Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет

На правах рукописи

Демурин Алексей Степанович

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ РОЛИКООПОР ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Специальность: 01.02.06.«Динамика, прочность машин, приборов и

аппаратуры»

(технические науки)

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки доктор технических наук, профессор,

Дурнев В.Д.

Санкт-Петербург 2003 г.

Содержание

Стр.

Введение 4

1. Литературный обзор проблем обеспечения прочности роликоопор ленточных конвейеров из композиционных материалов 7

1.1. Современные представления о прочности роликоопор

из композиционных материалов 7

1.2. Требования, предъявляемые к роликоопорам

из композиционных материалов, и механика разрушения

данных материалов 8

1.3. Прочность роликоопор из композиционных материалов

и теория расчета напряжений 9

1.4. Цель, актуальность, необходимость и важность работы.

Задачи исследования ... 16

2. Анализ эксплуатационных условий роликоопор

из композиционных материалов 18

2.1. Анализ износа роликоопор из композиционных материалов 18

2.2. Анализ взаимодействия вязкоупругой роликоопоры

с транспортерной лентой. Расчет напряжений по теории упругости 20

3. Экспериментальное исследование напряженно-

деформированного состояния корпуса роликоопоры 28

3.1. Анализ экспериментальных данных 40

4. Разработка роликоопор из композиционных и вязкоупругих

материалов. Исследование защитных покрытий 49

4.1. Разработка армированной вязкоупругой роликоопоры

с предварительно напряженным состоянием 51

2

4.2. Разработка роликоопоры из композиционного материала

с предварительно напряженным состоянием 58

4.3. Исследование защитных покрытий для роликоопор из компози¬ционных материалов 65

5. Ресурсные испытания роликоопор: моделирование нагрузок и

стенды для их реализации 75

5.1. Обзор, классификация и анализ стендов для испытания

роликоопор 75

5.2. Моделирование нагрузок на роликоопоры из композиционных

материалов и стенды для их реализации 77

6. Эффективность выполненных разработок 92

Выводы 94

Литература 98

Приложения. Результаты внедрения 108

Приложение 1. Опытно-промышленное внедрение роликоопор

на конвейере транспортировки отработанной формовочной смеси литейного цеха

Акт научно-технической комиссии о реализации научных положений и выводов кандидатской диссертации на НПО «Знамя Октября»

Приложение 2. Разработка конвейера экскаватора ЭТР-201А Акт о внедрении результатов диссертационной работы ПО «ВНИИ Земмаш»

Выводы

 НаосноветеоретическогоипрактическогоанализаресурсароликоопоризКМустановленанеобходимостьисследованияпроблемихразрушенияразработкиновыхконструкцийроликоопоритехнологическихприемовихизготовленияобеспечивающихповышениеихресурсаатакжеразработкиметодикииспытанийистендовдляданнойцели 

 ВпроцессеанализаизносароликоопоризКМпослеихтрехмесячнойопытнопромышленнойэксплуатацииустановленочтопроисходитизменениеразмеровпонаружномудиаметрувзонеконтактастранспортернойлентойнаавнезоныконтакта—увеличениедоизменяетсямассароликоопорывпределахизменяетсясостояниеповерхности—возникаютмикротрещинымакротрещиныразрушениярасслоенияиволнистостьповерхностиизменяютсяфизикомеханическиесвойстваматериалавсепараметрыснижаютсяна  

 АнализвзаимодействиявязкоупругойроликоопорыстранспортернойлентойирасчетнапряженийпотеорииупругостиокачениивязкоупругогоцилиндраповязкоупругомуоснованиюдлярассматриваемойздесьзадачивыполненныйвпервыепозволилустановитьчтокасательныеинормальныенапряжениянесимметричнораспределеныпоплощадкеконтактаипривыходеизконтактастранспортернойлентойонименяютсвойзнакпричемэтопроисходитпридостиженииихмаксимальногозначенияиприпульсационномрежимесчастотойГцчемможетобъяснятьсяналичиемикротрещинтрещинлокальныерасслоенияповерхностногослоякорпусароликоопорыиегоразрушения

 ИзанализаНДСэкспериментальнымспособомдляданнойдеталивыполненнойтакжевпервыеустановлено



