

**Подригало М.А., Волков В.П., Абрамов Д.В., Байцур М.В.,
Ефимчук В.М., Подригало Н.М., Тарасов Ю.В.**

**Квалиметрия, стандартизация
и унификация тормозного
управления колесных машин**

**Подригало М.А., Волков В.П., Абрамов Д.В., Байцур М.В.,
Ефимчук В.М., Подригало Н.М., Тарасов Ю.В.**

**Квалиметрия, стандартизация
и унификация тормозного
управления колесных машин**

Под редакцией докт. тех. наук,
профессора Подригало М.А.

Харьков 2007

УДК 629.017
ББК 39.33 – 01

Подригало М.А., Волков В.П., Абрамов Д.В., Байцур М.В., Ефимчук В.М., Подригало Н.М., Тарасов Ю.В. Квалиметрия, стандартизация и унификация тормозного управления колесных машин – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 448 с.

Выполнен анализ тормозных свойств и рассмотрены вопросы расчета и проектирования тормозных механизмов колесных тракторов.

Издание рассчитано на конструкторов тракторных заводов, научных сотрудников, аспирантов, магистров и студентов технических университетов.

Ил. 139. Табл. 73. Библиогр. назв. 258.

Виконано аналіз гальмівних властивостей і розглянуто питання розрахунку та проектування гальмівних механізмів колісних тракторів.

Видання призначено для конструкторів тракторних заводів, наукових працівників, аспірантів, магістрів і студентів технічних університетів.

Ил. 139. Табл. 73. Бібліогр. назв. 258.

Рецензенты: **Александров Е.Е.**, д-р техн. наук, профессор, Национальный технический университет (ХПИ).

Лебедев А.Г., д-р техн. наук, профессор, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	9
ЧАСТЬ 1. ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ	11
РАЗДЕЛ 1. КВАЛИМЕТРИЯ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ	11
1.1. Оценка эффективности торможения автотранспортных средств	11
1.1.1 Критерии оценки эффективности торможения	11
1.1.2 Нормативы эффективности торможения автомобилей	14
1.2. Устойчивость колёсных машин при торможении	15
1.3. Функциональная стабильность элементов тормозных систем транспортных средств	26
1.3.1 Стабильность тормозных механизмов и пути её повышения	26
1.3.2 Тормозной привод и факторы, определяющие стабильность его быстроедействия	30
1.3.3 Стабильность распределения тормозных сил между колёсами	30
1.3.4 Стабильность характеристик регуляторов тормозных сил	31
1.4. Формирование эксплуатационных свойств автомобилей с использованием тормозного управления	32
1.5. Квалиметрия технической системы с учётом стабильности ее элементов	36
1.6. Коэффициент полезного действия автомобиля	39

РАЗДЕЛ 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ К ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ		47
2.1.	Ретроспективный анализ требований к эффективности торможения автотранспортных средств	47
2.2.	Кибернетический подход к формированию требуемых тормозных свойств автотранспортных средств	53
2.3.	Прогнозирование изменения тормозного пути легковых автомобилей	59
2.4.	Прогнозирование изменения пропускной способности автомобильной дороги с учетом повышения эффективности торможения	65
2.5.	Эффективность торможения автотранспортных средств запасной тормозной системой	69
2.6.	Методика формирования нормативных требований к эффективности торможения	73
2.6.1.	Прогнозирование нормативных требований к эффективности торможения автотранспортных средств категории M_1	77
2.6.2.	Прогнозирование нормативных требований к эффективности торможения автотранспортных средств категории N	81
2.6.3.	Прогнозирование нормативных требований к эффективности торможения автотранспортных средств категории M_1 запасной тормозной системой	91
2.7.	Оценка стабильности тормозных свойств автотранспортных средств категории M_1 и их соответствие нормативным требованиям	95

РАЗДЕЛ 3. КВАЛИМЕТРИЯ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ	109
3.1. Известные критерии оценки эффективности тормозных механизмов	109
3.2. Предлагаемые критерии оценки эффективности тормозных механизмов	116
3.3. Обобщенное уравнение тормозного момента	130
3.4. Исследование стабильности тормозных механизмов с помощью обобщенного уравнения тормозного момента	134
3.5. Влияние типа тормозных механизмов на распределение тормозных сил между осями и колёсами автотранспортного средства	139
3.6. Статистический анализ коэффициентов трения фрикционных пар дисковых тормозов легковых автомобилей (категория M_1)	146
3.7. Статистический анализ стабильности барабанных тормозных механизмов легковых автомобилей	160
3.8. Статистическая оценка влияния нестабильности тормозных механизмов на распределение тормозных сил между осями легковых автомобилей	165
3.9. Прогнозирование допустимого снижения эффективности тормозных механизмов легковых автомобилей	174
РАЗДЕЛ 4. СВОЙСТВА ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДИНАМИКУ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ	178
4.1. Влияние стабильности характеристик фрикционных материалов на тормозные свойства автомобилей	178
4.2. Оценка температурного режима фрикционных материалов и его влияния на работу	181

