|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  | **федеральное государственное автономное учреждение** **«Институт медицинских материалов»****105005, г. Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 1** **email: contact@inmm.ru; www.inmm.ru** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Информационный обзор
публикаций из периодических изданий**

**№ 4
за период 01 – 30 апреля 2021 года**

## Москва

**2021**

**О Г Л А В Л Е Н И Е**

Горное машиностроение...…………………….............……............ 3

Двигателестроение…………………………….............……............. 3

Детали машин………………………………………………............ 5

Защита металлов от коррозии………………….............……........... 6

Кузнечно-штамповочное производство……………….................... 8

Литейное производство..........………………….............……........... 10

Машиностроение............................………………............................. 12

Металловедение и термическая обработка…….............................. 16

Металлообработка. Механосборочное производство………….... 20

Металлургия. Металлургическое машиностроение………........... 26

Сварка, пайка, резка, склеивание металлов………………............ 33

Транспортное машиностроение..........................……….................. 35

Энергетика. Энергетическое машиностроение............................... 40

Экономика и организация производства…………………............ 56

Разное……………………………………………………………..... 56

**ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 621.391:66.045.1

***Бобков, В.И.***

**Особенности моделирования локализованного фронта испарения в окатышах при энергосберегающей сушке** / В. И. Бобков, А. М. Соколов // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 35-39: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Представлены результаты моделирования энерготехнологического процесса сушки окатышей из мелкодисперсных отходов добычи апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов. Показано, что при решении задач энергоресурсосбережения при производстве фосфоритовых окатышей необходимо исследовать процессы, связанные с перемещением локализованного фронта испарения с поверхности окатыша к его центру в результате термического воздействия газа-теплоносителя. Приведены результаты моделирования изменения основных характеристик окомкованного мелкодисперсного сырья при его сушке в обжиговой машине конвейерного типа.

 **ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ**

УДК 631.372.43.03

***Бузиков, Ш.В.***

**Оптимизация добавки рапсового масла в смесовом топливе, применяемом в тракторных дизелях** / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников, И. С. Козлов // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 72-77: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Полученное из растительной биомассы рапсовое масло (РМ) на сегодняшний день является одним из видов топлива, применяемого в дизельных двигателях. Основными свойствами рапсового масла, оказывающими влияние на процессы, происходящие в цилиндре дизеля, являются плотность, вязкость и содержание химически связанного кислорода. В связи с этим определение оптимальной добавки рапсового масла в смесевом топливе на основе регрессионного анализа эффективных показателей работы тракторных дизелей является актуальной. Для нахождения оптимальной добавки рапсового масла проведены стендовые испытания работы тракторного дизеля на смесевом топливе, а также регрессионный анализ полученных результатов эффективных показателей.

УДК 621.43.001.42

**Диагностирование системы топливоподачи автомобильных ДВС тестовым методом** / А. В. Гриценко [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 71-82: ил. - Библиогр.: 21 назв.

Согласно научным исследованиям, посвященным статистике возникновения неисправностей в ДВС, наибольшее распространение отказов наблюдается в системе зажигания (25 %) и системе питания (35 %). Работоспособное состояние топливной системы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) возможно сохранить за счет разработки эффективных методов тестового диагностирования. С целью теоретических исследований в методической части исследований был разработан прибор для тестового диагностирования ДБД-4. Использование разработанных методик и приборных средств позволило провести экспериментальные исследования по диагностированию работоспособности системы топливоподачи. Анализируя полученные данные эксперимента, можно утверждать, что: наблюдается устойчивая взаимосвязь между изменением частоты вращения коленчатого вала ДВС и изменением длительности впрыска электромагнитной форсунки; степень износа электротопливного насоса (ЭТН) определяется смещением устойчивого значения частоты вращения коленчатого вала в зону низких значений частот при тех же длительностях впрыска форсунки. Полученные данные после испытания ЭТН позволяют спланировать дальнейший алгоритм действий по поддержанию работоспособности системы топливоподачи.

УДК 621.436:629.421

**К расчету рабочего процесса дизельного двигателя 16ЧН26/26, работающего по газодизельному и газовому циклам** / Д. С. Бардин [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 66-71: ил. - Библиогр.: 8 назв.

В данной статье приводится расчет рабочего процесса дизельного двигателя 16ЧН26/26, работающего на газообразном топливе. Расчетно-теоретическое исследование работы дизельного двигателя 16ЧН26/26, работающего на газообразном топливе, выполняется методом численного моделирования. Рассматриваемая модель позволяет варьировать долю запальной дозы дизельного топлива для работы дизельного двигателя на газообразном, в том числе природном газе. С использованием предложенной модели получены теоретические значения показателей эффективности и экономичности работы дизельного двигателя. Проведенные расчетные исследования позволили оценить влияние на удельный эффективный расход топлива и эффективную мощность использование газообразного топлива в дизельных двигателях. Проведённый расчетный анализ позволил сделать вывод о целесообразности использования природного газа в качестве топлива для дизельных двигателей.

УДК 621.4

**Системный анализ и синтез газодинамических характеристик ступеней турбин газотурбинного двигателя** / В. Ф. Безъязычный [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 15-21: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Предложен метод системного совершенствования геометрии проточной части газовых турбин на этапе аванпроектирования. Опорной информацией служат результаты 1D газодинамических расчетов КПД ступени. на основе полученных структурных замещающих моделей может быть решен широкий класс задач анализа, синтеза и оптимизации характеристик ступеней турбины, а также определения допустимых искажений профильной части пера лопаток турбины газотурбинного двигателя в серийном производстве.

УДК 621.316.761

***Хайченко, И.А.***

**Расширение функциональных возможностей статических преобразователей для асинхронных электроприводов** / И. А. Хайченко, В. В. Бабенко, Ю. В. Нефедов // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 25-30: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Рассматриваются вопросы расширения функциональных возможностей существующих устройств плавного пуска асинхронных электродвигателей с переменной нагрузкой, по индивидуальной компенсации реактивной мощности локальной системы электроснабжения и повышению ее энергетической эффективности. Существующие аппаратные средства решают эту задачу только на базе отдельных статических устройств. На основе анализа структуры устройств плавного пуска и принципов управления напряжением, подаваемым на асинхронный электродвигатель через полупроводниковые ключи (тиристоры), показаны целесообразность и возможность реализации на базе современных статических устройств пуска и типовых секций силовых конденсаторов многофункциональных статических устройств нового класса, обеспечивающих заданные параметры пусковых режимов асинхронного двигателя с одновременной компенсацией его реактивной мощности. В предлагаемом аппаратном решении осуществляется одновременная коммутация полупроводниковыми ключевыми элементами и асинхронного двигателя, и конденсаторной батареи для случая резко переменной (динамической) нагрузки. Обязательным условием такой коммутации конденсаторной батареи в сеть является реализация режима без броскового пускового тока. Определено, что реализация предложенного аппаратного решения может дать существенный экономический эффект по снижению стоимости оборудования при сохранении всех технических и энергетических параметров автоматизированных асинхронных электроприводов насосов, вентиляторов, компрессоров, тягового и тому подобного оборудования. Определена эффективность применения данного аппаратного решения по снижению удельной стоимости оборудования в пределах от 800 руб. до 2700 руб. на 1 кВт мощности асинхронного электропривода.

 **ДЕТАЛИ МАШИН**

УДК 621.787.6.004

**Влияние материала и размеров изделия на параметры упрочнения волной деформации** / А. В. Киричек [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 21-27: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Исследованы влияния на параметры упрочнения волной деформации габаритных размеров образцов из материалов разных марок. Данные исследования проводились на специально разработанном стенде. Эффективность упрочнения оценивалась по карте микротвердости поверхностного слоя. Полученные результаты дают представления о влиянии рассматриваемых марок материалов (сталь 45, титан ВТ 1-0, бронза БРАЖ 9-4, алюминий Б-95) на глубину и степень упрочнения образцов различных габаритных размеров, при их упрочнении волной деформации.

УДК 621.81:669.15:667.017.62:538.62.38

***Золотов, А.М.***

**Исследование механизма износа контактных поверхностей рабочих лопаток паровой турбины из титанового сплава ВТ6** / А. М. Золотов, М. О. Смирнов, Т. А. Чижик // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 81-89: ил. - Библиогр.: 26 назв.

Методами фрактографии, микрорентгеноспектрального и микроструктурного анализа и определения механических свойств исследованы контактные поверхности бандажных полок смежных рабочих лопаток паровой турбины из титанового сплава ВТ6 после эксплуатации. Проанализированы и объяснены различные виды разрушения контактных поверхностей. Показано, что причиной интенсивного истирания бандажных зацеплений турбинных лопаток является нарушение режима сварки в условиях станции.

УДК 621

**Исследование свойств пространственных механизмов с шестью степенями свободы** / С. В. Хейло [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 28-33: ил. - Библиогр.: 11 назв.

Статья посвящена синтезу новых пространственных механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы. Представленные механизмы могут иметь широкие возможности применения в аддитивных технологиях, медицинской робототехнике, сельском хозяйстве. Предложенные механизмы содержат шесть приводов и шесть кинематических цепей. Они обладают свойствами частичной кинематической развязки, позволяющей совершать как совместно, так и раздельно поступательные и вращательные движения. Рассмотрены решения задач кинематики, которые позволяют в дальнейшем перейти к задачам управления такими механизмами.

УДК 669.01:621.8.031.6

***Куксенова, Л.И.***

**Задачи материаловедения и методические особенности их решения в науке о трении и износе** / Л. И. Куксенова, С. А. Поляков // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 3-12: ил. - Библиогр.: 37 назв.

Описаны методологические основы изучения структуры и свойств зоны контактной деформации металлических пар трения для решения задач выбора материалов триботехнического назначения и обоснования методов испытаний.

УДК 621.8

***Маренков, И.Г.***

**Оценка стойкости неметаллических элементов пневматической подвески машин к воздействию отрицательных температур** / И. Г. Маренков, Н. И. Баурова // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 41-46: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Изучены и проанализированы условия эксплуатации неметаллических элементов пневматической подвески дорожных машин. Проведена оценка прочностных характеристик неметаллических элементов пневматической подвески при воздействии отрицательных температур. Экспериментально установлено, что воздействие отрицательных температур приводит к увеличению жесткости резиновой части пневмобаллона. Проанализированы структурные изменения образцов при воздействии отрицательных температур. Показано, что одним из способов увеличения стойкости неметаллических элементов пневмоподвески к воздействию отрицательных температур является использование анаэробных пропитывающих составов.

УДК 621.7.04

***Панфилов, Г.В.***

**Способы изготовления трехслойных уплотнителей с наружными металлическими и центральным эластичным слоями** / Г. В. Панфилов, Нгуен Ван Тинь // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 61-66: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Установлены предельные значения толщин наружных металлических слоев для трехслойных уплотнителей при обычной вырубке и пробивке. Разработаны новые способы изготовления указанных уплотнителей с увеличенной толщиной наружных металлических слоев.

УДК 621:658.011.56

***Пыриков, И.Л.***

**Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств плоских поверхностей скольжения** / И. Л. Пыриков // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 15-23: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Приведены экспериментальные исследования износостойкости, контактной жесткости и антифрикционных свойств плоских поверхностей при их относительном скольжении. Описано технологическое обеспечение параметров качества плоских поверхностей трения после их напыления и упрочнения.

 **ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ И ДРУГИЕ ВИДЫ ИЗНОСА**

УДК 620.197.3

***Вагапов, Р.К.***

**Коррозионное разрушение стального оборудования и трубопроводов на объектах газовых месторождений в присутствии агрессивных компонентов** / Р. К. Вагапов // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 47-54: ил. - Библиогр.: 25 назв.

Исследовано воздействие основных коррозионно-агрессивных эксплуатационных факторов (присутствие СО2, H2S, конденсация жидкости и др.) на опасность разрушения стальной инфраструктуры газовых месторождений. Особенностью газовых объектов является то, что большая часть внутренней поверхности металла контактирует с газовой фазой. В таких условиях процессы коррозионного разрушения связаны с сероводородным наводороживанием и растрескиванием сталей и с локальной коррозией (питтинги, язвы, щелевая коррозия), возникающей при конденсации жидкости, насыщаемой агрессивными СО2, H2S и СН3СООН.

УДК 67.02

***Говоров, И.В.***

**Технологическое обеспечение износостойкости и контактной прочности установочных элементов технологической оснастки методом лазерного легирования** / И. В. Говоров // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 34-43: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Рассмотрены технологические возможности лазерного легирования для повышения эксплуатационных свойств опорных призм станочной оснастки. Приведены сведения о применяемых технологиях: способах введения легирующих компонентов, составах обмазок, режимах лазерной обработки. Представлены результаты испытаний получаемых покрытий и рекомендации по их применению.

УДК 621.039:621.311.22+519.257:519.222

***Кузьмин, Д.А.***

**Разработка зависимостей расчета локальных скоростей коррозии и толщин стенок трубопроводов при эрозионно-коррозионном износе** / Д. А. Кузьмин, В. И. Бараненко // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 20-25: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Приведен анализ измерений локальных скоростей коррозии и толщин стенок, полученных с помощью эмпирических зависимостей, на основании результатов эксплуатационного неразрушающего контроля и сравнение их с результатами, полученными с помощью программных средств ЭКИ-02, ЭКИ-03. Разработан метод, позволяющий проводить прогнозирование будущего состояния рассматриваемой зоны контроля более корректно.

УДК 621.8

***Матлахов, В.П.***

**Повышение долговечности поверхностей трения с покрытиями электромеханической обработкой** / В. П. Матлахов // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 8-14: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Рассмотрена технология повышения долговечности поверхностей трения на основе сочетания методов нанесения покрытий и последующей электромеханической обработки. Выявлены возможности такой обработки и приведены результаты сравнительных испытаний.

УДК 620.164.1

***Топорков, М.П.***

**Технологическое обеспечение фреттингстойкости плоских загнутых соединений** / М. П. Топорков // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 3-7: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Рассмотрена проблема износа контактирующих плоских поверхностей при периодическом микроперемещении в стыке - так называемый фреттинг-процесс. Установлены особенности формирования эксплуатационной шероховатости в стыке в зависимости от нагрузки и возможность получения равновесной шероховатости методом алмазно-абразивной обработки - планетарным хонингованием.

**КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

УДК 621.77.014

***Гневашев, Д.А.***

**Моделирование процесса равноканального углового выдавливания при изучении процесса изменения микроструктуры сплавов 12Х18Н10Т и АМц** / Д. А. Гневашев, Д. Б. Чайка // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 28-36: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Равноканальное угловое выдавливание (далее РКУВ) относится к процессам интенсивной пластической деформации, в результате которого при варьировании таких параметров как температура, скорость деформации, условия трения, программа нагружения, происходит измельчение зерна вплоть до ультрамелкозернистой структуры. В работе представлено математическое моделирование процесса РКУВ длинномерных образцов в программе Q-Form из сплавов 12Х18Н10Т и АМц, проведен анализ эволюции микроструктуры после повторного цикла выдавливания.

УДК 621.7.012.3

***Залавин, Я.Е.***

**Расчет параметров вальцевой формовки с целью минимизации неравномерности деформации заготовки в поперечном сечении** / Я. Е. Залавин // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 23-29: ил. - Библиогр.: 15 назв.

В настоящее время рынок труб большого диаметра (ТБД) развивается в условиях переизбытка производственных мощностей, что ставит производителей труб данного сегмента в условия жесткой конкуренции. Морские переходы, зоны повышенной сейсмической активности, высокое рабочее давление трубопроводов определяют высокие требования к прочностным, геометрическим и эксплуатационным характеристикам труб. Повышение точности размеров труб большого диаметра является актуальной задачей для большинства производителей данной продукции. Одним из способов повышения точности труб является минимизация неравномерности деформации в поперечном сечении трубы после формообразующих операций. Процесс вальцевой формовки (TRB) обладает преимуществом в сравнении с наиболее распространенным на предприятиях процессом шаговой формовки (JOE) по энергоемкости и постоянству кривизны основной части периметра. При производстве ТБД способом вальцевой формовки неравномерность деформации локализуется в области перехода от плоского участка к основному периметру. Для снижения неравномерности деформации вращение валков в начале прохода выполняется одновременно с перемещением верхнего валка. Для корректной реализации данной технологии требуется методика расчета величины погружения на заданный радиус на стадии перемещения верхнего валка. В статье представлены результаты численного эксперимента по определению кривизны заготовки на стадии перемещения верхнего валка. По результатам эксперимента построена регрессионная модель формирования кривизны и приведен алгоритм расчета перемещения. Полученная регрессионная модель с достаточной точностью позволяет рассчитывать величину погружения, что подтверждается результатами конечно-элементного моделирования. Результаты работы могут быть полезны для практической реализации и использованы как для составления технологических карт формовки, так и для построения конечно-элементных моделей.

УДК 673.8

**Компьютерное моделирование температурных режимов при полунепрерывном прямом прессовании легкоплавких материалов** / Л. В. Радионова [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 30-38: ил. - Библиогр.: 16 назв.

При холодном прямом прессовании легкоплавких материалов разогрев металла и оснастки, вызванный деформационными процессами и контактным трением, является причиной снижения качества готовой продукции и потерей стабильности процесса. АО «Челябинский цинковый завод» совместно с кафедрой «Процессы и машины обработки металлов давлением» ЮУрГУ с 2019 года активно и успешно занимается разработкой и освоением технологии производства проволочного и пруткового припоя из сплава ПОИн-52. В настоящей работе, используя специализированный инженерный пакет QForm, провели компьютерное моделирование температурных режимов процесса прессования проволочного припоя из сплава ПОИн-52 диаметром 2,0 мм со скоростью прессования 0,5; 1,0 и 3,0 мм/с из заготовки диаметром 20 мм. По результатам компьютерного моделирования установлено, что скорость истечения металла из волоки, которая в свою очередь определяется скоростью прессования и коэффициентом вытяжки, оказывает существенное влияние на температурные условия процесса прессования. При изменении скорости прессования с 0,5 до 3 мм/с в процессе прессования проволоки O2,0 мм из заготовки O20 мм температура металла возрастает с 33,4 до 75,8 °С. Причем стоит отметить, что последовательное прессование четырех заготовок приводит к повышению температуры проволоки с 75,8 до 87 °С. Связано это с тем, что в процессе непрерывного прессования оснастка, а именно волока, разогревается и уже после четвертого цикла прессования ее средняя температура составляет около 45 °С. Средняя температура контейнера повышается при этом на 4 °С. После четвертого цикла дальнейшее повышение температуры как прессуемого металла, так и проволоки на исследуемом диаметре припоя прекращается и процесс стабилизируется.

УДК 621.7

***Максименков, В.И.***

**Повышение качества осесимметричных оболочек канала воздухозаборника самолета** / В. И. Максименков, М. В. Молод, В. И. Федосеев // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 146-149: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Рассмотрена необходимость разработки осесимметричных оболочек для канала воздухозаборника самолета, выявленная в процессе акустических испытаний. Возникающие в полете самолета скачки импеданса отрицательно влияют на эффект шумоглушения. С целью устранения этого эффекта разработана технология изготовления осесимметричной тонколистовой оболочки, не имеющей стыков и зон в разрыве перфорации. Обнаружено, что существующее оборудование не обеспечивает процесс формообразования тонколистовых оболочек требуемого качества вследствие возникновения отпечатков от секторов. Разработана конструкция устройства, позволяющая с помощью эластичной вставки получать заданную геометрию детали. Рассмотрены форма эластичной вставки и материалы, применяемые для ее изготовления. Представлен процесс формообразования оболочки. Изготовление оболочки необходимо осуществлять на гидравлическом прессе. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния оболочки, позволяющий получить параметры процесса формообразования. Показаны зависимости по определению тангенциальных, радиальных и меридиональных деформаций. Рассмотрены напряжения, возникающие в зоне формообразования, позволившие считать напряженно-деформированное состояние оболочки плоским. Определена величина удельного давления в зоне эластичной вставки. Разработана методика технологического процесса изготовления осесимметричной оболочки.

УДК 621.98.044.7

**Разработка и исследование нового оборудования для штамповки полых изделий из трубной заготовки** / А. Ю. Боташев [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 150-156: ил. - Библиогр.: 22 назв.

Авторами разработано новое штамповочное оборудование для производства тонкостенных изделий из трубной заготовки, которое производит процесс штамповки с нагревом заготовки. При этом из-за повышения пластичности заготовки достигается значительное увеличение степени ее раздачи. Нагрев и деформирование трубной заготовки осуществляется под действием горячего газа, образующегося при сгорании горючей газовой смеси в полости заготовки [1]. Для увеличения давления и температуры газа, действующего на внутреннюю поверхность заготовки, горючая газовая смесь предварительно сжимается непосредственно в полости трубной заготовки. Проведено исследование термодинамических процессов разработанного устройства. При этом установлено, что давление газа на поверхности заготовки составляет 50…65 МПа, а его температура достигает 2600 K. Это обеспечивает существенное расширение технологических возможностей данного устройства. Проведено исследование деформирования трубной заготовки в процессе штамповки, при этом получены зависимости для определения напряжений, действующих в заготовке, а также потребной величины давления топливной смеси, обеспечивающей осуществление процесса штамповки.

**ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

УДК 621.74: 669.715

***Абрамов, А.А.***

**Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. Достижения и перспектив**: *Часть II. Технологические процессы* / А. А. Абрамов // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 2-8.

Окончание статьи (начало в журнале № 2 за 2021 г.). Обобщен опыт АО «ЦНИИМ» по освоению производства отливок ответственного назначения разными способами литья из высокопрочных алюминиевых сплавов (ВАС). Приведены составы, литейные и механические свойства, а также результаты исследования характеристик эксплуатационной надежности ВАС. Сформулированы направления дальнейших исследований и совершенствования ВАС.

УДК 621.74.0026

***Александров, Н.Н.***

**Особенности изготовления мелющих элементов для углеразмольных мельниц из высокотехнологичного износостойкого хромоникелевого чугуна** / Н. Н. Александров, Н. С. Гущин // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 51-54: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Разработан новый высокотехнологичный хромоникелевый чугун с шаровидным графитом с улучшенными характеристиками в литом состоянии. Показаны технологические преимущества нового сплава в сравнении с зарубежным чугуном типа "Нихард-4". По разработанной технологии изготовлены высококачественные отливки мелющих элементов из нового отечественного износостойкого чугуна в условиях российских заводов. Среднеходные углеразмольные мельницы, оснащенные этими мелющими элементами, успешно прошли эксплуатационную проверку на отечественных и зарубежных ТЭЦ. Показаны технико-экономические преимущества новой технологии по сравнению с зарубежной, что позволило гарантировать стабильное изготовление в условиях российских заводов высококачественных износостойких массивных отливок сложной конфигурации из отечественных материалов.

УДК 621.74:669.136:669.141.25

***Батышев, А.И.***

**Поверхностное легирование отливок из железоуглеродистых сплавов** / А. И. Батышев // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 17-19: ил.

Приведены результаты предварительных исследований поверхностного легирования (ПЛ) отливок при литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Показана возможность такой технологии литья при производстве отливок из чугуна и стали.

УДК 621.74.045:669.141.25

**Влияние состава полистироловой модели на свойства отливки крышка сквозная** / Т. В. Ковалёва [и др.] // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 25-28: ил. - Библиогр.: 11 назв.

