



Министерство образования и науки
Российской Федерации

Каталог экспозиции
Exhibition catalog

**Новые технологии в
электроэнергетике.
Базовые технологии силовой
электротехники**

**New technologies in the power
sector.
Basic technologies of power
electrical engineering**

Serbia
2015 г.

Оглавление / Table of content

ОГЛАВЛЕНИЕ / TABLE OF CONTENT	2
ВСЕСЕЗОННАЯ ГИБРИДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ЛАГОВ П.Б., НИТУ МИСИС	6
ALL-SEASON HYBRID VERTICAL POWER PLANT LAGOV P.B. «MISIS»	7
ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МАНЕВРЕННОСТИ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ БОРИСОВА Е.В., КАНД. ТЕХН. НАУК ОАО «ИНСТИТУТ «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»	8
IMPROVED MANEUVERABILITY SYSTEM FOR HIGH PRESSURE COMBINED-CYCLE POWER PLANTS, USING A HYDROGEN-OXYGEN STEAM GENERATORS AND OTHER EQUIPMENT BORISOVA E.V., PH.D. IN ENGINEERING SCIENCE JSC ENERGOSETPROYEKT INSTITUTE .9	
НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЙ ТЕРМОСТОЙКИЙ ПРОВОДНИКОВЫЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ АЦР1Е С ДОБАВКОЙ ЦИРКОНИЯ БЕЛОВ Н.А., АЛАБИН А.Н., ПРОХОРОВ А.Ю. НИТУ «МИСИС»	10
LOW-DOPED HEAT-RESISTANT ALUMINUM WIRE ALLOY ATSR1E WITH ZIRCONIUM ADDITION BELOV NA, ALABIN AN, PROKHOROV AY MUST «MISIS»	11
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ; ДИАГНОСТИКА ГЕНЕРАТОРНЫХ И ДРУГИХ ЭКРАНИРОВАННЫХ ТОКОПРОВОДОВ С ВОЗДУШНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, А ТАКЖЕ ПОФАЗНО ИЗОЛИРОВАННЫХ ТОКОПРОВОДОВ С ЛИТОЙ (ЭПОКСИДНОЙ) ИЗОЛЯЦИЕЙ НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДОЛИН А.П. ООО НТЦ «ЭДС»	12
NEW TECHNICAL SOLUTIONS AND METHODS AND MAINTENANCE WORK ON THE DIAGNOSIS AND ASSESSMENT OF RESIDUAL LIFE OF ELECTRICAL EQUIPMENT; OPERATION AND MAINTENANCE OF TRANSFORMERS WITH A LONG SERVICE LIFE DOLIN A.P. OPEN COMPANY OF STC «EDS»	12
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧАСТОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ШАПИРО В.И. ЗАО НПК «ДЕЛЬФИН-ИНФОРМАТИКА»	13

THE IMPROVING OF MANEUVERABILITY OF COMBINED-CYCLE POWER PLANTS THROUGH THE USE OF HYDROGEN-OXYGEN STEAM GENERATORS SHAPIRO V.I. JSC NPC «DELFIN INFORMATICA»14

НАНОСТРУКТУРНЫЙ ФЕРРОМАГНИТНЫЙ МИКРОПРОВОД. ХАНДОГИНА Е.Н., ВЛАДИМИРОВ Д.Н., УСТИМЕНКО Л.Г. ОАО «ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СПЕЦИАЛЬНЫХ РАДИОМАТЕРИАЛОВ (ЦКБ РМ)», МОСКВА.....15

NANOMATERIALS AS BASIS FOR HIGH-EFFICIENT ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBERS HANDOGINA E.N., VLADIMIROV D.N., USTIMENKO L.G. OAS "CENTRAL DESIGN OFFICE OF SPECIAL RADIO MATERIALS"17

НОВЫЙ КЛАСС ОБЪЕМНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С НАНО- И СУБМИКРОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ПРОХОРОВ В.М., ТРОШЧИЕВ С.Ю., ПИВОВАРОВ Г.И., МОРОЗОВА К.О. ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»18

A NEW CLASS OF BULK THERMOELECTRIC MATERIALS WITH NANO- AND SUBMICRON STRUCTURE ELEMENTS FOR THERMOELECTRIC MODULES PROKHOROV V.M., TROSHCHIEV S.YU., PIVOVAROV G.I., MOROZOVA K.O. FEDERAL PUBLIC BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION "INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF SUPERSOLID AND NEW CARBON MATERIALS"19

ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С ВОДОРОДОМ ГРОМОВ С.В., ДОЦЕНТ, К.Т.Н. НИТУ «МИСИС»20

SOFTWARE-COMPUTING SYSTEM FOR SIMULATION OF HYDROGEN ADSORPTION ON CARBON NANOTUBES WITH DIFFERENT CHIRALITY PARAMETERS SERGEY GROMOV MUST "MISIS"21

СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ" ПЕРШИНА Н. Ф. ЗАО НПО ТЕХНОСЕРВИС-ЭЛЕКТРО, МОСКВА.....22

MONITORING SYSTEM FOR POWER EQUIPMENT PERSHINA N. F. JSC NPO TEKHNOSERVICE-ELEKTRO, MOSCOW.....23

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ПАВ-ТЕХНОЛОГИИ М.В.ЛУКИН,

А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"	24
IMPROVING THE EFFICIENCY AND RELIABILITY HEAT-POWER EQUIPMENT AND HEAT NETWORKS OF DISTRICT HEATING SYSTEMS ON BASIS OF THE INTRODUCTION OF SAS (SURFACE-ACTIVE SUBSTANCE) TECHNOLOGY M.V. LUKIN, A.V. RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE"	24
СОЗДАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ТЭК М.В.ЛУКИН, А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"	24
CREATING HEAT-INSULATING COATINGS FOR POWER ENGINEERING AND ENERGY SECTOR M.V. LUKIN, A.V. RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE"	25
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУПЕРАЦИИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ М.В.ЛУКИН, А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"	25
ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF RECOVERY OF EXCESS PRESSURE IN HEAT AND WATER SUPPLY SYSTEMS TO ELECTRICITY M.V. LUKIN, A.V. RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE"	25
ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЭС НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН М.В.ЛУКИН, А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"	26
TECHNOLOGY OF INCREASE OF THE EFFICIENCY OF POWER UNITS BASED ON THE MODIFICATION OF THE FUNCTIONAL SURFACES OF THE CONDENSERS OF STEAM TURBINES M.V. LUKIN, A.V. RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE"	26
ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ТЭК ОТ КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ М.В.ЛУКИН, А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"	26