4.3.	тормозной системы Требования к эффективности торможения автомобиля и методики испытаний фрикционных пар тормозов на фрикционную теплостойкость	191
4.4.	Испытания тормозных колодок и контртел на фрикционную теплостойкость при сертификации	198
4.5.	Режимы торможения автомобилей и их влияние на энергонагруженность тормозных механизмов	203

РАЗДЕЛ 5. КВАЛИМЕТРИЯ ФРИКЦИОННЫХ ПАР ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ В ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ И НА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ПДС-Л (ХНАДУ)		208
5.1.	Методика проведения испытаний	208
5.2.	Описание оборудования и контрольно- измерительной аппаратуры	212
5.3.	Анализ стабильности тормозных свойств легкового автомобиля при различных вариантах сочетания фрикционных материалов на передних и задних колесах	220
5.4.	Исследование показателей эффективности тормозной системы легкового автомобиля на диагностической станции ПДС-Л (на примере «АЗЛК – 2140»)	240
5.4.1.	Определение показателей эффективности тормозной системы в соответствии с ДСТУ 3649-97	245
5.4.2.	Определение действительного значения коэффициента распределения тормозных сил между осями	247
5.5.	Изменения тормозных свойств автомобиля при нагреве тормозных колодок	249

5.6.	Определение «рейтинга» стабильности сочетания передних и задних фрикционных пар при помощи квалиметрической шкалы	255
------	---	-----

РАЗДЕЛ 6. МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ФРИКЦИОННЫХ ПАР ПЕРЕДНИХ И ЗАДНИХ ТОРМОЗОВ АВТОМОБИЛЯ

264

6.1.	Моделирование процесса торможения с учетом распределения тормозных сил и теплового критерия	264
6.1.1.	Требуемая взаимосвязь между коэффициентами трения фрикционных пар передних и задних тормозов	265
6.1.2.	Определение зависимости коэффициента распределения тормозного момента на переднюю ось от коэффициентов трения фрикционных пар	275
6.1.3.	Определение температуры фрикционных поверхностей тормозов при циклических торможениях	275
6.2.	Методики выбора фрикционных пар трения по критерию функциональной стабильности коэффициента распределения тормозных сил (выбор «идеального партнера»)	277
6.3.	Выбор сочетания передних и задних фрикционных пар по их физико-трибологическим характеристикам	290

ЧАСТЬ 2. ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

298

РАЗДЕЛ 7. КВАЛИМЕТРИЯ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ

298

7.1.	Энергетическая эффективность транспортных операций	298
------	--	-----

7.2.	Влияние эффективности торможения на показатели транспортной работы тракторных поездов	304
7.3.	Оценка энергопреобразующих свойств тормозных систем тракторных поездов	307
7.4.	Рациональные скорости движения и грузоподъемность тракторных поездов	315
7.4.1.	По критерию максимальной производительности	315
7.4.2.	По критерию максимальной пропускной способности автомобильной дороги	320
7.4.3.	По энергетическому критерию (потерь энергии при торможении)	322
7.5.	Оценка эффективности торможения колесных тракторов и тракторных поездов	327
7.5.1.	Нормативы эффективности торможения колесных тракторов и тракторных поездов	337
7.6.	Обеспечение требуемой эффективности торможения	345
7.6.1.	Проверка на соответствие действующим стандартам	345
7.6.2.	Требования к эффективности торможения при повышении транспортных скоростей движения до 40 км/ч	355
7.6.3.	Требования к тормозным системам горных колесных тракторов	359
7.7.	Определение весовых и мощностных параметров колесных тракторов, которые в перспективе войдут в модельный ряд	366
РАЗДЕЛ 8. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ФРИКЦИОННЫХ ПАР ТРАКТОРНЫХ ДИСКОВЫХ ТОРМОЗОВ		372
8.1.	Прогнозирование долговечности фрикционных накладок тормозов на стадии проектирования	372

8.2.	Оценка возможности применения унифицированных фрикционных пар в дисковых тормозах открытого типа	387
8.3.	Методика расчета унифицированных фрикционных пар для многодисковых тормозных механизмов, входящих в модельный ряд	398
8.4.	Типоразмерный ряд унифицированных фрикционных пар многодисковых тормозов для модельного ряда колесных тракторов	421
	ЛИТЕРАТУРА	425