Рассмотрено влияние экспериментального состава газифицируемой модели и условий заливки на загрязненность неметаллическими включениями (НМВ) отливки крышка сквозная. Исследованы размер гранул полистирола, влияние числа выпоров и скорости заливки на глубину науглероживания. Определено, что для получения однородной чистой структуры отливки оптимальный состав модели должен быть следующий: литейный полистирол - 58%, гранулы вторичного строительного полистирола - 42%, гранулы 1,3...1,9 мм для моделей со стенками толщиной > 15 мм; необходимость наличия четырех выпоров, в зависимости от величины диаметра отливки.

УДК 621.74.05

**Влияние температуры нагрева опорного наполнителя на напряженное состояние оболочковых форм при заливке стали** / А. И. Евстигнеев [и др.] // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 20-24: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Приведены результаты исследований влияния температуры внешнего подогрева опорного наполнителя на вероятность трещинообразования в холодных оболочковых формах при литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) стали.

УДК 378.146

***Грузман, В.М.***

**Бригадный метод учебного процесса** / В. М. Грузман // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 35-36. - Библиогр.: 2 назв.

Аргументируется необходимость применения в современных условиях для подготовки специалистов элементов бригадного метода обучения, успешно функционировавшего в прошлом веке более 10 лет. Метод был оболган и запрещен не по практическим, а политическим соображениям «успешным менеджером» тоталитаризма. Учеба тоже труд, и он должен соответствовать своей эпохе. Бригадный метод наиболее соответствует нашей массовой цивилизации, с ее всеобщим разделением труда, на базе которого цивилизация и достигла своих грандиозных успехов.

УДК 621.74.043:621.74.08

***Илюхин, В.Д.***

**Компьютерное моделирование рассредоточения деформаций в методе борьбы с горячими трещинами** / В. Д. Илюхин, А. В. Монастырский // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 29-34: ил. - Библиогр.: 11 назв.

Представлена конструкция литейной формы, марка литейного сплава на основе алюминия и другие технологические параметры. Эксперимент демонстрирует эффективность метода рассредоточения деформации для Al-сплавов при литье в кокиль. Моделирование описанного эксперимента проведено в системе компьютерного моделирования литейных процессов «ПолигонСофт». Дано общее описание применяемой математической модели напряжено-деформированного состояния отливки, показаны результаты моделирования и сравнение их с результатами эксперимента.

УДК 621.746019:69.14:620.192.47

***Макаренко, К.В.***

**О влиянии силового взаимодействия в системе покрытие-отливка-форма/стержень на образование горячих трещин** / К. В. Макаренко, С. С. Кутузов // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 13-16: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Изучено влияние специального покрытия на возникновение сил трения в системе покрытие - отливка - форма/стержень, напряжений в затвердевшей твердой корочке и горячих трещин в отливке. Изучено распределение сил в системе отливка - покрытие - форма/стержень. Показано, что использование функционального покрытия (ФП) на основе хромитового песка заданной фракции приводит к повышению сил трения и может быть применено для рассредоточения деформаций на начальном этапе формирования отливки. Описаны особенности технологии нанесения такого покрытия на форму/стержень. Поэтапное воздействие ФП в схеме силового взаимодействия отливка - покрытие - форма/стержень позволяет предотвратить образование горячих трещин в локальных узлах стальных отливок.

УДК 621.742.22

**Ускоренное отверждение смесей с техническими дигносульфонатами** / Ю. А. Свинороев [и др.] // Литейное производство. - 2021. - № 3. - С. 9-12: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Сформулированы принципы, которым должны удовлетворять условия, обеспечивающие образование трехмерной полимерной цепи из олигомеров лигносульфонатами (ЛСТ). Показано, что применение методов химической и термохимической активации приводит к сокращению цикла отверждения стержневых и формовочных смесей с ЛСТ. Предложена стержневая смесь с ЛСТ и катализатором.

 **МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 517.977

***Аббас, З.Х.***

**Управление гибким перевернутым маятником на основе метода сингулярных возмущений /** З.Х. Аббас // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 13-24: ил. - Библиогр.: 21 назв.

Приведены данные оригинального исследования, относящегося к тематическому направлению проектирования механических систем с помощью математического моделирования. Изучено управление гибким обратным маятником на основе метода сингулярных возмущений. Исследована система кинематики и динамики гибкого перевернутого маятника. Разработана модель системы гибкого перевернутого маятника на основе дифференциальных уравнений в частных производных и обыкновенных дифференциальных уравнений с определенными геометрическими ограничениями. С целью уменьшения сложности модели произведено «разбиение» связанной динамики системы на составные части - медленную и быструю подсистемы - с помощью метода сингулярных возмущений. Для каждой из подсистем разработан соответствующий алгоритм управления. Репрессор, использующий принцип управления со скользящим режимом, разработан как часть более сложного механизма управления медленной подсистемы. Для быстрой подсистемы предложен простой алгоритм управления с обратной связью. За счет проведенных операций, в отличие от традиционных, разработанная модель является значительно более простой: граничные условия содержат только граничную информацию, что упрощает проектирование систем управления. На основе такой «составной» модели предложена методика граничного управления, которая позволяет одновременно отслеживать траекторию концевого эффектора и подавлять вибрацию. Получены результаты моделирования, которые доказывают эффективность методики граничного управления. Также моделирование продемонстрировало, что разработанная стратегия управления показывает высокие результаты в системе с помехами.

УДК 539.42

***Андреев, В.В.***

**Технологические процессы изготовления корпусов крупногабаритных транспортных упаковочных комплектов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом** / В. В. Андреев, Е. В. Ковалевич, Ф. А. Нуралиев // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 9-12: ил. - Библиогр.: 3 назв.

В настоящее время для перевозки и хранения отработавшего ядерного топлива атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР-1000/1200 и ВВЭР-ТОИ предполагается применять новые крупногабаритные транспортные упаковочные комплекты (ТУК) с корпусами из легированной стали или высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. На основании анализа технической и патентной литературы сформулированы основные требования к вновь создаваемым комплектам с учетом новых требований к ядерному топливу. В связи с выявленными высокими эксплуатационными и технологическими характеристиками ТУК с цельнолитыми корпусами из высокопрочного чугуна показаны резервы по оптимизации технологии их изготовления с целью снижения затрат и удешевления продукции.

УДК 62-822

**Выбор основных параметров гидросистемы стенда для натурных испытаний труб на долговечность внутренним давлением** / М. Е. Гойдо [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 22-27: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Представлен комплекс формул, последовательное применение которых позволяет на основании заданных характеристик синусоидального закона изменения внутреннего давления в испытываемой трубе выполнить расчет и выбор основных параметров гидросистемы испытательного стенда. Приведен пример использования простого способа проверки корректности сделанного выбора параметров.

УДК 624.04

***Кирсанов, М.Н.***

**Аналитический расчет деформаций плоской однопролетной балочной фермы с четырьмя опорами в системе Maple** / М. Н. Кирсанов // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 34-38: ил. - Библиогр.: 18 назв.

Рассмотрена схема статически определимой балочной фермы с регулярной структурой, имеющей по две опоры на концах. Нисходящие и восходящие раскосы имеют разный угол наклона. В системе символьной математики Maple методом индукции выводится аналитическая зависимость прогиба конструкции и смещения одной из трех подвижных опор от числа панелей. В процедуре обобщения ряда решений на общий случай используются операторы rgf\_findrecur и rsolve для составления и решения рекуррентных уравнений, которым удовлетворяют коэффициенты искомой формулы. Найдены случаи кинематического вырождения конструкции при определенном числе панелей, приведены соответствующие схемы возможных скоростей и дана статическая интерпретация этого явления.

УДК 004.8; 004.032.26; 620.179

***Котельников, В.В.***

**Методика прогнозирования эксплуатационной безопасности конструкций на основе применения комплексного неразрушающего контроля и методов искусственного интеллекта** / В. В. Котельников // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 23-28: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Одним из перспективных направлений является разработка технологии прогнозирования ресурса эксплуатации потенциально опасных промышленных строительных объектов по текущему состоянию с использованием математического аппарата нейронных сетей. Данная задача может быть решена методами искусственного интеллекта с корреляционным приближением, что не требует существенного сбора большого количества данных в процессе измерений. В работе описана методика получения обучающей выборки влияния полученных данных в результате технического диагностирования и эксплуатации конструкций для экспериментальных исследований. На основе анализа различных параметров сети, выполненного в целях оптимальной НС для решения задачи определения несущей способности конструкции по данным спектра, предлагается пошаговый алгоритм редукции сети с учетом конкуренции связей нейронов между собой. Проведены экспериментальные исследования разработанных методов и алгоритмов в автоматизированном комплексе прогнозирования безопасности конструкций. С помощью проведенного анализа нейронной сети, с точки зрения решения задачи определения остаточного ресурса, доказана возможность использования метода нейронной сети для решения задачи автоматизации построения функциональной зависимости между входными параметрами и остаточным ресурсом.

УДК 621.81

***Матвеев, Ю.Н.***

**Автоматическое формирование зоны контроля при управлении качеством производства стеклодротов с использованием технического зрения** / Ю. Н. Матвеев, М.М. Аль Окаби // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 48-55: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Рассматриваются проблемы, которые возникают при создании автоматизированной системы непрерывного контроля качества (АСУ-К) производства стеклодротов на основе оптических технологий и методов технического зрения, а также пути их решения. Анализ технологического процесса позволил выявить те специфические особенности производства, которые необходимо учитывать на стадии получения качественных изображений объекта контроля с целью их дальнейшей обработки, выделения и распознавания дефектов, определения их локации и протяженности, формирования управляющих воздействий в системе обратной связи. К ним относятся: высокая температура объекта, его сильная вибрация при высокой скорости движения по роликовому конвейеру, необходимость кругового обзора заготовки в процессе ее движения. Изложены методические положения по автоматическому формированию зоны визуального контроля с учетом технологических ограничений. Описан алгоритм формирования зоны контроля на цифровом изображении объекта в условиях его вибрации. Разработана схема расположения оптико-электронного оборудования для кругового обзора непрерывно движущейся горячей трубы. Обоснованы требования к оптико-электронному оборудованию, с учетом температурного режима объекта контроля, скорости его движения и необходимой разрешающей способности.

УДК 62-533.6

***Нефедов, Ю.В.***

**Использование метода натурного эксперимента для оптимизации автоклавного производства** / Ю. В. Нефедов // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 167-172: ил. - Библиогр.: 12 назв.

Рассматриваются вопросы целесообразности проведения натурных экспериментов при мелкосерийном производстве полимерно-композитных материалов в установках автоклава, что позволяет получить необходимые значения параметров управления процессом формовки с меньшим количеством затраченных средств, времени, а также с наименьшей погрешностью. Основное внимание уделено учету факторов, влияющих на динамику изменения базовых параметров процессов автоклавирования, которые зависят как от особенностей реализации установки, так и от индивидуальных настроек системы автоматического управления основными агрегатами установки. Для повышения эффективности технологического процесса на аппаратном уровне было предложено использование системы частотного регулирования электропривода основного вентилятора типовой установки автоклава. Такое решение дает возможность снизить потери электроэнергии, эффективно скоординировать управление нагревательной и вентиляторной групп установки, а также ускорить проведение единичного цикла автоклавирования полимерно-композитных материалов.

УДК 681.518.3

**Состояние и перспективы применения гиперспектральной аппаратуры для обнаружения и распознавания различных объектов** / И. П. Бостынец [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 102-108: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Статья посвящена перспективам применения гиперспектральной аппаратуры, устанавливаемой на космических, воздушных и наземных носителях. Приведены состав, основные технические характеристики и возможности современной и перспективной гиперспектральной аппаратуры, обеспечивающей обнаружение и распознавание различных объектов. Рассмотрены существующие схемы построения гиперспектральной аппаратуры, выполненные на базе акустооптических и жидкокристаллических фильтров, интерферометров и диспергирующих элементов, а также применяемые на практике способы сканирования наблюдаемой фоно-целевой обстановки. Представлен краткий анализ существующего методического обеспечения для обнаружения и распознавания объектов на основе обработки полученных с помощью гиперспектральной аппаратуры данных, а также перечислены основные задачи, решаемые с помощью данной аппаратуры. Отмечены основные проблемы, возникающие при обработке гиперспектральных данных, а также методы и способы их решения. Приведены результаты анализа технических возможностей существующих образцов гиперспектральной аппаратуры. Показано, что использование современных методов обработки информации, поступающей от гиперспектральной аппаратуры, позволяет решать практические задачи, связанные с мониторингом окружающей среды, обнаружением и идентификацией малоразмерных объектов, селекцией ложных целей, определением различий между близкими классами объектов, оценкой их биохимических и геофизических параметров.

УДК 620.97

**Структурная оптимизация эксергетическим пинч-анализом** / Е. А. Юшкова [и др.] // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 37-41: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Рассматриваются вопросы структурной оптимизации энергетических установок. Описаны общие принципы, разработан алгоритм построения связи между теплообменниками и проведена оптимизация установки первичной перегонки нефти. Оптимизация осуществляется методом пинч-анализа при помощи эксергии, учитывающим качественные и количественные характеристики тепловых процессов. Оценка энергоэффективности эксергетическим пинч-анализом показала наличие потерь эксергии, которую после проведения оптимизации можно полезно использовать в технологической схеме производства.

УДК 621.01

   **Этапы разработки анимационного обеспечения робототехнического модуля** / О. И. Попова [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 132-137: ил. - Библиогр.: 6 назв.

На основе анализа алгоритмических и программных средств создания графической информации для анимации механических частей промышленных роботов в автоматизированном производственном модуле определены цель и основные вопросы статьи. Для обеспечения производительности и эффективности технологических операций промышленного робота в робототехническом модуле были даны кинематическая схема размещения основных активных элементов и траектория движения руки промышленного робота. Методом Симпсона определена зона перемещения руки промышленного робота по эллипсоидной траектории. При использовании выражения для определения длины траектории движения промышленного робота установлены скорость и время, затраченное на технологическую операцию разгрузки автоматизированной транспортной системы. На этапе программного обеспечения создания анимации активных элементов робототехнического модуля реализуется разработанная математическая модель по определению длины траектории перемещения промышленного робота, координаты, скорости, а также минимального времени, затраченного на перемещение захвата промышленного робота, на основе которого осуществляются компьютерные эксперименты с исходными данными с помощью программного пакета на базе Delphi.

**МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА**

УДК 621.762

***Агеев, Е.В.***

**Исследование структуры и свойств упрочненных аддитивных изделий, полученных из электроэрозионного кобальтохромового порошка** / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, А. Ю. Алтухов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 42-45: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Представлены результаты исследования структуры и свойств упрочненных аддитивных изделий, полученных из электроэрозионного кобальтохромового порошка. Показана высокая эффективность упрочнения аддитивных изделий из электроэрозионных порошков статико-импульсной обработкой для снижения негативного высокотемпературного воздействия аддитивной обработки на твердость и износостойкость изделий.

УДК 669.018.27:620.18:621.778.08

**Анализ причин разрушения твердой проволоки из высокоуглеродистой стали 65C** / Х. Ву [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 9-13: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Исследованы причины разрушения горячекатаной проволоки из высокоуглеродистой стали 65С. С использованием световой и электронной микроскопии и других аналитических методов исследованы морфология излома, химический состав, микроструктура в продольном и поперечном сечениях. Установлено, что структура стали состоит из феррита, перлита, а также мелкодисперсной Ф-Ц-смеси (сорбита), содержание которой составляет 88 %. Показано, что основной причиной разрушения проволоки диаметром 2,5 мм является технология волочения, а проволоки диаметром 6,5 мм и 4,5 мм - значительная центральная сегрегация углерода и включений.

УДК 669.018.25:669.16:620.19

**Влияние борирования на эксплуатационную стойкость стали AISI 304L при эрозионном воздействии твердых частиц** / О. Биджан [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 44-50: ил. - Библиогр.: 25 назв.

Исследовано влияние твердого борирования при 950 °C длительностью 2 и 4 ч на фазовый состав, микроструктуру, твердость и абразивный износ стали AISI 304L при воздействии потока твердых частиц. В борированной стали от внешней поверхности к центру обнаружены три слоя: борид металла, пористый слой и матрица. Твердость борида значительно выше, чем матричной фазы. Наибольшую износостойкость имеет сталь после борирования в течение 2 ч, причем величина износа зависит от угла падения абразивных частиц на ее поверхность. С увеличением длительности борирования характер износа стали изменяется от пластического к хрупкому.

УДК 669.721`71`5``857:621.762.224

***Волкова, Е.Ф.***

**О природе жаропрочности деформированного магниевого сплава системы Mg - Zn - Zr - PЗЭ / Е. Ф. Волкова, И. В. Мостяев, М. В. Акинина** // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 21-27: ил. - Библиогр.: 16 назв

Изложены результаты исследования структуры, фазового состава и основных параметров жаропрочности и прочности поковок из магниевого деформированного сплава ВМД16 системы Mg - Zn - Zr - РЗЭ в состаренном состоянии. Выявлены отличительные особенности сплава ВМД16, которые являются факторами термостабильности и жаропрочности и обеспечивают его превосходство перед серийным жаропрочным сплавом МА12. Установлено, что термостабильные LPSO-фазы в сплаве ВМД16 присутствуют в форме нанопластин в объеме зерна и в виде наноблоков в многослойных фрагментах эвтектики.

УДК 621.777.24:669.35`5

***Волокитина, И.Е.***

**Влияние термической обработки на деформирование латуни методом РКУП** / И. Е. Волокитина // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 51-54: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Исследована деформируемость латуни Л63 при равноканальном угловом прессовании (РКУП) после предварительной термической обработки: отжига при 600 °C или закалки от разных температур. Проведено РКУП при комнатной и повышенных температурах. Показана возможность РКУП латуни Л63 только при повышенных температурах после предварительного отжига.

***Кеддам, М.***

**Интегральная диффузионная модель кинетики роста нитридного слоя при газовом азотировании армко-железа** / М. Кеддам, П. Юрчи // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 36-44: ил. - Библиогр.: 28 назв.

Исследована кинетика газового азотирования армко-железа в рамках интегральной диффузионной модели. Для расчета толщин диффузионных слоев эпилон- и (эпсилон + гамма’)-фаз на поверхности ненасыщенного армко-железа предложено использовать систему дифференциальных алгебраических уравнений. При численных расчетах не учитывалось время инкубации и предполагался нелинейный профиль распределения концентрации азота по толщине нитридного слоя. Использованная модель проверена сопоставлением экспериментальных значений толщины азотированного слоя с рассчитанными, полученными в рамках разных кинетических подходов. Исследовано влияние потенциала азотирования на кинетику газового азотирования армко-железа при 550 °C. Получено хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных.

УДК 621.78:669

**Компьютерное моделирование режимов основной термической обработки кованой заготовки из стали марки 20Х3МВФА** / В. В. Цуканов [и др.] // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 2-7: ил. - Библиогр.: 8 назв.

В работе показаны результаты компьютерного моделирования режимов основной термической обработки и построение термокинетических диаграмм превращения переохлажденного аустенита стали 20Х3МВФА (ЭИ-415). Представленные в статье данные позволяют утверждать, что к образованию трещин в кованой заготовке из стали 20Х3МВФА привело сочетание термических, структурных напряжений и ослабление границ первичных аустенитных и действительных зерен, обусловленное выделением карбидов в диапазоне температур ~ 600-650 °С, что привело металл в состояние отпускной хрупкости I рода. Таким образом, оптимизация режимов предварительной термической обработки, способствующая получению более однородной и мелкозернистой исходной микроструктуры кованой заготовки, должна оказывать благоприятное влияние на снижение склонности к образованию трещин при термической обработке стали 20Х3МВФА.

УДК 620.179.14

***Ливцов, Ю.В.***

**Приборная реализация магнитного метода определения толщины упрочненного слоя металла оси подвижного состава** / Ю. В. Ливцов, В. С. Безкоровайный, А. Н. Киреев // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 28-37: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Описана приборная реализация магнитного метода определения толщины упрочненного поверхностного слоя металла оси подвижного состава непосредственно в процессе накатки на станке, что позволяет производить поточный контроль и корректировать выходной параметр - микротвердость, что исключает отбраковку изделий ввиду отклонения степени упрочнения. Приведены результаты натурных экспериментов, подтверждающие возможность и целесообразность применения данного метода контроля.

УДК 621.318:669.018.58

***Лилеев, А.С.***

**Магнитные свойства и доменная структура сплава Sm(Co, Fe, Cu, Zr)7,5 на различных этапах термической обработки** / А. С. Лилеев, Ю. В. Конюхов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 28-31: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Исследованы магнитные свойства и изменения доменной структуры сплава Sm(Co, Fe, Cu, Zr)7,5 после различных режимов термической обработки: 1 - закалка от 1200 °C с охлаждением в струе гелия; 2 - закалка и отпуск при 800 °C, 16 ч, охлаждение со скоростью 50 °C/мин до комнатной температуры; 3 - закалка, отпуск при 800 °C, 16 ч и охлаждение со скоростью 1,7 °C/мин до 400 °С и далее на воздухе до комнатной температуры. Показано влияние режимов термической обработки на коэрцитивную силу сплава и размеры доменов. Проанализирован механизм изменений этих характеристик.

УДК 621.762.34

**Применение нанопорошков железа и энергомеханической обработки исходной шихты для повышения плотности изделий, спеченных методом искрового плазменного спекания** / Т. Х. Нгуен [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 46-52: ил. - Библиогр.: 14 назв.

Изучено влияние эффектов наномодифицирования и энергомеханической обработки в магнитной мельнице на процесс искрового плазменного спекания микропорошков железа. Получены нанопорошки железа со средним размером 94 нм химико-металлургическим методом, которые вводились в исходную шихту с помощью турбулентного смесителя и магнитной мельницы. Рассмотрены процессы, происходящие при энергомеханической обработке и последующем спекании, а также их влияние на свойства и структуру спеченных образцов. Предложены оптимальные варианты получения материала. Приведенные в статье результаты могут быть использованы в производстве для изготовления высококачественных постоянных магнитов.

УДК 621.771.237.016.2

**Разработка режимов термической обработки новой конструкционной экономно-легированной высокопрочной стали для Арктики и крайнего Севера** / П. П. Полецков [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 3-8: ил. - Библиогр.: 22 назв.

Исследованы структура и механические свойства новой конструкционной высокопрочной хладостойкой стали 20Г2СМРА после закалки и отпуска при различных температурах. Выбран режим термической обработки, обеспечивающий сочетание гарантированного предела текучести Ϭ0,2 больше или равно 600 МПа в комплексе с низкотемпературной ударной вязкостью KCV -60 больше или равно 50 Дж/см2 и пластичностью δ5 больше или равно 17 %. Полученные результаты исследований предназначены для промышленного освоения применительно к условиям стана «5000» ПАО «ММК».

УДК 669.295`24:539.3/6:669.055(075.8)

***Рыклина, Е.П.***

**Сплав Ti -50,2% (ат.) Ni для актуаторов: эволюция структуры и эффектов памяти формы при последеформационном отжиге.** *Часть 1. Структура и фазовые превращения* / Е. П. Рыклина, Н. У. Абдураимова, Н. Н. Реснина // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 34-41: ил. - Библиогр.: 34 назв.

