МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

QY/o(ОО Ь //£

КОРОЛЬКОВ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМОВ С ЗАЗОРАМИ В СОПРЯЖЕНИЯХ ДЕТАЛЕЙ

05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Гриб В.В.

Диссертационный совет Д.212.126.03 ВАК России при МАДИ (ГТУ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

Глава 1. Состояние проблемы обеспечения работоспособности поршневых машин (на примере поршневых компрессоров) 10

1.1. Исследование и анализ работоспособности и причин отказов 10

1.2. Обзор методов исследования динамики рычажных механизмов... 13

1.3. Методы исследования технического состояния поршневых машин 17

1.4. Вибрационная диагностика 24

Выводы и формулирование задач исследования 35

Глава 2. Моделирование изменения зазоров в кинематических парах рычажных механизмов в процессе изнашивания 38

2.1. Моделирование изнашивания цилиндро-поршневой группы 38.

2.2. Расчет изменения зазоров в поршневой паре численными методами 48

2.3. Расчет изнашивания подшипников скольжения и шарнирных

соединений численными методами 59

Глава 3. Моделирование динамики рычажных механизмов с учетом зазоров в трибосопряжениях 64

3.1. Математическое описание динамики механизмов с неудерживающими связями в кинематических парах 64

3.2. Математическая модель динамики механизма с учетом зазоров в кинематических парах 70

3.3. Методы решения уравнений движения механизмов 79

3.4. Моделирующий алгоритм динамики поршневых машин 84

Глава 4. Методика проведения экспериментальных исследований

технического состояния поршневых компрессоров 98

4.1. Выбор объекта исследования 98

4.2. Методика определения параметров технического состояния поршневых компрессоров 108

4.2.1. Обследование технического состояния компрессоров с остановкой на ремонт 108

4.2.2. Обследование технического состояния компрессоров во время эксплуатации 111

Выводы 117

Глава 5. Влияние конструкционных и эксплуатационных факторов на динамику поршневых компрессоров 119

5.1. Исследование движущего момента и сил сопротивления 119

5.2. Влияние инерционных нагрузок на динамику компрессора 122

5.3. Влияние рабочих режимов компрессора на его динамику 131

5.4. Влияние износа сопряжений на динамику компрессора 142

5.5. Виброакустические исследования поршневых

компрессоров 147

Выводы 152

Список литературы 153

Приложения 165

ВЫВОДЫ

 Проведенныеэкспериментальныеисследованияотказовпоршневыхкомпрессоровитехническогосостояниясопряженийпозволиливыявитьузлыдефектывкоторыхнаиболееопасновлияютнаработоспособностьмашинывцелом

 Разработанаматематическаямодельформированияиизменениявовременизазороввсопряженияхдеталейпоршневогокривошипношатунногомеханизмавпроцессеизнашиваниясучетомдинамическиххарактеристикмеханизмаиналичияграничнойсмазкивтрибосопряжениях

 Разработанаматематическаямодельдинамикипоршневогокомпрессоракотораяадекватноописываетдвижениемеханизмакомпрессорасучетомзазоровинеравномерностивращенияколенчатоговала

 Математическоемоделированиепроцессовперекладокдеталейвсопряженияхмеханизмадвиженияпозволилоопределитьвибродиагностическиепризнакиизносаузловповременномуичастотномупризнакам

 Проведеныэкспериментальныеисследованиявиброакустическиххарактеристикпоршневыхкомпрессоровприразличнойнагрузкеитехническомсостоянииузловмеханизмадвижения

 Сопоставлениерезультатовматематическогомоделированиядинамикисвиброакустическимихарактеристикамикомпрессорапозволилоустановитьвзаимосвязьвеличинызазороввсопряженияхсоскоростьюсоударенияивиброакустическимипараметрами

 УстановленочтонадинамическиепараметрыконкретногосопряжениявлияетнетолькоегозазорноизазорывдругихузлахВрезультатевыявленысочетаниязазоровхарактеризующиесяминимальнойимаксимальнойскоростьюсоударенияЭтопозволилоустановитьчтозазорвкрейцкопфномподшипникенаиболеесильновлияетнадинамическиепараметрывовсехсопряженияхмеханизмадвижения