

ВЕСТНИК

САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2022

№ 1 (92)

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.

Выходит один раз в квартал

Март 2022 года

Главный редактор

д.т.н., профессор А.А. Игнатьев

Заместитель главного редактора

д.т.н., профессор Ю.Б. Томашевский

Ответственный секретарь

к.т.н., доцент И.В. Злобина

Технический секретарь

к.т.н., доцент В.О. Горбачев

Редакционная коллегия:

Д.т.н., проф. А.Н. Васин (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.ф.-м.н., проф. С.Б. Вениг (СНИИГ имени Н.Г. Чернышевского)
Д.ф.-м.н., проф. М.В. Жигалов (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. О.В. Захаров (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. А.Е. Зверовщиков (ПГУ)
К.т.н. А.А. Казинский (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. А.В. Королёв (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. В.А. Кушников (СНЦ РАН)
Д.т.н., проф. А.А. Львов (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. Т.Г. Насад (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. А.Ф. Резчиков (ИПУ РАН)
Д.т.н., проф. И.В. Родионов (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.ф.-м.н., проф. М.Д. Старостенков (АлпГТУ)
Чл.-корр. РАО, д.т.н., проф. А.А. Сытник (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. А.А. Фомиин (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
Д.т.н., проф. А. Аман (Германия)
Д.т.н., проф. Р. Крехел (Словакия)
Д.т.н., проф. В. Хардт (Германия)

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Т.В. Семеновой

Перевод на английский язык А.Х. Аскаровой

Адрес редакции:

Саратов, 410054, ул. Политехническая, 77, к. 25/615

Телефон: 8 (845-2) 99-89-81

E-mail: vestnik@sstu.ru

Подписано в печать 24.03.2022 Дата выхода в свет 28.03.2022

Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.

Усл. печ. л. 11,75 Уч.-изд. л. 3,7

Тираж 500 экз. Заказ 10

Отпечатано в Издательстве СГТУ

410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Полная электронная версия журнала
размещена в системе РИНЦ
в открытом доступе на платформе
eLIBRARY.RU

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации **ПН № ФС 77-65155** от 28 марта 2016 г.

© Саратовский государственный
технический университет, 2022
ISSN 1999-8341

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Андреев И.А.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА
ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ в CoDeSys..... 5

**Бабаджанов Л.С., Бабаджанова М.Л., Горбунов В.В.,
Корюшкина Т.А., Тяпаев С.В.**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ 12

Игнатьев А.А., Игнатьев М.А.

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ШЛИФОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ
ПОДШИПНИКОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ВИХРЕТОКОВОМ
КОНТРОЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 19

Сащенко М.А., Павлов Д.А., Жигалов М.В.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЛОК
БЕРНУЛЛИ – ЭЙЛЕРА, ТИМОШЕНКО, ШЕРЕМЕТЬЕВА – ПЕЛЕХА, АКАВЧИ,
ТУАРАТЬЕ НА ПРИМЕРЕ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ..... 36

Файфель Б.Л.

МЕМОИЗАЦИЯ В HOMELISP 50

МАШИНОСТРОЕН ИЕ

Давиденко О.Ю., Кумакшева Н.А., Тарашевская Ю.В.

ИМИТАЦИОННАЯ БЕЗАБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА
РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ 58

Сигитов Е.А., Игнатьев А.А., Добряков В.А.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ПРЕЦИЗИОННЫХ
ТОКАРНЫХ МОДУЛЯХ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
УЗЛОВ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ 65

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ

Злобина И.В., Бекренев Н.В.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ
ДЕФЕКТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА УГЛЕ-
И СТЕКЛОПЛАСТИКА ПУТЕМ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ 73

Ходжаназаров Х.М., Ганиев И.Н., Ходжаев Ф.К.

ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СВИНЦОВОГО БАББИТА БК (PbSb15Sn10K) С КАЛИЕМ
В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 3 %-ГО NaCl..... 86

УДК 681.5

И.А. Андреев

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ В CoDeSys

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы теории и практики программирования процесса термообработки детали в условиях лабораторной автоматизации в «Режиме эмуляции». Установлены взаимосвязи между параметрами систем логического управления технологическим оборудованием, определяющими состав программно-аппаратных модулей логических контроллеров.*

***Ключевые слова:** ПЛК, графический язык программирования SFC, шаги, действия, переходы*

УДК 681.5

**Л.С. Бабаджанов, М.Л. Бабаджанова, В.В. Горбунов,
Т.А. Корюшкина, С.В. Тяпаев**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ

***Аннотация.** Рассматривается вопрос метрологического обеспечения автоматизированного вихретокового контроля деталей подшипников, приводятся сведения о мерах с искусственными дефектами для настройки приборов контроля.*

***Ключевые слова:** вихретоковый контроль, детали подшипников, метрологическое обеспечение, меры с искусственными дефектами*

УДК 681.5

А.А. Игнатьев, М.А. Игнатьев

**МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ
ШЛИФОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ
ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ВИХРЕТОКОВОМ КОНТРОЛЕ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***Аннотация.** Рассматриваются методы идентификации дефектов поверхностного слоя шлифованных деталей подшипников при автоматизированном вихретоковом контроле на основе применения метода распознавания образов и нейронных сетей.*