Исследовано влияние микроструктуры, формирующейся на разных стадиях разупрочнения при отжиге после умеренной холодной деформации, на мартенситные превращения и функциональные свойства сплава Ti - 50,2 % (ат.) Ni, широко применяемого для актуаторов. Работа представлена в двух частях. В первой части приведены результаты структурных и калориметрических исследований в которых установлено влияние длительной выдержки (10 ч) при температуре эффективного старения 430 °C на характеристические температуры мартенситных превращений. Во второй части рассмотрены особенности влияния эволюции структуры и мартенситных превращений на характеристики формовосстановления. Выявлены и проанализированы условия реализации аномально высоких характеристик формовосстановления при наведении по схеме изгиба с использованием неизотермического нагружения.

**УДК 620.172**

**Фарбер, В.М.**

**Характеристики стадий (периодов) кривой растяжения конструкционных сталей** / В. М. Фарбер, В. А. Хотинов // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 14-20: ил. - Библиогр.: 15 назв.

Исследованы образцы армко-железа и сталей 09Г2С, 37Г2С, обладающие контрастно различающимися диаграммами растяжения. Кривые Ϭ = f(δ) разбиты на закономерно чередующиеся периоды: линейный и степенной в пределах равномерной стадии, I, II, III на сосредоточенной стадии. Каждый период характеризуется параметрами текучести (ПТ): компонентой пластичности (относительного удлинения δi), напряжением начала Ϭi и темпом роста/падения напряжени. На основании анализа ПТ сопоставлены периоды в различно упрочненных образцах и показано, как в результате их сочетания формируются стандартные механические свойства образцов. С использованием ПТ прослежена связь между пластичностью и трещиностойкостью и обосновано, что напряжение ϬII и относительное удлинение начала периода II сосредоточенной стадии могут рассматриваться как критерии трещиностойкости.

УДК 620.18:621.78:669.14.018.58

***Юй, В.***

**Влияние горячей прокатки и обработки на твердый раствор на микроструктуру и механические свойства дуплексной нержавеющей стали OCr21Ni5Ti-2B с высоким содержанием бора** / В. Юй, Х. Ван, Т. Ван // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 13-18: ил. - Библиогр.: 26 назв.

Разработана и изготовлена дуплексная нержавеющая сталь 0Cr21Ni5Ti-2B с содержанием бора 2 % (масс.). Определены фазовый состав стали, морфология и распределение боридов в различных состояниях: литом, после обработки на твердый раствор, горячей прокатки, горячей прокатки с последующей обработкой на твердый раствор. Исследовано влияние фазового состава и характеристик боридов на механические свойства стали.

УДК 620.18:621.78:669.14.018.58

***Юй, В.***

**Влияние условий термической обработки на микроструктуру и магнитные свойства сплава Fe78Co2Zr8Nb2BgCu1** / В. Юй, Ч. Ван, Ч. Хуа // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 32-35: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Исследованы микроструктура и магнитные свойства аморфного сплава Fe78Co2Zr8Nb2B9Cu1, полученного разливкой на вращающийся валок, после отжига при 550, 600 и 650 °C в течение разного времени. При температурах отжига ниже 650 °C в аморфной матрице присутствуют только выделения фазы альфа-Fe(Co). После отжига при 550 °C удельная намагниченность насыщения растет при увеличении продолжительности отжига, а после отжига при 600 и 650°С длительностью более 30 мин она одинаковая.

 **МЕТАЛЛООБРАБОТКА. МЕХАНОСБОРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

УДК 621.923.1+534.612.2

***Ардашев, Д.В.***

Экспериментальное исследование процесса шлифования с применением акустических характеристик / Д. В. Ардашев, А. С. Жуков, Б. А. Чаплыгин // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 45-59: ил. - Библиогр.: 22 назв.

Цель работы - проведение экспериментального исследования зависимости звуковых параметров процесса шлифования от технологических условий операции и их связи с параметрами качества обработки. Основными методами, применяющимися для достижения обозначенной цели, являются эксперимент, измерение и анализ. Эксперимент позволил получить данные, необходимые для дальнейшей обработки. Регистрация звукового сигнала, генерируемого в процессе шлифования на разной скорости подачи - основная задача опытов эксперимента. С помощью контактных измерений был определен реальный профиль шлифованных образцов, что является важнейшим этапом для определения взаимосвязи между характеристикой процесса шлифования и показателями качества обработанной поверхности. Аналитический метод применялся для обработки полученных данных эксперимента и измерений. С его помощью из широкого диапазона были выявлены информативные звуковые частоты, отражающие изменения процесса шлифования во времени. Анализ данных измерения дал возможность оценить отклонение шлифованных образцов от круглости в зависимости от технологических условий реализации операции, определить параметры, которые оказывают наибольшее влияние на этот критерий качества обработки. В результате проведения исследования была установлена взаимосвязь между акустической характеристикой - звуковым давлением и параметром качества шлифованной поверхности - отклонением от круглости.

УДК 621.923.5.02

***Бахвалов, В.А.***

**Хонингование точных отверстий**: *Продолжение* / В. А. Бахвалов // Справочник. Инженерный журнал: прил. к журн. - 2021. - № 3. - С. 1-15: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Рассмотрены процессы финишной обработки поверхностей цилиндрических и конических отверстий (в том числе глубиной до 6 м и диаметром до 350 мм), позволяющие стабильно получать сквозные отверстия с точностью шестого квалитета с шероховатостью поверхности Ra меньше или равно 0,32 мкм специальных труб, гидроцилиндров, шасси самолетов и цилиндров двигателей внутреннего сгорания.

УДК 621.7.01

***Башарова, А.А.***

**Технологические подходы к обработке деталей из кварцевого стекла** / А. А. Башарова, М. А. Котельников, А. В. Щетянский // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 19-:23 ил. - Библиогр.: 9 назв.

В статье рассматриваются процессы финишной обработки деталей из кварцевого стекла, используемых в качестве чувствительных элементов гироскопа. Определены факторы процесса полирования свободным абразивом на формообразование и формирование микрогеометрии поверхностей. Выявлена роль химического травления в цикле операций финишной обработки деталей из кварцевого стекла. Разработана структурная схема финишной обработки деталей из кварцевого стекла, описывающая функционирование процессов обработки с отображением входных и возмущающих факторов, а также повторяющийся цикл финишной обработки полирование-травление, позволяя таким образом проводить послойное удаление припуска материала, что даёт возможность корректирования входных и возмущающих факторов в процессе полирования свободным абразивом. Данный технологический подход позволяет управлять процессом финишной обработки кварцевого стекла, имеющим стохастическую природу.

УДК 621.454

***Братан, С.М.***

**Исследование механизма взаимодействия СОТС с материалом заготовки при шлифовании деталей из титана в присутствии неорганических солей** / С. М. Братан, С. И. Рощупкин, Т. В. Стадник // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 4-8: ил. - Библиогр.: 15 назв.

В статье приводятся результаты термических исследований СОТС на основе фтористого натрия используемой для шлифования титана и титановых сплавов, выявлены механизмы взаимодействия СОТС с окислами титана и карбида кремния при температурном воздействии. На основании полученных результатов исследований рассмотрены особенности взаимодействия СОТС на основе фтористого натрия с титаном и его сплавами и карбидом кремния, который является рекомендованным абразивным материалом, для обработки вышеуказанных материалов, что следует учитывать при разработке технологических процессов шлифования.

УДК 621.787.4

***Вирт, А.Э.***

**Влияние силы деформирования при поверхностном пластическом деформировании на глубину упрочнения поверхностного слоя детали** / А. Э. Вирт // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 44-48: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Представлены результаты проведенных исследований влияния силы деформирования на глубину упрочнения поверхностного слоя детали. Изложена методика проводимых исследований, указанно применяемое оборудование. Даны рекомендации по выбору режимов обработки поверхностным пластическим деформированием.

УДК 621.924.9:669.721.5:623.5

**Влияние дробеструйной обработки на механические свойства и баллистическое сопротивление магниевого сплава AZ31B** / С. Д. Кумар [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 4. - С. 27-33: ил. - Библиогр.: 15 назв.

Исследовано влияние дробеструйной обработки стеклянными шариками на механические свойства и баллистическое сопротивление плиты размерами 25х300х300 мм из магниевого сплава AZ31B под действием снаряда (калибр 7,62 мм, скорость 690 м/с). Определены пределы текучести и прочности, относительное удлинение, ударная вязкость и микротвердость сплава до и после дробеструйной обработки. Исследована поверхность внутреннего канала проникновения снаряда методами растровой электронной микроскопии. Показано положительное влияние дробеструйной обработки на баллистическое сопротивление мишени из сплава AZ31B.

УДК 621.9.015

***Ерёменкова, И.В.***

**Технологическое обеспечение герметичности неподвижных разъемных соединений по двухступенчатой схеме организации производства** / И. В. Ерёменкова // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 24-33: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Приведены теоретические уравнения для расчета герметичности неподвижных разъемных соединений с учетом качества контактирующих поверхностей. Даны теоретические и эмпирические зависимости для определения параметров качества поверхностей деталей для различных методов их обработки. Изложено двухступенчатое конструкторско-технологическое обеспечение герметичности неподвижных разъемных металлических соединений.

УДК 621.787.4

***Зайдес, С.А.***

**Влияние основных параметров орбитального выглаживания на шероховатость упрочненных поверхностей** / С. А. Зайдес, Фам Ван Ань // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 7-13: ил. - Библиогр.: 12 назв.

В результате экспериментальных исследований установлено, что отделочно-упрочняющая обработка орбитальным выглаживанием существенно снижает шероховатость поверхности после механической обработки. Выявлен оптимальный диапазон величин натяга (t = 0,05-0,1 мм), при котором обеспечиваются минимальные значения параметров шероховатости. Увеличение продольной подачи, частоты вращения заготовки и уменьшение частоты вращения рабочего инструмента приводит к повышению шероховатости.

УДК 621.923

***Зубарев, Ю.М.***

**Моделирование процесса шлифования микрорезанием единичными абразивными зернами:** *Ч. 3. Образование шлифовочных рисок* / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 10-14: ил. - Библиогр.: 6 назв.

При шлифовании на обрабатываемой поверхности заготовок деталей машин образуется совокупность рисок-бороздок от действия вершин режущих абразивных зерен круга. Эти риски, в основном, и определяют параметры шероховатости обработанной поверхности и ее физико-механические свойства. Приведены результаты исследования процесса микрорезания разных сталей различными абразивными зернами в широком диапазоне скоростей резания. Установлено, что увеличение скорости резания при шлифовании положительно влияет на улучшение качества металла поверхностного слоя деталей.

УДК 621.922

**К вопросу повышения прочности абразивных кругов и контроля прочности композиционных абразивных материалов** / Б. А. Чаплыгин [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 48-55: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Прочность абразивных кругов является одним из основных факторов, определяющих производительность абразивной обработки. В статье рассматриваются пути повышения прочности абразивных кругов. Представленная в статье математическая модель напряжённого состояния обобщает уже известные модели. С её помощью впервые установлено, что существует множество оптимальных сочетаний модуля упругости и плотности материала упрочняющей части, обеспечивающих одно и то же минимальное значение целевой функции. Установлено, что с увеличением радиуса упрочняющей части в сочетании с оптимизацией механических характеристик ее материала допустимая разрывная скорость круга может быть увеличена в несколько раз. Представлены уравнение регрессии и номограмма для определения оптимального сочетания управляющих факторов. Традиционные методы определения механических характеристик материалов, хорошо зарекомендовавшие себя при испытаниях металлов и сплавов, при испытании абразивных материалов не показали себя как надежные методы, обеспечивающие стабильность и необходимую точность результатов. Поэтому предложен альтернативный метод, выгодно отличающийся тем, что его реализация не требует специального оборудования и специальных исследований.

УДК 621.757

***Кузнецова, С.В.***

**Синтез управления в активных средах адаптации деталей при автоматизированной сборке** / С. В. Кузнецова, А. Л. Симаков // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 31-39: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Развитие средств адаптации возможно за счёт поиска новых конструктивных решений, совершенствования элементной базы существующих и синтеза алгоритмов управления движением соединяемых деталей. Рассматривается последнее направление, а именно, подход к синтезу управления движением детали в активных средствах адаптации при сборке. Цель исследования - отыскать алгоритм, обеспечивающий точность и плавность движения детали, необходимые для предотвращения процессов заклинивания, соударения, отскока. Управляющее воздействие синтезировано методом модального управления. Метод опирается на построение математической модели объекта - процесса адаптации детали в переменных состояния. Переменными состояния процесса являются координата адаптации и скорость движения детали. Определены структуры наблюдателей, т.е. специальных вычислительных алгоритмов, используемых при отсутствии возможности измерений (полных или неполных) переменных состояния процесса. Путем имитационного моделирования исследовано влияние отклонений параметров объекта и оценок переменных состояния на качество процесса адаптации.

УДК 621.923.02

***Левченко, Е.А.***

Исследование тепловых явлений при абразивной обработке / Е. А. Левченко, Д. А. Саса // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 36-:40 ил. - Библиогр.: 12 назв.

Рассмотрены особенности моделирования тепловых явлений при алмазно-абразивной обработке деталей. Проведен анализ температурного поля при плоском шлифовании периферией круга. Представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию режимов обработки на изменение временных температурных напряжений в поверхностном слое и на глубине обработанных деталей. Установлен характер кинетики формирования термомеханического состояния поверхностного слоя при обработке шлифованием.

УДК 621.98.042

**Методика расчета технологических параметров превентивного деформирования упрочняемых деталей типа "стенка"** / А. А. Макарук [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 8-16: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Цель - установить влияние превентивного деформирования на точность авиационных деталей, изготовленных из термически упрочненного алюминиевого сплава 1933Т2, после дробеударного упрочнения. Определение влияния превентивного предыскажения детали осуществляется на результатах обработки конструктивно-подобных образцов деталей типа «стенка» с различной технологической последовательностью. Первый образец имеет стандартную последовательность изготовления: фрезерование - дробеметное упрочнение - дробеструйная правка. Второй образец обрабатывается по следующей схеме: фрезерование - превентивное деформирование - упрочнение - дробеструйная правка. Деформация образцов определяется в контрольных точках отклонением от плоскостности на основе стрел прогибов. Превентивное деформирование выполняется на ребрах второго образца раскатным устройством. Расчет технологических параметров обработки раскатным устройством основан на принципе суперпозиции отдельных операций, таких как раскатка роликами, дробеструйное упрочнение. Определение параметров превентивного деформирования второго образца основывается на результатах обработки первого образца. Таким образом, способ обработки с внесения в деталь деформации с учетом имеющихся отклонений после фрезерования позволяет достаточно точно минимизировать последующие после дробеупрочнения отклонения от требуемой формы. Анализ результатов проведенных работ подтвердил, что превентивное деформирование детали уменьшает искажения поводок после дробеупрочнения. Следовательно, целесообразно использовать последовательность обработки: превентивное деформирование > упрочнение дробеметным методом > правка-доводка дробеструйным методом.

УДК 621/9

***Мокрицкий, Б.Я.***

**Методика расчета технологических параметров превентивного деформирования упрочняемых деталей типа "стенка"** / Б. Я. Мокрицкий, В. Ю. Шелковников // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 17-30: ил. - Библиогр.: 24 назв.

Цель - создать методику диагностирования динамического состояния звеньев «станок - приспособление - инструмент - деталь» технологической системы резания применительно к точению типовыми сменными твердосплавными пластинами специализированных нержавеющих сталей. Объектом исследований явились труднообрабатываемые коррозионностойкие нержавеющие стали марок 09Х17Н7Ю, 12Х18Н10Т и 13Х15Н5 АМ-3. Диагностирование выполнено путем имитационного моделирования покрытий пластин в программной среде Deform. В качестве критерия диагностирования использован период стойкости инструмента до достижения его износа 0,5 мм по задней грани. Оценка влияния покрытий на период стойкости осуществлена по параметрам «температура в зоне резания», «напряжения в инструментальном материале», «деформация инструмента». Разработана методика, позволяющая оценивать состояние технологической системы резания путем имитационного моделирования по параметрам «температура в зоне резания», «напряжения в инструментальном материале», «деформация инструмента». Методика также позволяет диагностировать состояние данной системы резания по параметру «период стойкости инструмента» и управлять ее состоянием по результатам диагностики за счет применения наиболее рациональных покрытий пластин. С помощью разработанной методики возможно выявить оптимальные параметры режима резания исследуемых труднообрабатываемых специализированных коррозионно-стойких сталей.

УДК 621.891.539

**Особенности взаимодействия микронеровностей контактирующих поверхностей при финишной антифрикционной безабразивой обработке** / Ю. А. Цеханов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 157-166: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Износостойкость рабочих поверхностей деталей машин зависит от качества их поверхностей, её можно повысить нанесением покрытий. Для чугунных гильз цилиндров двигателей хорошо себя зарекомендовало покрытие, наносимое методом ФАБО. На основании теории механики резания с использованием модельного эксперимента установлены основные закономерности взаимодействия микронеровностей поверхности с инструментом, позволяющие разработать теоретическую модель для первого этапа финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО) - микрорезания, что обеспечит эффективное протекание процесса и заполнение микровпадин антифрикционным материалом. Отмечено, что при взаимодействии чугунной микронеровности с латунным инструментом происходит затупление вершины микронеровности с формированием радиуса округления. Показан механизм формирования радиуса округления микронеровности, установлена существенная взаимосвязь последнего от переднего угла резания. Обнаружены явления, происходящие на задней поверхности микронеровности. Доказаны пути повышения эффективности процесса микрорезания за счет обеспечения установленных значений переднего угла резания.

УДК 621.7

**Разработка конструкции комбинированного электрода-инструмента, изготавливаемого аддитивным методом** / Е. В. Смоленцев [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 138-145: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Рассматриваются вопросы технологии электрохимической обработки металлов, основанной на использовании явления анодного растворения. Одним из факторов, ограничивающих область рационального использования электрохимической обработки, является сравнительная сложность изготовления электрода-инструмента. При изготовлении электродов-инструментов сложной формы для электрохимической обработки требуется широкая номенклатура дорогостоящего оборудования, а затраты на процесс могут превышать себестоимость изготовления детали. Решением данной проблемы является использование возможностей систем автоматизированного проектирования и аддитивных технологий, позволяющих реализовать принципиально новые элементы конструкции инструментов, исключая при этом необходимость ряда ресурсоемких операций, выполняемых на дорогостоящем оборудовании. Отличительной особенностью данного решения является то, что корпус электрода-инструмента изготавливается из пластика, обладающего диэлектрическими свойствами, внутри которого и на отдельных участках его поверхности размещаются токопроводящие каналы, слои из токопроводящего пластика, на наружную поверхность которых наносится слой гальванического медного покрытия. Для изготовления данного электрода-инструмента была разработана специальная конструкция 3D-принтера с дополнительной поворотной горизонтальной осью и тремя позициями для установки двух экструдеров (один с установленным ABS-пластиком, второй с токопроводящим) и специальной насадки для нанесения медного гальванического покрытия. Применение данного 3D-принтера и разработанного программного обеспечения позволило осуществить аддитивное формообразования комбинированного электрода-инструмента.

УДК 62-531.3, 621.646.4

***Романов, А.В.***

**Управление расходом масла при гидропрессовой сборке соединений с натягом** / А. В. Романов, А. В. Щетянский // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 24-:28 ил. - Библиогр.: 7 назв.

Рассмотрены структурные схемы технологических процессов сборки гидропрессовых соединений. Выявлены особенности регулирования параметров сборочного процесса при использовании схемы с подводом масла с торца соединения. Проведен анализ основных способов управления расходом масла при сборке гидропрессовых соединений, определены основные недостатки данных способов. Предложен комбинированный способ управления расходом масла и разработан стенд, позволяющие компенсировать данные недостатки. Представлены результаты экспериментальных исследований режимов гидропрессовой сборки при различных способах управления расходом масла через зазор. Даны рекомендации по обеспечению сборочных режимов с использованием данных способов управления расходом масла.

УДК 620.164.1

***Топорков, М.П.***

**Технологическое обеспечение фреттингстойкости плоских загнутых соединений** / М. П. Топорков // Наукоёмкие технологии в машиностроении. - 2021. - № 1. - С. 3-7: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Рассмотрена проблема износа контактирующих плоских поверхностей при периодическом микроперемещении в стыке - так называемый фреттинг-процесс. Установлены особенности формирования эксплуатационной шероховатости в стыке в зависимости от нагрузки и возможность получения равновесной шероховатости методом алмазно-абразивной обработки - планетарным хонингованием.

УДК 621.923

***Харченко, А.О.***

**Исследование показателей надежности при формообразовании мелкоразмерных резьб метчиками /** А. О. Харченко, А. А. Харченко, Е. А. Владецкая // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 14-:18 ил. - Библиогр.: 9 назв.

В статье приведены результаты исследований показателей надежности при формообразовании резьбы метчиками - машинно-ручными (режущими), пластически деформирующими и режуще-деформирующими. Для исследования интенсивностей отказов их функционирования в лабораторных условиях проведен полный факторный эксперимент, представлены условия его планирования. Полученные в результате исследований данные позволили выявить для трех видов метчиков наработки на отказ. Результаты статистического исследования указанных метчиков сведены в таблицу. На основании результатов вычислений строили графики относительных частот распределения времени между отказами функционирования метчиков для каждого из вариантов. В числе наиболее частых причин отказов функционирования машинно-ручных метчиков наблюдались поломки рабочей части, у пластически деформирующих метчиков - выкрашивание зубьев заборного участка и переходных зубьев. У режуще-деформирующих метчиков наблюдались отказы примерно в равных соотношениях как по первой, так и по второй причинам, однако они для них характерны более высокие показатели надежности.

УДК 621.993.2

***Щуров, И.А.***

**Метчик со встречно расположенными стружечными канавками для резьбонарезания в волоконно-армированных композитах** / И. А. Щуров, А. В. Никонов // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 60-70: ил. - Библиогр.: 25 назв.

Инструменты для обработки заготовок из волоконно-армированных композитов (ВК) должны обладать существенными конструктивными отличиями от традиционных с целью формирования рациональных условий резания на режущих клиньях. Разработана конструкция специального метчика с четным количеством встречно-направленных винтовых стружечных канавок. К особенностям данного метчика также относится и то, что при шлифовании резьбы на таком метчике дополнительно срезаются участки зубьев с четных и нечетных перьев в шахматном порядке, что позволяет исключить из работы неблагоприятные с точки зрения условий резания участки режущих кромок. Однако такая конструктивная особенность обуславливает необходимость разработки специализированных технологических решений, которые позволят эффективно изготовить подобный метчик. Одной из наиболее проблемных операций в изготовлении данного метчика становится затылование по профилю резьбы. Таким образом, в данной работе помимо определения основных конструктивных параметров таких метчиков проведен расчет максимального радиуса абразивного инструмента для их затылования по профилю резьбы.

**МЕТАЛЛУРГИЯ. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 669.713

**Анализ современного состояния способов переработки техногенного золотосодержащего сырья** / А. О. Василькова [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 97-107: ил. - Библиогр.: 43 назв.

