

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

**Ю. А. Бурьян, А. В. Зубарев, С. Н. Поляков, С. П. Бобров**

О возможности создания волноводного звукоизолятора на базе материала МР с металлическими включениями

Задача снижения излучаемой колебательной энергии по трубопроводным системам является актуальной. В работе рассмотрена принципиальная возможность построения волноводного глушителя пульсаций давления и гидродинамического шума с использованием материала МР (металлическая резина) с металлическими включениями. Поставлена и решена задача оценки эффективности звукоизоляции и определения диапазона частот запираания звуковых волн. Результаты расчетов показали, что для металлических включений в виде свинцовых шариков уменьшение амплитуды пульсаций давления составляет 10–20 дБ в диапазоне частот примерно 300–1200 Гц и зависит от характеристик материала МР. Показано, что при принципиальной возможности изменение параметров волнового звукоизолятора (длина, модуль объемной упругости, масса металлических включений) частотный диапазон запираания звуковых волн может варьировать в достаточно широких пределах.

**Ключевые слова:** волноводный гаситель, материал МР, модуль объемной упругости, пульсация давления, гидродинамический шум.

**В. Р. Эдигаров, Б. Ш. Алимбаева, С. Ю. Анохин**

Повышение износостойкости поверхностного слоя деталей комбинированной электромеханической обработкой с отпуском

Рассматривается технология комбинированной электромеханической обработки деталей машин с электромеханическим отпуском поверхностей в основе, которой электромеханическая обработка в два прохода с различными значениями технологических факторов позволяющая получить модифицированный поверхностный слой, имеющий многослойную структуру, верхний тонкий разупрочненный слой, далее «белый» слой, затем обычный упрочненный слой и под ним основной металл. Полученная градиентная структура, обеспечивает требуемые эксплуатационные качества у модифицированной поверхности, прежде всего по параметрам износостойкости, определяемой процессом приработки трибосопряжения.

**Ключевые слова:** модифицирование поверхностного слоя, электромеханическая обработка, микротвердость, плотность электрического тока, износостойкость.

**И. Н. Дроздов, А. Ю. Попов**

Повышение эффективности фрезерования мелкоразмерных канавок фасонной формы в труднодоступных местах пресс-форм для резинотехнических изделий

В данной статье рассматривается проблема обработки мелкоразмерных канавок и, как вариант, нанесения гравировок на труднодоступных поверхностях деталей, где необходимо применять удлинители для режущего инструмента. Целью работы является повышение эффективности фрезерования мелко-размерных канавок фасонной формы на пресс-формах для резинотехнических изделий при помощи специальной кондукторной втулки, позволяющей добиться уменьшения биения при большом вылете режущего инструмента и получить необходимую геометрию и чистоту поверхности газоотводящих канавок. Цель достигнута за счет применения специально разработанного кондукторного приспособления с гидростатическим подшипником.

**Ключевые слова:** резинотехнические изделия, пресс-форма, газоотводящие канавки, фрезерование, точность, форма, кондукторная втулка.

**А. Ю. Шевченко, А. Ю. Попов**

Методы обработки газоотводящих канавок угловой формы в матрицах для резинотехнических изделий

В данной статье рассматривается обработка газоотводящих канавок на пресс-формах для резинотехнических изделий (РТИ) методом строгания по криволинейной поверхности. Целью работы является повышение эффективности обработки газоотводящих канавок угловой формы на пресс-формах для РТИ по криволинейным поверхностям при помощи применения метода строгания на станках с числовым программным управлением.

**Ключевые слова:** строгание, газоотводящие канавки, пресс-форма, резинотехнические изделия, угловые канавки, фасонное строгание, граверный резец, долбяк.

**А. А. Федоров, Д. А. Полонянкин, А. И. Блесман, Н. В. Бобков, А. В. Линовский, Ю. О.**

**Бредгауэр, Ю. Е. Жданова**

Исследование влияния режимов проволочно-вырезной электроэрозионной обработки на трещинообразование и морфологию поверхностного слоя титанового сплава ВТЗ-1

В статье представлены результаты исследований, посвященные влиянию режимов проволочно-вырезной электроэрозионной обработки (ЭЭО) на трещинообразование и морфологию поверхностного слоя титанового сплава ВТЗ-1. Целью статьи являлось получение данных о взаимосвязи режимов обработки с глубиной проникновения микротрещин, а также влияние режимов обработки на морфологию поверхностного слоя, в частности на группу параметров  $R_k$ . Методом растровой электронной микроскопии показано, что глубина микротрещин зависит от числа проходов и режимов обработки. Максимальная глубина составила 12 мкм после первого прохода, а минимальная — 0,9 мкм после четвертого прохода. Исследование методом профилометрии группы параметров  $R_k$  позволило установить, что после третьего прохода образуется оптимальный микрорельеф, удерживающий смазку.

