колесных машин. Задачи тягового расчета машины. Исходные данные для тягового расчета. Выбор массы КМ и распределение ее по мостам. Определение мощности двигателя. Определение минимальной устойчивой и максимальной скоростей машины.

Определение наименьшего передаточного числа трансмиссии и распределение его между агрегатами трансмиссии. Определение наибольшего передаточного числа трансмиссии. Особенности выбора числа передач машины и разбивка их по ряду. Особенности выбора числа передач и разбивки передаточных чисел по ряду для гидромеханической трансмиссии.

Выбор схемы привода для нескольких ведущих мостов КМ.

2.7. Тормозные свойства колесных машин и поезда. Требования, предъявляемые к тормозным системам машины и поезда. Критерии и нормативы эффективности тормозной системы машины и поезда. Классификация автотранспортных средств по грузоподъемности и назначению. Типы тормозных систем КМ и ГМ. Виды торможения. Диаграмма торможения машины и ее анализ.

Силы, действующие на машину и поезд при торможении. Понятие о тормозном факторе. Влияние блокировки колес КМ на управляемость и устойчивость движения при аварийном торможении.

Понятие о коэффициентах распределения и оптимальном распределении тормозных сил между мостами КМ и использования сцепления колес с дорогой.

Особенности динамики торможения поездов.

Способы повышения эффективности торможения. Принцип работы регуляторов тормозных сил. Принципиальная схема антиблокировочной системы КМ.

2.8. Криволинейное движение (поворот) колесных машин. Основные способы поворота КМ. Основные типы механизмов поворота, применяемых на ГМ. Кинематический фактор механизма поворота ГМ.

Особенности определения сил и моментов, действующих на КМ при повороте. Момент сопротивления повороту машины.

Особенности поворота КМ при высоких скоростях движения. Поворотливость и устойчивость машин при повороте. Определение критической скорости КМ при заносе. Влияние типа кинематической схемы подвески на опрокидывание КМ при заносе. Влияние колебаний управляемых колес КМ на устойчивость движения.

Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на устойчивость КМ при повороте.

2.9. Движение по неровностям и колебания колесных машин. Геометрические характеристики опорной поверхности и их математическое описание при периодически чередующихся неровностях и при случайном их распределении по пути.

Основные виды колебаний машин и их характеристика. Основные допущения, используемые при составлении линейной модели колебаний машины. Приведенные к оси катка (колеса) упругие и демпфирующие характеристики подвески.

Общие дифференциальные уравнения колебаний корпуса машины и их анализ.

Расчетные схемы многоосной КМ и их анализ. Свободные и вынужденные колебания. Зависимость параметров свободных колебаний от параметров подвески. Понятия об амплитудно-частотных характеристиках перемещений и ускорений и передаточных функциях колебательных систем. Анализ влияния на амплитудно-частотные характеристики жесткости подвесок, сопротивления демпферов (амортизаторов), подрессоренных и неподдресоренных масс.

Колебания машин на местности и дорогах со случайным профилем. Спектральная плотность перемещений и ускорений корпуса машины. Особенности колебаний многоосных КМ.

Показатели оценки плавности хода КМ и их определение. Влияние колебаний машины на нагруженность трансмиссии и потери энергии.

2.10. Основы теории плавающих машин. Водоходные свойства машины. Основные типы водоходных движителей, применяемых на КМ. Основные типы форм корпусов плавающих машин. Условия плавучести машины.

Остойчивость машины. Статическая и динамическая остойчивости. Диаграммы статической и динамической остойчивости.

Подвижность (ходкость) машины на плаву. Силы, действующие на машину на плаву. Предельные углы входа в воду и выхода из воды.

3. Автоматические системы колесных машин

3.1. Автоматическое управление механической ступенчатой трансмиссией. Принцип автоматизации управления сцеплением. Система автоматического управления нормально замкнутым фрикционным сцеплением. Выбор параметров и расчет системы. Специальные конструкции автоматических сцеплений. Электромагнитные сцепления.

3.2. Автоматическое переключение передач. Выбор закона переключения передач. Схемы автоматических ступенчатых коробок передач. Схема системы автоматического переключения передач. Расчет системы автоматического переключения передач. Элементы, обеспечивающие плавность переключения передач.

