

631.34
К58

Кожушко А.П.



ТЕОРІЯ КОЛИВАНЬ ТРАКТОРА
ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЦИСТЕРН
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

КОЖУШКО Андрій Павлович

**ТЕОРІЯ КОЛИВАНЬ ТРАКТОРА
ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ
ЦИСТЕРН
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

Монографія

Мерікс
Publisher

Харків
2021

УДК 629.1.02
К58

Публікується за рішенням Вченої ради
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
протокол № 10 від 29 жовтня 2021 р.

Рецензенти:

М. Л. Шуляк, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри трактори і автомо-білі, Державного біотехнологічного університету

Є. І. Калінін, д-р техн. наук, професор, професор кафедри обчислюваної тех-ніки та програмування, Національний технічний університет «Харківський полі-технічний інститут»

Кожушко А. П.

Теорія коливань трактора при транспортуванні цистерн сільськогосподарського призначення: монографія / А. П. Кожушко – Харків. Видавець: О. А. Мірошніченко, 2021. – 240 с. іл.

ISBN 978-617-7618-94-1.

Наведений матеріал висвітлює основні наукові напрацювання співробітника кафедри автомобіле- і тракторобудування Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту» КОЖУШКА Андрія Павловича в розвитку та узагальненні існуючої теорії коливань колісного трактора з цистерною для транспортування рідини, яка має вільну поверхню, що дає змогу вирішити актуальну науково-практичну проблему поліпшення експлуатаційних показників колісних тракторів шляхом визначення параметрів конструкції машинно-тракторного агрегату для зменшення негативного впливу низькочастотних коливань верхнього шару рідини у цистерні.

Монографія призначена для інженерно-технічних працівників в галузі механічної інженерії та транспорту, може бути корисною для магістрантів, аспірантів і докторантів інженерного, транспортного та сільськогосподарського профілю.

Іл. 86. Табл. 23. Бібліогр. найм. 268

УДК 629.1.02

ISBN 978-617-7618-94-1

© Кожушко А. П., 2021

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДУМОВИ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ НАУКОВОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Місце транспортних операцій, що виконуються тракторами, в сільському господарстві України.....	8
1.2 Аналіз методів опису рухливої маси рідини в замкнутій ємності (цистерни сільськогосподарського призначення).....	16
1.3 Аналіз коливальних процесів при русі тракторів з сільськогосподарськими агрегатами.....	25
1.4. Проблема моделювання руху колісного тракторів з цистернами.....	46
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУХУ ТРАКТОРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ТРАКТОРНИХ ЦИСТЕРН.....	50
2.1 Концепція зниження низькочастотних коливань мас трактора при перевезенні цистерни з рідиною.....	50
2.2 Методика визначення поверхневих коливань рідини.....	55
2.3 Метод формалізації коливань рідини з вільною поверхнею.....	66
2.4 Масово-інерційні показники руху рідини, що коливається.....	78
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В ЄМНОСТІ ПРИЗМАТИЧНОЇ ФОРМИ.....	82
3.1 Мета експериментальних досліджень, прилади і обладнання.....	82
3.2 Теоретичні результати досліджень з визначення частоти вільних коливань рідини.....	85
3.3 Результати експериментальних досліджень з визначення основної частоти вільних коливань рідин.....	86
3.4 Теоретичне дослідження з визначення декременту загасання вільних коливань рідини в прямокутній ємності.....	90
3.5 Експериментальне дослідження з визначення декременту загасання рідин різної в'язкості.....	97

3.6	Визначення формули для опису залежності декременту від амплітуди коливань рідини.....	101
3.7	Вплив декременту загасань на коливання рідини в ємності.....	108
РОЗДІЛ 4. ПАСИВНИЙ ПРИНЦИП ЗАХИСТУ ВІД НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ МАС ТРАКТОРА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ЦИСТЕРНИ З РІДИНОЮ.....		
4.1	Складання математичного апарату для дослідження вільних коливань системи «трактор – цистерна».....	114
4.2	Аналіз вільних коливань системи «трактор – цистерна» в поздовжньо-вертикальній площині руху.....	116
4.3	Спектральні явища та теореми про властивості пучка симетричних матриць.....	128
4.4	Дослідження енергетичних властивостей на основі динамічного аналізу в поздовжньо-вертикальній площині руху.....	139
4.5	Аналіз вільних коливань системи «трактор – цистерна» в поперечно-вертикальній площині.....	143
РОЗДІЛ 5. АКТИВНИЙ ПРИНЦИП ЗАХИСТУ ВІД НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ МАС ТРАКТОРА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ЦИСТЕРНИ З РІДИНОЮ.....		
5.1	Формування нелінійної математичної моделі коливань мас системи «трактор – цистерна» в поздовжньо-вертикальній площині.....	156
5.2	Параметричні коливання в системи «трактор – цистерна» в поздовжньо-вертикальній площині.....	189
5.3	Формування нелінійної математичної моделі коливань мас системи «трактор – цистерна» в поперечно-вертикальній площині.....	202
5.4	Параметричні коливання в системи «трактор – цистерна» в поперечно-вертикальній площині.....	206
	Список літератури.....	211