

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Е. В. Артамонов, В. В. Воронин, Т. Е. Помигалова

Исследование колебаний главной составляющей силы резания при токарной обработке

Установлен способ локализации полос спектра главной составляющей силы резания во времени при токарной обработке металлов. В основу методики определения источника спектральных составляющих положено оконное преобразование Фурье. Измерение силы резания проводилось с помощью динамометра серии УДМ, оснащенного разработанным авторами электрическим преобразователем. Сопоставлены средние мощности спектральных составляющих сигналов колебаний вертикальной проекции силы при разных скоростях резания в особо чувствительных диапазонах частот, определенных авторами посредством анализа спектрограмм.

**Ключевые слова:** вибрация, резание металлов, токарная обработка, преобразование Фурье, сила резания.

### В. А. Ильных

Влияние смазочных материалов с минеральными добавками на трение в опорах шпиндельных узлов

В настоящее время задача повышения надежности и износостойкости механизмов и машин решается на основе применения новых композиционных материалов. Наиболее эффективным методом получения композиционных материалов является применение геологических активаторов, которые вводятся в зону трения узлов механизмов и машин через систему смазывания, что позволяет увеличить микротвердость поверхностей трения до 2,3 раза, а также уменьшить трение в опорах скольжения и качения. По результатам исследований установлено, что использование ремонтно-восстановительных технологий в парах трения приводит к экономии электроэнергии на 10–20 %, увеличению износостойкости в 2,5 раза, увеличению ресурса смазочных материалов в 2,5–5 раз, существенному снижению вибрации и шумов, а также увеличению межремонтного ресурса не менее чем в 2 раза и снижению эксплуатационных затрат. Однако для широкого внедрения данных технологий необходимы дополнительные исследования, которые приведены в данной работе.

**Ключевые слова:** шпиндельный узел, опоры качения, опоры скольжения, ремонтно-восстановительный состав (РВС), коэффициенты трения скольжения, коэффициенты трения качения.

### И. Ю. Лесняк, З. Н. Соколовский, С. В. Гавриленко

Анализ выносливости конструкций в условиях циклических температурных нагружений

Выявлена проблема, связанная с деформациями конструкций авиационной техники, работающей в условиях Крайнего Севера и орбитальных объектов, находящихся на околоземных орбитах в условиях циклических знакопеременных температурных нагружений. Приведена постановка задачи исследований деформаций материалов конструкций, работающих в условиях циклических знакопеременных температурных нагружений с использованием теорий циклической прочности, малоциклового усталости и трещиностойкости. Сделано предположение о том, что при 16 оборотах орбитального объекта вокруг Земли (число циклов температурного нагружения  $n \geq 1,2 \cdot 10^5$ ) происходит трещинообразование или увеличение размера имеющихся трещин до критического размера от малоциклового усталости. Определены линейные деформации материала корпуса международной космической станции (МКС), с учетом нагрева от солнечного излучения и охлаждения, при нахождении в тени Земли. Выдвинута гипотеза о том, что в условиях циклических температурных нагружений максимальное воздействие на выносливость материала оказывают расчетные: амплитуда цикла напряжений, максимальное напряжение цикла и размах колебаний напряжений в цикле, как по отдельности, так и совместно. Сравнительный анализ

результатов расчета напряжений при циклических температурных нагружениях по трем гипотезам показал, что значения расчетных напряжений наиболее приближены к максимальному напряжению цикла или к амплитуде напряжений цикла.

**Ключевые слова:** выносливость, цикл температур, деформации, трещины, малоцикловая усталость.

**Д. А. Блохин, Ю. А. Блохина, М. М. Лакман**

Составление карты позиционной точности стола фрезерного станка

В статье представлена методика составления карты позиционной точности стола вертикально-фрезерного станка при приложении вибрационной нагрузки различной частоты. Разработана и изготовлена лабораторная установка для создания вынужденных колебаний крестового стола. Приведена методика определения виброустойчивости подвижных узлов в различных участках рабочей зоны для крестового стола. Проанализированы причины возникновения наибольших отклонений в конкретных участках рабочей зоны оборудования.

**Ключевые слова:** обрабатываемые центры, точность обработки, жесткость несущей системы, виброустойчивость станка.

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

**Д. А. Поляков, Н. А. Терещенко, К. И. Никитин**

Исследование отличительных особенностей характеристик частичных разрядов в проходных изоляторах

Статья посвящена измерению и анализу частичных разрядов в вводах КРУ (комплектное распределительное устройство). Описан анализ конструкции вводов частичных разрядов для оценки возможных источников дефектов вводов. Опытный образец ввода 10 кВ с естественным дефектом получен от производителя вводов. Он был протестирован с использованием метода измерения частичных разрядов. Результаты испытаний показали значительную интенсивность частичных разрядов при напряжении от 12 кВ и выше. Авторы предположили, что часть зарегистрированных разрядов произошла в воздухе вблизи острых краев высоковольтного электрода. Чтобы проверить это предположение, авторы отшлифовали их и повторили тест. Второй тест не показал значительного изменения характеристик частичных разрядов. Таким образом, предполагаем, что образец проходного изолятора имел внутренний дефект, поскольку поверхность проходного изолятора не была загрязнена для образования поверхностных разрядов. Втулка исследована разрушающим методом на предмет локализации дефекта. Однако внутри проходного изолятора возможных дефектов обнаружено не было. Это могло быть связано с тем, что дефект не мог быть обнаружен визуально во время испытания или дефект находился в прокладке между высоковольтным электродом и корпусом изолятора. Кроме того, определены особенности фазоразрешенных диаграмм частичных разрядов в вводах КРУ.

