

# ИНЖЕНЕРНЫЙ ЖУРНАЛ СПРАВОЧНИК

# 9 (186)

# 2012

## С приложением

## Научно-технический и производственный журнал

## Издается с января 1997 года

## ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ПРИ СОДЕЙСТВИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

### СОДЕРЖАНИЕ

#### Современные технологии

**Чарковский Ю.К.** Обработка сотовых венцов уплотняющих узлов современных газотурбинных двигателей ..... 3

#### Конструирование, расчеты

**Зябликов В.М., Смирнов В.Ф.** Два подхода к анализу динамики механических систем и одно решение ..... 9

**Волков Г.Ю.** Анализ нагруженности и потерь безводильной планетарной передачи с двумя слоями сателлитов ..... 13

**Подгаевский О.Л., Добrorадных А.А.** Расчет геометрических параметров зубьев плоского колеса плоскоцилиндрической передачи ..... 19

#### Металлорежущие станки и инструменты

**Базров Б.М., Родионова Н.А.** Анализ классификаций станков ..... 25

**Крюков С.А.** Расчетное определение структуры и твердости абразивного инструмента с оптимальной плотностью заполнения зерном черепка ..... 29

#### Техническое обслуживание и ремонт

**Безъязычный В.Ф., Бахмицкий М.С.** Анализ способов сохранения достигнутой точности сборки при техническом обслуживании авиационных ГТД ..... 32

#### Безопасность жизнедеятельности

**Микаева С.А., Микаева А.С.** Особенности амальгамных ламп, применяемых в установках по обеззараживанию воды ..... 35

#### Справочник конструктора-машиностроителя

**Трубы** из полиэтилена для газопроводов. Технические условия по ГОСТ Р 50838–2009 ..... 40

#### Разная информация

**Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н.** Проблемы производства крупных поковок в отечественном машиностроении ..... 45

**Мавлеев И.Р., Волошко В.В.** Автоматические трансмиссии с динамическими связями на базе дифференциальных гидромеханических вариаторов ..... 50

**Председатель редакционного совета**  
академик РАН, д-р техн. наук  
Р.Ф. ГАНИЕВ

**Заместитель председателя редакционного совета**  
д-р техн. наук  
А.Г. СУСЛОВ

**Главный редактор**  
П.Е. КЛЕЙЗЕР

**Заместитель главного редактора**  
А.А. КУЛИКОВА

#### Редакционный совет:

И.И. АРТЕМОВ	В.Д. КУХАРЬ
В.Ф. БЕЗЪЯЗЫЧНЫЙ	В.А. ЛАШКО
А.И. БЕЛЯКОВ	В.Ф. ЛУКЬЯНОВ
А.И. БОЛДЫРЕВ	В.Ф. МАКАРОВ
Р.Я. ВАКУЛЕНКО	В.Г. МАЛИНИН
В.А. ГОЛЕНКОВ	С.В. МИЩЕНКО
О.А. ГОРЛЕНКО	Г.А. НУЖДИН
С.Н. ГРИГОРЬЕВ	Ю.В. ПАНФИЛОВ
М.А. ЕВДОКИМОВ	В.П. ПУЧКОВ
А.А. ЖУКОВ	В.Я. РАСПОПОВ
В.Л. ЗАКОВОРОТНЫЙ	В.П. СМОЛЕНЦЕВ
Ю.М. ЗУБАРЕВ	Ю.С. СТЕПАНОВ
А.С. КАЛАШНИКОВ	А.Г. СХИРТЛАДЗЕ
С.В. КИРСАНОВ	В.М. ТРУХАНОВ
А.Ю. КОНЬКОВ	В.М. ШАРИПОВ
А.Н. КОРОТКОВ	С.Ю. ШАЧНЕВ
	В.П. ЧИРКОВ

#### Редакция:

С.М. МАКЕЕВА  
А.А. КУЛИКОВА

Журнал зарегистрирован в Комитете Российской Федерации по печати. Свидетельство о регистрации № 014670 от 25.12.1997 г., Свидетельство о перерегистрации ПИ № ФС 77-46364 от 26.08.2011 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении, или непосредственно в издательстве.

