

ВЛИЯНИЕ ТОКА ИНДУКТОРА ПРИ АЗОТИРОВАНИИ СТАЛИ Р6М5 НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ

П.А. Палканов, В.А. Кошуро, А.А. Фомин

В работе представлены результаты исследований структуры и микротвердости диффузионного слоя, полученного посредством индукционной химико-термической обработки (ИХТО) при различной величине рабочего тока индуктора. Установлено, что ИХТО при температуре 1000-1100 °С и продолжительности обработки 10 мин обеспечило образование диффузионного слоя толщиной около 200 мкм с высокой микротвердостью 1928-1950 HV1.98.

Ключевые слова: азотирование, химико-термическая обработка, ток индуктора, инструментальная сталь, диффузионный слой, микротвердость

EFFECT OF INDUCTOR CURRENT AS A RESULT OF NITRIDING THE P6M5 STEEL ON THE STRUCTURE AND MICROHARDNESS OF THE DIFFUSION LAYER

P.A. Palkanov, V.A. Koshuro, A.A. Fomin

The paper presents the results of the structure and microhardness of the diffusion layer obtained by induction chemical heat treatment (ICHT) at different frequencies of the inductor current. It is found that ICHT at 1000-1100 °C and the processing time of 10 min facilitated formation of a diffusion layer with the thickness of about 200 μm and high microhardness of 1928-1950 HV1.98.

Keywords: nitriding, chemical heat treatment, inductor current, tool steel, diffusion layer, microhardness

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕНА В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ МАЛОЙ И БОЛЬШОЙ ВМЕСТИМОСТИ

А.Н. Макаров, В.В. Окунева, Ю.М. Павлова

Произведены расчет и анализ технических и технико-экономических характеристик дуговых сталеплавильных печей (ДСП) малой и большой вместимости. Выявлено, что причиной повышенного удельного расхода электроэнергии на расплавление шихты в малотоннажных печах является низкий КПД дуг, который приводит к значительному удельному расходу электроэнергии за плавку, составляющему 700-750 кВт·ч/т, что в 1,9-2 раза больше удельного расхода электроэнергии в современных печах ДСП-120, составляющего 375 кВт·ч/т. При использовании в малотоннажных печах устройств для вспенивания шлака можно повысить средний за плавку КПД печей до значения $\eta_{ДС} = 0,72-0,74$, а удельный расход электроэнергии за плавку снизить до 600-650 кВт·ч/т. Установлено, что в результате меньшего в 3 раза расстояния от дуг до стен в печах ДСП-3 по сравнению с печами ДСП-100 КПД дуг в печах ДСП-3 в период расплавления шихты на 10 % меньше по сравнению с печами ДСП-100.

Ключевые слова: печь, КПД дуг, электрическая дуга, сталь, электропотребление

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEAT TRANSFER IN SMALL AND LARGE CAPACITY ARC STEELMAKING FURNACES

A.N. Makarov, V.V. Okuneva, Yu.M. Pavlova

The paper deals with calculation and analysis of technical and technical-economic characteristics of small and large capacity arc steelmaking furnaces (ASF). It has been found that low efficiency of arcs results in increased specific electricity consumption for melting in low-tonnage furnaces, which leads to significant specific electricity consumption for melting amounting to 700-750 kWh/t, which is 1.9-2 times as large as specific electricity consumption in modern ASF-120 furnaces, amounting to 375 kWh/t. When using slag foaming devices in small capacity furnaces, it is possible to increase the average furnace efficiency for melting up to the value of $\eta_{AV} = 0.72-0.74$, and reduce the specific energy consumption for melting down to 600-650 kWh/t. It was found that as a result of a three times smaller distance between the arcs and walls in ASF-3

furnaces, compared to ASF-100 furnaces, efficiency of the arcs in ASF-3 furnaces during charge melting is 10% lower than in ASF-100 furnaces.

