

УДК 631.372:621.891/.893  
ББК 40.72-083:34.413  
К27

Рецензенты: **Куколев М. И.** — чл.-корр. Академии военных наук РФ, проф. Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства, д.т.н., с.н.с. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Инженерно-строительный институт;

**Павлов А. Н.** — к.т.н., доцент, проректор по научной работе, международным связям и цифровой трансформации ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА»

### **Картошкин А. П.**

К27 **Повышение работоспособности агрегатов автотракторной техники триботехническими методами: монография / А. П. Картошкин, А. С. Евсеев, А. В. Антипов. — М.: ООО «ИКЦ «Колос-с», 2023. — 231 с.**  
ISBN 978-5-00129-344-6

В монографии представлены результаты исследования способов повышения работоспособности деталей и узлов автотракторной техники триботехническими методами. При этом проанализированы основные виды изнашивания рабочих поверхностей зубчатых зацеплений, подшипников скольжения и коленчатых валов. Для повышения работоспособности трибосопряжений использованы антифрикционные смазочные композиции. Созданы экспериментальные установки, разработаны методики проведения сравнительных испытаний. Исследованы износостойкость, несущая способность и антифрикционные свойства поверхностей, обработанных геомодификатором трения. Определено влияние геомодификатора трения на показатели работоспособности зубчатых сопряжений, подшипников с бронзовыми втулками и коленчатых валов.

Материалы монографии представляют интерес для аспирантов, докторантов, научно-технических работников ВУЗов и НИИ, а также для инженерных служб сельскохозяйственных предприятий.

УДК 631.372:621.891/.893  
ББК 40.72-083:34.413

ISBN 978-5-00129-344-6

© Авторский коллектив, 2023  
© ООО «ИКЦ «Колос-с», 2023

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>1. Восстановление работоспособности зубчатых зацеплений геомодификатором трения на основе серпентинита .....</b>	<b>5</b>
1.1. Изнашивание рабочих поверхностей зубчатых зацеплений в автотракторной технике .....	6
1.1.1. Механические виды изнашивания .....	10
1.1.2. Молекулярно-механические виды изнашивания .....	13
1.1.3. Коррозионно-механические виды изнашивания .....	15
1.2. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания .....	18
1.3. Виды и характеристики добавок в систему смазки .....	20
1.4. Особенности применения геомодификатора трения в трибосопряжениях .....	25
1.5. Методика проведения исследований влияния геомодификатора трения на трибосопряжения в зубчатых зацеплениях .....	30
1.5.1. Методика лабораторных испытаний по определению влияния геомодификатора на противозадирные свойства пар трения .....	32
1.5.2. Методика лабораторных испытаний по определению влияния добавки ТСКВ-100 на износ .....	33
1.5.3. Методика лабораторных испытаний по определению влияния специальных добавок на износ при трении качения с проскальзыванием .....	34
1.5.4. Методика замера параметров шероховатости поверхности образцов .....	35
1.6. Влияние геомодификатора трения на работоспособность сопряжений деталей зубчатых зацеплений .....	36
1.6.1. Влияние антифрикционных добавок на сопряжения деталей «чугун — сталь» .....	36
1.6.2. Влияние антифрикционных добавок на сопряжения деталей «сталь — сталь» .....	45
1.6.3. Влияние геомодификатора трения на износостойкость трибосопряжений .....	56
1.7. Влияние геомодификатора трения на параметры микрогеометрии поверхностей зубчатых зацеплений .....	60

<b>2. Повышение работоспособности сопряжений отремонтированных автотракторных двигателей геомодификатором трения на основе серпентинита .....</b>	<b>66</b>
2.1. Методы повышения работоспособности сопряжений отремонтированных двигателей .....	66
2.2. Методика проведения исследований влияния геомодификатора трения на трибосопряжения в автотракторных двигателях .....	68
2.3. Исследование равновесной шероховатости поверхности шеек подшипников скольжения .....	74
2.3.1. Исследование амплитудных параметров профиля равновесной шероховатости .....	74
2.3.2. Исследование параметров равновесной шероховатости в направлении длины профиля.....	82
2.3.3. Исследование параметров опорной поверхности профиля.....	89
2.4. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на показатели работоспособности сопряжений деталей двигателей.....	94
2.4.1. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на несущую способность сопряжения «Сталь 40Х — Сплав АСМ» .....	94
2.4.2. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на процессы приработки сопряжений дизельного двигателя.....	98
2.4.3. Влияние концентрации «ЭРС» на процесс трения сопряжений дизеля .....	102
2.4.4. Влияние состава «ЭРС» на интенсивность изнашивания .....	108
2.5. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на работоспособность подшипников с бронзовыми втулками .....	112
2.5.1. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на несущую способность сопряжения дизельного двигателя.....	112
2.5.2. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на антифрикционные характеристики сопряжения.....	114
2.6. Влияние триботехнического состава «ЭРС» на работоспособность сопряжения «гильза — поршневое кольцо» .....	123
<b>3. Повышение работоспособности коленчатых валов автотракторных двигателей финишной антифрикционной обработкой шеек в среде геомодификатора трения.....</b>	<b>136</b>
3.1. Методы восстановления работоспособности коленчатых валов.....	136

3.1.1. Основные виды износа, причины их возникновения и способы восстановления шеек коленчатых валов .....	136
3.1.2. Предпосылки повышения работоспособности восстанавливаемых коленчатых валов.....	140
3.1.3. Обзор применяемых технологий повышения работоспособности шеек восстанавливаемых коленчатых валов .....	142
3.2. Методика проведения исследований влияния геомодификатора трения на режимы финишной антифрикционной обработки шеек восстанавливаемых коленчатых валов.....	146
3.2.1. Общая методика проведения исследований.....	146
3.2.2. Планирование экспериментальных исследований и обработка данных .....	149
3.2.3. Методика проведения исследований влияния режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на параметры микрогеометрии поверхности шеек восстанавливаемого коленчатого вала .....	150
3.2.4. Методика проведения исследований влияния режима финишной антифрикционной обработки на параметры работоспособности восстанавливаемого коленчатого вала .....	152
3.2.5. Методика проведения сравнительного исследования влияния финишной антифрикционной обработки на прирабатываемость шеек коленчатого вала .....	155
3.3. Исследования влияния режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на параметры микрогеометрии поверхности шеек восстановленного коленчатого вала.....	157
3.3.1. Влияние режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на высотные параметры шероховатости поверхности шеек .....	157
3.3.2. Влияние режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на амплитудные параметры шероховатости поверхности шеек коленчатого вала.....	171
3.3.3. Влияние кратности силового воздействия при финишной антифрикционной обработке в среде геомодификатора трения на шероховатость поверхности шеек коленчатого вала .....	175
3.4. Исследования влияния режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на параметры работоспособности восстанавливаемого коленчатого вала.....	186

3.4.1. Влияние режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на износостойкость шеек коленчатого вала.....	186
3.4.2. Влияние режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора трения на антифрикционные свойства поверхности шеек .....	195
3.4.3. Влияние режима финишной антифрикционной обработки в среде геомодификатора на несущую способность рабочей поверхности шеек .....	202
3.5. Результаты сравнительного исследования влияния разработанной финишной антифрикционной обработки на процесс приработки шеек коленчатого вала.....	208
Заключение.....	215
Список использованных источников .....	217