PROTECTION OF EQUIPMENT OF THE ENERGY SECTOR FROM WATER DROPLET EROSION
M.V. LUKIN, A.V. RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY
"MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE"27

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ,
РЕСУРСА И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НЕФТЕПРОВОДОВ, ТЕПЛОВЫХ
СЕТЕЙ И ВОДОПРОВОДОВ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ М.В.ЛУКИН, А.В.РЫЖЕНКОВ, С.И.ПОГОРЕЛОВ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ"27

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF INCREASE OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF THE
RESOURCE AND DURABILITY OF FITTINGS OF OIL PIPELINES, HEATING SYSTEMS AND
WATER PIPES, ELECTRIC POWER STATIONS AND INDUSTRIAL PLANTS M.V. LUKIN, A.V.
RYZHENKOV, S.I. POGORELOV NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MOSCOW POWER
ENGINEERING INSTITUTE"27

РУЛОННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ СЛЕПЦОВ В.В., МАИ28

ROLL SAVING-ENERGY TECHNOLOGIES OF SYNTHESIS OF FUNCTIONAL
NANOSTRUCTURED COATINGS V.V. SLEPTSOV, MAI, MOSCOW29

ВСЕСЕЗОННАЯ ГИБРИДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

**Лагов П.Б.,
НИТУ МИСиС**

Изобретение относится к области гелио- и ветроэнергетики и может быть использовано для преобразования ветровой и солнечной энергии в электрическую для обеспечения электроэнергией автономных потребителей различной мощности и назначения.

В изобретении достигается технический результат, заключающийся в повышении мощности гибридной ветроэнергетической установки и увеличении вырабатываемой электроэнергии за счет использования ветровой и солнечной энергии всесезонно при переменных погодных условиях.

Указанный технический результат достигается следующим образом.

Всесезонная гибридная энергетическая вертикальная установка, состоящая из установленного с возможностью вращения вертикального вала, выполненного в виде цилиндрической трубы, охватывающей неподвижную полую ось, закрепленную на основании.

На вертикальном валу соосно между двумя защитными куполами, покрытыми препятствующим обледенению слоем, закреплены ротор Савониуса и ротор Дарье, каждый из которых содержит, по крайней мере, две лопасти.

Ротор Савониуса установлен внутри ротора Дарье. Лопасти ротора Дарье выполнены в виде скрученных полос, покрытых препятствующим обледенению слоем. На всей поверхности лопастей ротора Савониуса, выполненных в виде скрученных пластин, с двух сторон закреплены фотоэлектрические преобразователи. Выходы фотоэлектрических преобразователей соединены с силовым входом устройства управления.

На вертикальном валу закреплен датчик скорости вращения вала, выход которого соединен с сигнальным входом устройства управления. Первый силовой выход устройства управления соединен через первый ключ со входом бесколлекторного двигателя постоянного тока. А второй силовой выход устройства управления соединен через второй ключ со входом индукционного передатчика энергии.

Выход индукционного передатчика энергии соединен через контроллер заряда с первым входом накопителя электрической энергии. Второй вход накопителя соединен через контроллер заряда с выходом электромагнитного генератора, расположенного в нижней части вертикального вала.

При этом защитные купола выполнены в виде полусферической конструкции.

Кроме того, препятствующий обледенению слой выполнен из квазикристаллов AlCuFe.

В частом случае лопасти ротора Дарье могут быть выполнены в виде прямоугольных скрученных полос из алюминиевого сплава.

В свою очередь, лопасти ротора Савониуса выполнены в виде прямоугольных скрученных пластин из армированного композиционного материала.

Также лопасти ротора Савониуса могут быть выполнены в виде прямоугольных скрученных пластин из алюминиевого сплава.

В отдельных частных случаях фотоэлектрические преобразователи выполнены гибкими аморфными.

Кроме того, фотоэлектрические преобразователи выполнены в виде множества монокристаллических прямоугольных многокаскадных гетероструктурных элементов на основе полупроводниковых соединений.

При этом бесколлекторный двигатель постоянного тока, расположен над электромагнитным генератором, выполнен в виде цилиндрической конструкции. Бесколлекторный двигатель постоянного тока содержит статор на постоянных магнитах, закрепленный на неподвижной полой оси, а также ротор, прикрепленный к вертикальному валу.

Наряду с этим индукционный передатчик энергии, расположен под электромагнитным генератором. Индукционный передатчик энергии содержит расположенные на вертикальном валу преобразователь постоянного напряжения в переменное и катушку индуктивности, обвивающую передающее проводящее кольцо, а также расположенные на неподвижной полой оси принимающее проводящее кольцо, обвитое катушкой индуктивности, и преобразователь переменного напряжения в постоянное.

В свою очередь, электромагнитный генератор, содержит нижний и верхний роторы, статор, магнитный подвес верхнего ротора в виде кольцевых магнитов.

Всесезонная гибридная энергетическая вертикальная установка дополнительно содержит солнечные коллекторы, установленные по периметру энергетической установки с возможностью изменения их угла наклона, оптически соединенные с фотоэлектрическими преобразователями.

В частном случае солнечные коллекторы выполнены в виде концентраторов вогнутой формы.

ALL-SEASON HYBRID VERTICAL POWER PLANT

Lagov P.B.
«MISIS»

Field of the Invention. This invention relates to solar and wind power industry and can be used for the conversion of wind and solar energy to electricity for supplying independent consumers of various types and power requirements.