Цель - литературный обзор существующих способов переработки техногенного сырья (рудных отвалов прошлых лет, лежалых хвостов обогатительных фабрик, шлаков металлургического производства и т.п.), содержащих цветные и благородные металлы и накопленных практически во всех подотраслях цветной металлургии. Анализ существующих технологий переработки техногенного сырья (пиритные огарки и хвосты флотации обогатительных фабрик), которые включают в себя обогатительные, пиро- и гидрометаллургические и комбинированные способы извлечения ценных компонентов, проводился на основе обзора известных литературных и информационных источников. Показано, что обогатительные (грохочение, обесшламливание в гидроциклоне, обогащение на концентрационном столе, магнитно-жидкостная сепарация, флотация), пирометаллургические и комбинированные способы для извлечения драгоценных металлов из такого типа сырья являются нерентабельными. Наиболее удовлетворительные результаты были получены при использовании гидрометаллургических способов извлечения ценных компонентов из техногенного сырья. В качестве выщелачивающего агента были испытаны различные растворители, такие как цианид натрия, тиокарбамид, тиосульфат и сульфит натрия. Цианирование оказалось наиболее эффективным способом извлечения благородных металлов из техногенного сырья, но процесс характеризовался высоким расходом цианида натрия. Поэтому поиск способа извлечения ценных компонентов из таких проблемных продуктов необходим для того, чтобы сделать их переработку более рентабельной за счет уменьшения потребления цианида при сохранении показателя извлечения золота. В результате проведенного анализа сделан вывод о перспективности данного сырья для извлечения цветных и благородных металлов с применением гидрометаллургических технологий. Сделан вывод о целесообразности поиска рационального способа переработки техногенного золотосодержащего сырья для того, чтобы сделать технологию более рентабельной для извлечения ценных компонентов.

УДК 669.14.018.8:621.762

**Влияние давления компактирования на механические свойства порошковой стали 0.06% С - 22% Cr - 13% Ni 5% Mn - 2%, полученной механическим легированием с последующим отжигом** / П. Ш. Кумар [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2021. - № 3. - С. 19-27: ил. - Библиогр.: 21 назв.

Исследованы механические свойства порошковой стали, содержащей 0,06 % C, 22 % Cr, 13 % Ni, 5 % Mn, 2,0 % Mo (UNS S20910), полученной механическим легированием с последующим отжигом. Определены изменения структуры в процессе механического легирования и отжига методами рентгеновской дифракции, световой и электронной сканирующей микроскопии с приставкой для энергодисперсионного анализа. Определены режимы прессования и спекания для получения оптимальных механических свойств стали.

УДК 669.5:620.197

**Влияние добавок меди на коррозионно-электрохимическое поведение высокочистого цинка в среде электролита NaCI** / И. Н. Ганиев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 14-22: ил. - Библиогр.: 22 назв. - Текст (визуальный) : непосредственный.

Современный научно-технический прогресс способствует развитию цветной металлургии высокими темпами. В общем объеме производства цветных металлов, которые широко используются в промышленности, цинк занимает четвёртое место. Благодаря специфическим свойствам цинк и его сплавы получили широкое применение в качестве конструкционных и не конструкционных изделий. Значительная часть производимого металлического цинка расходуется для покрытия им металлических листов, изготовления полуфабрикатов и фасонных отливок. Сплавы на основе цинка в последние годы широко используются для изготовления литых протекторов, применяемых для защиты морских судов и сооружений от коррозии. Расширение областей использования цинковых изделий ставит новые задачи перед специалистами, занимающимся производством и применением новых сплавов на основе цинка. Одной из легирующих добавок цинковых сплавов является медь. Сообщается, что медь (до 0,6 мас. %) повышает твердость и ухудшает пластичность и коррозионную стойкость цинка. Содержание меди в деформируемых сплавах цинка достигает до 5,5 мас. %. В связи с противоречивыми фактами относительно влияния меди на коррозионную стойкость цинка нами исследовано влияние его добавок до 2,0 мас. % на коррозионно-электрохимическое поведение высокочистого цинка в среде электролита NaCl. Исследования проводились потенциостатическим методом (скорость развёртки потенциала 2 мВ/с) на импульсном потенциостате ПИ-50-1.1. Установлено, что легирование цинка медью до 2 мас. % увеличивает его коррозионную стойкость на 10-15 % в среде электролита NaCl. Рост коррозионной устойчивости сплавов системы Pb-Cu сопровождается сдвигом в положительном направлении оси ординат основных электрохимических потенциалов.

УДК 620.181.4, 666.3-135

***Горланов, Е.С.***

**К вопросу о применении твердых электродов для электролиза криолитоглиноземных расплавов.** *Часть. 2. Механизм пассивации и условия стабильного электролиза* / Е. С. Горланов // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 108-121: ил. - Библиогр.: 21 назв.

Цель - исследование механизма пассивации поликристаллических катодов и экспериментальное подтверждение способа стабильного электролиза с применением твердых электродов. В лабораторных условиях экспериментально исследуется механизм пассивирования катодов и условия стабильного ведения процесса электролиза с привлечением рентгенофазового анализа и электронно-микроскопических исследований использованных электродов. В процессе электролиза криолитоглиноземных расплавов установлено, что при наличии поверхностной микро- и макродефектности на твердом катоде последовательно формируется осадок из примесей и составляющих электролита. В созданных условиях эксперимента поверхность углеродного катода пассивировалась плотным двуслойным осадком из СаВ6 и составляющих электролита. На примере углеродного катода, содержащего титан в металлическом виде и в виде его оксидов, представлен способ устранения поверхностной микродефектности электродов, заключающийся в электрохимическом борировании углеродтитанового катода. Спектральным электронно-микроскопическим и энергодисперсион ным методами анализов установлено, что в течение 45-часового лабораторного эксперимента при 980°С и плотности тока 0,7 А/см2 неоднородная поверхность катода гомогенизирована диборид-титановым слоем. При стабильных параметрах электролиза криолитоглиноземного расплава на катоде электроосажден слой алюминия. Комплексный анализ условий электролиза, внешнего вида исходных и использованных углеродных катодов, данных аналитических исследований дают основания утверждать, что формирование на катоде плотного слоя осадков провоцирует поверхностная микро- и макродефектность электрода. Установленный механизм пассивирования углеродного катода как поликристаллического изделия распространяется на любые композитные электроды, в том числе на основе диборида титана. Логичным условием применения твердых катодов является организация процессов электролиза с непрерывным восстановлением поверхности, уменьшением ее химической неоднородности и микродефектности в течение всего технологического периода.

УДК 621.771.67

***Котенок, В.И.***

**Трехвальный резьбонакатной стан-автомат СХПРС 20-50 для осевой накатки резьбы заданной длины** / В. И. Котенок, С. А. Берестнев, П. Н. Тугушев // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 67-73: ил. - Библиогр.: 5 назв.

На основе технических решений, защищенных патентами РФ, создан специальный трехвалковый резьбонакатной стан-автомат СХПРС 20-50 для винтовой прокатки резьбы на участках заданной длины на гладких и ступенчатых штангах. Новый способ контроля длины накатываемой резьбы винта, заключающийся в использовании подвижного упора, положение которого контролируется с помощью датчика абсолютного положения и управляется программируемым контроллером, позволил расширить технологические возможности и повысить производительность оборудования за счет его быстрой переналадки на прокатку резьбы любой допустимой длины. В конце 2019 г. стан успешно запущен в АО "Транспневматика" (г. Первомайск) для накатки резьбы длиной 424...1600 мм на винтах с длиной 859...1600 мм.

УДК 669.01

***Куркин, А.С.***

**Компьютерная обработка диаграмм изотермического распада аустенита** / А. С. Куркин, В. И. Алексеев // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 13-17: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Представлена компьютерная программа для обработки экспериментальных данных об изотермическом распаде аустенита. Она обеспечивает извлечение параметров математической модели превращения из опубликованных ранее диаграмм. В программе предусмотрено активное участие квалифицированного пользователя в процессе обработки данных. Возможны как полная оцифровка каждой С-образной кривой распада аустенита для последующей математической обработки, так и построение единой упрощенной модели превращения с определением параметров кинетики превращения по всей совокупности кривых.

УДК 621.771.01:539.381:669-422.1

**Особенности низкотемпературной пластической деформации круглой заготовки при осадке и продольной прокатке**: *Сообщение 2. Пластическое формоизменение при низкотемпературной осадке и прокатке цилиндрических заготовок* / В. С. Нагорнов [и др.]

// Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 14-27: ил. - Библиогр.: 9 назв.

При низкотемпературной деформации круглых прутков из стали 12Х18Н10Т, меди М1 и технического титана ВТ1-0 посредством осадки между плоскими призматическими бойками, гладкими валками и продольной прокатки на гладкой бочке экспериментально установлено, что в очаге деформации по контуру поперечного сечения полосы пластическое течение материалов неравномерно и носит колебательный характер при наличии скачкообразных изменений. Характер пластического течения не зависит от конструкции образцов, вида деформации, типа привода и конфигурации деформирующего инструмента, а закономерности пластического течения на свободных поверхностях и контактных с инструментом поверхностях различны.

УДК 621.774.32.001.8

**Особенности технологических схем получения уникальных моноблочных крупногабаритных заготовок для АЭС**: *Часть 1* / О. А. Кобелев [и др.] // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 7-8. - Библиогр.: 12 назв.

Проведен анализ технологических процессов изготовления слитка и его ковки. Выявлены характерные особенности процессов. Предложена методика, обеспечивающая значительное снижение образования дефектных зон при кристаллизации слитков и их последующей обработке. Обобщены результаты исследований опытной трубной заготовки, изготовленной по разработанному технологическому процессу из слитка. (Продолжение следует).

УДК 621.774.32

**Оценки точности формообразования концов труб при калибровании** / Д. А. Ахмеров [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 39-47: ил. - Библиогр.: 15 назв.

Основным назначением обсадных труб является армирование скважины, обеспечение ее герметичности и сдерживание давления грунта. В последнее время все чаще используют обсадные трубы с высокогерметичным резьбовым соединением. К таким соединениям относится, в частности, соединение класса «Премиум» TMK UP FMC. В связи с этим к обсадной трубе предъявляются повышенные требования как по концам труб, так и по механическим свойствам. Для обеспечения выполнения качественной нарезки резьбы необходимо подготавливать концы труб, например, с использованием прессов по калиброванию концов. В настоящее время в практике калибрования концов используют различные способы, такие как раздача внутренним кольцом (пуансоном), обжатие наружным кольцом, совместное использование внутреннего и наружного кольца, а также может быть использован конический пуансон. В зависимости от типа используемого инструмента и исходной геометрии труб используются различные схемы калибрования. В результате выполнения работы проведено моделирование в среде QForm 3D различных стратегий калибрования концов труб для определения эффективности применения различных способов калибрования концов труб: стратегия A - последовательное формоизменение концов труб с использованием пуансона, наружного и конического кольца; стратегия B - совместное использование пуансона и наружного кольца с последующей конической калибровкой; стратегия С - последовательное формоизменение концов труб с использованием пуансона и наружного кольца с последующей конической калибровкой; стратегия D - формоизменение концов труб только коническим кольцом. В результате исследования, на основе сравнительного анализа фактических и расчетных данных была достигнута необходимая точность в определении геометрических параметров (диаметра и толщины стенки) компьютерной модели. Также в ходе исследования сделан ряд выводов, которые представлены в Заключении.

УДК 669.046:536.24

***Панферов, В.И.***

**О расчетно-инструментальном контроле качества нагрева и термообработки металла в печах /** В. И. Панферов // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 56-66: ил. - Библиогр.: 25 назв.

Цель исследования - решение задачи контроля перепада температуры по сечению металла при его нагреве перед прокаткой или в процессе термообработки. Материалы и методы. Выполнен анализ литературных источников по проблеме. Проведено обобщение результатов ранее выполненных работ как для случаев выдержки при постоянной температуре рабочего пространства, так и при постоянной температуре поверхности заготовки, а также и для случая нагрева массивных тел произвольной формы. Приведено решение задачи контроля для случая массивных тел произвольной формы. Получены соотношения для контроля, аналогичные алгоритмам контроля для слитков и слябов. Указан способ настройки алгоритмов контроля на реальный процесс по данным текущих измерений в регулярном режиме. Установлено, что для случая симметричного или одностороннего нагрева слябов в методических печах для настройки достаточно измерять температуру только одной из поверхностей, при несимметричном нагреве требуется измерять температуры обеих поверхностей. Для случая выдержки рулонов холоднокатаной ленты в колпаковых печах необходимо измерять температуру в трех различных по радиусу точках основания нижнего рулона с помощью контактных термопар. Исследовано влияние погрешностей измерения температуры поверхности металла на точность настройки алгоритмов контроля и на точность оценки максимального перепада температуры по его сечению. Приведены варианты реализации алгоритмов контроля в промышленных условиях. Результаты работы могут быть использованы при разработке и совершенствовании алгоритмического обеспечения АСУ ТП нагревательных и термических печей.

УДК 669.046:621.783.001.57

***Панферов, В.И.***

**Об экспоненциальной модели нагрева слябов в методических печах** / В. И. Панферов, С. В. Панферов // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 67-75: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Цель исследования - рассмотреть задачу физической обусловленности и параметрической настройки так называемой экспоненциальной модели, часто применяемой для описания нагрева слябов в методических печах прокатного производства. Выясняется вопрос о том, насколько экспоненциальная модель соответствует физике процесса нагрева, какая точность описания при этом может быть достигнута. Показано, что экспоненциальная модель в точности соответствует физике процесса нагрева только для термически тонких тел. Получено дифференциальное уравнение для ошибки расчета среднемассовой температуры термически массивных тел. При этом анализируются три режима нагрева: при постоянной температуре рабочего пространства и при линейном и экспоненциальном росте этой температуры. Приведено решение уравнения для ошибки расчета при нагреве при постоянной температуре рабочего пространства. Установлено, что экспоненциальная модель удовлетворительно описывает процесс, как правило, только для режима нагрева при постоянной температуре рабочего пространства. Найдено рациональное значение настраиваемого параметра экспоненциальной модели. Указывается достаточно простая схема перехода от параметров модели, ядром которой является дифференциальное уравнение теплопроводности, к параметрам упрощенной экспоненциальной модели для среднемассовой температуры. Результаты работы могут быть использованы при разработке и совершенствовании алгоритмического обеспечения АСУ ТП методических печей.

УДК 669.295:539.374

***Путырский, С.В.***

**Исследование условий деформации многослойного материала методом конечно-элементного моделирования** / С. В. Путырский, А. И. Плохих, А. Л. Яковлев // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 74-80: ил. - Библиогр.: 19 назв.

Изучен метод конечно-элементного моделирования деформации многослойных материалов при горячей прокатке. Описаны физические условия, принятые при создании модели прокатки многослойного моделирования. Результаты расчетов показали особенности состояния очага деформации многослойного материала и торцов прокатываемого пакета. Показано, что прорабатываемость сечения достигается за счет особого напряженно-деформированного состояния, которое обеспечивается благодаря формированию неразрывной связи между слоями. Полученные результаты применимы для многослойных материалов на основе различных металлов.

УДК 672.1

***Сафронов, Н.Н.***

**К вопросу о влиянии графитных включений на прочностные свойства графитизированных чугунов** / Н. Н. Сафронов, Д. А. Болдырев, Л. Р. Харисов // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 2-6: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Показан вклад в уровень прочностных свойств графитизированных чугунов как структуры металлической основы и морфологии (форма, размеры и распределение) графитных включений, так и структуры (кристаллография, анизотропия) графитных включений, влияние которой, в свою очередь, также складывается из трех составляющих: повышенной в 1,5 раза плотности упаковки базовых плоскостей по сравнению с призменными; наличия в центре комплексного включения из химических соединений магния и других активных элементов модификатора с поверхностно-активными примесями (серой, кислородом), имеющим плотность более чем на 30% выше по сравнению с графитом; кристаллизационных напряжений, обусловленных условиями всестороннего обжатия,

которые испытывает растущее включение глобулярного графита от металлической основы (напряжения из-за анизотропии коэффициентов термического расширения графита и металлической основы; напряжения, обусловленные меньшей теплопроводностью графита вдоль базисных плоскостей по сравнению с призменными и металлической основой).

УДК 669.18+669.046.55+544.015.3

**Термодинамический анализ процессов взаимодействия компонентов в системе Fe-Sr-Ca-O-C в условиях существования металлического расплава** / Г. Г. Михайлов [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Металлургия. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 5-13: ил. - Библиогр.: 20 назв.

В настоящее время получение высококачественных конструкционных материалов вплотную связано с отработкой технологий микролегирования и модифицирования стали сплавами щелочноземельных (ЩЗМ) и редкоземельных (РЗМ) металлов в агрегате печь-ковш. Рационально подобранные композиции рафинирующих и модифицирующих добавок позволяют повлиять на микроструктуру металла, увеличить прочность и пластичность стального проката, повысить хладостойкость и коррозионную стойкость стали, а также глобуляризировать неметаллические включения, резко сократить их количество и размер. Считается, что наиболее эффективными модификаторами являются комплексные сплавы, содержащие наряду с кальцием барий и стронций. Модифицирующая способность ЩЗМ в жидком железе увеличивается в ряду Ca, Sr, Ba, следовательно, по модифицирующей способности кальций уступает стронцию и барию. В то же время процессы раскисления стали сплавами, содержащими ЩЗМ, особенно раскисление стронцием, изучены недостаточно. Для разработки научно обоснованных составов рафинирующих сплавов для раскисления и модифицирования необходимо проведение расчетов, позволяющих оценить, в частности, раскислительную способность щелочноземельных элементов, в том числе и стронция. В данной работе с использованием метода построения поверхностей растворимости компонентов (ПРКМ) рассматривается рафинирующее действие стронций содержащих сплавов. Выполнены расчеты по построению диаграммы состояния системы FeO-SrO-CaO и ПРКМ системы Fe-Sr-Ca-O-С. По результатам расчета показано, что при одновременном присутствии кальция и стронция в жидком железе реализуется комплексный механизм раскисления с образованием в качестве неметаллических включений частиц твердого раствора оксидов |SrO, CaO(FeO)|тв.р с минимальным содержанием оксида железа (порядка 0,001 мас. %).

УДК 621.81

***Хлопонин, В.Н.***

**Повышение работоспособности экранирующей установки на промежуточном рольганге стана 2000 горячей прокатки ПАО "НЛМК"** / В. Н. Хлопонин, Л. Г. Дмитриева, И. С. Деметрашвили // Технология металлов. - 2021. - № 3. - С. 37-40: ил. - Библиогр.: 6 назв.

На основе обобщения многолетнего опыта эксплуатации экранирующей установки на промежуточном рольганге широкополосного стана горячей прокатки 2000 ПАО «НЛМК» показана необходимость усовершенствования конструкции панелей-труб. Изложено усовершенствование панелей-труб, которое предусматривает наличие исходного зазора до 1,9 мм между панелями-трубами кассет. Реализация усовершенствования обеспечит существенное повышение работоспособности экранирующих панелей.

 **СВАРКА, ПАЙКА, РЕЗКА, СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ. ПОКРЫТИЯ**

УДК 621.791.76

***Гладков, Э.А.* Опыт применения регуляторов контактной сварки в массовом производстве** / Э. А. Гладков, А. С. Климов, А. Н. Анциборов // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 47-53: ил. - Библиогр.: 19 назв.

Приведены реализуемые функции и особенности эксплуатации регуляторов контактной сварки отечественного и иностранного производства, применяемых на главном и смежных производствах АО «АВТОВАЗ».

УДК 621.791.92

***Дубровский, В.А.***

**Опыт восстановления деталей из чугуна и инструментальных сталей** / В. А. Дубровский, А. Ю. Амеличева // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 41-47: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Рассмотрены примеры восстановления реальных деталей из чугуна и высокоуглеродистых сталей в предприятии ООО «НПП «ВЕЛД» в разное время. Показаны возможные способы напыления, наплавки и наварки изделий из трудносвариваемых материалов. Рассмотрен как положительный, так и отрицательный опыт применения нестандартных технологий восстановления таких деталей.

УДК 620.179.16:621.791.05

***Дымкин, Г.Я.***

**О разработке методики ультразвукового контроля нестандартного сварного соединения** / Г. Я. Дымкин, И. А. Останин // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 18-23: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Представлены исследования особенностей и обоснование методики ультразвукового контроля нестандартного сварного соединения «литье-прокат» детали грузового вагона с применением дефектоскопа, реализующего способ сканирования качающимся лучом.

УДК 621.791.011:519.87

***Лебедев, В.А.***

**Методика разработки вентильного электропривода механизмов подачи автоматизированного сварочного оборудования с повышенным быстродействием** / В. А. Лебедев, Н. Я. Островерхов, А. М. Халимовский // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 26-31: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Исследования системы управления механизмом подачи автоматизированного сварочного оборудования показали, что использование стандартных настроек скорости позволяет поднять частоту импульсной подачи электродной проволоки до 60 Гц. В работе представлено техническое решение, направленное на увеличение частоты отработки последовательности импульсов подачи проволоки выше 60 Гц для требуемого диапазона ее линейного перемещения за импульс подачи от 2 до 3 мм. Метод синтеза регулятора, основанный на использовании концепции обратных задач динамики, позволил получить законы управления без традиционного решения оптимизационной задачи. Установлено, что увеличение продолжительности времени импульса свыше 50% длительности периода следования импульсов для заданных частот подачи приводит к увеличению длины, а также к снижению отработанной частоты подачи линейных перемещений проволоки.

УДК 621.791.042

***Ленивкин, В.А.***

**Разновидности саморегулирования процессов дуговой сварки плавящимся электродом** / В. А. Ленивкин, Д. В. Рогозин // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 53-60: ил. - Библиогр.: 10 наз.

При механизированной дуговой сварке плавящейся электродной проволокой с независимой скоростью ее подачи постоянство энергетических параметров режима (тока и падения напряжения на дуговом промежутке), при действии различных возмущений, обеспечивается системой саморегулирования процесса сварки без специальных регулирующих устройств. Проанализированы общепринятые положения о теории саморегулирования дуги. Рассмотрены разновидности и особенности саморегулирования процессов дуговой сварки плавящимся электродом и отличие их от саморегулирования дуги.

УДК 621.791.92

***Мальнев, А.Д.***

**Применение процесса фрикционной наплавки для изготовления сталеалюминевых функционально-градиентных слоистых композиций**/ А. Д. Мальнев, С. В. Глуховской, Р. С. Михеев // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 55-61: ил. - Библиогр.: 11 назв.

Рассмотрена возможность применения процесса фрикционной наплавки для изготовления сталеалюминевых функционально-градиентных слоистых композиций триботехнического назначения. Показано влияние технологических параметров процесса фрикционной наплавки: частоты вращения стержня, продольной линейной скорости перемещения стержня и способа предварительной подготовки поверхности подложки на формирование наплавленного слоя.

УДК 621.791.92

***Пломодьяло, Р.Л.***

 **Влияние термической обработки на структуру и свойства покрытий, полученных наплавкой литыми прутками** / Р. Л. Пломодьяло, А. С. Назарько, С. С. Штоколов // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 37-41: ил. - Библиогр.: 4 назв.

Рассмотрено влияние режимов термической обработки на структуру и твердость покрытий, полученных наплавкой литыми прутками типа ПНЛ-04Х27Н7М3Д2Б. Установлено, что температура 800 °С и время выдержки 5 часов являются оптимальными для повышения твердости наплавленного металла. Показано, что это обусловлено образованием аустенитной структуры упрочненной выделениями Ϭ-фазы (FeCr), карбидов хрома (Cr3C2) и карбидов ниобия (NbC). Предложенные режимы термической обработки могут быть использованы в технологии износостойкой наплавки деталей химического оборудования.

УДК 621.791

***Феклистов, С.И.***

**Моделирование технологии сварки и напряженно-деформированного состояния тройников II контура РУ БН-800** / С. И. Феклистов, Н. Н. Потапов, А. И. Рымкевич // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 31-40: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Приведены результаты компьютерного моделирования сложной цилиндрической конструкции тройника диаметром 600х800х600 мм с толщиной стенки 26 мм с использованием метода конечных элементов. Показано, что наиболее нагруженными участками являются участки по внешней образующей в сварном соединении приварки центрального патрубка диаметром 800 мм к патрубкам диаметром 600 мм.