Keywords: furnace, arc efficiency, electric arc, steel, power consumption

МОНИТОРИНГ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Приведены модель и результаты анализа динамических воздействий пляски проводов на элементы воздушных линий электропередачи (ВЛ). Представлены результаты разработки способов и устройств мониторинга колебаний и пляски проводов и грозотросов ВЛ под воздействием экстремальных ветровых и гололедных нагрузок. Рассмотрены вопросы технической реализации способов и устройств мониторинга в составе системы телеметрии гололедно-ветровых нагрузок.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи; пляска проводов; гололедно-ветровая нагрузка; мониторинг

П.А. Кузнецов, С.П. Максимов

MONITORING WINDSTORM IMPACTS ON OVERHEAD POWER LINES

P.A. Kuznetsov, S.P. Maksimov

A model and analysis results of dynamic impacts of wire dancing on the elements of overhead power lines are given. The results of the methods and tools development for monitoring vibrations and swinging of wires and ground wires under the impact of windstorms and ice loads are presented. The issues of technical implementation of the monitoring methods and tools as part of the telemetry system of ice and wind loads are considered.

Keywords: overhead power line; swinging wires; ice and wind loads; monitoring

АНАЛИЗ СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ УТЕЧКИ ЭЛЕГАЗА В КОМПЛЕКТНОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ

А.Г. Сошинов, О.С. Атрашенко, Т.В. Копейкина

Проведен анализ эксплуатационных особенностей работы распределительных устройств с элегазовой изоляцией в плане экологических аспектов утечки элегаза. Приведены требования и нормы по обеспечению безопасной эксплуатации комплектного распределительного устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Произведен анализ систем контроля концентрации элегаза и приборов для проверки герметичности внутри замкнутой системы КРУЭ.

Ключевые слова: система мониторинга, элегаз, комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией, разложение элегаза, контроль концентрации элегаза, герметичность системы

ANALYSIS OF THE SYSTEMS FOR DETECTING SF6 GAS LEAKS IN A GIS

A.G. Soshinov, O.S. Atrashenko, T.V. Kopeykina

Analysis of performance characteristics of gas-insulated substations with gas insulation in terms of environmental issues relating SF6 gas leakage is presented. The requirements and standards needed to ensure safe operation of a GIS are provided. Analysis of the monitoring systems for SF6 gas concentration and de-vices for hydraulic pressure testing inside the closed GIS system was carried out.

Keywords: monitoring system, sulfur hexafluoride, complete switchgear with gas insulation, decomposition of gas, gas concentration monitoring, hydraulic pressure system

ПРАКТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ УСТОЙЧИВОСТИ БЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ КВАЗИПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

В.В. Вахнина, А.А. Кувшинов, А.Н. Черненко, Р.Н. Пудовинников

Обоснован практический критерий нарушения устойчивости блочной электропередачи под воздействием квазипостоянных токов, вызывающих утяжеление исходного установившегося режима за счет увеличения мощности намагничивания силовых

трансформаторов. Определена критическая величина квазипостоянного тока, вызывающего прекращение выдачи реактивной мощности в случае работы блочной электропередачи на шины бесконечной мощности электроэнергетической системы или недопустимое снижение напряжения в случае работы на выделенную нагрузку.

Ключевые слова: турбогенератор, силовой трансформатор, линия электропередачи, квазипостоянный ток

PRACTICAL CRITERION FOR STABILITY OF A UNIT POWER TRANSMISSION AGAINST EFFECTS OF QUASI-DIRECT CURRENTS

V.V. Vakhnina, A.A. Kuvshinov, A.N. Chernenko, R.N. Pudovinnikov

The paper provides rationale for a practical criterion to the loss of unit power transmission stability affected by quasi-direct currents, which cause aggravation in the initial steady state mode as a result of growing magnetizing capacity of power transformers. The authors determined the critical value of the quasi-direct current that facilitates termination of reactive power output in case of unit power transmission to the infinite buses of the power grid or inadmissible voltage decrease in case of operation at pre-installed loading.

Keywords: turbine-type generator, power transformer, power transmission line, quasi-direct current

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕЗАРЯДА КОНДЕНСАТОРОВ МНОГОУРОВНЕВОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Е.Е. Миргородская, М.Е. Мамоньчев, Н.П. Митяшин, Ю.М. Голембиовский, С.Н. Пугачев
Представлена математическая модель процессов перезаряда выходных конденсаторов универсального источника уровней многоуровневого инвертора напряжения, на основании которой предложена инженерная методика предварительного определения параметров элементов силовой схемы.