Disclosure of the Invention. The technical result achieved by the invention is increasing the power of the hybrid wind power plant and raising the power output by using wind and solar energy on a year-round basis in variable weather conditions.

Said technical result is achieved as follows.

The all-season hybrid vertical power plant comprises a vertical shaft in the form of a cylindrical pipe capable of rotation and encompassing a steady hollowed axis mounted on the support.

On said vertical shaft, between two protective domes coated with an anti-icing layer, a Savonius rotor and a Darreus rotor are mounted each comprising at least two blades.

Said Savonius rotor is mounted inside said Darreus rotor. The blades of said Darreus rotor are in the form of twisted bands coated with an anti-icing layer. The entire surface of Savonius rotor blades in the form of twisted plates has photoelectric cells at two sides. The outputs of said photoelectric cells are connected to the power input of a control unit.

A shaft rotation speed gage is mounted on said vertical shaft, the gage output being connected to the control input of said control unit. The first power output of said control

unit is connected via the first switch to the input of a direct current brushless motor. The second power output of said control unit is connected via the second switch to the input of an inductive power transmitter.

The output of said inductive power transmitter is connected via a charge controller to the output of an electromagnetic generator installed in the bottom section of the vertical shaft.

The protective domes are made in the form of a hemispherical structure.

In addition, preventing the icing layer is made of AlCuFe quasicrystals.

In the frequent case of Darrieus rotor blades may be formed in rectangular twisted strips of aluminum alloy. In turn, the blade Savonius rotor formed in rectangular twisted plates of reinforced composite material. Also blade Savonius rotor may be formed in rectangular twisted plate from an aluminum alloy. In some particular cases, photovoltaic cells are flexible amorphous. Furthermore, photoelectric converters formed as a plurality of rectangular single crystal heterostructure multistage elements based on semiconductor compounds. In this brushless DC motor, is located above the electromagnetic generator is formed as a cylindrical structure. Brushless DC motor comprises a stator with permanent magnets mounted on a stationary hollow axle, and a rotor attached to a vertical shaft.

Along with that the induction energy transmitter is located beneath an electromagnetic generator. Induction power transmitter comprises a vertical shaft located on the converter DC to AC, the inductor, entwined transmitting conductive ring, as well as located on the fixed hollow spindle receiving conductive ring wrapped up an inductor and an AC to DC.

In turn, the electromagnetic generator comprises a lower and an upper rotor, stator, magnetic suspension of the top rotor in the form of ring magnets. All-season hybrid power plant further comprises a vertical solar collectors installed around the perimeter of the power plant with the ability to change their angle, optically coupled to photovoltaic cells. In the particular case of solar collectors are designed as hubs of the concave shape.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МАНЕВРЕННОСТИ ПАРОВОЗОВЫХ УСТАНОВОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

**Борисова Е.В., канд. техн. Наук
ОАО «Институт «Энергосетьпроект»**

Надежность электроснабжения потребителя прямо зависит от маневренности энергосистемы: наличия резерва мощности и возможного темпа его мобилизации. Показателем, интегрально характеризующим маневренность, можно считать точность поддержания частоты в энергосистеме.

Большую часть мощностей ЕЭС России в настоящее время составляет паросиловое оборудование, обеспечивающее быстрое регулирование частоты. Но в последние годы оно последовательно вытесняется более экономичными паровозовыми установками (ПГУ), характеризующимися, однако, меньшей скоростью изменения генерируемой мощности.

На крупных электростанциях России строятся современные и экономичные ПГУ в составе одной газовой турбины (ГТ), одного котла-утилизатора трех давлений, одной паровой турбины (ПТ). Суммарная мощность турбин энергоблока составляет порядка 420 МВт с КПД, достигающим 58%.

Разработанные Системным Оператором Единой Энергетической Системы (ОАО СО ЕЭС) стандарты по регулированию частоты в энергосистеме для ПГУ, учитывают более низкую их маневренность по сравнению с паросиловыми установками (ПСУ). Темп изменения мощности при регулировании для ПСУ – 5% номинальной мощности за 15с, а для ПГУ - 5% за 30с, что подтверждает возможность, ухудшения точности поддержания частоты по мере вытеснения паросиловых установок (ПСУ) ПГУ.

Различие в скорости изменения мощности ПГУ и ПСУ заложено в технологии ПГУ, а именно, паровая турбина, вырабатывающая примерно треть общей мощности ПГУ, следует за газовой с инерционностью котла-утилизатора (КУ). Режим ее работы с полным открытием регулирующих клапанов исключает возможность форсированного увеличения нагрузки.

Пассивность ПТ при регулировании частоты не только ограничивает скорость изменения мощности ПГУ, но и приводит к динамическому перераспределению мощности между турбинами с перерегулированием ГТ, что вынуждает держать запас мощности порядка 13% вместо нормативного значения 10%, то есть, постоянно работать на меньшей нагрузке и в менее экономичном режиме.

Для решения проблемы предложена система с применением трех водородно-кислородных парогенераторов (ВКП) мощностью по 25 МВт (т) (источников пара) и дополнительного оборудования: парового компрессора, вспомогательной паровой турбины и устройств впрыска воды. Дополнительное оборудование используется для согласования параметров пара, вырабатываемого ВКП с параметрами пара на входе цилиндров высокого и среднего давления паровой турбины ПГУ.

Дополнительная мощность, вырабатываемая паром с выхода компрессора, составляет 7,63 МВт; с выхода вспомогательной турбины, 3,51 МВт, а общая мощность достигает 11,14 МВт.

Таким образом, применение ВКП с указанным выше дополнительным оборудованием обеспечивает скорость увеличения мощности наиболее экономичных ПГУ на уровне, лучше, чем требуется стандартом ОАО СО ЕЭС для паросилового оборудования. Кроме того, быстрый набор мощности паровой турбины исключает перерегулирование газовой турбины ПГУ, что избавляет от необходимости поддержания излишнего запаса мощности энергоблока и повышает экономичность ТЭС.