**Ключевые слова:** частичные разряды, вводы, вводы КРУЭ, диагностика, мониторинг состояния.

**И. В. Комаров, Д. А. Поляков, К. И. Никитин**

Исследование характеристик частичных разрядов в СПЭ-изоляции кабеля с множественными дефектами

В работе проведено моделирование картины напряженности электрического поля в кабеле при наличии одного и нескольких дефектов. Моделирование показало, что наличие нескольких близкорасположенных дефектов не приводит к увеличению напряженности электрического поля по сравнению с одним дефектом. На основе экспериментальных исследований был произведен анализ влияния количества дефектов, возникающих в области концевой заделки кабеля со сшитой полиэтиленовой изоляцией на различные параметры частичных разрядов, такие как величина кажущегося заряда, мощность частичных разрядов, амплитудно фазное распределение частичных разрядов, форма сигналов частичных разрядов. Анализ показал, что увеличение количества дефектов не влияет на характеристики частичных разрядов, несмотря на то, что дефекты

расположены в разных участках кабеля, имеющего распределенные параметры. Таким образом, определение количества дефектов в ходе измерения частичных разрядов кабеля может оказаться затруднительным.

**Ключевые слова:** пробой изоляции, дефект изоляции, частичный разряд, множественные дефекты, диагностика изоляции.

**И. Ю. Холодилин, А. В. Коржов, М. А. Григорьев, Ю. И. Хохлов, Н. В. Савостеенко**

Высокоэффективный электропривод с системой технического зрения для тягового применения в тяжелых гусеничных машинах

Рассмотрен новый тип энергоэффективного электродвигателя в качестве тягового привода электромеханической трансмиссии ДЭТ-400. Синхронные реактивные машины с независимым возбуждением (СРМНВ) обеспечивают высокую энергоэффективность и высокий удельный крутящий момент. В статье проводится сравнение СРМНВ и различных типов тяговых электроприводов, в частности, асинхронного двигателя и двигателя с постоянными магнитами. Рассмотрены вопросы проектирования СРМНВ, уделено внимание оптимизации геометрических параметров электрической машины для достижения максимальной энергоэффективности. Для расширения функциональных возможностей и обеспечения безопасности эксплуатации было предложено внедрение компьютерного зрения в систему управления электроприводом. В результате СРМНВ был разработан для тяговых применений с учетом реальных требований к гусеничным тракторам российского производства.

**Ключевые слова:** тяговый электропривод, синхронная реактивная машина независимого возбуждения, электромеханическая трансмиссия, интеллектуальный электропривод, компьютерное зрение.

## **ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ**

**Д. А. Иванов, Т. Г. Галиева, А. В. Голенищев-Кутузов, М. Ф. Садыков, Р. И. Калимуллин, А. В. Семенников**

Детектирование акустических сигналов частичных разрядов на дефектах изоляционного оборудования

Статья посвящена методу акустической регистрации частичных разрядов в высоковольтных изоляторах. Рассмотрены физические процессы генерации различных видов частичных разрядов в высоковольтных изоляторах. Описывается приборная реализация и способ обработки диагностической информации с чувствительных элементов — акустических приемников ультразвукового диапазона. Возможность обнаружения источников частичных разрядов с привязкой к месту возникновения важна для локализации неисправного элемента и его дальнейшего диагностирования.

**Ключевые слова:** высоковольтные изоляторы, частичные разряды, дефекты, акустические датчики, мониторинговая диагностика, техническое состояние.

**Е. В. Леун, В. К. Сысоев, А. Е. Шаханов, Ю. Н. Мишин**

Особенности современной схемотехники тензорезистивных датчиков давления: волоконно-оптическая пирометрическая термокомпенсация, питание оптическим излучением

В статье обсуждаются вопросы совершенствования тензорезистивных датчиков давления (ДД) с учетом их совместного использования с современными достижениями волоконной оптики (ВО). Рассматриваются возможности реализации и особенности ВО пирометрической компенсации температурной погрешности полупроводниковых и резистивных тензорезисторов, оптического и/или электрического нагрева тензорезистора для самокалибровки ВО пирометра, питания оптическим излучением, передаваемым по световоду с гальванической развязкой схемы ДД, повышения помехоподавления и пожаровзрывобезопасности.

**Ключевые слова:** тензорезистор, сульфид самария, пирометр, халькогенидный световод, питание оптическим излучением, пожаровзрывобезопасность, фазо-цифровое преобразование.