3.3. Принцип принудительного регулирования бесступенчатых передач. Регуляторная характеристика двигателя, трансформаторная характеристика трансмиссии. Выбор максимального и минимального передаточных чисел трансмиссии. Схемы регуляторов, обеспечивающих работу трансмиссии по трансформаторной характеристике. Принцип регулирования бесступенчатых передач. Статический расчет регулятора. Конструктивные схемы бесступенчатых передач. Фрикционные, гидрообъемные и электромеханические трансмиссии.

3.4. Информационные и технологические основы управления КМ. Многократные и разовые управляющие воздействия. КМ как объект управления. Основные допущения при исследовании динамики КМ. Дифференциальные уравнения поступательного движения и направления движения КМ. Анализ коэффициентов усиления по управляющему и возмущающему воздействиям, постоянные времени.

3.5. Исследование переходных процессов динамических характеристик вынужденных колебаний объекта и установившихся ошибок системы автоматического управления КМ. Примеры передаточных функций КМ. Экспериментальное и аналитическое исследование переходных процессов и динамических характеристик вынужденных колебаний систем управления скоростью и направлением движения.

Управление скоростными и нагрузочными режимами. Типы трансмиссии ТТМ, оценка перспектив их автоматизации. Управление гидрообъемными передачами – режимы топливной экономичности, постоянной скорости, постоянной мощности, наибольшей производительности. Управление ступенчатой трансмиссией. Переключение передач под нагрузкой. Основные закономерности процесса переключения “вверх” и “вниз” с перекрытием передач и разрывом потока мощности.

3.6. Системы автоматического вождения. Целесообразность применения систем автоматического вождения (САВ), требования предъявляемые к ним. Классификация САВ. Про-

граммные САВ, следовые системы с использованием различных датчиков положения (ориентации). Системы с применением телеметрии (структурные схемы). Перспективы развития и применения САВ.

3.7. Встроенные системы сигнализации, контроля и аварийной защиты. Сигнализаторы технического состояния агрегатов, датчики аварийной защиты, устройства накопления информации об объеме выполненной работы. Перспективы создания пахотных автоматов.

3.8. Применение оптимальных и самонастраивающихся систем управления КМ. Понятие оптимального процесса управления. Оптимизация режимов работы и параметров КМ. Принцип работы самонастраивающихся систем, их классификация. Примеры объектов экстремального регулирования. Экстремальный регулятор для выбора оптимальных режимов работы КМ.

4. Испытания колёсных машин

4.1. Испытания как область инженерной деятельности. Значение испытаний в создании новых конструкций, в совершенствовании серийно выпускаемых машин, в сокращении сроков подготовки новой техники к производству.

Терминология, общие понятия и определения.

Основные этапы истории отечественных испытаний тяговых машин. Особенности организации испытаний за рубежом. Значение унификации испытаний.

4.2. Система испытаний КМ. Виды и классификация испытаний. Лабораторно-полевые и эксплуатационные испытания. Сертификатные испытания и т.д. (структурные схемы). Цели испытаний, определяющие их вид, программу и методы проведения. Основные элементы программы какого-либо типового испытания (например: лабораторные испытания ДВС). Задачи комплексных испытаний. Краткие характеристики и сравнительный анализ ГОСТов и стандартов ИСО, регламентирующих методы испытаний тракторов и КМ.

Разработка программы и методики испытаний с учетом наименьших затрат на их проведение, а также техники безопасности и сохранения окружающей среды.

4.3. Измерительно-информационная техника в испытаниях КМ. Измерения. Основные понятия и определения. Классификация электрических способов измерения неэлектрических физических величин. Понятие о первичном, промежуточном и выходном преобразователях. Датчик как конструктивная совокупность преобразователей. Структурная схема типового измерительного канала. Метрологические характеристики средств измерений.

Методы измерений линейных и угловых размеров. Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Электромеханические измерители линейных и угловых размеров. Метрологическое обеспечение линейных и угловых измерений.

4.4. Методы измерений механических напряжений, сил, моментов и давлений. Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Тензоэффект. Тензометрические преобразователи и датчики, построенные с их использованием. Типы тензорезисторов (ТР). Расположение ТР на упругом элементе (УЭ) датчика. Вопросы обеспечения линейной характеристики и термокомпенсации. Метрологическое обеспечение датчиков механических величин.

4.5. Методы измерений параметров движения объектов, газовых и жидких сред. Методы измерений параметров движения объекта. Характеристики измеряемых величин. Взаимосвязь параметров движения. Абсолютные и относительные методы измерений параметров движения. Системы координат. Измерители параметров движения (акселерометры, гироскопы, датчики с использованием магниторезисторов, эффекта Холла, пьезоэффекта и т. п.). Метрологическое обеспечение средств измерения параметров движения.