IMPROVED MANEUVERABILITY SYSTEM FOR HIGH PRESSURE COMBINED-CYCLE POWER PLANTS, USING A HYDROGEN-OXYGEN STEAM GENERATORS AND OTHER EQUIPMENT

**Borisova E.V., Ph.D. in Engineering Science
JSC Energosetproyekt Institute**

Reliability of power supply for consumers is directly dependent on the maneuverability of the power system: the availability of reserve capacity and the possible pace of its mobilization. Accuracy of frequency regulation in power system can be considered as an indicator, integrally characterizing maneuverability.

Most of the capacity of UPS of Russia is currently steam-powered equipment, which provides fast frequency regulation. However, recently it is consistently replaced by more

efficient combined-cycle power plants (CCPs), characterized, however, by a lower change rate of generating power.

Nowadays, in the case of large power plant in Russia, it usually consists of modern and efficient CCP units, consisting of one gas turbine (GT), one heat recovery three pressures boiler and one steam turbine (ST). The total power of the turbine units is approximately 420 MW, with efficiency up to 58%.

Developed by the System Operator of the United Power System, Joint-stock Company (SO UPS, JSC) standards of frequency control in power system for CCPs, take into account their lower maneuverability compared to steam power plants (SPPs). The change rate of power adjustment for SPP – 5% of nominal power for 15s, and for CCP - 5% for 30s, which confirms the possibility of deterioration of frequency adjustment precision, following replacement of SPPs by CCPs.

The difference in power change rate of CCPs and SPPs is based upon the technology of CCP: a steam turbine that produces about a one third of the total power CCP, followed by gas turbine with a sluggishness of heat-recovery boiler (HRB). Its operation mode with full opening of control valves, eliminates the possibility of forced load increase.

Passivity of ST in the case of frequency regulation not only restricts the change rate of capacity of the CCP, but also leads to dynamic power redistribution between the turbines with GT overshoot, forcing to keep a reserve power of about 13% instead of the standard value of 10%, that also means constant work in lower load regime and in less cost-effective mode.

To solve this problem was created a system combining three of the hydrogen-oxygen steam generators (HOSGs) with a capacity of 25 MW (t) (the sources of steam) and additional equipment: steam compressor, steam turbine and auxiliary water injection devices. Additional equipment is used to adjust parameters of the steam generated by the HOSG according to the steam parameters at the inlet of the of high and medium pressure steam turbine cylinders of CCP.

The extra power produced by the steam from the outlet of the compressor, is 7,63 MW; output from the auxiliary turbine, 3,51 MW and the total capacity reaches 11,14 MW.

Thus, the usage of HOSG, with additional equipment mentioned earlier, boosts the speed of capacity increase for the most economical types of CCPs, to a higher level than required by the standards of SO UPS, JSC for steam power equipment. In addition, a quick power increase of the steam turbine eliminates the overshoot of the CCP gas turbine, which eliminates the need to maintain redundant power headroom of the unit and increases the efficiency of thermal power plants.

НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЙ ТЕРМОСТОЙКИЙ ПРОВОДНИКОВЫЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ АЦР1Е С ДОБАВКОЙ ЦИРКОНИЯ

**Белов Н.А., Алабин А.Н., Прохоров А.Ю.
НИТУ «МИСиС»**

Низколегированный термостойкий проводниковый алюминиевый сплав
Предназначен для получения проволоки. Рекомендуется для изготовления нового поколения жаропрочных кабелей, в том числе высоковольтных линий .

Рекомендуется для изготовления термостойких проводов нового поколения, в том числе для неизолированных алюминиевых проводов высоковольтных воздушных ЛЭП, а также бортовых проводов, применяемых в транспорте, как альтернатива меди

Основные преимущества сплава:

Повышение пропускной способности высоковольтных ЛЭП за счет возможности повышения рабочих температур.

Сочетание высокой электропроводности и достаточной прочности, сохраняющейся после нагревов вплоть до 250-300 °С.

Возможность получения тонкой термостойкой проволоки вплоть до диаметра 100 мкм .

Возможность эксплуатации линии электропередач в регионах со сложными климатическими условиями.

Патент РФ № 2441090, публ. 27.01.2012, бюл. №3

LOW-DOPED HEAT-RESISTANT ALUMINUM WIRE ALLOY ATSR1E WITH ZIRCONIUM ADDITION

**Belov NA, Alabin AN, Prokhorov AY
NUST «MISIS»**

Designed to produce wire. Recommended for manufacturing new generation of heat-resistant cables, including the high-voltage overhead transmission lines.

It is recommended for the manufacture of a new generation of heat-resistant wires, including bare aluminum wires of high-voltage overhead lines and bead wires used in the truck as an alternative to copper.

The main advantages of the alloy:

1. Improving the capacity of high-voltage power transmission lines due to the possibility of increasing the operating temperature.
2. The combination of high conductivity and sufficient strength continued after heating up to 250-300 ° C.
3. The possibility of obtaining a fine wire of heat-resistant up to a diameter of 100 microns.

The ability to operate power lines in regions with severe climatic conditions.

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ С
ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ;
ДИАГНОСТИКА ГЕНЕРАТОРНЫХ И ДРУГИХ ЭКРАНИРОВАННЫХ
ТОКОПРОВОДОВ С ВОЗДУШНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, А ТАКЖЕ ПОФАЗНО
ИЗОЛИРОВАННЫХ ТОКОПРОВОДОВ С ЛИТОЙ (ЭПОКСИДНОЙ) ИЗОЛЯЦИЕЙ
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

**Долин А.П.
ООО НТЦ «ЭДС»**

ООО Научно-технический центр «Электроинжиниринг, Диагностика и Сервис» (ООО НТЦ «ЭДС») успешно развивает наукоемкие направления производственной деятельности, разрабатывая и внедряя новые технические решения и методики, а также выполняет сервисные работы по диагностике и оценке остаточного ресурса электротехнического оборудования в РФ и за рубежом. По заказу ведущих предприятий, разрабатывает стандарты и методики по контролю технического состояния электрооборудования, а также в области охраны труда, пожарной и промышленной безопасности в электроэнергетике.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Комплексные диагностические обследования силовых и измерительных трансформаторов

Техническое освидетельствование и технический аудит электрооборудования ПС и ВЛ

Измерение и локация ЧР в экранированных токопроводах, трансформаторах, генераторах, КРУЭ и др.

