

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

На правах рукопису

Бондаренко Анатолій Ігорович

УДК 621.83.062.1

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ
ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ З
БЕЗСТУПІНЧАСТИМИ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИМИ
ТРАНСМІСІЯМИ**

Спеціальність 05.22.02 – Автомобілі та трактори

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора
технічних наук

Науковий консультант:
Самородов Вадим Борисович,
доктор технічних наук,
професор

Харків – 2016

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ КОНЦЕПЦІЙ І ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ В ТРАКТОРОБУДУВАННІ.....	15
1.1 Тенденції та перспективи застосування в тракторобудуванні безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій.....	22
1.2 Гальмівні системи колісних тракторів.....	48
1.3 Сучасний стан проблеми структурного аналізу гідрооб'ємно- механічних трансмісій та моделювання процесу гальмування колісних тракторів.....	56
Висновки за розділом.....	63
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ДЛЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ.....	65
2.1 Загальна методика проведення дисертаційного дослідження....	65
2.2 Методика визначення структури та параметрів гідрооб'ємно- механічних трансмісій, а також способів реалізації службового та екстреного гальмування колісних тракторів.....	68
2.3 Методика експериментального дослідження роботи гідрооб'ємно-механічних трансмісій в гальмівному режимі та процесу гальмування колісних тракторів.....	78
2.4 Методика визначення ступеня стомлення операторів-водіїв колісних тракторів.....	89
Висновки за розділом.....	106
РОЗДІЛ 3 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ДВОПОТОКОВИХ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ...	107

3.1	Загальні закономірності розподілу кінематичних, силових та енергетичних параметрів трансмісій, що працюють за схемою «диференціал на вході».....	108
3.2	Загальні закономірності розподілу кінематичних, силових та енергетичних параметрів трансмісій, що працюють за схемою «диференціал на виході».....	125
3.3	Особливості гідрооб'ємно-механічних трансмісій з двома диференціалами: на вході та виході.....	145
	Висновки за розділом.....	154
РОЗДІЛ 4 МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЯХ ПРИ РОЗГОНІ ТА ГАЛЬМУВАННІ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ.....		
		158
4.1	Опис характеристик двигуна внутрішнього згорання і рівняння руху колінчастого валу	160
4.2	Опис робочих процесів у гідрооб'ємно-механічній трансмісії...	163
4.3	Математичний опис взаємодії коліс з опорною поверхнею.....	166
4.4	Математична модель гальмівної системи.....	168
4.4.1	Математичний опис робочих процесів антиблокувальної системи.....	168
4.4.2	Математична модель гальмівного механізму.....	170
4.4.3	Математична модель пневматичного гальмівного приводу..	171
4.5	Рух непідресорених і підресорених мас з урахуванням впливу підвіски і жорсткості шин	178
	Висновки за розділом.....	185
РОЗДІЛ 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ДВОПОТОКОВИХ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЯХ.....		
		187
5.1	Методика дослідження, прилади і обладнання.....	187
5.2	Обробка результатів.....	201

5.3	Лабораторні випробування гід्रोоб'ємно-механічних трансмісій різноманітних структур.....	208
5.4	Порівняльний аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень.....	211
	Висновки за розділом.....	216
	РОЗДІЛ 6 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ З ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИМИ ТРАНСМІСІЯМИ.....	218
6.1	Експериментальне дослідження процесу гальмування колісного трактора Fendt 936 Varjo.....	218
6.1.1	Методика дослідження, прилади і обладнання.....	218
6.1.2	Обробка результатів.....	224
6.1.3	Службове гальмування.....	227
6.1.4	Екстрене гальмування.....	228
6.1.5	Порівняльний аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень.....	229
6.2	Експериментальне дослідження процесу гальмування дослідного колісного трактора ХТЗ-21021 з ГОМТ-1С.....	234
6.2.1	Методика дослідження, прилади і обладнання.....	237
6.2.2	Порівняльний аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень.....	240
	Висновки за розділом.....	244
	РОЗДІЛ 7 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ КІНЕМАТИЧНИХ, СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ В ПРОЦЕСІ ГАЛЬМУВАННЯ.....	246
7.1	Службове гальмування.....	254
7.1.1	Гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному від'єднанні двигуна від ведучих коліс..	254

7.1.2	Гальмування при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном	255
7.2	Екстрене гальмування.....	256
7.2.1	Екстрене гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному від'єднанні двигуна від ведучих коліс.....	256
7.2.2	Гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання гідрооб'ємної передачі та гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном.....	257
7.2.3	Гальмування з антиблокувальною системою.....	258
7.3	Аналіз результатів теоретичного дослідження.....	258
7.4	Основи керування гальмуванням колісних тракторів з безступінчастими гідрооб'ємно-механічними трансмісіями.....	262
	Висновки за розділом.....	272
	ВИСНОВКИ	275
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	279
	ДОДАТОК А Результати статичного аналізу безступінчастих двопотокових гідрооб'ємно-механічних трансмісій різноманітного схемного виконання.....	320
	ДОДАТОК Б Результати експериментальних та теоретичних досліджень процесу гальмування трактора Fendt 936 Vario.....	387
	ДОДАТОК В Результати моделювання гальмування колісного трактора з гідрооб'ємно-механічними трансмісіями різноманітного схемного виконання.....	403
	ДОДАТОК Д Патенти України на корисну модель та на винахід.....	462
	ДОДАТОК Е Акти впровадження результатів дисертаційної роботи...	469