Индексы по каталогам:

«Роспечать» 72428,  
«Пресса России» 41299,  
«Почта России» 60255

Телефоны редакции:  
(495) 589 56 81, (495) 514 76 50

Адрес редакции: 119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1

E-mail: sizhpost@rambler.ru;  
hb@idspektr.ru

Http://www.handbook-j.ru  
Http://www.idspektr.ru

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале «Справочник. Инженерный журнал», допускаются со ссылкой на источник информации и только с разрешения редакции

# HANDBOOK

## AN ENGINEERING JOURNAL

**9** (186)  
**2012**

**With supplement**

**Scientific, technical and production monthly journal**  
**Publishes from January, 1997**

THE MAGAZINE IS PUBLISHED UNDER THE PATRONAGE OF INTERNATIONAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERS

### CONTENTS

#### Up-to-date Technologies

**Charkovskiy Yu.K.** Modern Gas Turbine Engine Packing Assembly Honeycomb Row Machining ..... 3

#### Constructing, Calculations

**Ziablukov V.M., Smirnov V.F.** Two Approaches to the Analyses of Dynamics of Material Systems and one Decision ..... 9

**Volkov G.Yu.** Analysis of Loading and Bezvodilnoy Planetary Gear With two Layers of Satellites ..... 13

**Podgaevsky O.L., Dobroradnykh A.A.** Plano-Cylinder Flat Gear Tooth Geometry Analysis ..... 19

#### Metal-Cutting Machines and Tools

**Bazrov B. M., Rodionova N.A.** The Analysis of Classifications of Machine Tools ..... 25

**Kryukov S.A.** Structure and Hardness Assessment of the Abrasive Tool with the Optimum Filling Density of the Grain Crock ..... 29

#### Maintenance, repair and operations

**Bezyazychny V.F., Bakhmitskiy M.S.** Investigation of the Methods for Conservation of the Achieved Assembly Accuracy of an Aviation Gas-turbine Engine at the Stage of Maintenance ..... 32

#### Life safety

**Mikaeva S.A., Mikaeva A.S.** Features of Amalgam Lamps Application in Installations on Water Disinfection ..... 35

#### The handbook of Machinery Constructor

**Polyethylene Pipes for the Supply of Gaseous Fuel. Specifications to GOST R 50838–2009** ..... 40

#### Different information

**Artes A.E., Sosenushkin E.N.** The Problems of Large-size Forgings Manufacturing in the National Machine Building ..... 45

**Mavleev I.R., Voloshko V.V.** Automatic Transmissions with Dynamic Communications on the Basis of Differential Hydromechanical Variators ..... 50

#### President of Editorial advisory

Academician of RAS,  
Dr. of Eng. Sci.  
R.F. GANIEV

#### Chairman Assistant

Dr. of Eng. Sci.  
A.G. SUSLOV

#### Editor-in-Chief

P.E. KLEYZER

#### Editorial council

A.A. KULIKOVA

#### Editorial council:

I.I. ARTEMOV	V.D. KUJAR
V.F. BEZYAZYCHNY	V.A. LASHKO
A.I. BELYAKOV	V.F. LUKYANOV
A.I. BOLDYREV	V.F. MAKAROV
R.Ya. VAKULENKO	V.G. MALININ
V.A. GOLENKOV	S.V. MISHENKO
O.A. GORLENKO	G.A. NUZHIDIN
S.N. GRIGORIEV	YU.V. PANFILOV
M.A. EVDOKIMOV	V.P. PUCHKOV
A.A. ZHUKOV	V.Ya. RASPOPOV
V.L. ZAKOVOROTNY	V.P. SMOLENTSEV
Yu.M. ZUBAREV	Yu.S. STEPANOV
A.S. KALASHNIKOV	A.G. SHIRTLADZE
S.V. KIRSANOV	V.M. TRUHANOV
A.Yu. KON'KOV	V.M. SHARIPOV
A.N. KOROTKOV	S.Yu. SHACHNEV
	V.P. CHIRKOV

#### Edition:

S.M. MAKEEVA  
A.A. KULIKOVA

The journal is registered in State Committee of Russian Federation on printing. Registration certificate N 014670 at 25.12.1997.  
Re-registration  
ПН N ФС 77-46364 at 26.08.2011.

The journal is being distributed according to a subscription, which is available in any post office or at the publishing house directly.