Тепловизионное обследование ЭС, ПС, ВЛ

Жесткая ошиновка ОРУ и ЗРУ 35 – 750 кВ: расчет, испытания, изготовление демпфирующих устройств для подавления ветровых резонансов, поставка современных узлов крепления

Приборы и новые технологии для диагностики и ремонта электрооборудования

Программные продукты (расчет гибкой и жесткой ошиновки, ВЛ, экранированных токопроводов, САПР цепей вторичной коммутации и др.).

Проведение расчетов ВЛ, токопроводов, ошиновки РУ в рабочих режимах и при КЗ

Разработка нормативно-технических документов

**NEW TECHNICAL SOLUTIONS AND METHODS AND MAINTENANCE WORK ON
THE DIAGNOSIS AND ASSESSMENT OF RESIDUAL LIFE OF ELECTRICAL
EQUIPMENT; OPERATION AND MAINTENANCE OF TRANSFORMERS WITH A
LONG SERVICE LIFE**

**Dolin A.P.
OPEN COMPANY OF STC «EDS»**

LTD Scientist technical center "Electroengineering Diagnostic and Service" (LTD STC «EDS») successfully developing high-tech fields of activity, developing and introducing new technical solutions and methods, as well as perform maintenance work on the diagnosis

and assessment of residual life of electrical equipment in Russia and abroad. By request of the leading companies, develops standards and methodology for monitoring the technical condition of electrical equipment, as well as in the field of occupational safety and health, fire and industrial safety in the electricity industry.

PRINCIPAL ACTIVITIES

- Complex diagnostic inspection of power and instrument transformers.
- Technical certification and technical audit of electrical substations and overhead lines.
- Measurement and location of partial discharges in shielded conductors, transformers, generators, KRUE, etc.
- Thermal imaging survey ES, SS, HVL.
- Rigid busbar indoor and open switchgears and 35 kV - 750 kV: calculation, testing, manufacturing damping device for suppressing wind resonance, supply of modern knot of fastening.
- Devices and new technologies for the diagnosis and repair of electrical equipment
- Software (calculation of flexible and rigid bus, overhead lines, shielded conductors, CAD chain the secondary commutation and others.).
- Performing calculations of overhead conductors, busbar switchgear in operating conditions and under short circuit.
- Development of regulatory and technical documents.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧАСТОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Шапиро В.И.

ЗАО НПК «Дельфин-Информатика»

Вновь вводимые энергоблоки с газовым топливом строятся на базе наиболее экономичных паро-газовых установок (ПГУ). Недостатком ПГУ является немонотонная реакция на требование изменения мощности. Генерируемая мощность паровой турбины (ПТ) следует за мощностью газовой турбины (ГТ) с инерционностью котла-утилизатора.

Опыты на ПГУ с двумя газовыми и одной паровой турбиной общей мощностью 450 МВт показывают, что нагрузка ГТ за 1 мин. переходного процесса изменяется на 6%, а нагрузка ПТ – только на 2,2%. Далее нагрузка ПТ медленно возрастает, и регулятор мощности ПГУ разгружает ГТ. Таким образом, в начале переходного процесса большую часть задания обеспечивают ГТ, работающие с перерегулированием. Это создает трудности в использовании потенциала ПГУ, заставляя поддерживать на ГТ (и на блоке в целом) большой запас мощности и тем самым снижая экономическую эффективность энергоблока.

Указанное ограничение маневренности ПГУ может быть снято путем использования дополнительных практически безынерционных источников пара на начальной стадии переходного процесса. В качестве такого источника наша организация предложила использовать водородно-кислородные парогенераторы (ВКП), производящие пар нужных параметров за счет сжигания водорода в кислороде при стехиометрическом составе топливно-окислительной смеси.

Специалисты ОИВТ РАН разработали и испытали несколько экспериментальных ВКП тепловой мощностью до 25 МВт. Получены опытные данные о их динамических характеристиках. ВКП обеспечивают быстрый пуск с выходом на номинальный режим менее чем за 10 с. Температура пара безынерционно регулируется впрыском воды, а давление достигает 7,6 МПа, что несколько превосходит давление в паропроводе перед ПТ. Включение одного ВКП обеспечивает прирост нагрузки ПТ номинальной мощностью 150 МВт на 5,5 %. При требовании энергосистемы увеличения мощности ПГУ применение одного или двух ВКП позволяет практически синхронизировать изменение мощности газовых и паровой турбин, избежав перерегулирования.

Важным свойством ВКП являются его малые массогабаритные размеры: удельный объем установки менее 10^{-3} м³/МВт.

Капитальные затраты определяются, в основном, стоимостью электролизеров и емкостей для хранения H₂ и O₂. Поскольку требования в использовании ВКП не превышают нескольких минут в сутки, общие затраты оцениваются не более, чем в 200 дол/кВт.

Важной проблемой интеграции ВКП с паровыми турбинами является невозможность достичь полного окисления водорода в камере сгорания. Это значит, что пар, подаваемый в турбину, всегда будет содержать некоторое количество непроореагировавших газов H₂ и O₂ (0,1-0,2 % по объему). Процент этот невелик и неопасен в потоке пара. В то же время, в местах конденсации пара (в регенеративных подогревателях) газы могут накапливаться, создавая взрывоопасную смесь. Однако, в технологической схеме ПТ ПГУ регенеративные подогреватели не предусмотрены. Накопления опасной концентрации газов в конденсаторе турбины не следует ожидать благодаря постоянной работе эжекторов отсоса паро-воздушной смеси. Не следует также опасаться накопления газов и в сетевых подогревателях теплофикационных ПТ ПГУ, которые могут работать при разрежении и, в связи с этим, оборудованы линиями отвода паро-воздушной смеси в конденсатор.

