

21-3764

НА ДОМ НЕВИДАЕТСЯ

А.А.Лопарев,  
К.В.Новиков, А.С.Комкин



**ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА  
СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ТРАКТОРОВ**



21-03764

Киров  
2021

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО Вятский государственный агротехнологический университет  
Инженерный факультет

А. А. Лопарев • К. В. Новиков • А. С. Комкин

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ**

*Монография*

Под редакцией д. т. н., профессора А. А. Лопарева

Киров 2021

УДК 631.3  
ББК 40.721-08  
Л77

Рекомендовано к изданию Учебно-методической комиссией  
Инженерного факультета Вятского государственного  
агротехнологического университета

Рецензенты:

**Н Ф. Баранов**, д.т.н., профессор, кафедры «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка» Вятского ГАТУ;

**И. А. Дерюшев**, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА;

**Д. А. Вахромеев**, к.т.н., доцент кафедры «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

**Лопарев А. А., Новиков К. В., Комкин А. С.**

Л77 Исследование процесса сопротивления качению сельскохозяйственных тракторов / А. А. Лопарев, К. В. Новиков, А. С. Комкин – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2021 – 202 с.

ISBN 978-5-6044635-9-8

Данный научный труд – результат более чем 30-летней исследовательской работы по изучению колеса на кафедре «Тракторы и автомобили» Кировского СХИ, а затем «Автомобили и Тракторы» Вятской ГСХА, начатой доцентом **В. И. Судницким** (1942-2020) и развитой затем в своих диссертациях А. А. Лопаревым, К. В. Новиковым, А. М. Всенглинским и А. С. Комкиным.

В монографии рассмотрен вопрос определения и снижения сопротивления качению колесных и гусеничных тракторов при возделывании сельскохозяйственных культур. Представлены теоретические и технические аспекты определения сопротивления качению и предложены практические меры по снижению затрат на самопередвижение колесных и гусеничных сельскохозяйственных тракторов. Подробно проанализирован метод определения сопротивления качению колесных машин методом отката при их остановке.

Издание рекомендуется для научных, инженерно-технических работников, магистрантов и аспирантов, занимающихся вопросами механизации сельскохозяйственного производства и специалистов сельскохозяйственного машиностроения.

УДК 631.3  
ББК 40.721-08

ISBN 978-5-6044635-9-8

© Комкин А. С., Лопарев А. А., Новиков К. В., 2021

© ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2021

## Содержание

Введение .....	3
<b>Глава 1. ДВИЖИТЕЛЬ И ОПОРНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ</b>	
1.1 Анализ закономерностей деформирования почвы .....	5
1.2 Деформирование эластичных движителей колесных тракторов в процессе взаимодействия с почвой в реальных условиях .....	16
1.3 Соотношения параметров качения эластичного колеса по опорной поверхности .....	20
1.4 Особенность взаимодействия гусеничного движителя с опорной поверхностью .....	26
1.5 Тягово-сцепные свойства и энергетические показатели сельскохозяйственных тракторов при движении по почве, подготовленной под посев .....	35
<b>Глава 2. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ</b>	
2.1 Причинно-следственная связь процесса качения колеса в различных режимах .....	55
2.2 Характеристики сопротивления качению колеса .....	58
2.3 Факторы, влияющие на величину сопротивления качению .....	60
2.4 Методы определения сопротивления качению .....	81
2.5 Равновесное и неравновесное состояние колеса .....	92
2.6 Задачи исследований .....	100
<b>Глава 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА И ПЛЕЧА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ МЕТОДОМ ОТКАТА</b>	
3.1 Энергетическая модель сопротивления колеса качению .....	102
3.2 Координаты точки приложения результирующей реакции опорной поверхности и угла отката .....	107
3.3 Энергетическая модель сопротивления колеса торможению .....	108

3.4 Противоположность сопротивлений колеса качению и торможению .....	112
3.5 Функциональная и энергетическая эффективность колеса .....	115
3.6 Качение колес друг по другу в противоположных режимах .....	119
3.7 Сопротивление качению торможению эластичного колеса .....	121
<b>Глава 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
4.1 Программа исследований .....	127
4.2 Краткая техническая характеристика приборов и оборудования .....	127
4.3 Приспособление для измерения относительного спуска и подъема опорной поверхности .....	132
4.4 Установка для проведения лабораторных опытов .....	133
4.5 Установка для записи угла отката тракторов Т-25А и МТЗ-80 .....	134
4.6 Установка для записи плеча отката трактора Т-25А .....	136
4.7 Методика проведения лабораторных опытов .....	137
4.8 Методика проведения полевых опытов записи угла отката тракторов Т-25А и МТЗ-80 .....	139
4.9 Методика проведения полевых опытов записи плеча отката трактора Т-25А .....	139
4.10 Измерение тягового усилия необходимого на самопередви- жение трактора Т-25А .....	140
4.11 Настройка и тарировка аппаратуры .....	142
4.12 Краткая методика планирования и проведения экспериментов и статистической обработки полученных данных .....	144
<b>Глава 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
5.1 Лабораторные исследования .....	147
5.2 Результаты полевых исследований .....	149

5.2.1 Определение сопротивления качению способом буксирования трактора.....	149
5.2.2 Определение коэффициента сопротивления качению тракторов Т-25А и МТЗ-80 методом отката в ведомом и ведущем режимах качения.....	160
5.3 Результаты исследований по определению плеча отката трактора Т-25А.....	183
Выводы.....	187
Литература.....	189
Приложение.....	202