УДК 621.791

***Феклистов, С.И.***

**Технология сварки и конструкционные материалы для реакторов с гелиевым теплоносителем** / С. И. Феклистов, Н. Н. Потапов, А. И. Рымкевич // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 41-44: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Приведены результаты выбора конструкционных материалов и разработанной технологии сварки для высокотемпературного энергетического оборудования с гелиевым теплоносителем. Рассмотрены результаты опытно-промышленного производства элементов и узлов теплообменного оборудования.

УДК 621.791.755

***Шнеерсон, В.Я.***

**Механизм формирования сварного шва при сварке торцевых соединений**: *Часть 1. Основные режимы формирования сварных швов; геометрические характеристики кратеров сварочных ванн /* В. Я. Шнеерсон // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 29-34: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Рассмотрен механизм формирования сварных швов тонколистовых соединений при сварке металлов плавлением, основанный на гидродинамике течения тонкого слоя вязкой жидкости и периодическом формировании слоев металла в зоне слияния, совокупность которых образует слоистую структуру сварного шва; формирование сварного шва рассмотрено на примере плазменной сварки торцовых соединений низкоуглеродистой стали; в первой части статьи рассмотрены основные режимы формирования шва; даны соотношения, характеризующие режимы формирования сварных швов торцовых соединений; для расчета условий образования шва при сварке этих соединений определены размеры кратеров ванн при оплавлении торца пластин толщиной 0,5-2,0 мм и размеры кратеров сварочных ванн при сварке пластин толщиной 0,5 мм + 0,5 мм и 1,0 мм + 1,0 мм.

**LightWELD 1 500 - компактная и простая система ручной лазерной сварки от ООО "ИРС"** // Сварка и Диагностика. - 2021. - № 1. - С. 62-63: ил.

При использовании традиционных методов MIG и TIG-сварки любой производитель зачастую сталкивается с низким качеством сварного шва, недостаточной компетенцией сварщиков, большими временными затратами и другими проблемами, решить которые поможет компания ООО «Интеллектуальные Робот Системы», предложив вам революционную компактную систему ручной лазерной сварки LightWELD 1500.

 **ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 629.4.07

***Дубровский, А.Ф.***

**О нелокальном использовании результатов локального анализа динамических систем** / А. Ф. Дубровский // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 5-12: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Численным методам интегрирования дифференциальных уравнений движения динамических систем, несмотря на их крайне широкое распространение в инженерной и научной деятельности, присущи определенные недостатки. Так, получив численное решение дифференциальных уравнений для конкретной точки пространства параметров динамической системы (что с точки зрения инженерной практики соответствует конкретной конструкции технического объекта), в общем случае нельзя гарантировать, что результаты будут справедливы для других точек данного пространства (для других конструкций). Такое обобщение, нелокальное использование результатов локального анализа, возможно лишь в том случае, если исследуемая динамическая система обладает определенными свойствами. В статье рассматривается вопрос: при каких условиях результаты, полученные при построении законов движения исследуемой динамической системы численным интегрированием дифференциальных уравнений движения ее математической модели (т. е. «просчетом» одной точки пространства параметров), могут быть использованы «нелокально», т. е. могут быть распространены на все пространство конструктивных параметров исследуемой динамической системы? Для решения вопроса о возможности «нелокального использования результатов локального анализа динамических систем» достаточно привести уравнения движения исследуемой динамической системы к нормальному виду и далее убедиться в том, что в расширенном пространстве конструктивных параметров исследуемой динамической системы правые части упомянутой выше нормальной формы удовлетворяют условиям Липшица. В настоящей статье на примере динамической системы, описывающей движение транспортного средства с адаптивной подвеской по непрямолинейному дорожному профилю, рассматривается вопрос возможности обобщения результатов локального анализа на нелокальную область.

УДК 629.114.2(07)

**К вопросу определения величины буксования при развороте гусеничной машины вокруг центра тяжести** / Р. А. Закиров [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 13-19: ил. - Библиогр.: 19 назв.

Статья посвящена исследованию поворота гусеничной машины относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести. Такое движение гусеничных машин стало возможным с внедрением в их трансмиссии дифференциальных механизмов поворота или c применением бортовых схем бесступенчатых трансмиссий. Возможность разворота на месте существенно повысило маневренность как быстроходных гусеничных машин, так и тихоходных промышленных тракторов. Вопросы теории движения гусеничных машин в части разворота на месте (вокруг центра тяжести) изложены в технической литературе недостаточно глубоко, что связано с конструктивными особенностями традиционных механизмов поворота, обеспечивающих минимальный радиус поворота, равный поперечной базе машины, то есть поворот вокруг остановленной гусеницы. Буксование гусеничного движителя относительно опоры (грунта) вносит существенные коррективы в кинематику поворота и особенно поворота вокруг центра тяжести. Результаты полевых испытаний гусеничных машин с дифференциальным механизмом поворота значительно отличаются от теоретических параметров кинематики разворота на месте, однако никому до сих пор не удавалось количественно оценить это различие и теоретически его обосновать. Авторы установили новые аналитические зависимости, наглядно иллюстрирующие многократный рост буксования гусениц при развороте на месте по сравнению с прямолинейным движением. Коэффициент буксования увеличивается до 10 раз, становится невозможным игнорировать его при оценке кинематических расчетов криволинейного движения гусеничных машин. Результаты исследования могут быть полезны научным работникам и конструкторам, занимающимся проектированием гусеничных машин с прогрессивными трансмиссиями и механизмами поворота.

УДК 621.825.63

***Курилкин, Д.Н.***

**Влияние точности взаимной установки валов карданного привода вспомогательного оборудования тепловоза на уровень его динамической нагруженности** / Д. Н. Курилкин, А. В. Осипов, К. У. Муминов // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 7-18: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Целью публикации - оценка динамической нагруженности привода карданной передачи вспомогательного оборудования тепловоза в зависимости от точности взаимной установки ведущего и ведомого валов. Считается, что карданная передача работает в оптимальных условиях в том случае, когда углы наклона карданных валов к осям сочлененных с ними валов равны между собой и вилки шарниров карданного вала установлены в одной плоскости. Оценка динамической нагруженности привода карданной передачи выполнялась для двух случаев изменения углов наклона ведущего и ведомого валов. В первом случае углы наклона ведущего и ведомого карданных валов изменялись, во втором случае изменялся лишь угол наклона ведомого вала. На основании полученных результатов расчета динамики привода карданной передачи сформулированы рекомендации по эксплуатации карданной передачи. Предложены обоснованные границы изменения углов наклона валов карданной передачи для обеспечения ее надежности и экономичности.

УДК 620.179.14

***Ливцов, Ю.В.***

**Приборная реализация магнитного метода определения толщины упрочненного слоя металла оси подвижного состава** / Ю. В. Ливцов, В. С. Безкоровайный, А. Н. Киреев // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 28-37: ил. - Библиогр.: 10 назв.

Описана приборная реализация магнитного метода определения толщины упрочненного поверхностного слоя металла оси подвижного состава непосредственно в процессе накатки на станке, что позволяет производить поточный контроль и корректировать выходной параметр - микротвердость, что исключает отбраковку изделий ввиду отклонения степени упрочнения. Приведены результаты натурных экспериментов, подтверждающие возможность и целесообразность применения данного метода контроля.

УДК 656.211.5

***Муковнина, Н.А.***

**Оценка доступности железнодорожной транспортной инфраструктуры для маломрбильных пассажиров** / Н. А. Муковнина, О. А. Бондаренко, Д. В. Железнов
// Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 34-40: ил. - Библиогр.: 11 назв.

В статье представлена оценка доступности функциональных зон железнодорожной транспортной инфраструктуры для основных категорий маломобильных пассажиров.

УДК 629.4.06

***Муратов, А.В.***

**Изнашивание деталей транспортных дизелей и способы его снижения** / А. В. Муратов, В. В. Ляшенко // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 77-82: ил. - Библиогр.: 10 назв.

В статье рассматриваются вопросы влияния изнашивания и эффективности использования природного газа в качестве моторного топлива в транспортных дизелях. Выявлено, что цилиндропоршневая группа дизелей подвержена наибольшему износу. Проанализированы существующие способы сокращения скорости изнашивания деталей транспортных дизелей. Работа дизеля по газодизельному циклу рассматривается с точки зрения скорости изнашивания цилиндропоршневой группы. Проведен оценочный анализ влияния природного газа на сокращения смолистых отложений на деталях камеры сгорания за счет уменьшения серных соединений в используемом топливе. Приводятся расчетные данные по величинам поступающей серы в камеру сгорания дизеля в зависимости от процента замещения дизельного топлива природным газом (метаном). Оценивается влияние использования природного газа в качестве моторного топлива на скорость изнашивания через среднее эффективное давление дизеля. Описываются расчетно-экспериментальные исследования изменения среднего эффективного давления дизеля Д242 во всем диапазоне нагрузочных характеристик при работе на дизельном топливе и природном газе.

УДК 656.073.24

***Насыбуллин, А.М.***

**Сравнение сфер применения инновационных технических решений для погрузочно-выгрузочных работ на контейнерных терминалах** / А. М. Насыбуллин, Л. Р. Айсина, Д. Ю. Роменский // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 40-51: ил. - Библиогр.: 14 назв.

В данной статье исследуется необходимость совершенствования терминально-складской деятельности железнодорожного транспорта. Рассматриваются и анализируются новые технические решения, которые на территории России в настоящее время не используются. Цель исследования заключается в привлечении внимания к новым перспективным направлениям развития рынка контейнерных перевозок. Рассмотрены новые технические средства для перегрузки контейнеров и/или съёмных грузовых кузовов, которые могут способствовать созданию новой терминальной сети, а поднимаемые в статье вопросы могут помочь отечественному логистическому сектору повысить свою конкурентоспособность.

УДК 629.464.22

***Овчаренко, С.М.***

**Эксплуатационные испытания рабочего поезда ПОМ-1М с одним маневровым локомотивом** / С. М. Овчаренко, В. К. Фоменко, В. А. Минаков // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 19-22: ил. - Библиогр.: 6 назв

Для очистки железнодорожных путей от снежных осадков в зимний период времени применяется пневмоочистительная машина ПОМ-1М. Для формирования рабочего поезда с ПОМ-1М используется два маневровых тепловоза, один как тяговая единица, второй - только как энергетическая установка для питания мотор-вентиляторов электроэнергией. В статье описаны разработанный способ эксплуатации и результаты испытаний по формированию и работе рабочего поезда ПОМ-1М с одним маневровым локомотивом. Эксплуатационные испытания показали эффективность применения разработанного способа.

УДК 681.511.4+62-83(075.8)

**Повышение надежности систем автоматического управления технологическими процессами** / А. К. Муконин [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 56-63: ил. - Библиогр.: 24 назв.

Системы автоматического управления (САУ) многих технологических процессов содержат частотно-регулируемые электроприводы (ЧРЭП). В ряде случаев для обеспечения непрерывности процессов предъявляются высокие требования к надежности элементов САУ, в том числе и ЧРЭП. Повысить надежность и расширить функциональные возможности ЧРЭП можно за счет применения универсального частотного преобразователя (УЧП). Рассматриваемый УЧП содержит трехфазный диодный мост (ТДМ), емкостной фильтр с последовательным соединением двух конденсаторов и инвертор напряжения (ИН) на основе шести транзисторных ключей. Питается УЧП в общем случае от трехфазной сети с нулевым проводом. Универсальность преобразователя обеспечивается соединением нейтрали сети с общей точкой емкостей фильтра. Преобразователь можно питать трехфазным напряжением 380 В или однофазным напряжением 220 В, сохраняя соединение обмотки двигателя в звезду. В случае однофазного питания выпрямитель преобразователя является удвоителем напряжения. При трехфазном питании УЧП обеспечивает повышение выходного напряжения по сравнению с классической схемой. Инвертор может работать как трехфазная мостовая схема или как схема со средним выводом. Последняя схема позволяет питать двигатель токами разной формы с сохранением равномерности вращения его магнитного поля. Серийно выпускаемые частотные преобразователи часто имеют фильтр с последовательным соединением конденсаторов. Такие преобразователи легко включить по схеме УЧП. Экспериментальные исследования подтвердили работоспособность привода с реконструированным частотным преобразователем. Повышение надежности САУ с ЧРЭП обеспечивается за счет сохранения работоспособности при обрыве двух любых проводов трехфазной четырехпроводной питающей сети.

УДК 62.23

**Расчетное определение параметров модели кулоновского трения посредством моделирования процесса опрессовки внутреннего рулевого наконечника автомобиля** / И. Г. Гун [и др.] // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 90-94: ил. - Библиогр.: 8 назв.

В процессе проектирования внутреннего рулевого наконечника автомобиля актуальна задача определения максимальной силы опрессовки на заданном перемещении с приемлемой точностью. Существенное влияние на данный технологический параметр оказывает трение на границе контактирующих поверхностей матрицы и корпуса внутреннего наконечника.

Моделирование контактного взаимодействия поверхностей без учета действия силы трения может приводить к высокой погрешности результата. Для повышения точности получаемой в результате моделирования максимальной силы опрессовки предложено детерминировать параметры модели кулоновского трения без проведения большого объема экспериментальных работ с использованием метода конечных элементов.

УДК 256.2

***Романова, П.Б.***

**К вопросу создания единой технологии работы цифровой сортировочной станции и прилегающих участков** / П. Б. Романова, Д. В. Железнов // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 51-56: ил. - Библиогр.: 2 назв.

В соответствии с долгосрочной программой развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года определены задачи и параметры технического и технологического развития железнодорожного транспорта. В статье рассматривается тема цифровой сортировочной станции одного из основных элементов цифровой железной дороги. Цифровая сортировочная станция - это новая реальность, требующая пересмотра ряда бизнес - процессов и подходов к работе. «Цифровая железнодорожная станция» - одно из направлений реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», являющаяся составной частью программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

УДК 681.518.5

***Смердин, А.Н.***

**Совершенствование программно-аппаратного комплекса мониторинга и диагностики контактной сети** / А. Н. Смердин, Е. А. Бутенко, Г. Р. Ермачков // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 23-28: ил. - Библиогр.: 11 назв.

В статье описана структура программно-аппаратного комплекса мониторинга и диагностики контактной сети, приведены сведения об аппаратных блоках из которых состоит комплекс, рассматривается его реализация в среде Matlab/Simulink, описаны закономерности изменения частоты колебаний при различных значениях натяжения и погонной массы проводов.

УДК 378.147.016:656.25

**Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии** / А. Г. Исайчева [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 29-34: ил. - Библиогр.: 7 назв.

В статье представлены результаты разработки системы, сигнализирующей о величине асимметрии тяговых токов в рельсовых нитях (РН) рельсовой линии (РЛ). Сигнализатор информирует в АРМ ШН о наличии асимметрии в РН РЛ, при этом электромеханик самостоятельно принимает решение о необходимости внепланового обслуживания РЛ, что является существенным недостатком предлагаемой системы. Поэтому нами при поддержке Региональной инновационной площадки «Трансфер инноваций», дирекции инфраструктуры Куйбышевской железной дороги - филиал ОАО «РЖД» предлагается создание нового класса устройств диагностики и прогнозирования, а именно сопротивления обратной тяговой рельсовой сети (РС) и текущее состояние её элементов. Система контроля асимметрии тягового тока (СКАТТ) может быть реализована как с интеграцией с существующей системой технической диагностики и мониторинга (СТДМ), так и самостоятельно с прогнозными функциями, предиктивной аналитикой и алгоритмами поддержки принятия решения по обслуживанию РЛ. В работе представлены результаты напольных испытания с подключением в существующую СТДМ устройства ИК-СТДМ 1П для перегонных рельсовых цепей (РЦ) и лабораторные исследования ИК-СТДМ 2С для станционных РЦ при электротяге переменного тока.

УДК 656.259

***Черезов, Г.А.***

**Комплекс диагностирования устройств тональных рельсовых цепей** / Г. А. Черезов, С. С. Кокорин // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 61-65: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Предмет исследования представленной работы - автоматизация диагностирования приемо-передающей аппаратуры тональных рельсовых цепей за счет применения программно-аппаратного комплекса.

УДК 656.212

**Экспериментальные исследования хранилища сыпучих грузов в транспортно-технологических комплексах** / Г. М. Третьяков [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. - 2020. - № 5. - С. 56-61: ил. - Библиогр.: 6 назв.

В данной статье приводится методика экспериментальных исследований процесса сегрегации в сыпучих грузах и для устранения данного процесса предложена конструкция, которая позволяет избавиться от негативного явления на этапах загрузки, хранения, выгрузки из бункеров и силосов.

 **ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 621.311:332.8

***Акатьев, В.А.***

**Повышение энергоэффективности при производстве, передаче и потреблении электроэнергии** / В. А. Акатьев, М. П. Тюрин, Е. С. Бородина // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 8-17: ил. - Библиогр.: 20 назв.

В обзорной работе проведен анализ показателей энергоэффективности электроэнергетики после ее реформирования, выявлены основные факторы, влияющие на показатели энергоэффективности, в том числе на энергоэффективность электропотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве. Рассмотрены технические решения по мониторингу и управлению электропотреблением бытовых потребителей на основе применения инновационных технологий. Для условий ступенчатого тарифа на электроэнергию предложено техническое решение по обеспечению надежности и максимально возможного объема электропотребления бытовых потребителей дома при лимитированной входной мощности, предотвращению их преждевременного отключения из-за срабатывания вводных защитных устройств, а также экономному расходованию ресурсов на энергопотребление в домах.

***Алехнович, А.Н.***

**Бенз(а)пирен как вредный выброс ТЭС. Оценка вредности продуктов сгорания и контроль** / А. Н. Алехнович // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 55-59: ил. - Библиогр.: 22 назв.

В энергетических котлах концентрация бенз(а)пирена практически полностью определяется режимами сжигания, и в обычных условиях тепловые электростанции не относятся к значимым источникам поступления бенз(а)пирена в атмосферу. Однако высокий класс опасности данного вещества требует внимания при внедрении мероприятий по снижению выбросов оксидов азота. Помимо выбора внедряемых мероприятий необходимо совершенствовать системы измерений и мониторинга и прогноза суммарной вредности продуктов сгорания.

УДК 621.311.22

***Бойко, Е.А.***

**Цифровое решение для риск-ориентированного управления техническим состоянием технологического оборудования тепловых электростанций** / Е. А. Бойко, И. В. Поликарпов // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 42-54: ил. - Библиогр.: 14 назв.

На примере тепловых электростанций Сибирской генерирующей компании представлен подход к управлению энергообъектами с применением интеллектуальных киберфизических систем. Приведено описание разработанного авторами специализированного программного обеспечения, включающего в себя комплексные цифровые решения с элементами искусственного интеллекта, позволяющие оперативно оценивать и предсказывать состояние тепловой электростанции путем сопоставления индивидуальных данных оценки технического состояния и вероятности аварийного отказа основного технологического оборудования с разработанными цифровыми моделями технологических процессов, физических систем, объектов и элементов для создания комплексной риск-ориентированной системы управления. При анализе выделяются показатели, характеризующие решение оптимизационной задачи при нечетких условиях и ограничениях, по минимальному значению определяется интегральный показатель надежности оборудования с точки зрения оценки технического состояния каждого элемента оборудования в единой унифицированной цифровой модели ТЭС. На основе внедрения виртуальной модели контроля за жизненным циклом оборудования, интегрированной с адаптивными оболочками различных прикладных цифровых сервисов, осуществляется построение методологии управления как технологическими, так и экономическими процессами энергетического предприятия с целью перехода от системы планово-предупредительных ремонтов и фактических отказов оборудования к ремонтам по состоянию.

УДК 346.5

***Брюховецкий, К.А.***

**Анализ влияния регламента General Data Protection Regulation на деятельность предприятий топливно-энергетического комплекса** / К. А. Брюховецкий // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 55-62: ил. - Библиогр.: 14 назв.

Выполнен анализ влияния положений Общего регламента о защите данных Европейского союза (General Data Protection Regulation, GDPR) на деятельность отечественных предприятий топливно-энергетического комплекса с целью оценки рисков соответствия при обеспечении новых законодательных требований. Рассмотрены некоторые вопросы определения ответственности и полномочий служб предприятий, а также вопрос необходимости привлечения консалтинговых компаний. Полученные результаты могут применяться для экономического обоснования решений при оценке соответствия различным законодательным требованиям, что позволит снизить риски международной деятельности российских предприятий топливно-энергетического комплекса.

УДК 620.92

***Бутузов, В.А.***

**Геотермальная энергетика Германии** / В. А. Бутузов // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 18-23: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Геотермальная энергетика в мире занимает одну из лидирующих позиций среди возобновляемых источников энергии. По разнообразию и уровню технических решений геотермальная школа Германии достигла высокого уровня. Основной применяемой технологией является создание геотермальных циркуляционных систем, в основном с дуплетными скважинами. Из 22 глубинных (свыше 400 м) геотермальных систем теплоснабжения суммарной установленной мощностью 185 МВт в большинстве своем применяются геотермальные циркуляционные системы. Использование геотермальных систем теплоснабжения со скважинными теплообменниками и шахтными водами ограничено соответственно пятью и двумя установками. Одиннадцать геотермальных электростанций суммарной установленной электрической мощностью 21,8 МВт используют бинарные циклы с фреонами и растворами аммиака, в том числе четыре из них вырабатывают только электроэнергию, а семь – электрическую и тепловую.

***Бутузов, В.А.***

**Отечественная энергетическая школа на рубеже XIX-XX веков** / В. А. Бутузов
// Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 27-29: ил. - Библиогр.: 7 назв.

***Волков, Э.П.***

**Уроки плана ГОЭЛРО** / Э. П. Волков // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 4-10: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Рассматриваются основные уроки, связанные с созданием и выполнением плана ГОЭЛРО, и их влияние на развитие электроэнергетики России на современном историческом этапе.

***Гаев, В.Д.***

**Модернизация паровых турбин при техническом перевооружении электростанций** / В. Д. Гаев, Ю. К. Петреня // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 38-43: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Представлены основные направления технического перевооружения тепловых электростанций (по программе ДПМ-2), на основе модернизации паровых турбин, обеспечивающих высокую эффективность и надёжность эксплуатируемого оборудования.

***Гвоздецкий, В.Л.***

**Рождение плана ГОЭЛРО** / В. Л. Гвоздецкий, Е. Н. Будрейко // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 17-21: ил. - Библиогр.: 8 назв.

***Ерыкалова, Е.Ю.***

**Рождение Троицкой ГРЭС** / Е. Ю. Ерыкалова // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 34-36: ил.

***Жданеев, О.В.***

**Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для электроэнергетики** / О. В. Жданеев, О. И. Оленева // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 42-48: ил. - Библиогр.: 31 назв.

Представлен анализ технологических трендов в электроэнергетике на период до 2035 г. По результатам опроса отраслевого сообщества платформы общего взаимодействия между субъектами энергетического рынка, системы оперативного управления производством, системы управления активами предприятия, включая программное обеспечение для предиктивной аналитики, для прогнозирования выработки ВИЭ и для интеграции их в энергосистему, определены в качестве приоритетных направления развития специализированного программного обеспечения в России.