THE IMPROVING OF MANEUVERABILITY OF COMBINED-CYCLE POWER PLANTS THROUGH THE USE OF HYDROGEN-OXYGEN STEAM GENERATORS

**Shapiro V.I.
JSC NPC «Delfin Informatica»**

The majority of novel gas-fired power units are based on the most economical combined (gas-steam) cycle power plants (CCPs). The disadvantage of CCPs is the non-monotonic response to the request of changing its power output. The generated power output of steam turbine (ST) follows power output of gas turbine (GT) with lag of the heat-recovery boiler.

Experiments with 450-MW CCP with one steam turbine and two gas turbines show that GT load changes by 6% for the 1 min. of the transient and ST load changes only by 2.2%. After that, the ST load slowly increases, and the power controller unloads GT with the same rate. Thus, initially in the transient, the GTs, operating with overshooting, work out almost entire change in the load setpoint. This circumstance introduce difficulties in using the CCP potential due to the need of keeping a larger power margin in the GT (and in the power unit as whole), which significantly lowers the economic efficiency of CCP.

The constraint of maneuvering capability can be removed by using additional almost inertia-free sources of steam at the initial stage of the transient. Hydrogen-oxygen steam generators, producing steam with required parameters by firing hydrogen in oxygen with stoichiometric composition of the fuel can serve as such sources.

Specialists of the Joint Institute of High Temperatures, Russian Academy of Sciences (OIVT RAN) have developed a few experimental HOSGs with thermal capacity up to 25 MW. Experimental data on the dynamic characteristics of HOSGs have been obtained.

The important property of HOSGs is the possibility of quick start with reaching the nominal mode of operation in less than 10 s. The steam temperature is inertia-free regulated by the amount of injected ballasting water. The pressure reaches 7.6 MPa, which is several times more, than pressure in steam line before ST.

The switching of one HOSG into operation provides 5.5% increase in load for 150-MW steam turbine. Therefore, during system request of changing power output of CCP, the use of one or two HOSGs allows synchronizing of changes of power output of gas and steam turbines without overshooting.

Moreover, HOSG has a very light weight and small size: the specific volume of the installation is less than $10^{-3} \text{ m}^3 / \text{MW}$.

Electrolyzers and storage systems of H_2 and O_2 account for more than 60% of the outlays. Since HOSGs have to operate only for a few minutes a day, the overall outlays are estimated as \$200/kW.

When HOSG is integrated with steam turbines, it is impossible to obtain full oxidation of hydrogen in the combustion chamber. This means that steam admitted into the turbine will always contain some quantity of nonreacted H_2 and O_2 (0.1 – 0.2 vol %). Such content of gases in steam flow is low and therefore poses no hazard. However, gases can accumulate at steam condensation locations (in regenerative heaters), thus creating an explosive mixture. On the other hand, accumulation of dangerous concentrations of gases in the turbine condenser should not be expected due to the constant operation of the ejectors for removing a steam-air mixture. Accumulation of gases is also unlikely in the delivery-water heaters, which can operate at underpressure and therefore are furnished with lines for removing a steam-water mixture to the condenser.

НАНОСТРУКТУРНЫЙ ФЕРРОМАГНИТНЫЙ МИКРОПРОВОД.

Хандогина Е.Н., Владимиров Д.Н., Устименко Л.Г.

ОАО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов (ЦКБ РМ)», Москва

ОАО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов» (ЦКБ РМ) вот уже 40 лет является ведущим предприятием ОПК России в области радиоэлектронного материаловедения. Последние пять лет ЦКБ РМ занимается разработкой, изготовлением и исследованием различных наноструктурных материалов. Наноматериалы — перспективная основа для высокоэффективных поглотителей электромагнитных волн. Вот некоторые примеры применения нанотехнологий для поглотителей электромагнитных волн (ПЭВ) в самых различных сферах:

маскировка военной техники от радиолокационного обнаружения;

защита информации, т.е. предупреждение от несанкционированного съема по электромагнитному каналу;

решение проблем электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры;

решение проблем медико-биологической электромагнитной безопасности (защита от вредного воздействия побочных излучений электронных приборов).

ОАО «ЦКБ РМ» разработан сверхширокодиапазонный радиопоглощающий материал на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода (НФМП) в стеклянной изоляции. Основным радиопоглощающим элементом в нем является НФМП, представляющий собой тонкий металлический сердечник в стеклянной изоляции. Этот материал обладает не только уникальным сочетанием диэлектрических и магнитных потерь, но крайне выигрышными весовыми характеристиками — масса 1 километра менее одного грамма.

Поглотитель электромагнитных волн на основе НФМП, разработанный и выпускаемый в ОАО «ЦКБ РМ» в интересах Министерства обороны РФ, обладает коэффициентом отражения менее 0,5% в диапазоне длин волн от 0,2 до 15 см .

На предприятии разработаны новые пленочные и тканые поглотители, получаемые методом магнетронного напыления. Метод позволяет получать тонкие — до 5 нм слои металлов и сплавов. Была разработана радиотехническая конструкция поглотителя, позволяющая эффективно поглощать или рассеивать падающую электромагнитную волну. Данный материал с успехом демонстрировался на различных международных выставках и форумах и получил ряд престижных наград.

Кроме этого разработана технология изготовления экологически чистых экранирующих тканей для обеспечения медико-биологической защиты персонала и населения, работающего и проживающего в условиях вредного воздействия электромагнитных полей различной частоты и интенсивности, а также для решения задач защиты информации. Такие ткани могут быть изготовлены как на базе комплексных нитей с наноструктурным ферромагнитным микропроводом, так и с напыленными металлическими слоями нанометровой толщины. Они могут применяться для пошива спецодежды, защитных штор, жалюзи и других швейных изделий, предназначенных для локализации повышенного уровня излучений в помещениях, перенасыщенных электронными приборами (лаборатории СВЧ-техники, диагностические и физиотерапевтические медицинские центры, компьютерные клубы, редакции СМИ и т.д.)