Методы измерений параметров движения газовых сред и рабочих жидкостей. Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Гидродинамические и кинематические методы измерения расхода. Приборы для измерения расхода и скорости жидких и газообразных веществ. Метрологическое обеспечение средств измерения расхода.

4.6. Методы измерений температуры и концентрации вещества. Методы измерений температуры. Характеристики измеряемой величины. Классификация методов измерений. Метрологические основы измерения температуры. Температурные шкалы. Термометрические контактные методы измерения температуры.

Методы измерений концентрации вещества. Общие вопросы измерений концентрации вещества при испытаниях тракторов и ТТМ. Некоторые электрические методы анализа веществ и соответствующие средства измерений (измерители влажности, состава выхлопных газов и т. д.). Метрологическое обеспечение измерений методом чистых веществ.

4.7. Методика разработки специальных измерительных средств и выбор вторичной аппаратуры. Средства измерений: давления движителей на опорную поверхность, усилий в гусеничных звеньях и тягах навесной системы, износа шин и т. п.

Источники питания, усилители и фильтры, аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Вспомогательные преобразователи. Измерительные преобразователи. Измерительные схемы. Тензометрическая регистрирующая аппаратура. Токосъемники. Специальные датчики и комбинированные измерительные средства.

4.8. Градуировка средств измерений. Обработка результатов измерений. Назначение градуировки, методы ее проведения. Статические и динамические характеристики датчиков. Специальные приспособления и приборы для градуировки. Функция преобразования измерительной цепи с калибровкой.

Структурные схемы типовых информационно-измерительных систем (ИИС). Аналоговые и цифровые ИИС. Общие сведения по телеметрии. Современные стационарные и передвижные измерительные комплексы. Виды динамограмм. Непрерывная и импульсная запись показаний приборов. Методы операционной обработки измерительной информации: фильтрация; суммирование; дифференцирование; интегрирование; общие понятия амплитудного, спектрального и корреляционного анализа.

4.9. Основы теории ошибок измерения. Типы погрешностей. Статистика погрешностей: средние значения, дисперсия, распределения вероятности ошибок и статистическая выборка. Метод определения точности измерений по предельным значениям ошибок средств измерений, установленных при их градуировке. Методика определения погрешности исследуемой величины, определяемой по показаниям нескольких приборов. Методы аппроксимации. Графическая интерпретация результатов измерений, в том числе с использованием методов САПР.

4.10. Лабораторно-полевые испытания КМ. Порядок проведения испытаний, приемка и подготовка машины к ним. Требования к средствам измерений и факторам внешней среды. Методы определения условий испытаний.

Определение линейных и угловых размеров, вместимостей, масс и среднего давления движителей. Методика проведения испытаний. Расчетные формулы. Потребная точность результатов измерений.

Тяговые показатели КМ. Требования к машине, предъявляемой на тяговые испытания. Требования к участку для проведения испытаний. Методика определения влажности и твердости грунта. Определение показателей работы двигателя через вал отбора мощности (ВОМ), его пусковых качеств. Режимы проведения испытаний, способы создания тяговой нагрузки. Определение сопротивления движению по различным грунтовым фонам. Определение пройденного пути и расхода топлива. Методика определения максимального тягового усилия и максимальной тяговой мощности. Расчетные формулы для обработки результатов тяговых испытаний. Потребная точность определения измеряемых параметров. Назначение и содержание сертификатных испытаний, особенности их проведения. Оформление отчетных документов.

Показатели машины, характеризующие безопасность работы и условия труда оператора. Методика определения усилий на органах управления, статической устойчивости, люфта рулевого колеса, эффективности действия тормозов, обзорности с рабочего места водителя, освещенности. Применяемое оборудование, потребная точность определения измеряемых параметров.

4.11. Эксплуатационные испытания КМ. Задачи, методика и организация испытаний. Параметры, определяемые в процессе испытаний. Программа испытаний. Методы сбора информации и расчет основных параметров. Метод контрольных смен.

Основные свойства и показатели надежности. Виды работ при проведении испытаний на надежность. Классификация отказов по группам сложности. Определение приспособляемости к техническому обслуживанию и ремонту. Ресурсные испытания в условиях эксплуатации. Методы изучения износов. Техническая экспертиза.