Ключевые слова: многоуровневые инверторы напряжения, импульсный преобразователь, математическая модель, процесс перезаряда, параметры элементов, полностью управляемые вентили

MATHEMATICAL MODEL FOR RECHARGING MULTILEVEL VOLTAGE INVERTER CAPACITORS

Е.Е. Mirgorodskaya, M.E. Mamonychev, N.P. Mityashin, Yu.M. Golembiovskiy, S.N. Pugachev

The paper presents a mathematical model for recharging processes of output capacitors to the universal source of a multilevel voltage inverter. The model serves as the basis for a proposed engineering technique used in preliminary determination of the parameters of power circuit elements.

Keywords: multilevel voltage inverters, impulse converter, mathematical model, recharge process, parameters of elements, fully controlled switches

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПЕРИОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ Ю.И. Солюянов, А.И. Федотов, А.Р. Ахметшин, В.И. Солюянов

Обоснован расчет электрической мощности жилых и общественных зданий. Установлена существенная разница между фактической и расчетной потребляемыми электрическими мощностями, подтвержденная отчетами электросетевых организаций. Представлены результаты научно-исследовательской работы по актуализации удельных электрических нагрузок, которые были учтены в региональных градостроительных нормах проектирования Республики Татарстан. Для электросетевых компаний экономия заключается в уменьшении потерь холостого хода в силовых трансформаторах за счет перераспределения трансформаторной мощности, снижения «запертой мощности» и экономии инвестиций.

Ключевые слова: резервная электрическая мощность, система электроснабжения, удельная электрическая нагрузка, суточные профили мощности, SARS-CoV-2 (COVID-2019)

ANALYSIS OF ELECTRIC LOADS IN MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL COMPLEXES DURING AN OUTBREAK OF CORONAVIRUS DISEASE

Yu.I. Soluyanov, A.I. Fedotov, A.R. Akhmetshin, V.I. Soluyanov

Electric capacity of residential and public buildings is justified through calculations. A significant difference between the actual and calculated electric capacities, confirmed by the reports of electric grid organizations, has been established. The results of research and development activities related to actualization of specific electric loads, which were taken into account in regional town-planning design standards of the Republic of Tatarstan, are presented. For the power grid companies, the savings are based on the reduction of no-load operation of power transformers through redistribution of transformer capacity, reduction of "locked-in capacity", and investment savings. Keywords: standby electrical power, power supply system, specific electrical load, daily power profiles, SARS-CoV-2 (COVID-2019)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Н.П. Местников, Н.С. Бурянина, Ю.Ф. Королук, П.Ф. Васильев

Исследованы возможности эксплуатации комбинированных электростанций малой мощности на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в целях питания стационарных потребителей Севера. Разработана математическая программа на основе определенных электроэнергетических закономерностей функционирования объектов ВИЭ с учетом внешних параметров северной части Дальнего Востока России. Установлено, что одним из возможных решений электроснабжения отдаленных потребителей Севера является применение ветросолнечной электростанции малой мощности (модель «КЭ-650»), прототип которой спроектирован и разработан на базе лабораторий Института теплоэнергетики Казанского государственного энергетического университета и Физико-технического института Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. С помощью полученных данных натурных испытаний энергоустановки КЭ-650 авторами статьи произведена проверка достоверности расчетов моделирования разработанной математической программой.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, комбинированная электростанция, методика, моделирование, математическая программа, Север, Дальний Восток

RESEARCHING THE OPERATION OF COMBINED POWER SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE FAR EAST OF RUSSIA

N.P. Mestnikov, N.S. Buryanina, Yu.F. Korolyuk, P.F. Vasiliev

The authors present the possibilities of operating small capacity combined power plants based on renewable energy sources (RES) to power stationary consumers residing in the North. The designed mathematical program is based on certain power supply laws of operating RES facilities with regard to external parameters of the northern part of the Russian Far East. It was found that one of the solutions to power supply the remote consumers of the North is the use of small capacity wind-solar power plants (model "KE-650"), the prototype of which was designed and developed in the laboratories of the Institute of Thermal Power Engineering at Kazan State Power University and Physical Engineering Institute of North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. The authors of the article tested reliability of simulation calculations using the developed mathematical program with the help of the data of full-scale tests of the power unit KE-650.