— наиболеепредпочтительнымисточкизренияусталостногоразрушенияявляютсяподшипникискольженияособеннодляроликоопориспользуемыхвтяжелыхиособотяжелыхусловияхэксплуатацииткГрадиентнапряженийдляданныхузловзначительнонижечемприпримененииподшипниковкаченияздесьприпримененииэтихподшипниковградиентнапряженийособенновысокпридействиинеравномернораспределеннойнагрузкивразаапридействиисосредоточеннойнагрузки—враза

— припроектированииконвейеровсроликоопорамиизКМцелесообразновыбиратьроликоопорынаодинтипоразмервышечемрасчетныйтквроликоопорахмалыхтипоразмероввозникаютмаксимальныенапряженияиприэтомзначительновышечастотаизменениязнаканапряженийкакужебылоотмеченовыше

— наиболеенапряженнымизонамивроликоопореявляютсяместапосадкиподшипниковкоэффициентконцентрациинапряженийвэтойзонедостигаетзначенияастдляподшипникаскольженияиасдляподшипникакачениявданнойзонетакжеобнаруженосовместноедействиенормальныхикасательныхнапряжений

 ПроведенныйанализэксплуатациироликоопоризКМиисследованиеихнапряженногосостоянияпридействииразличныхнагрузокпозволяетразработать

— принципиальноновыеспособыизготовлениякорпусовроликоопорспредварительнонапряженнымсостояниемкакметодомнавивкивзаимопересекающимисянитямиисразличнойплотностьюнаиболееплотнаявзонахконцентрацийнапряженийименееплотнаяпосреднейчаститакиметодомпоэлементногопрессованияроликоопорыизМДПвнутреннегоцилиндраинаружноготакжесразличнойплотностьюдалеесовместноеокончательноепрессованиеи





последующеенанесениенароликоопоруводоабразивокислотостойкогопокрытия

ДанныетехническиерешенияпозволилиувеличитьресурсроликоопорнапорядокпоотношениюкпредшествующимконструкциямизКМочемсвидетельствуютанализтрехмесячнойопытнопромышленнойэксплуатацииновыхроликоопориустановлениеотсутствияизмененийосновныхразмеровисостоянияповерхностей

 НаоснованиитеоретическогопрактическогоиэкспериментальногоанализапроблемресурсаипрочностироликоопоризКМвыполненаклассификациядействующихнагрузокистендовдляихреализацииразработаныметодымоделированиянагрузокиспециализированныестенды

— длямоделированиянеравномернораспределеннойнагрузкиснагружателемввидепневматическойоболочкигдехриснагружателемввидеоболочкиоблегающейвнецентренносжатыепружиныгдехрк

— длямоделированияподвижнопеременнойнагрузкиснагружателемввидевнецентренносжатойпружиныгдехре

— длямоделированияширокогодиапазонаравномернораспределенныхнагрузоксвязкоупругимсиловозбудителемгдеьПйа

 Результатомкомплексноготеоретическогоиэкспериментальногоисследованийпроблемресурсаипрочностироликоопорявляютсятехническиерешениязащищенныеавторскимисвидетельствами

— способизготовлениякорпусовконвейерныхроликовпоэтапнымформированием

— роликоопораленточногоконвейеракорпускоторойвыполненармированнойнитьюспеременнойплотностью

— шестьвариантовстендовдляиспытанияроликоопор



 ИсследованиемустановленочтоприменениезащитныхпокрытийизвысокопрочныхкомпозиционныхматериаловпозволяетвразаснизитьводопоглощениедревеснопластическогоматериалаповыситьударнуюпрочностьвразаизаначительноповыситьстойкостькусталомуизносувЮчразВсоответствиисрезультатомисследованияразработанатехнологиянанесениязащитныхпокрытийнароликоопорыизкомпозиционныхматериалов

 Произведеноопытнопромышленноевнедрениероликоопориздревеснопластическихматериаловсзащитнымпокрытиемвусловияхлитейногоцеханатранспортировкеформовочнойсмесивтечениемесяцеводногомежремонтногоциклачтопозволилосделатьзаключениеозначительномповышенииработоспособностироликоопориделаетихподанномупараметрусопоставимымисметаллическимичтоподтвержденоактомвнедрения

РезультатывыполненныхработбылииспользованыприпроектированииконвейераэкскаватораЭТРАчтотакжеподтвержденоактомпользования

Выполненрасчетэффективностииспользованияразработоксогласнокоторомуожидаемыйэкономическийэффектсоставляетмлнрублейвгод