

УДК 631.3004.67(075.8)

УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ИЗНАШИВАНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ

А.В. ДУДАН

Полоцкий государственный университет, Беларусь

Ю.А. ХАРЛАМОВ

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля,

Северодонецк, Украина

В.Н. ЛОПАТА

ПРТП «Укргазэнергосервис», Киев, Украина

Предложена классификация сопряжений деталей машин с учетом условий их трения и изнашивания, которая может быть использована при проектировании поверхностных слоев с переменными толщиной и свойствами и соответствующих упрочняющих и восстановительных технологий.

Наиболее известными являются такие технологии восстановления деталей, как подефектная, маршрутная, типовая, групповая и модульная [1]. Подефектную технологию разрабатывают для устранения отдельных повреждений, а маршрутную – для устранения сочетаний повреждений. Однако заслуживает внимания подход к проектированию поверхностных слоев и технологии восстановления деталей, учитывающий условия изнашивания сопряжений.

Сопряжения поверхностно упрочняемых и восстанавливаемых деталей по условиям изнашивания их контактирующих поверхностей можно разделить на 11 групп, из которых первые пять групп соответствуют классификации подвижных сопряжений деталей машин, разработанной проф. Прониковым А.С. [2]. Именно износ сопряжения является геометрической характеристикой потери его начальных показателей и выходным параметром. По характеру взаимного сближения деталей сопряжения подразделяются на два типа: I-й - с постоянными условиями контакта; II-й - с переменными условиями контакта. В сопряжениях II типа происходит самонастройка изношенных деталей и износ больше сказывается на функциональных свойствах сопряжения.

Для сопряжений I-го типа характерны одинаковые условия изнашивания для точек поверхностей, расположенных на одной траектории. Здесь к I-му типу могут быть отнесены: осевые подшипники скольжения; шестеренчатые насосы (торцовые поверхности шестерен и боковые стенки корпуса насоса); конические тормоза и фрикционные муфты; торцевые уплот-

нения и пр. Примером сопряжений II типа являются: запорные прецизионные пояски деталей запорной арматуры; шаровые краны; диски фрикционных муфт; торцевые уплотнения; конусные краны и др. Интенсивность и продолжительность изнашивания на окружности определенного радиуса каждой из поверхностей будет одинаковой. Будет одинаковым износ по всей окружности и для анализа деталей достаточно рассмотреть осевое сечение. На этой основе могут быть спроектированы детали с поверхностными слоями переменными толщиной и свойствами.

У сопряжений 2-й группы условия изнашивания сохраняются только для одной детали. К сопряжениям I типа можно отнести: колодочные тормоза с жестким закреплением колодки; ходовой винт-гайка; шестеренчатые насосы (контакт головок зубьев и корпуса насоса) и др. Равномерный износ проявляется у одной из сопрягаемых деталей, а для другой неравномерный или даже имеет локальный характер. Примерами сопряжений II типа являются: вал-подшипник скольжения; осевые опоры скольжения с самоустанавливающимися несущими поверхностями (колодками); колодочные тормоза с самоустановкой колодок; круговые направляющие скольжения при эксцентричной нагрузке; центробежная колодочная муфта; тормозные диски; дисковый тормоз и др.

Для сопряжений 3-й и 4-й групп характерно отсутствие постоянных условий изнашивания для всех точек обоих тел, что приводит их к неравномерному износу. К 3-й группе относятся сопряжения с низшими кинематическими парами, а к 4-й – с высшими, когда идеальный контакт имеет место при касании по линии или в точке. К сопряжениям I-го типа 3-й группы относятся: золотниковые пары в гидрораспределителях; поршневые кольца-гильза цилиндра; линейные подшипники скольжения и др. Примерами сопряжений II типа этой группы являются: пластинчатый насос; поступательные направляющие скольжения; кулиса-камень; пластины-корпус и пластины-ротор в пластинчатых насосах и гидромоторах; пазы полумуфт и выступы промежуточного диска крестовых муфт; пружинно-кулачковая предохранительная муфта и др.

Примерами сопряжений I-го типа 4-й группы являются: зубчатое зацепление; кулачок-толкатель; шестеренчатые насосы (зубья шестерен) и др. К сопряжениям II-го типа этой группы относятся: колесо-рельс; подшипники и направляющие качения; обгонная фрикционная роликовая муфта; фрикционные катки; шариковый винт и др.

К 5-й группе Проников А.С. относит поверхности деталей, контактирующие с внешней средой – почвой, породой, обрабатываемой деталью или заготовкой, потоком жидкости или гидроабразивной среды и пр. Характер взаимодействия с этой средой и будет определять форму изношенной поверхности. Примерами сопряжений I-го типа являются: режущий инструмент с жесткой установкой; зуб ковша экскаватора; контакт загото-

вок с инструментом при волочении, экструзии, дорновании; лопасти мешалок и пр. К сопряжениям II-го типа 5-й группы могут быть отнесены: лемехи плугов; плавающий режущий инструмент; дробилки молотковые и роторные; струйно-абразивная обработка; загрузочные устройства доменных печей и др.

В 6-ю группу входят сопряжения деталей с гарантированным натягом, поверхности которых подвергаются фреттинг-коррозии. В качестве примеров таких сопряжений можно привести: посадки подшипников на вал или в корпус; соединение бронзового венца червячного колеса со стальной ступицей; поршневые пальца; сопряжения поверхностей валов со ступицами лопаток турбин, компрессоров бандажей железнодорожных колес, импеллера с валом в химическом реакторе и т. д.; клиновые, заклепочные, штифтовые и др. соединения; и пр.

В 7-ю группу включены подвижные сопряжения деталей, контактирующие через твердую среду. В качестве примеров можно привести взаимодействие инструментов с обрабатываемыми материалами при прокатке, штамповке, притирка (притир-абразивная среда-деталь); конусные дробилки; щековые дробилки; валковые дробилки и пр.

В 8-ю группу входят подвижные и неподвижные сопряжения деталей, контактирующие через эластичную среду. В качестве примера можно привести герметизирующие устройства, а также различные запорные устройства.

В 9-ю группу входят запорные и регулирующие устройства, работающие в режиме замыкания и размыкания и предназначенные для перекрытия потоков среды. Краны (шаровые и конусные), у которых запирающий или регулирующий элемент, имеющий форму тела вращения или его части, поворачивается вокруг собственной оси, произвольно расположенной по отношению к направлению потока рабочей среды. Клапаны (вентили), у которых запирающие элементы (тарельчатые (золотниковые) или конические) перемещаются параллельно оси потока рабочей среды. Задвижки, у которых запирающий или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды. Клиновые задвижки с двухдисковым или упругим клином. Дисковые затворы, у которых запирающий или регулирующий элемент имеет форму диска, поворачивающегося вокруг оси, перпендикулярной или расположенной под углом к направлению потока рабочей среды.

В 10-ю группу включены электрические контакты, которые могут быть разрывными, скользящими и неподвижными. Особую сложность представляет работа скользящих контактов. Одновременное действие механических, тепловых и электрических факторов приводит к существенному изменению свойств контактирующих материалов и их фрикционно-износостойких характеристик.

В 11-ю группу следует выделить специальные сопряжения, работающие в условиях трения в вакууме, низких температур и пр.

Данная классификация сопряжений позволяет более обоснованно подходить к проектированию поверхностных слоев деталей, в том числе с переменными свойствами и толщиной, обеспечивающих увеличение ресурса работы. Классификация может быть также использована для создания типовых и модульных технологических процессов упрочнения и восстановления сопряжений деталей машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 560 с.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



ИннТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008**ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуровой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>