***Ключевые слова:** вихретоковый контроль, детали подшипников, дефекты поверхности качения, распознавание образов, нейронная сеть*

УДК 539.3

М.А. Сащенко, Д.А. Павлов, М.В. Жигалов

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
БАЛОК БЕРНУЛЛИ – ЭЙЛЕРА, ТИМОШЕНКО, ШЕРЕМЕТЬЕВА –
ПЕЛЕХА, АКАВЧИ, ТУАРАТЬЕ НА ПРИМЕРЕ КОНТАКТНОЙ
ЗАДАЧИ**

***Аннотация.** В статье построены математические модели контактного взаимодействия пакета из двух геометрически линейных балок с использованием гипотез Бернулли – Эйлера, Тимошенко, Шереметьева – Пелеха, Акавчи, Туаратье. Контактное взаимодействие учитывается по модели Б.Я. Кантора. Проведено исследование синхронизации колебаний балок.*

***Ключевые слова:** математическая модель, гипотеза Бернулли – Эйлера, гипотеза Тимошенко, гипотеза Шереметьева – Пелеха, гипотеза Акавчи, гипотеза Туаратье, контактное взаимодействие*

Б.Л. Файфель

МЕМОИЗАЦИЯ В HOMELISP

***Аннотация.** В статье рассмотрен алгоритм мемоизации функций Лиспа в системе HomeLisp. Для реализации используется аппарат макро. Подробно рассмотрены все этапы разработки с использованием ассоциативного списка и хэш-таблиц. Статья может представлять интерес для преподавателей, использующих Лисп в качестве учебной платформы.*

***Ключевые слова:** мемоизация, HomeLisp, Лисп, преподавание*

О.Ю. Давиденко, Н.А. Кумакшева, Ю.В. Тарашевская

ИМИТАЦИОННАЯ БЕЗАБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

***Аннотация.** Представлена имитационная технология безабразивной обработки рабочих поверхностей колец подшипников, обеспечивающая повышенное качество формообразования дорожек качения. Предложен имитационный метод обработки и устройство для его осуществления, сформулированы технологические возможности данного технического решения, позволяющие повысить надежность и долговечность подшипников качения.*

***Ключевые слова:** имитационная технология, безабразивная обработка, рабочие поверхности колец, имитационное формообразование, эксплуатационная долговечность, надежность, подшипники качения*

Е.А. Сигитов, А.А. Игнатъев, В.А. Добряков

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ
НА ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОКАРНЫХ МОДУЛЯХ
НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЗЛОВ
ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ**

***Аннотация.** Рассматриваются результаты влияния погрешностей позиционирования суппорта, резцового блока и динамической балансировки шпинделя прецизионных токарных модулей типа ТПАРМ на точность обработки.*

***Ключевые слова:** прецизионные токарные модули, формообразующая подсистема, точность позиционирования суппорта и резцового блока, динамическая балансировка шпинделя*

УДК 621-039-419; 620.22-419; 537.868

И.В. Злобина, Н.В. Бекренев

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭРОЗИОННОГО
ИЗНОСА УГЛЕ- И СТЕКЛОПЛАСТИКА
ПУТЕМ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ**

***Аннотация.** Статья посвящена изложению результатов экспериментальных исследований стойкости угле- и стеклопластика, модифицированного обработкой в СВЧ электромагнитном поле, к эрозионному износу в процессе эксплуатации под воздействием потока твердых частиц. Выполнено физическое моделирование износа путем струйно-абразивной обработки. Показано уменьшение количества и размеров поверхностных дефектов в опытных образцах снижение параметров шероховатости обработанной поверхности в среднем на (40-70) % для углепластика и на (20-45) % для стеклопластика.*

***Ключевые слова:** полимерные композиционные материалы, СВЧ модифицирование, эрозионный износ, струйно-абразивная обработка, шероховатость поверхности износа*

Х.М. Ходжаназаров, И.Н. Ганиев, Ф.К. Ходжаев

**ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СВИНЦОВОГО БАББИТА БК (PbSb15Sn10K) С КАЛИЕМ,
В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 3 %-ГО NaCl**

***Аннотация.** Баббит PbSb15Sn10 применяется для изготовления подшипникового слоя (литого, спеченного, накатанного) в многослойных тонкостенных подшипниках скольжения; малонагруженных коренных и шатунных подшипников, вкладышей, упорных подшипников. Баббит PbSb15Sn10 мягкий, имеет относительно хорошие свойства при ограниченной смазке, малую усталостную прочность; работает с твердым и мягким валом. В работе приведены результаты экспериментального исследования анодного поведения свинцового баббита БК (PbSb15Sn10K), легированного 0,01 ÷ 1,0 мас. % калием, в среде электролита 3,0 %-го NaCl. Показано, что добавки калия уменьшают скорость коррозии исходного сплава PbSb15Sn10 до 12 %. С ростом концентрации калия в электролите NaCl потенциалы коррозии и питтингообразования смещаются в положительную область значений.*

***Ключевые слова:** свинцовый баббит БК (PbSb15Sn10K), калий, коррозия, потенциодинамический метод, анодное поведение, электролит 3 %-й NaCl*