УДК 621.311.25

***Зарянкин, А.Е.***

**Влияние выносного блока соплового парораспределения на экономичность паровых турбин** / А. Е. Зарянкин, И. П. Лавырев, М. А. Черкасов // Тяжелое машиностроение. - 2020. - № 11-12. - С. 13-19: ил. - Библиогр.: 7 назв.

В представленных материалах рассматривается принципиально новая конструктивная реализация соплового парораспределения, предусматривающая создание автономного (связанного с турбиной только трубопроводом) блока клапанов с выносной камерой смешения. В результате такого решения предполагается устранить практически все недостатки классического соплового парораспределения и увеличить КПД ЦВД на расчетном режиме на 2-4% и на 10-12% при снижении нагрузки турбины на 50%.

**Защита от однофазных замыканий на землю на основе контроля ёмкости нулевой последовательности в кабельных сетях напряжением 6 – 10 кВ** / В. А. Шуин [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 25-34: ил. - Библиогр.: 32 назв.

Рассматриваются способ и принципы выполнения универсальной мультичастотной защиты от однофазных замыканий на землю в компенсированных и некомпенсированных кабельных сетях 6 – 10 кВ, основанной на контроле величины и знака ёмкости нулевой последовательности с использованием составляющих основной частоты и высших гармонических составляющих тока и производной напряжения нулевой последовательности.

***Захарченко, В.Е.***

**Оценка состояния агрегата по параметрам из АСУТП** / В. Е. Захарченко // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 50-54: ил. - Библиогр.: 16 наза.

Предлагается подход к оценке состояния агрегата на основе его параметров из АСУТП для задач рационального управления составом агрегатов. Подход основан на сравнении значений параметров из АСУТП с модельным заданным интервалом. Интерпретация сравнений осуществляется на основе метода нечётких величин. Также приведён алгоритм принятия решения на основе многокритериального выбора. Рассмотрены примеры.

УДК 621.81:669.15:667.017.62:538.62.38

***Золотов, А.М.***

**Исследование механизма износа контактных поверхностей рабочих лопаток паровой турбины из титанового сплава ВТ6** / А. М. Золотов, М. О. Смирнов, Т. А. Чижик // Заготовительные производства в машиностроении. - 2021. - Т. 19. - № 2. - С. 81-89: ил. - Библиогр.: 26 назв.

Методами фрактографии, микрорентгеноспектрального и микроструктурного анализа и определения механических свойств исследованы контактные поверхности бандажных полок смежных рабочих лопаток паровой турбины из титанового сплава ВТ6 после эксплуатации. Проанализированы и объяснены различные виды разрушения контактных поверхностей. Показано, что причиной интенсивного истирания бандажных зацеплений турбинных лопаток является нарушение режима сварки в условиях станции.

УДК 621.165

**Идентификация модели многоступенчатой классификации смеси разнородных компонентов** / А. Е. Барочкин [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 56-63: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Классификация частиц по крупности традиционно рассматривается применительно к однородным материалам, которые необходимо разделить на крупный и мелкий продукты. Однако часто в классифицируемом материале присутствуют примеси, которые отличаются по своим физическим свойствам от базового компонента. При классификации таких смесей различие физических свойств может быть использовано для выделения, очистки или обогащения основного компонента. Выбор технологии для такой переработки разнородных компонентов возможен на базе простых и адекватных моделей. Их разработка является актуальной задачей, стоящей перед энергетикой и смежными отраслями промышленности. Для моделирования процесса классификации используются уравнения материального баланса, методы параметрической и структурной идентификации, фундаментальные законы динамики дисперсных систем. Приведены результаты экспериментальных исследований разделения смеси разнородных компонентов в двухступенчатой классифицирующей системе. С использованием полученных экспериментальных данных выполнена структурная и параметрическая идентификация модели и показана ее адекватность. Представленные экспериментальные результаты и расчетная модель могут применяться для постановки и

решения оптимизационных задач фракционирования дисперсных материалов в сложных классифицирующих системах.

**История создания и воплощения в жизнь плана ГОЭЛРО** // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 2-9: ил.

Из материалов, опубликованных на страницах журнала «Электрические станции» в разные годы, выбрана интересная информация, касающаяся предыстории разработки Государственного плана электрификации России, творцов плана ГОЭЛРО и воплощения его в жизнь в первое десятилетие.

УДК 697.343

***Кабалин, Д.А.***

**Компьютерное моделирование и натурные замеры потокораспределения действующей тепловой сети** / Д. А. Кабалин, А. Ю. Липовка // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 44-56: ил. - Библиогр.: 25 назв.

Цель - выявить закономерности распределения тепловой энергии по потребителям с различной степенью оснащенности средствами регулирования в реальных условиях работы сети централизованного теплоснабжения и сопоставить результаты компьютерного моделирования с натурными замерами. Для проведения компьютерного моделирования использованы известные математические методы расчета потокораспределения в гидравлических цепях. Экспериментальные исследования режимов работы системы теплоснабжения проведены с использованием массивов сохраненных данных системы управления и мониторинга тепловых энергоустановок на базе программно-логистического комплекса Siemens Simatic PCS7, ультразвукового расходомера Portaflow 300, стационарных электромагнитных преобразователей расхода, поверенных и аттестованных манометров и термометров. Получены графики фактических гидродинамических режимов тепловой сети при температурах наружного воздуха от +8 до -37°C, а также в условиях нештатных режимов (снижения температуры в подающем трубопроводе и перепада давлений на вводе тепловой сети). Предложено совместное использование моделирования с помощью компьютерной программы JA\_Net и натурных замеров теплогидравлических режимов работы сетей системы централизованного теплоснабжения с абонентами, имеющими различную степень оснащенности средствами автоматизации. В дальнейшем планируется разработка методических рекомендаций по нивелированию разбалансированности тепловой сети в условиях неравномерной оснащенности объектов средствами автоматизации при реализации проектов комплексной модернизации потребителей тепла или подключения новых объектов к существующим сетям теплоснабжения.

***Климова, Т.Г.***

**Анализ функционирования автоматических регуляторов возбуждения синхронного генератора с различными входными сигналами каналов стабилизации по частоте в сертификационной схеме** / Т. Г. Климова, О. О. Николаева // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 36-44: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Необходимым требованием для систем автоматического регулирования возбуждения является обеспечение устойчивости электроэнергетической системы (ЭЭС) и требуемого качества переходных процессов (ПП) изменения режимных параметров под воздействием различных возмущений. Для улучшения демпфирования ПП, как правило, используются различные каналы стабилизации автоматического регулятора возбуждения (АРВ). В микропроцессорном регуляторе АРВ МТ – это каналы внутренней (по производным тока ротора и напряжения статора) и внешней (по отклонению и производной частоты напряжения статора) стабилизации.

УДК 658.261

**Ключевые направления повышения энергетической эффективности крупных промышленных предприятий** / С. М. Брыкалов [и др.] // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 10-18: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Представлены возможные направления повышения энергоэффективности промышленного предприятия, сформулированы методические подходы к оценке затрат и потенциального экономического эффекта, а также представлены результаты сравнительной оценки по рассматриваемым направлениям. Методологическим инструментом, примененным в исследованиях, является подробный многокритериальный анализ достигаемых в рамках запланированных энергосберегающих мероприятий технико-экономических эффектов и выгод для промышленного предприятия с применением групп технических, экономических, социальных, экологических и прочих показателей. Практическая значимость статьи заключается в разработке и обосновании практических рекомендаций, которые могут быть применены на большинстве промышленных предприятий вне зависимости от отраслевой принадлежности. Результаты теоретико-эмпирического исследования, описанные инструменты и подходы могут быть использованы для принятия управленческих решений по повышению энергетической эффективности промышленных предприятий.

***Корниенко, А.Г.***

**Перспективы атомной электроэнергетики в России** / А. Г. Корниенко // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 20-24: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Кратко описывается история развития атомной электроэнергетики. Указывается на влияние экономических показателей на это развитие, на конкуренцию со стороны тепловых электростанций, использующих дешевое органическое топливо, и ожидаемые трудности на ближайшее время.

***Кощеев, Л.А.***

**НИИПТ – НТЦ ЕЭС – НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление: 75 лет истории института** / Л. А. Кощеев // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 55-64: ил. - Библиогр.: 11 назв.

УДК 621.314

***Куликов, А.Л.***

**Применение линейного дискриминантного анализа для классификации аварийных режимов электрической сети** / А. Л. Куликов, Д. И. Бездушный, В. Ю. Осокин // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 38-47: ил. - Библиогр.: 16 назв.

Развивающийся в настоящее время подход к построению алгоритмов релейной защиты на основе статистического анализа данных предлагает переход от традиционных видов защит к принципиально новым многомерным алгоритмам распознавания, способным эффективно использовать доступную информацию для выявления аварийных режимов. Используемые для распознавания параметры режима, как правило, объединяются в многомерное пространство и анализируются совместно. Это приводит к росту вычислительной сложности распознающего алгоритма. Таким образом, может быть целесообразно построение алгоритмов РЗА на основе обобщенных признаков. Указанное решение позволит снизить размерность признакового пространства и повысить быстродействие защиты.

***Лейзерович, А.Ш.***

**Последний немецкий «угольщик»?** / А. Ш. Лейзерович // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 2-8: ил. - Библиогр.: 42 назв.

В мае 2020 г. прошёл приёмочные испытания и был принят в эксплуатацию энергоблок Datteln\_4 на параметры пара 28,6 МПа, 600/620/ °C, мощностью (брутто) 1100 МВт – последний в серии западно-европейских угольных энергоблоков сверхкритического давления. Практически одновременно был принят закон о полном выводе из эксплуатации к концу 2038 г. всех ТЭС ФРГ на каменном угле и лигните. Параллельно осуществляется программа отказа от использования атомной энергетики – в 2022 г. должны быть остановлены последние действующие в стране энергоблоки АЭС. Проводимая реформа преследует цель - сделать энергетику страны экологически нейтральной, базирующейся в основном на работе ветроэнергоустановок (ВЭУ) и солнечных электростанций (СЭС). Угольные энергоблоки, газотурбинные и парогазовые установки и батареи-накопители должны взять на себя функции покрытия как неравномерности энергопотребления, так и переменчивости энергопроизводства ВЭУ и СЭС. Оценка этой задачи Международным энергетическим агентством (IEA) представляется неадекватной. Скоропалительный принудительный вывод из эксплуатации новейших современных энергоблоков типа Datteln\_4 существенно осложняет её решение.

УДК 519.718.2, 621.311

***Луковенко, А.С.***

**Методы расчета надежности системы электроснабжения** / А. С. Луковенко, И. В. Зеньков // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 57-65: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Цель - определение показателей надежности системы электроснабжения с применением модели искусственной нейронной сети. Для разработки модели расчета технической надежности использованы алгоритм расчета показателей надежности систем электроснабжения, метод интенсивности отказов системы электроснабжения, модель прогнозирования с использованием искусственных нейронных сетей. Установлено, что систему электроснабжения образует разомкнутая радиальная схема электроснабжения. Определена интенсивность отказов подсистемы электроснабжения с помощью расчета интенсивности отказов i-го элемента подсистемы. Разработан программный комплекс «Прогноз\_ИНС\_2020». В результате сравнения результатов традиционного расчета интенсивности отказов системы электроснабжения и с помощью программного комплекса «Прогноз\_ИНС\_2020» получена допустимая точность не более 2,17%, что говорит о жизнеспособности данного программного комплекса при расчетах надежности на действующих энергетических предприятиях. Предлагаемые методы оценки технической надежности, как с помощью традиционной модели, так и с применением модели на основе искусственной нейронной сети позволяют оценить состояние систем электроснабжения, что способствует предотвращению опасных аварийных ситуаций.

УДК 620.92

***Лукутин, Б.В.***

**Характеристики энергетической безопасности децентрализованного района и автономного объекта электрификации** / Б. В. Лукутин, В. Р. Киушкина // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 66-79: ил. - Библиогр.: 23 назв.

Цель - формирование группы объективных критериальных показателей оценки состояния энергетической безопасности децентрализованных удаленных районов севера и Арктических зон и автономных энергетических комплексов электроснабжения. Анализ возможностей возобновляемой энергетики, определяющей эффективность структуры децентрализованных энергетических комплексов с участием возобновляемых источников энергии, в изменении уровня их энергетической безопасности. Формирование индикативных показателей оценки энергетической безопасности объектов исследования проводилось на основе анализа соотношения максимально присущих угроз, территориальных и ситуативных факторов автономной энергетики севера и Арктических зон. На основе проведенного изучения состояния защищенности жизненно важных интересов объектов исследования были сформированы критериальные показатели территориального сегмента и автономного объекта электрификации, формирующих объективную оценку энергетической безопасности изолированных труднодоступных районов. Представлен анализ возможностей возобновляемых источников энергии в достижении отдельных позиций (ресурсной достаточности, экологической допустимости, технологической достижимости и надежности) энергетической безопасности рассматриваемого уровня.

***Лютикова, М.Н.***

 **Новые изоляционные жидкости и методы диагностики оборудования с бумажно-масляной изоляцией** / М. Н. Лютикова, А. А. Коновалов, С. М. Коробейников // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 35-42: ил.

В 2021 г. СИГРЭ отметит свой 100-летний юбилей. Обычно сессия СИГРЭ проходит в очном режиме в Париже один раз в каждый чётный год. В 2020 г. условия пандемии внесли свои коррективы во все сферы деятельности, и энергетика не стала исключением. Организаторы 48-й сессии СИГРЭ не отказались от идеи встречи экспертов, специалистов, инженеров, исследователей со всего мира и сессия прошла в электронном формате в виде интересных семинаров, обучающих тренингов и дискуссий. Участники сессии, находясь лицом к лицу электронных экранов своих компьютеров, обсудили много актуальных проблем и задач, которые на данный момент существуют во всех направлениях энергетики. На сегодняшний день, волнующими вопросами, в том числе, являются разработка информативных методов диагностики состояния маслонаполненного оборудования, а также возможность применения в качестве жидкой изоляции в высоковольтном оборудовании экологически дружелюбных биоразлагаемых синтетических и натуральных эфиров. В данном обзоре приведены самые последние научно-практические решения, опыт применения новых методов и жидких изоляционных материалов. Актуальной и полезной информацией в данном направлении делятся эксперты и специалисты со всего мира.

***Лямец, Ю.Я.***

**Восстановление нелинейно искажённого тока короткого замыкания по малому числу отсчётов** / Ю. Я. Лямец, И. Ю. Никонов, И. Е. Петряшин // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 31-35: ил. - Библиогр.: 6 назв.

Рассматриваются критерии, лежащие в основе процедуры коррекции наблюдаемого тока короткого замыкания, искажённого вследствие глубокого насыщения трансформатора тока. Общая процедура состоит из двух частных. Первая – сегментация наблюдаемого процесса, т.е. разделение его на интервалы неискажённой и искажённой трансформации. Вторая – объединение информации с разных интервалов. Проще всего, с двух интервалов неискажённой трансформации, что требует достаточно продолжительного наблюдения тока. Особое внимание обращается на возможность привлечения информации с интервала искажённой трансформации. Приведены примеры восстановления смоделированных токов, когда неискажённый ток в первичной цепи трансформатора тока известен, и реальных токов, цифровые осциллограммы которых записаны терминалами релейной защиты.

УДК 631.3.021

**Математическое описание теплообмена в биогазовой установке** / А. Г. Фиапшев [и др.] // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 40-49: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Приведены результаты математического моделирования тепловых процессов, протекающих в биогазовой установке. Конструкция разработанной биогазовой установки отличается от известных тем, что перемешивающее устройство и нагревательный элемент совмещены в данном случае в один узел. Такое совмещение способствует более равномерному нагреву и поддержанию заданного температурного режима за счет вращения теплообменника и передаче тепла биомассе (субстрату) по всему объему метантенка. Получены данные о влиянии основных параметров биогазовой установки и теплообменника-смесителя на качественные показатели работы установки.

УДК 621.321

***Мельникова, О.С.***

**Метод расчета электрической прочности масляных каналов главной изоляции силовых трансформаторов** / О. С. Мельникова, В. С. Кузнецов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 48-55: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Актуальным является повышение точности расчета путем разработки метода оценки электрической прочности главной изоляции силовых трансформаторов с учетом объема и параметров распределения пробивной напряженности масла, особенностей конструкции. Использованы результаты исследований пробивной напряженности в масляных каналах с различным объемом масла. Для повышения точности расчета и с учетом особенностей конструкции модель главной изоляции силовых трансформаторов выполнена в программе ANSYS с учетом граничных условий и с допущением линейного распределения напряжения по обмоткам трансформатора. Предложен метод расчета электрической прочности масляных каналов главной изоляции силовых трансформаторов c учетом объема и параметров распределения пробивной напряженности масла. В отличие от существующих методов, при расчете минимальной пробивной напряженности в модели главной изоляции учтены конструктивные особенности силовых трансформаторов и обоснованы допущения для повышения точности расчета. В соответствии с методикой выполнен расчет электрической прочности масла в масляном канале обмотки высшего напряжения и установлено, что по мере увеличения относительного значения пробивной напряженности электрическая прочность масляного канала уменьшается, что соответствует физическому смыслу формирования пробоя. Предложенный метод расчета электрической прочности трансформаторного масла может быть использован при выборе главной изоляции силовых трансформаторов в проектировании.

***Михайлов, В.Е.***

**Роль НПО ЦКТИ в реализации идей ГОЭЛРО** / В. Е. Михайлов, Л. А. Хоменок, Л. В. Ильина // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 22-26: ил.

УДК 621.396

**Моделирование линейной антенной решетки для спутниковой связи современных телекоммуникационных систем** / С. А. Антипов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 64-69: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Исследуется электродинамическая модель линейной антенной решетки из планарных прямоугольных спиралей для спутниковой связи. Исходя из заданных технических требований был произведен расчёт антенной решетки и проведено численное моделирование с применением метода конечного интегрирования, предложенного Т. Вейландом. Применено дольф-чебышевское распределение для снижения уровня боковых лепестков. Моделирование проводилось в программе автоматизированного моделирования cst mw studio. В качестве излучающего элемента линейной антенной решетки была использована двухплечевая планарная спираль с волноводным питанием, выполненная на материале rogers 3003 с толщиной 3,04 мм и эффективностью диэлектрической проницаемости равным 3. Приведены внешний вид излучателя, топология волноводного делителя и электродинамическая модель фазированной антенной решетки и её вид сбоку. Приведены результаты численного моделирования основных параметров антенной решетки. Проведены оценка параметров при заданных технических требованиях, сравнительный анализ диаграмм направленности при амплитудных распределениях с пониженным уровнем боковых лепестков и представлены результаты в виде графиков. Обсуждаются конструктивные особенности построения фазированной антенной решетки, а также способы снижения боковых лепестков путем реализации различных амплитудно-фазовых распределений.

**Модернизация типовой водоподготовительной установки ТЭС** / Б. М. Ларин [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 2-8: ил. - Библиогр.: 8 назв.

Модернизация водоподготовительных установок (ВПУ) ТЭС обусловлена физическим износом традиционных ионообменных установок и производится, обычно, на базе мембранных технологий в условиях ужесточения требований к использованию реагентов и сбросу стоков электростанции, большую часть которых представляют стоки химических цехов ТЭС. При использовании в качестве исходной природной маломинерализованной воды, что отвечает качеству значительной части водоисточников России, применение установок обратного осмоса (УОО) существенно повышает себестоимость обессоленной воды, не уменьшая объёма сточных вод. В этих условиях требуется тщательный анализ состояния установленного оборудования, оценка возможности эффективного применения мембранных технологий и разработка рациональных технологических схем, обеспечивающих модернизацию ВПУ.

УДК 621.577

**Обзор особенностей внедрения теплонасосного оборудования при создании энергоэффективной жилой среды** / А. В. Исанова [и др.] // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 24-27: ил. - Библиогр.: 9 назв.

В приведенном обзоре рассмотрены особенности внедрения теплонаносного оборудования с целью создания энергоэффективной жилой среды, позволяющего не только снизить потребление энергоресурсов в жилищно-коммунальном комплексе, но и улучшить общую экологическую обстановку городского поселения. Приведены необходимые технические и организационные мероприятия, осуществление которых необходимо для активного внедрения теплонасосных систем. Также проанализировано влияние температуры испарения хладагентов в тепловых насосах, испарители которых соединены параллельно, на расход условного топлива.

УДК 621.165

**Обоснование нестандартной геометрии выходного тракта ЦНД паровой турбины на примере К-300-240-2 ЛМЗ** / А. Д. Брекоткина [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 5-13: ил. - Библиогр.: 18 назв.

В настоящее время потери кинетической энергии в выходных трактах ЦНД значительны, так как внутри них расположены многочисленные распорные стержни и направляющие пластины. Необходим принципиально новый подход к проектированию конструкции выходных трактов ЦНД, исключающий внутренние элементы в проточной части и обеспечивающий снижение потерь за счет улучшения формы диффузора и сборной камеры. Моделирование течения в рассматриваемых вариантах конструкции выходного тракта проведено численным методом RANS с моделью турбулентности SST. Для валидации CFD-модели использованы результаты предыдущих экспериментальных исследований модели базового варианта конструкции. Сравнение проведено по интегральным аэродинамическим характеристикам выходного тракта. Для базового варианта конструкции выходного тракта, варианта без внутренних элементов, а также для варианта без внутренних элементов и с новой геометрией сборной камеры по результатам численного эксперимента получены распределения давлений и векторные поля скоростей в выходном сечении патрубка, по которым определены интегральные характеристики выходного тракта. Доказано преимущество выхлопного тракта без внутренних элементов и с новой формой сборной камеры по интегральным характеристикам: коэффициенту внутренних потерь выходного тракта; коэффициенту кинематической неравномерности потока; коэффициенту восстановления давления в осерадиальном диффузоре. Предложенный новый подход к формированию геометрии выходных трактов ЦНД обеспечивает повышение их аэродинамических качеств при проектировании новых паровых турбин большой мощности для работы в составе ТЭС и АЭС. Выигрыш от снижения потерь энергии в одном тракте многократно увеличивается, так как в современных паровых турбинах количество потоков ЦНД может достигать восьми.

***Оклей, П.И.***

**Техническое перевооружение ТЭС и повышение эффективности топливоиспользования** / П. И. Оклей, Р. М. Фаткуллин // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 25-29: ил. - Библиогр.: 2 назв.

Происшедшие в последние годы изменения в структуре генерирующих мощностей ПАО «Интер РАО», связанные с вводом в действие большого числа парогазовых установок (ПГУ), существенно повлияли на показатели их эффективности в том числе использования топлива. Сделана оценка достижимости заявленных в отрасли целевых показателей удельных расходов условного топлива на отпуск электроэнергии (УРУТээ) на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

***Ольховский, Г.Г.***

**Электроэнергетика России нуждается в новом государственном плане её развития на долгосрочную перспективу** / Г. Г. Ольховский, В. Э. Воротницкий, А. Ф. Бондаренко // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 10-19: ил. - Библиогр.: 21 назв.

План ГОЭЛРО – первый документ такого масштаба, определяющий долговременное, на 10 -- 15 лет развитие экономики страны и заложивший основы дальнейшего планирования её хозяйственного развития. Ныне, с использованием разных средств и методов, все ведущие страны мира планируют развитие науки и техники, на примерно такие же сроки. В статье рассмотрены нынешние достижения и трудности электроэнергетики России и пути преодоления имеющихся проблем в интересах страны и её населения. Формулировать эти интересы и обеспечивать их достижение должна государственная власть.