На основе НФМП создана система магнитных маркеров, предназначенная для скрытного магнитного кодирования и идентификации объектов — групп товаров, ценных бумаг, систем доступа, пластиковых карт и других объектов.

Разработки ОАО «ЦКБ РМ» с использованием наноматериалов приняты на снабжение Российской Армии, востребованы в промышленности и защищены 15 патентами РФ.

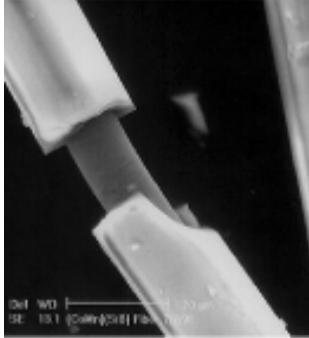


Рис.2. Электронная микрофотография строения аморфного ферромагнитного микропровода в стеклянной изоляции. Длина масштабного штриха на снимке — 20 мкм.

NANOMATERIALS AS BASIS FOR HIGH-EFFICIENT ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBERS

**Handogina E.N., Vladimirov D.N., Ustimenko L.G.
OAS "Central design office of special radio materials"**

Central Design Office of Special Radio Materials has been the Russian leader in the field of radio-electronic material science for 40 years. In the recent five years the design office has been engaged in the development, production and research of various nanostructured materials.

Nanomaterials constitute a promising basis for high-efficient electromagnetic wave absorbers. Here are some examples of the application of nanotechnologies in electromagnetic wave absorbers in various fields;

- masking the military material against radar detection;
- data protection, i.e. prevention of unendorsed receipt of information through an electromagnetic channel;

- solution of problems of electromagnetic compatibility of electronic equipment;
- solution of problems of medical and biological electromagnetic safety (protection against harmful impact of stray radiation of electronics).

The design office has developed a super-wide-range material based on nanostructured ferromagnetic microwire (NFM) in glass insulation. The nanostructured ferromagnetic microwire in the form of a thin metal core is the main radio absorbent. The material is characterized by both the unique combination of dielectric and magnetic loss and the advantageous weight; the weight of 1 kilometer of the material is less than 1 gram.

The electromagnetic wave absorber developed and produced by Central Design Office of Radio Materials at the request of the Defense Ministry of the RF has the reflection coefficient less than 0.5 percent in the range of wave-length of 0.2-15 cm.

The design office has also developed new film and woven absorbers in the production of which the technique of magnetron deposition is used. The technique allows to produce thin films of metals and alloys with the thickness of less than 5 nm.

The office has developed radio design of the absorber that can absorb or diffract an incident electromagnetic wave successfully. The material has been demonstrated at international exhibitions and forums and has been rewarded with some prestigious awards.

The experts of the Design Office have also developed an angle reflector on the basis of nanostructure metallized film or the NFM material. The device is used in means to precisely imitate radar Images of military equipment (creating decoy targets) and to detect facilities in any weather conditions by means of radar survey systems (river and sea buoys).

Besides the design office has developed the technique of producing environmentally clean screening fabric that can be used to ensure medical and biological protection of the personnel and the population which operates or lives in the conditions of harmful impact of electromagnetic fields of various frequency and intensity as well as to solve the tasks of the data protection. The fabric can be produced using filaments with nanostructured ferromagnetic microwire or sputtered metal films of nanometer thickness. The fabric can be used to manufacture working clothes, screening curtains. Venetian blinds and other textile products that are used to localize the radiation of high level in the premises with a great number of electronic instruments (laboratories of microwave equipment, diagnostics and physiotherapy medical centers, computer clubs, mass media offices, etc.).

The NFM has also been used as a foundation for the system of magnetic markers for magnetic coding and object identification - groups of products, securities, access systems, plastic cards, etc. The coding is employed to exclude fakes, to sort out products, in code Keys, magnetic cards. The magnetic marker has a code that cannot be changed or deleted; it can be destroyed only mechanically. The content and the volume of information is preset while producing a mark with the diameter of 20 micron and the length of 5 to 7 mc.

The products of Central Design Office of Radio Materials in which nanomaterials are used have been supplied to the Russian Armed Force, are in demand by the industry and protected by 15 patents of the Russian Federation.

НОВЫЙ КЛАСС ОБЪЕМНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С НАНО- И СУБМИКРОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

**Прохоров В.М., Трощев С.Ю., Пивоваров Г.И., Морозова К.О.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных
материалов»**

Цель работы - создание объемных термоэлектрических материалов с нано-, микро- и субмикронными элементами структуры с повышенными термоэлектрической эффективностью и механическими свойствами для термоэлектрических модулей, используемых в системах регулирования температуры и выпуск опытных партий и технологической документации для организации производства термоэлектрических материалов и модулей.

Разработаны технологические процессы (ТП) изготовления объемных термоэлектрических материалов для использования в термоэлектрических модулях:

- ТП-1 получения объемных термоэлектрических материалов с нано-, микро- и субмикронными элементами структуры, на основе соединений $A^V_2B^{VI}_3$ р-типа, с термоэлектрической добротностью $ZT > 1,20$;

- ТП-2 получения объемных термоэлектрических материалов на основе соединений $A^V_2B^{VI}_3$ n-типа, методом направленной кристаллизации в узкопрофильной щели с заданной шириной с термоэлектрической добротностью $ZT > 1,02$;

- ТП-3 сборки термоэлектрических модулей, с повышенными рабочими параметрами и надежностью, из полученного материала методом одностадийной пайки модуля в инертной среде.

Основное назначение продукции: для создания систем охлаждения, систем регулирования температуры

Технологическая схема синтеза ТЭ материала включает в себя следующие операции: дробление сырья (слитков Bi, Sb, Te), взятие навесок сырья, подготовка ампулы с нанесенным пироуглеродом, загрузка сырья в ампулу, откачка и отпайка ампулы, синтез ТЭМ в качающей печи, охлаждение и вскрытие ампулы, упаковка синтеризованного слитка ТЭМ

В материале состава $Bi_{0,4}Sb_{1,6}Te_3$, спеченном при $T_{SPS} = 450 \div 500$ °С, наблюдается максимальная термоэлектрическая эффективность ZT , которая в температурном интервале 80–100 °С составляет 1,20–1,25.