4.12. Стендовые и полигонные испытания КМ и их агрегатов. Назначение стендовых испытаний. Экономическая оценка целесообразности проведения стендовых испытаний трактора, ТТМ и их агрегатов. Производственные и исследовательские стендовые испытания. Узлы и агрегаты, подвергающиеся предварительным производственным испытаниям до их установки на собираемую КМ. Обкаточные стенды.

Стенды для испытания трансмиссий и фрикционных сборочных единиц. Кинематические схемы стендов открытого и замкнутого силового контура: торсионные, шестеренные, гидравлические, планетарные.

Основы методики ускоренных стендовых испытаний узлов и агрегатов КМ. Значение нагрузочного режима для определения эквивалентной работоспособности исследуемого агрегата. Способы поддержания постоянства нагрузочного режима. Имитаторы неравномерности момента сопротивления в трансмиссии, неравномерности вращения вала двигателя, угловой жесткости валов трансмиссии, вибрации машины. Имитация грунтовых условий сцепления колесных и гусеничных движителей на стендах.

Назначение полигонов. Основные пути снижения затрат на проведение полигонных испытаний. Виды полигонов и их оборудование. Круговые стенды и треки. Испытания на прочность. Ресурсные полигонные испытания. Методика выбора параметров искусственных препятствий движению КМ на треках. Вопросы имитации эксплуатационных нагрузок на крюке при ускоренных ресурсных испытаниях. Барабанные стенды для испытаний КМ, стенды для определения момента инерции КМ в сборе. Испытания КМ в климатических и пылевых камерах. Стенды для испытания ходовой системы КМ (в том числе «грунтовые каналы»). Вопросы техники безопасности при проведении испытаний на стендах и полигонах.

4.13. Моделирование и планирование эксперимента при исследованиях КМ. Роль и место моделирования и планирования эксперимента при испытаниях КМ. Основные принципы моделирования. Связь между реальными системами и моделями. Способы составления математической модели исследуемого процесса и методика преобразования моделей в форму удобную для моделирования на ЭВМ и способы оценки точности воспроизведения моделью реального исследуемого процесса.

Основные положения и принципы планирования эксперимента. Методика выбора факторов и их отсеивание. Выбор параметров оптимизации и методики составления линейного плана полного факторного эксперимента и их дробных реплик. Методика оценки адекватности модели.

4. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Гладов Г.И., Петренко А.М. Специальные транспортные средства (испытания)/ Под ред. Г.И. Гладова. – М.: ООО «Гринлайт +», 2010. – 384 с.

2. Ларин В.В. Теория движения полноприводных колесных машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 391 с.

3. Селифонов В.В. Теория автомобиля. Учебное пособие. – М.: ООО «Гринлайт +», 2009. – 208 с.

4. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3 т. Т 1/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладжов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 496 с.

5. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3 т. Т 2/ Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 528 с.

6. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3 т. Т 3/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 432 с.

7. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 2009. – 752 с.

б) дополнительная литература:

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1975. – 279 с.

2. Безверхий С. Ф., Яценко Н. Н. Основы технологии полигонных испытаний и сертификации автомобилей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 600 с.

3. Дайчик М. Л., Пригоровский Н. И., Хуртудов Г. Х. Методы и средства натурной тензометрии: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

4. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 448 с.

5. Испытания автомобилей/ В. Б. Цимбалин, В. Н. Кравец, С. М. Кудрявцев и др. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.

6. Коробейников А. Т., Шолохов В. Ф., Лихачев В. С. Испытания сельскохозяйственных тракторов. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

7. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы»/ П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.

8. Конструкция автомобиля. Шасси / Под общ. ред. А. Л. Карунина. – М.: МАМИ, 2000. – 528 с.

9. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: Учебник для студентов автомобильных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 221 с.

10. Планетарные коробки передач/ В. М. Шарипов, Л. Н. Крумбольдт, А. П. Маринкин, Е. Л. Рыбин; Под общ. ред. В. М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2000. – 137 с.

11. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т. Т. 1. Учеб для вузов/ Б. А. Афанасьев, Н. Ф. Бочаров, Л. Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А. А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 488 с.

12. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т. Т. 2. Учеб. для вузов/ Б. А. Афанасьев, Б. Н. Белоусов, Л. Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А. А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 640 с.

13. Энциклопедия. Машиностроение. Колесные и гусеничные машины. Т. IV - 15 / В. Ф. Платонов, В. С. Азаев, Е. Б. Александров и др.; Под общ. ред. В. Ф. Платонова, 1997. - 688 с.