УДК 621.331

**Оперативное определение запасов статистической устойчивости в системах электроснабжения с установками распределенной генерации** / Ю. Н. Булатов [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 31-43: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Цель исследований - разработка методики, обеспечивающей оперативное определение запасов статической апериодической устойчивости в системах электроснабжения, в узловых точках которых подключены установки распределенной генерации. Использовались математические методы и алгоритмы, основанные на применении уравнений предельных режимов. Переходные процессы анализировались для различных точек пространства регулируемых параметров режима по данным имитационного моделирования в среде Matlab с применением пакетов Simulink и SimPowerSystems. На основе полученных результатов расчета и компьютерного моделирования реализована эффективная методика анализа запасов устойчивости в электрических сетях с установками распределенной генерации, применимая в задачах проектирования, а также оперативного и противоаварийного управления. Разработанная методика оперативного определения запасов апериодической устойчивости может быть рекомендована для практического применения при проектировании систем электроснабжения или оперативном управлении синхронными генераторами; в частности, представленная методика позволит реализовать мультиагентную систему противоаварийного управления установками распределенной генерации, размещенными в распределительных электрических сетях общего назначения.

**Опыт и основные тенденции в отечественном котлостроении** / А. Н. Тугов [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 30-37: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Приводятся статистические данные по установленным на ТЭС России энергетическим паровым котлам. Обобщается опыт создания отечественных котлов, начиная от первого прямоточного котла Рамзина и заканчивая мощными котлами для газомазутного блока 1200 МВт и пылеугольного 800 МВт. Отмечено, что следуя основным мировым тенденциям, отечественные котельные заводы готовы создавать современные котлы как для блоков ССКП и ЦКС, так и котлы для сжигания нетрадиционных топлив.

**Опыт применения искусственного газа на промышленно-отопительной котельной в качестве основного топлива** / А. В. Жуйков [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 9-13: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Ужесточение надзора за вредными выбросами при сжигании органического топлива на котельных заставляет специалистов искать новые технические решения при производстве тепловой энергии. Авторы статьи постарались максимально подробно представить четырёхлетний опыт эксплуатации промышленно-отопительной котельной, переведённой со сжигания дорогостоящего жидкого топлива на сжигание искусственного газа. Описаны аварийные ситуации, которые могут произойти при эксплуатации газогенераторов. Представлен состав искусственного газа и количественный состав вредных выбросов, находящихся в дымовых газах.

***Орлихин, А.В.***

**Автозаводская ТЭЦ - энергетическое сердце автогиганта** / А. В. Орлихин, А. И. Новожилов, А. А. Никулин// Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 30-33: ил.

УДК 621.396.67

***Останков, А.В.***

**Методика проектирования микрополосковых направленных ответвителей на встречно-штыревых структурах** / А. В. Останков, Н. Н. Щетинин, С. Ю. Дашян // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 70-75: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Представлена авторская методика проектирования двухшлейфного направленного ответвителя на планарных многосекционных встречно-штыревых структурах. Использование встречно-штыревых структур позволяет значительно уменьшить габариты топологии, что особенно актуально для диапазона УВЧ. Начальный этап методики предполагает получение эквивалентной схемы ответвителя на Т- или П-образных секциях с сосредоточенными индуктивными и ёмкостными элементами, включая расчёт их номинальных значений. На этапе перехода от электрической схемы с сосредоточенными элементами к планарной топологии используется оригинальное аналитическое соотношение для определения числа секций встречно-штыревой структуры по величине сосредоточенной ёмкости. Приведена методика получения аналогичных по содержанию аналитических соотношений для любых других, отличных от использованных, геометрических и диэлектрических параметров секции. На заключительной стадии предполагается локальное использование аппарата оптимизации САПР. Сочетание параметрической оптимизации и готовых топологических решений позволяет значительно сократить время на проектирование микрополосковых миниатюрных ответвителей. Методика апробирована применительно к проектированию направленного ответвителя с рабочей частотой 0,9 ГГц. При этом площадь синтезированной топологии двухшлейфного ответвителя составила 30 % от площади традиционной топологии при несущественном ухудшении основных показателей.

***Панькин, В.М.***

**Динамический виброгаситель с дополнительной жёсткостью, рассчитанной с учётом заданных и измеренных параметров вибрации** / В. М. Панькин, С. Ю. Евдокимов, А. М. Тюхтяев // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 55-59: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Приведён метод расчёта динамического виброгасителя с уменьшенной амплитудой вибрации. Это достигается за счёт увеличения его массы и жёсткости, которая рассчитывается с учётом заданных и измеренных параметров вибрации.

**Поиск решения проблемы эрозионно-коррозионного износа в котлах-утилизаторах** / Р. С. Маслов [и др.] // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 9-19: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Проведены исследования конструкции и режима работы контура циркуляции низкого давления котла-утилизатора Еп-258/310/35-15.0/3.14/0.44-540/535/263 (П-132) ПГУ установленной мощностью 795 МВт, направленные на уменьшение износа его труб. Приводятся критерии надёжной и эффективной работы контура естественной циркуляции. Показана конструкция контура низкого давления котла П-132. Описываются режимные мероприятия, направленные на снижение скорости пароводяной смеси и, следовательно, на снижение эрозионно-коррозионного износа.

**Реализация проектов внедрения дистанционного управления коммутационными аппаратами и устройствами РЗА** / И. Р. Галимзянов [и др.] // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 37-41: ил. - Библиогр.: 2 назв.

Рассмотрены основные этапы внедрения дистанционного управления оборудованием и устройствами объектов электроэнергетики из диспетчерских центров и центров управления сетями в ЕЭС России. Рассмотрен опыт АО "Сетевая компания" при реализации проектов внедрения дистанционного управления, а также преимущества от внедрения передовых методов выполнения переключений. Подробно рассмотрены принципы распределения оборудования и устройств для осуществления дистанционного управления, применяемые в настоящий момент при реализации проектов модернизации объектов электроэнергетики.

УДК 697.7

***Рожицкий, Д.Б.***

**Эксплуатационная проверка эффективности применения газового лучистого отопления в локомотивном депо** / Д. Б. Рожицкий, А. А. Рыбак, А. Ю. Новиков // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 19-23: ил. - Библиогр.: 11 назв.

В работе рассмотрены результаты пилотных проектов по внедрению газового лучистого отопления в производственных помещениях с локальными зонами поддержания нормативных значений температуры. Предложен алгоритм определения эффективности при отсутствии части приборов учета. Приведены результаты расчетов, и выполнен сравнительный анализ потребления природного газа и генерируемой за счет него теплоты системы отопления до и после модернизации.

УДК 621.577.2:620.92

***Сапоненко, Д.С.***

**Расчет интенсивности нестационарного отбора низкопотенциальной теплоты грунта методом источника – стока** / Д. С. Сапоненко, Б. А. Семенов // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 28-36: ил. - Библиогр.: 21 назв.

Разработана методика для расчетной оценки изменяющихся во времени показателей интенсивности процесса нестационарной теплопередачи при отборе теплоты из неограниченного грунтового массива элементом одиночной трубы вертикального грунтового теплообменника. Получены основные закономерности изменения удельного теплосъема, линейного коэффициента теплопередачи, линейного сопротивления теплопередаче и радиуса действия стока теплоты для различных типов грунта в течение отопительного периода. Получена обобщенная однофакторная линейно-полулогарифмическая зависимость между специально введенным безразмерным критерием и расчетным числом Фурье, справедливая для любых типов грунта, и соответствующая ей аппроксимирующая функция, которая существенно упрощает инженерную методику расчета интенсивности отбора теплоты.

**Северо-Западная ТЭЦ: 20 лет эксплуатации** / Ю. А. Радин [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 49-53: ил.

Представлены основные достигнутые технико-экономические показатели головного энергоблока ПГУ-450Т, открывшего обширную программу строительства утилизационных парогазовых установок различной мощности. В настоящее время на Северо-Западной ТЭЦ эксплуатируются два энергоблока ПГУ-450Т, несущие электрическую и тепловую нагрузку. Удельный расход условного топлива энергоблока в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии составляет: на отпущенную электроэнергию около 193 г/(кВт\*ч), на тепло 130 кг/Гкал.

***Симонов, А.В.***

**О моделировании ветровых электростанций для выбора состава и параметров настройки устройств релейной защиты при их интеграции в распределительные сети** / А. В. Симонов, П. В. Илюшин // Энергетик. - 2020. - № 12. - С. 49-54: ил. - Библиогр.: 15 назв.

В последние годы в России и мире наблюдается существенный рост темпов строительства генерирующих объектов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В соответствии со Схемой и программой перспективного развития электроэнергетики ЕЭС России к 2025 году суммарная мощность объектов ВИЭ увеличится на 4,4 ГВт. В отдельных энергосистемах их доля в составе генерирующих мощностей превысит 15 %. Получение достоверных результатов расчётов электрических режимов в сетях ветровых электростанций (ВЭС) и прилегающих распределительных сетях возможно только при использовании верифицированных моделей ветроэнергетических установок (ВЭУ).

**Система волнового определения места повреждения, подключённая к трансформаторам напряжения системы шин** / Лачугин В.Ф. [и др.] // Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 21-30: ил. - Библиогр.: 19 назв.

Рассматриваются этапы разработки системы волнового определения места повреждения (ОМП) на линиях электропередачи (ЛЭП), работающей с контролем только сигналов напряжения. Представлены модель сети 330 кВ, в которой устанавливаются устройства ОМП, и результаты моделирования переходных процессов, вызванных короткими замыканиями в этой сети. Разработан алгоритм волнового ОМП, использующий статистический метод для определения времени прихода бегущих волн к месту установки системы ОМП. Исследованы факторы, влияющие на погрешность волнового ОМП при получении сигналов от ёмкостных трансформаторов напряжения.

***Сокур, П.В.***

**О регулировании реактивной мощности турбогенераторами тепловых электростанций** / П. В. Сокур, Ф. А. Поляков // Электрические станции. - 2020. - № 12. - С. 44-48: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Регулирование реактивной мощности является одной из ключевых задач по обеспечению нормируемых показателей качества электроэнергии. Наибольший вклад в баланс реактивной мощности вносят генераторы электростанций. Режимы недовозбуждения синхронных турбогенераторов негативно сказываются на их техническом состоянии. Для работы в режимах с потреблением реактивной мощности рекомендуется применять асинхронизированные турбогенераторы.

***Таваров, С.Ш.***

**Моделирование электропотребления бытовыми потребителями с учётом географического положения и метеоусловий Республики Таджикистан** / С. Ш. Таваров

// Электрические станции. - 2021. - № 1. - С. 45-49: ил. - Библиогр.: 28 назв.

Предлагается моделирование электропотребления с учётом установления зависимости географического расположения над уровнем моря и метеорологических условий местности нахождения бытовых потребителей Республики Таджикистан. Предложена математическая и компьютерная модели, позволяющие учитывать влияние на электропотребление нахождения над уровнем моря и метеорологических условий местности расположения бытовых потребителей. При сравнении полученных в моделях результатов с результатами экспериментальных данных (показания средств учёта электроэнергии), наблюдается высокая сходимость.

УДК 621.165

**Теоретическое исследование применения выходного диффузора газовой турбины в качестве пароперегревателя парового контура комбинированной парогазовой установки** / В. А. Черников [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 26-37: ил. - Библиогр.: 6 назв.

В настоящее время для теплоизоляции выходных диффузоров газовых турбин используется изоляция их внутренней поверхности. Это дорогостоящая и сложная технологическая процедура. Для ГТ в составе ПГУ в целях снижения стоимости изоляции и одновременно увеличения полезной мощности турбины альтернативой внутренней изоляции может стать охлаждение внешней поверхности диффузора паровым потоком из парового контура. В связи с этим актуальным является разработка технологии охлаждения диффузора потоком пара из парового контура. Использованы параметры пара и газа парогазовой установки с котлом утилизатором ПГУ-450Т, а также данные экспериментальных и расчетных исследований модели выходного тракта ГТУ SGT5-3000E. Расчеты эффективности поверхностного охлаждения диффузора паром, поступающим из парового контура, выполнены аналитическим методом по предложенному алгоритму. Предложена схема пароперегревателя, расположенного на внешней поверхности выходного диффузора ГТУ, работающей в комбинированном цикле. Аналитическая оценка его эффективности показала, что площади поверхности диффузора ГТУ типа SGT5-3000E достаточно для обеспечения необходимого перегрева пара низкого давления. Установка такого теплообменника с использованием внешней поверхности диффузора обеспечивает снижение температуры его наружной стенки с 537 до 200 °С. Достоверность результатов подтверждена патентом на изобретение. Использование внешней поверхности выходного диффузора ГТУ вместо теплообменной поверхности пароперегревателя низкого давления котла-утилизатора может быть применено в ПГУ для снижения тепловых и гидравлических потерь в диффузоре и в тракте котла-утилизатора.

**Универсальное устройство компенсации провалов и прерываний напряжения для обеспечения надёжной работы электроприёмников ПАО «Мосэнерго»** / С. Н. Ленев [и др.] // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 14-24: ил. - Библиогр.: 10 назв.

 Представлены результаты разработки универсального устройства компенсации провалов и прерываний напряжения. Проведён сравнительный анализ предлагаемого устройства с традиционными решениями для обеспечения устойчивой работы нагрузки, чувствительной к провалам и прерываниям напряжения. Разработаны структура и алгоритмы работы устройства. Выполнено имитационное моделирование работы устройства, которое показало его эффективность для обеспечения устойчивой и бесперебойной работы асинхронной двигательной нагрузки на тепловой станции (ТС).

УДК 621.311.6

***Шлейников, В.Б.***

**Эффективность применения накопителей электроэнергии как резервного источника электроэнергии** / В. Б. Шлейников // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 24-29: ил. - Библиогр.: 15 назв.

Рассмотрены вопросы резервирования ответственных электроприемников с помощью источников с накопителями электроэнергии. Сделано предположение об эффективности такого резервирования для микросистем электроснабжения в сравнении с резервной линией электропередачи. Предложено выполнить сравнение стоимости резервирования, используя в качестве основных критериев сравнения расстояние от резервного источника и стоимость аккумулятора. Практическим расчетом с использованием общепринятых методик подтверждена эффективность резервирования с помощью накопителей электроэнергии для систем с аккумуляторной батареей до 200 А·ч.

УДК 532.595.7, 519.63

**Эффективность очистки пучка труб низкочастотным пульсационным потоком с твердыми включениями** / А. Д. Липагина [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 14-25: ил. - Библиогр.: 16 назв.

Очистка трубных пучков низкочастотным несимметричным пульсационным потоком на данный момент мало изучена. Целью работы - численный анализ влияния подобных пульсаций на основные очищающие факторы (касательное напряжение на стенке, скорость эрозии). Для численного эксперимента использован симметричный элемент шахматного пучка труб при поперечном обтекании турбинным маслом Т22 (Re = 100; Pr = 273) с кварцевым песком в качестве очищающего агента. Модель движения несжимаемой жидкости включает уравнения Навье-Стокса, неразрывности, модели турбулентности Spalart-Allmaras. Движение дисперсий рассчитано методом дискретных элементов, а эрозия - методом Campos-Amezcua. Численное исследование выполнено в Ansys Fluent с временным шагом 0,001 с. Пульсации генерированы на входном граничном условии. Для оценки эффективности пульсаций проведено сравнение касательного напряжения и скорости эрозии на стенке центральной трубки пучка при одинаковых средних по времени расходах в стационарном и нестационарном потоках. Установлено, что наложение пульсаций усиливает касательное напряжение сдвига и скорость эрозии в лобовой и кормовой частях труб пучка, которые наиболее подвержены отложениям. Проведенный анализ подтверждает существенное влияние несимметричных пульсаций на очищающие факторы и перспективность их применения для интенсификации очистки пучков труб. Обнаруженные эффекты могут послужить основой для разработки новых технологий очистки межтрубного пространства теплообменников.

УДК 518.5:532.54

***Якшин, С.В***.

**Аналитический метод решения задачи потокораспределения тепловой сети** / С. В. Якшин // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 80-96: ил. - Библиогр.: 20 назв.

Цель исследования - разработка метода аналитического решения задачи потокораспределения шести-, одиннадцати- и двенадцатиконтурной тепловой сети; решение задачи оптимизации многоконтурной тепловой сети, включающей в себя выбор целевой функции и определение ряда варьируемых технических параметров. Для ускорения процесса оптимизации традиционно использовался метод декомпозиции графа тепловой сети, смысл декомпозиции заключается в разрезании графа сети в некоторых узлах для перехода многоконтурной схемы к разветвленной схеме в виде дерева. Оптимизация каждой разветвленной схемы проводилась методом динамического программирования, в результате чего получили новые значения варьируемых параметров на текущей итерации. Далее выполнили возврат к многоконтурной схеме, решили задачу потокораспределения и вычислили значение целевой функции. Итерационная сходимость метода декомпозиции математически не была доказана. Автором предложен метод расщепления графа, который позволяет исключить процедуру декомпозиции при оптимизации тепловой сети. Применены математическое моделирование гидравлической цепи, метод расщепления графа, аналитический метод решения алгебраического уравнения четвертой степени, в результате чего определена схема минимального элемента многоконтурной тепловой сети, показана возможность последовательного и параллельного соединения минимальных элементов, получены аналитические зависимости для задачи потокораспределения тепловой сети указанных схем. Предложенный метод аналитического решения задачи потокораспределения многоконтурной тепловой сети позволяет свести задачу расчета сложной схемы сети к расчету нескольких минимальных элементов, что существенно снижает объем вычислительной работы при моделировании гидравлической цепи. Приведенные примеры показывают, что погрешность расчетов не превышает 3%.

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

УДК 656.135

***Долгин, В.П.***

**Оптимизация автоперевозок** / В. П. Долгин, П. К. Сопин // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 29-:35 ил. - Библиогр.: 15 назв.

Рассмотрена задача минимизации стоимости автоперевозок. Составной задачей является идентификация параметров математической модели, описывающей характеристики автомобильного двигателя. Для математического описания их характеристик используются полиномиальные функции Лейдермана. Представлена методика оценки параметров внешней скоростной характеристики и коэффициентов Лейдермана. Предложен алгоритм получения искомых параметров эффективного крутящего момента с помощью математического пакета прикладных программ Maple. С помощью метода наименьших квадратов получена приближающая функция эффективного крутящего момента, исследована на экстремум и определены коэффициенты Лейдермана. Оценены коэффициенты функции расхода топлива. Предложен метод учета влияния дрейфа параметров, которые меняются в процессе эксплуатации. Представлена методика оптимизации скоростного режима перевозки. В состав рассмотренной задачи входит определение оптимального скоростного режима автомобиля на основе процедуры минимизации целевой функции.

**Р А З Н О Е**

УДК 37.378

***Авдюхина, Т.М.***

**Оптимизация проектных параметров конструкции силовой нервюры крыла, выполненной из различных конструкционных материалов** / Т. М. Авдюхина, А. А. Чубатенко // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 39-46: ил. - Библиогр.: 7 назв.

Рассмотрена возможность снижения массы конструкции планера при разработке конструкции силовой нервюры крыла путем оптимизации ее проектных параметров. Для проведения исследований приведены конструкция силовой нервюры, схема нагружения и эпюры поперечной силы и изгибающего момента. Исследования проводились на основе прочностного расчета в целях выбора проектных параметров силовой нервюры: площади поясов, толщины стенки, шага и числа подкрепляющих стенку стоек, крепежных элементов. При этом удовлетворены требования работы конструкции без потери устойчивости и достижения запаса прочности, принятого для конструкции крыла самолета. Расчет и оптимизация проектных параметров силовой нервюры проведены для силовой нервюры, выполненной из различных конструкционных металлических материалов. Показано, что использование современных методов сборки конструкции планера позволяет провести оптимизацию проектных параметров силовой нервюры и снизить массу ее конструкции. На основании проведенных исследований выполнен анализ полученных результатов и даны рекомендации по их использованию.

УДК 631.362.3

***Белокур, Е.В.***

**Исследование движения сыпучих материалов в винтовых ситах** / Е. В. Белокур, А.

Н. Секисов, Г. В. Серга// Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 4-12: ил. - Библиогр.: 9 назв.

Проведено аналитическое исследование процесса разделения сыпучих материалов на фракции с целью выбора условной модели его описания. Выполнен выбор математических моделей. Рассмотрены модели сплошной среды и материальной частицы. Разработана математическая модель определения скорости продольного перемещения масс сыпучих материалов от загрузки к выгрузке и длины рабочей камеры винтового сита, новизна которых подтверждена шестью патентами на изобретения. Представлена схема, и экспериментальная установка, выполненная в металле. Показаны результаты экспериментальных исследований параметров перемещений сыпучих материалов в зависимости от конструктивных и эксплуатационных характеристик винтовых сит.

УДК 531.18:530.12:531.6

***Бузин, Ю.М.***

**Модификации формулы Е = mC2 для решения инженерных задач классической механики** / Ю. М. Бузин, В. Л. Тюнин// Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 3-9. - Библиогр.: 18 назв.

Формула Е = mC2 является основополагающей в специальной теории относительности А. Эйнштейна. Дана ее новая интерпретация, где оператор С переходов m ® E, характеризующий их скорость, имеет более сложную математическую структуру и является управляемым в отличие от постоянного числа, как это принято в релятивистской механике. Показана возможность использования ее предложенных модификаций, связанных с переходом массы в энергию и энергии в массу физического тела для решения инженерных задач классической механики, являющихся частным случаем релятивистской механики. В качестве примера рассмотрен процесс функционирования машины, представляющей собой систему устройств для преобразования энергии и материала. Дана оценка эффективности ее функционирования через операторы переходов структурных элементов.

УДК 004.94

***Заблоцкая, Т.Ю.***

**Анализ влияния параметров модели Боука-Вена на форму петли гистерезиса** / Т. Ю. Заблоцкая// Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 40-47: ил. - Библиогр.: 18 назв.

Рассматриваются особенности настройки параметров феноменологической модели Боука-Вена, которая нашла широкое практическое применение и служит универсальной моделью для описания нелинейных процессов и явлений с гистерезисом в различных теоретических и прикладных областях научных знаний. В работе исследуется система основных параметров модели Боука-Вена классического и расширенного типа, описывающих нелинейную систему с гистерезисом с учетом и без учета диссипации энергии соответственно. Также изучается характер отклика модели на возмущающее входное воздействие разного типа. Даются рекомендации относительно оптимального диапазона параметров модели. Приводятся результаты компьютерного моделирования

УДК 623.113

***Зузов, В.Н.***

**Исследование влияния на энергоемкость основных силовых элементов кузова автомобиля в зоне бокового удара** / В. Н. Зузов, Д. А. Сулегин // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 20-34: ил. - Библиогр.: 20 назв.

В настоящее время актуальной проблемой является обеспечение пассивной безопасности автомобиля при боковом ударе. В работе разработаны рациональные конечно-элементные модели (КЭМ) кузова, сминаемого барьера и столба, на базе которых получаются результаты с приемлемой точностью и минимальным временем решения при использовании решателя LS-DYNA. Поведение материала кузова и рамы описаны с использованием модели Джонсона-Кука, позволяющей учесть нелинейность материала и влияние скорости нагружения, а поведение пеноалюминия описано с использованием модели Дешпенда-Флека. Были проанализированы фазы деформирования кузова и характер деформирования элементов кузова. По результатам расчёта получено, что наиболее опасным режимом нагружения при боковом ударе является удар о столб. Анализ картины деформированного состояния при ударе о столб показал, что порог, дверь, крыша, пол и рама существенно деформируются и нуждаются в дополнительном исследовании и усилении, поэтому в данной работе было предложено усиление элементов конструкции кузова с помощью пеноалюминия. Анализ показал, что для удовлетворения требованиям пассивной безопасности необходимо комплексное усиление элементов кузова, но это влечёт за собой существенное увеличение массы кузова, поэтому в будущем необходимо проведение топологической и параметрической оптимизаций силовых элементов кузова.