Indexes in the catalogue:

«Rosspechat» – 72428,

Joint Catalogue

«Pressa Rossii» – 41299,

bi the catalogue

«Pochta Rossii» – 60255

Tel.: (495) 589 56 81; (495) 514 76 50

Edition address: Buil. 1, Usacheva St. 35, Moscow, Russia, 119048

E-mail: sizhpost@rambler.ru;  
hb@idspekt.ru

Http://www.handbook-j.ru;  
www.idspekt.ru

**The Journal is among those approved by VAC RF for dissertation publication.**

Reprint, all types of copying and reproduction of the materials published in the journal «Handbook. An Engineering journal» are allowed only with the permission from the editors and with the reference to the source of information.  
Advertisers are fully responsible for the content of the

# ПРИЛОЖЕНИЕ

к журналу "СПРАВОЧНИК. Инженерный журнал"

9 (186)

сентябрь 2012

Ю.Р. Копылов

## ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ ВИБРОУДАРНОГО УПРОЧНЕНИЯ



Спектр  
Издательский дом



### SUPPLEMENT. Handbook. An Engineering Journal

УДК 621.7

Ю.Р. Копылов, д-р техн. наук (Воронежский государственный технический университет,  
e-mail: urkopulov@mail.ru)

## ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ ВИБРОУДАРНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Изложены результаты исследования динамики процессов виброударного упрочнения деталей посредством компьютерного моделирования методом интегральных оценок, дискретных элементов и фазовых траекторий, при переменной амплитуде и траектории колебаний; вращении и угловых колебаниях детали; поджатии и экструзионных перемещениях инструментальной среды, реверсе вращения вибратора, установки экранов. Приведены результаты экспериментальной проверки погрешностей моделирования с учетом размеров, формы, расположения и состояния поверхностей деталей, параметров вибростанка. Сплайновое моделирование позволяет прогнозировать качество поверхностного слоя любого участка детали, с указанием координат недостаточно упрочненных сплайнов – участков; сократить время и средства на проектирование и отработку технологий; повысить усталостную прочность и долговечность, ресурс и надежность. Интерфейс адаптирован к квалификации инженера.

Результаты исследований предназначены ученым и инженерам для разработки технологий виброударного упрочнения деталей с максимальным ограничением по массе, работающих при интенсивных нагрузках, с большим ресурсом и надежностью.

**Ключевые слова:** виброударное упрочнение; компьютерное моделирование.

J.P. Kopylov, Doc. Tech. Sci. (Voronezh State Technical University)

## DYNAMICS OF VIBRO-IMPACT HARDENING

Presents results of the study of the dynamics of processes vibro-impact hardening of parts by means of computer simulations using the integral-governmental estimates of discrete elements and the phase trajectories, with variable amplitude and trajectory oscillations, rotation and angular fluctuations of the details, compression and extrusion movements of the tool environment, the reverse rotation vibrator, setting screens. The results of experimental verification of modeling errors, taking into account the size, shape, location and condition of the parts, vibration parameters of the machine. Spline modeling to predict the quality of the surface layer of any part of parts containing the coordinates not hardened splines - teachingstkov, save time and money on design and testing of technologies to improve the fatigue strength and durability, service life and reliability. The interface is adapted to the skills of an engineer.

The results of studies designed by scientists and engineers to develop technologies vibro impact hardening of parts with a maximum limit on the mass-eating, working under intense stress, with long life and reliability.

**Keywords:** Vibro-impact hardening; Computer simulation.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Классификация виброупрочняемых деталей .....	2
2. Конструкторско-технологическое кодирование виброупрочняемых деталей .....	2
3. Физическая сущность процессов виброударного упрочнения .....	3
4. Требования к технологическим процессам виброударного упрочнения .....	3
5. Технологические возможности виброударного упрочнения .....	5
6. Характеристика технологической системы .....	6
7. Динамические свойства технологической системы .....	6
8. Одномерное компьютерное моделирование методом интегральных оценок .....	10
9. Результаты одномерного моделирования методом интегральных оценок и их экспериментальная проверка .....	12
10. Двумерное моделирование методом интегральных оценок .....	15
11. Сплайновое двумерное моделирование процессов виброударного упрочнения .....	17
11.1. Снижение коробления стыкового пояса нервюры крыла .....	17
11.2. Снижение шероховатости в полости корпуса турбонасосного агрегата .....	18
12. Контроль и управление процессом виброударного упрочнения .....	19
13. Динамическая и технологическая стабильности процесса виброударного упрочнения .....	21
14. Технологическая надежность процессов виброударного упрочнения .....	22