**Ключевые слова:** электроэрозионная обработка, титан, поверхностный слой, трещины, морфология, маслоудерживающая способность.

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

**В. В. Харламов, Ю. В. Москалев, С. Н. Найден**

Моделирование процесса коммутации тягового двигателя постоянного тока карьерного самосвала

В статье рассмотрена нелинейная множественная регрессионная модель, на основании которой построена модель процесса коммутации тягового двигателя постоянного тока карьерного самосвала. Построение регрессионной модели осуществляется с использованием экспериментальных данных работы тягового двигателя, полученных с автоматизированного видеоизмерительного комплекса оценки коммутации в эксплуатации. Предложенная математическая модель устанавливает связь между значениями напряжения якоря, тока якоря, тока возбуждения и интенсивностью искрения коллекторно-щеточного узла. Адекватность математической модели подтверждена сравнением степени искрения полученной экспериментально и с использованием предложенной модели. Относительное значение погрешности экспериментальных и расчетных данных для различных значений напряжения якоря, тока якоря, тока возбуждения из области адекватности модели не превышает допустимых значений.

**Ключевые слова:** тяговый электродвигатель, коллекторно-щеточный узел, режим работы, коммутация, интенсивность искрения.

**В. В. Харламов, Д. И. Попов**

Анализ учета зубцовых гармоник ЭДС статора при математическом моделировании процесса испытания асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки

В статье представлены результаты математического моделирования асинхронных двигателей, получающих питание от преобразователей частоты, с учетом зубцовых гармоник ЭДС и тока статора, обусловленных соответствующей пульсацией индукции магнитного поля в воздушном зазоре. Проанализированы полученные в результате расчетов спектры напряжения и тока для двигателей малой, средней и большой мощности. Показана возможность применения метода спектр-токового анализа для определения угловой скорости вращения асинхронных машин при их испытании методом взаимной нагрузки. Предложен способ определения интервалов поиска зубцовых гармоник.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, преобразователь частоты, математическая модель взаимной нагрузки, зубцовые гармоники, спектр тока, частота вращения.

**К. В. Хацевский, А. Д. Умурзакова, Н. А. Воронина, Ю. Б. Ичева**

Анализ методов диагностирования неисправностей трехфазного асинхронного электродвигателя

В статье рассмотрены вопросы, связанные с повышением надежности работы электрооборудования промышленных предприятий путем внедрения систем диагностики неисправностей. Предложен аппаратно-программный комплекс диагностики неисправностей трехфазного асинхронного электродвигателя.

**Ключевые слова:** диагностика, аппаратно-программный комплекс, неисправности электродвигателя, вибродиагностика, гармоники, аналогово-цифровой преобразователь.

**Н. А. Воронина, А. Д. Умурзакова, Л. А. Паюк, К. В. Хацевский**

Исследование электропривода с прерывистым законом движения

Рассмотрен электропривод переменного тока с прерывистым законом движения вала исполнительного двигателя, который широко используется в различных областях промышленности. Целью исследования является определение способов формирования питающих напряжений или токов на регулировочные характеристики электропривода. В данной работе необходимо было определить выходные параметры: электромагнитного момента, угловой скорости и координаты подвижного элемента рабочего органа. В исследовании был применен метод математического моделирования. Результатами работы являются временные зависимости выходных параметров и регулировочные характеристики электропривода с прерывистым законом движения вала исполнительного двигателя. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что при фазовом способе формирования питающих токов или напряжений необходимо осуществлять управление электродвигателем по одной из обмоток.

**Ключевые слова:** асинхронный электропривод переменного тока, электропривод с прерывистым законом движения вала, выходные параметры, регулировочные характеристики.