УДК 621.396

**Исследование влияния расстояния между антеннами в MIMO антенной решетке для сетей пятого поколения** / С. А. Антипов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 91-95: ил.

Рассмотрена MIMO антенная решетка для сетей пятого поколения (5G), которая позволяет осуществлять работу в режиме 2x2. Для полученной конструкции исследованы основные характеристики MIMO антенной системы: коэффициент корреляции огибающей, коэффициент усиления при разнесенном режиме, эффективность сложения. Производилось исследование влияния расстояния между антенными элементами на данные показатели, по которым были сделаны выводы по выбору оптимального расстояния между излучателями в системе. Моделирование и расчет производились с использованием CST Studio Suite. Так, по полученным результатам доказано, что при расстоянии между элементами в 0.5 длины волны достигается максимальная производительность MIMO антенной решетки и последующее увеличение данного расстояния теряет смысл. При этом на частотах работы 5G было получено, что расстояние между элементами равное 0.2 длины волны обеспечивает требуемые значения коэффициента корреляции огибающей, чтобы обеспечить стабильное функционирование MIMO антенной решетки. Приведены изображения рассматриваемых конструкций, основные правила расчетов характеристик MIMO антенных решеток, построены графики коэффициентов корреляции, коэффициентов усиления при разнесенном приеме, эффективности сложения при разных значениях расстояния между элементами.

УДК 621.396

**Исследование влияния типов проводниковых материалов на характеристики патч-антенны для сетей пятого поколения** / С. М. Федоров [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 109-116: ил. - Библиогр.: 5 назв.

Рассматриваются проблемы выбора проводниковых материалов для патч-антенны, которая была сконструирована в соответствии с частотным диапазоном сетей пятого поколения, определенного FCC - 37 ГГц. Важность данного исследования вызвана очень высокими частотами работы стандарта IMT-2020 (5G), так как характеристики потерь материалов начинают играть более важную роль, нежели чем на низких частотах. Были определены основные характеристики излучателя в зависимости от типа применяемого материала изготовления проводящего элемента - матрица рассеивания (обратных потерь), коэффициент стоячей волны по напряжению, а также основные параметры диаграмм направленности для выбранного типа излучателя. Проверка производилась с использованием CST Studio Suite, в процессе проверки материал изготовления излучателя изменялся, при сохранении материала диэлектрической подложки производилось моделирование. На основе полученных результатов были составлены таблицы, по которым удобно производить сравнение характеристик антенны в зависимости от типа использованного материала, можно произвести выбор проводника, который рекомендуется нанести на диэлектрическую подложку антенны-излучателя. Показано, что наилучшими характеристиками по обратным потерям (S 11 ) обладает тантал, а по общей эффективности антенны и эффективности излучения - серебро. Статья содержит графики матрицы рассеивания (обратных потерь), диаграммы направленности патч-антенны с основными параметрами.

УДК 621.396

**Исследование геометрической трансформации микрополосковой линзы Ротмана для сокращения габаритных размеров** / С. А. Антипов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 127-131: ил. - Библиогр.: 12 назв.

Исследуется геометрическая трансформация линзы Ротмана, которая позволяет уменьшить линейный габаритный размер на 50%. Приведены описание принципа работы линзы Ротмана и её схематическое изображение, также представлена модель до трансформации геометрии и после. При помощи средств численного электродинамического моделирования была проведена оценка характеристик исходной и модифицированной модели микрополосковой линзы Ротмана, представлены графики коэффициента стоячей волны по напряжению моделей исходной и трансформированной.

УДК 629.1

**Исследование динамической нагруженности привода водометных движителей амфибийных гусеничных машин** / П. Н. Ненашев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета: серия Машиностроение. - 2020. - Т. 20. - № 4. - С. 35-44: ил. - Библиогр.: 32 назв.

В статье приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований динамической нагруженности привода водометных движителей (ПВД) амфибийных гусеничных машин (АГМ). Актуальность исследования состоит в необходимости повышения ресурса элементов привода. Цель исследования состоит в изучении причин формирования высокой динамической нагруженности привода. Для достижения цели решаются следующие задачи: 1 - разрабатывается расчетная схема системы «двигатель - трансмиссия - водоходный движитель - машина» и выполняется имитационное моделирование динамики системы; 2 - приводятся результаты экспериментального исследования динамической нагруженности привода водоходного движителя в процессе движения амфибийной гусеничной машины на плаву; 3 - выполняется статистическая обработка результатов теоретического и экспериментального исследования и оценка их сходимости; 4 - уточняется алгоритм проектного расчета с учетом динамических эффектов, возникающих в приводе водометного движителя. При решении поставленных задач выполнено имитационное моделирование динамики системы на основе разработанной математической модели с использованием методов теоретической механики, дифференциального и интегрального исчисления. Анализ динамических процессов осуществлялся с применением прикладного программного продукта LMS Imagine.Lab Amesim. Верификация математической модели и принимаемых допущений производилась при экспериментальном исследовании нагруженности ПВД АГМ. При автоматизированной обработке результатов экспериментальных исследований применялись методы математической статистики, теории вероятности и модального анализа. Обработка осуществлялась в прикладном программном обеспечении Power Graph Professional. Анализ результатов имитационного моделирования показал, что повышенная динамическая нагруженность привода водометного движителя возникает вследствие «биений» и резонансов в динамической системе при потере устойчивости колебательных процессов, приводящих к возникновению значительных амплитуд виброускорений. При этом проявляется эффект самопроизвольного ослабления болтовых соединений в нелинейной системе, описанный И.И. Блехманом. Результаты исследования позволили уточнить алгоритм проектного расчета и могут быть использованы при проектировании приводов водометных движителей амфибийных машин.

УДК 665.61 + 534.8

***Кадыйров, А.И.***

**Динамика изменения реологических свойств нефти после ультразвуковой обработки** / А. И. Кадыйров, Ю. В. Караева, Е. К. Вачагина // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 6. - С. 30-34: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Ультразвуковая обработка является эффективным методом воздействия на реологическое поведение нефти. В продолжение исследований, результаты которых опубликованы в журнале «Энергобезопасность и энергосбережение», № 5 2019 г., получены зависимости, позволяющие прогнозировать динамику изменения вязкости сырой нефти от продолжительности, мощности и частоты ультразвукового воздействия. Следует отметить, что контроль над вязкостью нефти необходим не только после обработки, но и в долгосрочной перспективе. Учет корректных значений вязкости позволит точно выполнять плановые показатели энергопотребления, возникающие при транспортировке и хранении нефти.

УДК 62-26

***Котельников, М.А.***

**Анализ влияния термоупругого внутреннего трения на характеристики резонатора ТВГ** / М. А. Котельников, А. В. Щенятский, А. А. Башарова // Вестник современных технологий. Сборник научных трудов. - 2020. - № 4. - С. 9-:13 ил. - Библиогр.: 13 назв.

В работе рассматривали одну из главных характеристик резонаторов твердотельных волновых гироскопов (ТВГ) - добротность. Определили, что добротность зависит от свойств материала резонатора, его конструкции, качества обработки поверхности, уровня вакуума в приборе. Работу проводили в 3 этапа. На первом этапе определили конечно-элементную формулировку задачи основанную на приближенном методе решения связанных задач динамической теории упругости и теплопроводности. На втором этапе выбрали подходящие для изготовления резонаторов ТВГ материалы: кварцевое стекло, алюминий и сталь. На третьем этапе провели моделирование резонатора, решив тепловую задачу. Определили, что кварцевое стекло нагревается больше ввиду самой низкой объемной теплопроводности. Сделали вывод, что температура нагрева резонатора во время работы далека от температуры релаксации и, следовательно, не оказывает значительного влияния на точность работы прибора. В конце сформировали список литературы из 13 источников.

***Машин, В.А.***

**Культура безопасности труда и охраны здоровья** / В. А. Машин // Электрические станции. - 2020. - № 11. - С. 43-54: ил. - Библиогр.: 18 назв.

На примере расследования несчастного случая, произошедшего 3 мая 2015 г. на распределительном устройстве подстанции TA-53 Лос-Аламосской национальной лаборатории (LANL, Министерство энергетики США), рассмотрены современные требования, методы и принципы, направленные на формирование и поддержание высокой культуры в области безопасности труда и охраны здоровья. Проанализирована роль комплексной системы управления безопасностью LANL, опыта эксплуатации и человеческого фактора в несчастном случае. Представлены причинные факторы инцидента и рекомендованные группой расследования корректирующие меры. Рассмотрен ряд барьеров для формирования и поддержания высокой культуры безопасности. Данный материал будет полезен при планировании и надзоре за выполнением работ, а также при расследовании инцидентов и несчастных случаев на предприятиях электроэнергетической отрасли.

УДК 004.031.6

**Метод формирования контекстной помощи пользователю компьютерного приложения в процессе решения прикладной задачи** / Е. Р. Пантелеев [и др.] // Вестник Ивановского государственного энергетического университета (Вестник ИГЭУ). - 2020. - Вып. 5. - С. 64-76: ил. - Библиогр.: 13 назв.

Цель исследования - сокращение временных затрат на получение помощи путем разработки модели представления знаний, обусловливающей действия пользователя контекстом данных приложения, и метода вывода рекомендаций на ее основе. Модель сценария действий пользователя представлена в виде раскрашенной сети Петри. Это решение обосновано аналогией между сценариями действий пользователя и сценариями управления потоками работ (workflow), для представления которых аппарат сетей Петри давно и успешно используется. Для топологического анализа сети Петри применена стратегия исчерпывающего поиска в глубину. Предложен метод формирования контекстных рекомендаций по выполнению запрошенной пользователем операции на основе модели сценария в виде раскрашенной сети Петри. Метод отличается применением топологического анализа сети Петри для построения множества альтернативных сценариев выполнения операции с последующей фильтрацией альтернатив в процессе пошагового исполнения рекомендованных действий. Метод апробирован при решении существенно интерактивных задач редактирования инженерных моделей. Предложенный метод обеспечивает получение контекстной помощи за одно обращение. При использовании для этой цели традиционных справочных файлов количество обращений определяется количеством возможных вариантов выполнения операции.

УДК 621.396.67

**Методика проектирования компараторв кода с учетом заданного базиса** / А. А. Пирогов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 76-82: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) представляют собой конфигурируемые интегральные схемы, логика работы которых определяется посредством их программирования. Применение ПЛИС позволяет получать устройства, способные менять конфигурацию, подстраиваться под определенную задачу за счет гибко изменяемой, программируемой их структуры. При разработке сложных устройств могут применяться в качестве компонентов для проектирования готовые сложно-функциональные блоки (СФ-блоки). Использование программных СФ-блоков позволяет наиболее эффективно задействовать их в конечной структуре, в значительной степени сократить затраты на проектирование. В данной работе было проведено моделирование структуры, временной анализ двоичных компараторов, выполненных по различным схемам реализации. В ходе выполнения работы были изучены инструменты построения схемы цифрового узла с использованием встроенного схемного редактора, а также стандартных библиотечных элементов, создания собственных уникальных модулей, формирование шин. Ряд модулей проекта были получены на основе прямого программирования на языке описания аппаратуры Verilog. Функциональное моделирование модулей, построение временных диаграмм работы были произведены в программе iSim. Физическая верификация проекта проведена на основе отладочной платы ПЛИС Spartan 3E.

УДК 621.37

**Методика проектирования преобразователей кода на базе ПЛИС** / А. А. Пирогов [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 96-101: ил. - Библиогр.: 3 назв.

Сложение чисел в двоичном коде осуществляется по тем же правилам, как и при десятичной кодировке. Независимо от кодировки сложение идет с младшего разряда числа. При переполнении, когда результат сложения значений одноименных разрядов больше единицы, делается перенос в следующий старший разряд и происходит сложение со значением данного разряда. Вычитание чисел в двоичном коде также аналогично операции вычитания в десятичной кодировке. В данном случае, если значение разряда вычитаемого больше соответствующего разряда значения уменьшаемого числа, берется заем из следующего старшего разряда. Поэтому реализация вычитания в ЭВМ является более трудоемкой, чем формирование переноса, возникающего при сложении. В вычислительных системах вычитание заменяют операцией сложения отрицательных чисел, представленных в форме обратного или дополнительного кода. В этом случае для знака выделяется дополнительный разряд, являющийся самым старшим разрядом разрядной сетки представленного двоичного числа (знаковый разряд). Для положительного числа знаковый разряд равен нулю, а для отрицательного равен единице. Прямой код является естественным представлением двоичного числа в двоичной системе счисления. Сложение чисел с одинаковыми знаками в прямом коде выполняется по обычным правилам.

УДК 378.016; 621.867.81/.85; 621.867.72

***Нижегородов, А.И.***

**Сыпучие строительные материалы. Перемещение сыпучих материалов пневмо- и гидротранспортом**: *Шестая лекция* / А. И. Нижегородов // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 47-53: ил. - Библиогр.: 4 назв.

Последовательно изложен материал шестой лекции по дисциплине «Теория подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования», включающий следующие вопросы: дана характеристика сыпучих материалов, перемещаемых машинами непрерывного транспорта, их гранулометрический состав; рассмотрен закон нормального распределения случайных величин (размеров частиц); показана связь углов внешнего и внутреннего трения в массиве сыпучего материала; рассмотрен процесс транспортирования сыпучих материалов в потоке воздуха, а также пневмотранспортная установка технологического комплекса для обжига вермикулита. Определены силы, действующие на частицу в потоке воздуха, и ее скорость витания. Дано решение задачи о движении воздуха во всасывающем трубопроводе установки. Рассмотрено перемещение сыпучих материалов в потоке воды, схема гидротранспортной установки, выполнен ее расчет.

УДК 621.6

***Осинцев, К.В.***

**Методологические основы проведения статических испытаний шаровых кранов на растяжение и отрыв корпуса** / К. В. Осинцев, Н. А. Кузнецов // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 5-9: ил. - Библиогр.: 14 назв.

Впервые предлагается метод разрушающего контроля для испытания запорной арматуры на растяжение и отрыв корпуса, что соответствует наиболее вероятным сценариям развития аварийной ситуации на производстве. В основу концепции положено определение обязательного алгоритма действий разрушающего контроля при проведении статических испытаний шаровых кранов на тестовую нагрузку. Шаровой кран с наименьшими показателями по выдерживаемой нагрузке на растяжение и отрыв корпуса из представленных экспериментальных образцов одного диаметра, согласно разрабатываемой методологии, представляется как твердотельная неделимая единица. Авторами также внесено предложение по разработке нового ГОСТа по методике разрушающего контроля при проведении статических испытаний шаровых кранов, в котором найдут отражение «усиленные» возможности шаровых кранов, заявляемые производителями.

УДК 004.4

***Подвальный, С.Л.***

**Разработка специального программного обеспечения решения транспортных задач модифицированным генетическим алгоритмом с использованием многопоточности** / С. Л. Подвальный, Д. А. Вдовин // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 7-12: ил. - Библиогр.: 4 назв.

Представлена проблема разработки специального программно-алгоритмического обеспечения для решения транспортных задач с использованием генетического алгоритма.

Выбран критерий: минимизация времени обслуживания при ограничениях на ресурсы. По сравнению с традиционными генетическими алгоритмами потребовалось создание некоторого варианта модифицированного генетического алгоритма, в котором используется второй оператор мутации, для уменьшения вероятности попадания в локальный экстремум. Подробно рассмотрен алгоритм работы программного средства, которое позволяет произвести начальные настройки генетических операторов (размер популяции, количество итераций) и основные элементы эволюционного поиска (отбор, наследование кроссинговер, мутация), что особенно важно при решении задач большой размерности; сохранить полученные маршруты при повторном решении перемещения транспортного средства по заказчикам в сочетании с оперативно используемой базой данных, как по заказчикам, так и по транспортным средствам. Программа разработана в среде программирования Microsoft Visual Studio 2017, а в качестве языка программирования использовался C Sharp.

УДК 678.86

**Применение композиционных материалов при проектировании носовых обтекателей летательных аппаратов** / Р. А. Нестеренко [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 13-20: ил. - Библиогр.: 15 назв.

Проведен выбор материала для изготовления носового обтекателя воздушного судна, удовлетворяющего требованиям радиопрозрачности, прочности и теплостойкости. Рассмотрены преимущества весовых и прочностных характеристик композиционных материалов над характеристиками традиционных материалов, применяемых в авиастроении, структура и способ производства стеклокерамических композиционных материалов и композиционных материалов на основе клеевых препрегов. Проведено сравнение двух типов композиционных материалов по свойствам радиотехнического назначения, таким как: диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, а также по критерию плотности, прочности и теплостойкости.

УДК 621.396

**Синтез и анализ одной цилиндрической линзы, построенной на основе параллельных печатных плат с электрическими малыми рассеивателями** / Ю. Г. Пастернак [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 83-90: ил. - Библиогр.: 14 назв.

Исследована возможность создания однородной цилиндрической линзы на основе последовательно расположенных печатных плат с нанесенной периодической структурой метаматериала. В качестве ячейки периодической структуры метаматериала используется Н-образная структура, расположенная на диэлектрической подложке. На основе проведенного анализа открытых литературных и научно-технических источников рассмотрено влияние размера металлических проводников Н-образной структуры на значения действительной части эффективной диэлектрической проницаемости метаматериала. Показано распределение поля в азимутальной плоскости при нормальном падении линейно-поляризованной плоской волны на поверхность линзы из однородного диэлектрика и метаматериала. Для уточнения величины фокусного расстояния рассмотрены направленные характеристики линзы облучателя с линзой из однородного диэлектрика и метаматериала. Сделаны выводы о величине фокусного расстояния. Исследованы направленные и частотные характеристики линзы из метаматериала при разном повороте облучателя относительно центра линзы, линзы из однородного диэлектрика, а также о схожести и различии направленных и частотных характеристик двух линз, о влиянии поворота облучателя относительно центра линзы на характеристики линзы из метаматериала. Полученные результаты будут полезны при проектировке линзовых антенн на основе последовательно расположенных печатных плат с нанесенной периодической структурой метаматериала.

УДК 621.3.049.77

**Сравнительный анализ программных комплексов для определения механических характеристик РЭС** / А. С. Костюков [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2020. - Т. 16. - № 4. - С. 117-126: ил. - Библиогр.: 17 назв.

Определение надёжности конструкции радиоэлектронных средств (РЭС) является главной задачей в процессе проектирования новых устройств. Благодаря этой операции можно подобрать актуальный материал будущей конструкции, а также определить уязвимые к износу и повреждениям узловые соединения. В связи со всем вышеизложенным наиболее перспективно проводить данные исследования еще на начальных этапах разработки устройства, что позволит значительно сэкономить затраченные на проектирование ресурсы и время. Учитывая все эти цели, актуальным становится вопрос о применении специализированных программ для определения надёжности конструкции радиоаппаратуры. К таким программным продуктам можно отнести Creo, SolidWorks, АСОНИКА, ANSYS и Nastran. Именно об этих программных средах и пойдёт речь. Кратко изложено о каждой из перечисленной выше программ, представлены их основные характеристики, достоинства и недостатки. Данные программные продукты сравниваются между собой по таким показателям, как удобство использования и достоверность полученных данных при проведении прочностного анализа конструкции РЭС. Наглядно показано, в чём эти программы схожи, а чем отличаются. Представлена сравнительная таблица, по которой сделаны актуальные выводы о достоинствах и недостатках той или иной программы и в каких рабочих условиях лучше использовать каждую из вышеописанных программных сред.

УДК 665.12

***Стенников, В.А.***

**Нефтегазовая политика России в современных условиях и ее особенности в Российско-Китайском сотрудничестве в газовой сфере** / В. А. Стенников, В. О. Головщиков, Е. А. Романович // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 122-137: ил. - Библиогр.: 24 назв.

Цель - представить исследования в области формирования и реализации нефтегазовой политики России, имеющей определяющую роль для развития и функционирования энергетики страны, ее энергетической безопасности, а также для наполнения бюджета страны; дать оценку взаимоотношений субъектов на Европейском газовом рынке, который останется важнейшим для России в среднесрочной перспективе, несмотря на риски и угрозы экспортным поставкам газа на этот рынок; рассмотреть роль и место Российской Федерации в экспортных поставках газа в Китай как важных элементов «Восточной газовой политики» России и важной составляющей Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации. На основе анализа и обобщения информации официальных источников, научно-прикладных работ и обзоров, публикуемых в средствах массовой информации, дается обоснование актуальности проблемы и направлений ее решения. Проведенные исследования показали, что нефтегазовый сектор России остается важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса страны и экономики в целом. Стабильные экспортные поставки нефти и газа являются ключевым направлением деятельности нефтегазовой отрасли и во многом способствуют поддержанию энергетической безопасности страны. Отмечается, что в среднесрочной перспективе Россия сохранит не менее 30% газового рынка Европы. Вместе с тем энергетическая политика Евросоюза, антироссийские санкции, превышение предложений газа над спросом вынуждают Россию существенно снижать стоимость экспортируемого газа, чтобы сохранить свой сегмент на газовом рынке Европы. В настоящее время наблюдается процесс активного пространственного развития топливно-энергетического комплекса на Востоке страны, при этом в перспективе сохраняются как «западный», так и «восточный» векторы газовой политики России. Усиливающееся торгово-экономическое и политическое сотрудничество России и Китая в среднесрочной и долгосрочной перспективе приведет к существенному наращиванию энергетического сотрудничества на взаимовыгодных условиях.

УДК 628.984

**Энергоэффективное освещение общественных помещений** / Е. А. Кузнецов [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. - 2021. - № 3. - С. 54-56. - Библиогр.: 7 назв.

Приведено технико-экономическое сопоставление затрат при освещении десяти аудиторий общеобразовательного учреждения светодиодными и люминесцентными светильниками за 10 лет. Главным преимуществом светодиодных источников света является высокий уровень световой отдачи по сравнению с традиционными источниками света. Замена ламп накаливания и газоразрядных ИС на светодиодные ИС может значительно сократить затраты на электроэнергию. В настоящее время светодиодные ИС все больше и больше заменяют традиционные ИС в связи с их высокой энергоэффективностью и безопасностью. Для сравнения были выбраны люминесцентные светильники ЛВО04-4x14-031 и светодиодные светильники ДВО12-45-003 производства ОАО «Ардатовский светотехнический завод» с сопоставимым световым потоком и светораспределением. Число светильников в аудитории площадью 65 м2 выбрано исходя из нормируемой освещенности, равной 500 лк, на горизонтальной рабочей поверхности (0,8 м). Расчет числа светильников, удовлетворяющих всем предъявляемым требованиям к освещению общеобразовательных и высших учебных учреждений, осуществлялся в программе DiaLux 4.13. По предварительным расчетам, освещение светодиодными светильниками позволит снизить расходы на электроэнергию за 10 лет в 2,16 раза по сравнению с люминесцентными светильниками. Максимальные расходы приходятся на покупку новых светодиодных светильников. В основном это связано с большей ценой на светодиодные световые приборы по сравнению с люминесцентными.