Keywords: renewable energy sources, hybrid energy, energy efficiency techniques, modelling, mathematical programme, North, the Far East

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-ОПТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СВЕРХСИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

А.А. Захаров, В.В. Матюшкин

Рассмотрены возможности применения магнитооптических эффектов для измерения сверхсильных магнитных полей. Определены условия настройки магнитных фокусирующих систем на основе использования зависимости угла поворота плоскости поляризации от направления магнитного поля. Проведен анализ магнитооптических датчиков с целью их применения для настройки МПФС. Проведен анализ зависимости постоянной Верде для различных сред и способов ее увеличения.

Ключевые слова: магнитооптические датчики, эффект Фарадея, магнитное поле, магнитооптические материалы, способы увеличения постоянной Верде

APPLICATION OF MAGNETO-OPTIC EFFECTS FOR MEASURING SUPERSTRONG MAGNETIC FIELDS

A.A. Zakharov, V.V. Matyushkin

Possibilities of application of magneto-optic effects to measure super-strong magnetic fields are considered. The conditions for adjustment of magnetic focusing systems are determined based on the use of dependence of the rotation angle of the polarization plane on the direction of the magnetic field. Analysis of magneto-optic transducers was aimed to find out their application for MPFS adjustment. Analysis of the Verde constant dependence for different media and ways of its increase has been carried out.

Keywords: magneto-optic transducers, the Faraday effect, magnetic field, magneto-optic materials, methods for increasing the Verde constant

ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ И ИМПУЛЬСОВ ТОКА ПРИ ДЕФОРМАЦИИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

В.И. Сташенко, О.А. Троицкий

Экспериментально установлено, что применение СВЧ-излучения и импульсов тока ведет к дополнительному росту пластической деформации нержавеющей стали в процессах ее активной деформации и релаксации механических напряжений.

Ключевые слова: СВЧ-излучение, импульсы тока, нержавеющая сталь, деформация, разупрочнение

MICROWAVE APPLICATIONS: RADIATION AND CURRENT PULSES AT DEFORMATION OF STAINLESS STEEL

V.I. Stashenko, O.A. Troitsky

The experiment showed that the use of microwave radiation and current pulses leads to an additional increase in plastic deformation of the stainless steel in the process of its active deformation and relaxation of mechanical stresses.

Keywords: microwave radiation, current pulses, stainless steel, deformation, softening

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОПРОЗРАЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Н.Н. Родионов

Рассмотрены результаты климатических испытаний композиционного диэлектрика, установлено снижение прочности и изменение цвета материала от светло-коричневого до белого, сделано предположение о влиянии процессов в технологическом замасливателе на границе раздела компонентов диэлектрика. Проведены испытания при воздействии искусственного солнечного излучения, установлено появления окислительных процессов, не снижающих прочность диэлектрика.

Ключевые слова: радиопрозрачное укрытие, диэлектрический композиционный материал, искусственные климатические испытания, солнечная радиация, физико-механические и диэлектрические характеристики

INFLUENCE OF SOLAR RADIATION ON THE CHARACTERISTICS OF RADIO-TRANSPARENT COMPOSITE MATERIALS

N.N. Rodionov

The results of environmental tests of a composite dielectrics are considered. A decrease in the strength, and a change in the color of the material from light brown to white has been established. An assumption is made relating the influence of processes in the technological oiling agent at the interface of dielectric components. The tests were carried out under the influence of artificial solar radiation, appearance of oxidative processes that do not reduce the strength of dielectrics is determined. .

Keywords: radio-transparent shelter, dielectric composite material, artificial environmental tests, solar radiation, physical-mechanical and dielectric characteristics