**Н. Е. Дерюжкова, В. А. Соловьев, В. В. Тетерин, Д. В. Урасов**

Сравнительная оценка классических и нечетких алгоритмов управления системой электропривода многоточечного формования изделий двойной кривизны

Одним из способов изготовления деталей двойной кривизны, применяемых при производстве корпусов самолетов и судов, является гибка листового материала на формовочной установке, представляющая собой сложный механизм. В статье рассматривается вопрос применения различных алгоритмов управления системой многоточечного формования изделий. Выполняется сравнительный анализ классического и нечеткого алгоритмов управления. На основе проведенных исследований делается вывод о целесообразности применения того или иного алгоритма управления.

**Ключевые слова:** взаимосвязанная система управления, электромеханическая система, нечеткое регулирование.

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ**

## **И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ**

**И. А. Кировская, Т. А. Кировская, А. О. Эккерт**

Новые материалы и сенсоры-датчики для полупроводникового газового анализа

С использованием комплекса современных методов изучены кислотно-основные и адсорбционные (по отношению к  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ) свойства бинарных и много-компонентных полупроводников обоснованно выбранных систем  $\text{InSb-ZnTe}$ ,  $\text{InSb-CdTe}$ ,  $\text{GaSb-ZnTe}$ ,  $\text{GaSb-CdTe}$ . Определены природа, сила активных центров (кислотных, адсорбционных). Обоснован донорно-акцепторный механизм адсорбционных процессов. Установлены взаимосвязанные закономерности в изменениях с составом изученных поверхностных свойств, позволившие выявить наиболее активные полупроводники-компоненты систем по отношению к газам определенной электронной природы (основных и кислотных). Даны и частично реализованы практические рекомендации по их использованию для изготовления соответствующих сенсоров-датчиков и для проведения газового анализа окружающей среды.

**Ключевые слова:** полупроводники, твердые растворы, кислотно-основные и адсорбционные свойства, закономерности изменений изученных свойств, прогнозирование, сенсоры-датчики, полупроводниковый анализ.

**Е. В. Леун, А. Е. Шаханов**

Повышение точности гибридных сканирующих 3D волоконно-оптических измерительных головок с акустооптическим датчиком обратной связи для контактных и бесконтактных координатных измерений размеров изделий

В статье представлен способ определения упругих деформаций изделия, возникающих при механическом контактировании со сферическим наконечником, позволяющий исключить влияние на результат измерения деформаций материала в виде навалов («pile-up»). Обсуждаются вопросы построения гибридной сканирующей 3D волоконно-оптической измерительной головки (ВОИГ) с формированием сканирующих движений лазерного луча в угловом секторе полусферы  $180^\circ \times 180^\circ$  на основе низкокогерентного интерферометра, пространственного модулятора света в виде оптоволоконного пьезосканера и объектива типа «fisheye». Рассмотрены возможности высокоточных двухкоординатных измерений сканирующего лазерного луча за счет использования акустооптического модулятора в датчике обратной связи ВОИГ в качестве пространственно-чувствительного преобразователя.

**Ключевые слова:** координатные измерения, измерительная головка, наноиндентирование, навал, низкокогерентный интерферометр, пьезосканер, сверхширокоугольная оптическая система, акустооптический модулятор.

**А. В. Пономарев**

Применение компьютерных технологий в приборостроении на примере разработки генератора прямоугольных импульсов

В статье приводится анализ возможностей применения компьютерных технологий при проектировании электронных устройств. Рассмотрены основные этапы разработки устройства на конкретном примере регулируемого генератора прямоугольных импульсов. Приведено описание принципа его работы, принципиальной схемы, особенностей изготовления печатной платы и корпуса. Знакомство с основными этапами проектирования на примере простого устройства может помочь студентам и молодым ученым самостоятельно начать проектировать устройства для проведения научных исследований.

**Ключевые слова:** генератор прямоугольных импульсов, электронные устройства, Arduino, жидкокристаллический экран, программные средства, моделирование, компьютерные технологии.

**В. И. Кинос, А. В. Зубарь, В. П. Пивоваров**

Разработка модели оценки точности наведения при проведении внутреннего целеуказания и индикации на образцах бронетанкового вооружения

В статье раскрывается последовательность вычислений при программной реализации разработанного авторами способа внутреннего целеуказания и индикации для образцов бронетанкового вооружения. Описаны этапы построения модели оценки точности наведения по пиксельным координатам изображения цели. Приведены результаты моделирования применительно к стоящему на вооружении танку Т-72Б3.

**Ключевые слова:** целеуказание, модель, индикация цели, прицел, оценка точности.