Разработанная технологическая документация для технологических процессов ТП1, ТП2 и ТП3 позволяет получать таблетки p-типа, пластины n-типа термоэлектрического материала на основе соединений $A^V_2B^{VI}_3$ с термоэлектрической добротностью $ZT = 1,28$ и $ZT = 1,02$ соответственно (что превосходит мировые аналоги на 20%), а также позволяет обеспечивать сборку термоэлектрических модулей с заданными техническими характеристиками:

- для холодильного модуля: питающее напряжение не менее 6,2 В, ток не более 5,5 А;

- для генераторного модуля: выходная мощность 3,7 Вт (получено 4,5 Вт на согласованной нагрузке) при разности температур 150 °С.

Данная технология обеспечивает получение материалов с термоэлектрической добротностью на 20% выше по сравнению с мировым уровнем. Это обеспечит высокую конкурентоспособность изготовленных из них термоэлектрических модулей.

Области применения модулей: системы охлаждения электронных и оптоэлектронных устройств; системы кондиционирования помещений; устройства термостабилизации датчиков и светодиодных индикаторов; криомедицина.

A NEW CLASS OF BULK THERMOELECTRIC MATERIALS WITH NANO- AND SUBMICRON STRUCTURE ELEMENTS FOR THERMOELECTRIC MODULES

Prokhorov V.M., Troshchiev S.Yu., Pivovarov G.I., Morozova K.O.
Federal public budgetary scientific institution "Institute of Technology of Supersolid and New Carbon Materials"

The purpose of the work was to create a bulk thermoelectric materials with nano-, micro- and submicron structure elements with high thermoelectric efficiency and mechanical properties for thermoelectric modules used in temperature control systems and to produce pilot batches and process documentation for production of thermoelectric materials and modules.

Technological processes (TP) for manufacturing of the bulk thermoelectric materials for use in the thermoelectric modules:

- TP-1: fabrication of p-type bulk thermoelectric materials with nano-, micro- and submicron structure elements based on the compounds $A_2B^{VI}_3$ with a figure of merit $ZT > 1,20$;

- TP-2: fabrication of n-type bulk thermoelectric materials based on compounds $A_2B^{VI}_3$ by directional solidification in narrow profile slot having a predetermined width method with a figure of merit $ZT > 1,02$;

- TA-3: assembly of thermoelectric modules by one-step module brazing in an inert environment with high operability and reliability of the resulting material.

The primary usage of the product is the development of cooling systems and temperature control systems

Technological scheme of the synthesis of TE material includes: grinding of raw materials (ingots Bi, Sb, Te), taking batches of raw materials, preparation of ampoule coated with pyrolytic carbon, loading the raw materials into the ampoule, pumping and sealing of the ampoule, synthesis of TEM in the furnace, cooling and opening of ampoules, packaging of synthesized TEM ingot.

The material composition $Bi_{0,4}Sb_{1,6}Te_3$, sintered at $T_{SPS} = 450 \div 500$ °C shows a maximum thermoelectric figure of merit ZT , which becomes 1,20-1,25 in the temperature range of 80-100 °C

The developed technological documentation for the processes TP1, TP2 and TP3 allows to fabricate p-type tablets and n-type wafer of thermoelectric material based on compounds $A_2B^{VI}_3$ with thermoelectric figure of merit $ZT = 1,28$ and $ZT = 1,02$ respectively (which exceeds the analogues by 20%), and also allows the assembly to produce thermoelectric modules with the specifications:

- refrigerating module: the supply voltage at least 6.2 V, a maximum current of 5,5 A;

- generator module: output power of 3,7 W (4,5 W obtained by a matched load) at a temperature difference of 150 °C.

The developed technology provides materials with thermoelectric figure of merit 20% higher than current world level. This ensures high competitiveness of thermoelectric modules.

The primary applications of the technology: cooling systems of electronic and optoelectronic devices; air conditioning systems; thermal stabilization devices for sensors and LEDs; cryomedicine

ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С ВОДОРОДОМ

**Громов С.В., доцент, к.т.н.
НИТУ «МИСиС»**

Проведено исследование адсорбционных свойств углеродных нанотрубок (УНТ) с различной хиральностью с использованием квантово-механических расчетов и метода молекулярной динамики. Программное обеспечение написано на языке Ruby 2.0.0. и использует пакет библиотек LAMMPS и GAUSSIAN. Получена более полная картина адсорбционных явлений для нескольких видов структур углеродных нанотрубок (УНТ) с различной хиральностью, проведено сопоставление результатов расчетов в рамках приближений Хатри-Фока и теории функционала плотности.

Рассчитанные молекулярные и электростатические свойства углеродных наноструктур указывают на возможность использования данных структур для адсорбции и хранения водорода.

Приоритетное направление: Индустрия наносистем.

Потребителями результатов являются организации, которые занимаются топливными элементами и водородной энергетикой.

Коммерческое предложение по реализации разработки: участие в создании и продвижении программно-вычислительного комплекса для компьютерного моделирования взаимодействия углеродных нанотрубок с водородом.

Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы». Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта): RFMEFI57514X0087.

Применение разработанного ПВК предполагается в области проектирования новых устройств и технологий хранения водорода с целью оценки свойств конечных изделий

SOFTWARE-COMPUTING SYSTEM FOR SIMULATION OF HYDROGEN ADSORPTION ON CARBON NANOTUBES WITH DIFFERENT CHIRALITY PARAMETERS

**Sergey Gromov
NUST "MISIS"**

The adsorption properties of carbon nanotubes (CNTs) of different chirality were investigated using quantum-mechanical calculations and molecular dynamics methods. The software is written in Ruby 2.0.0 and uses the package libraries LAMMPS and GAUSSIAN. As a result, a more complete pattern of the adsorption events was obtained for several types of carbon nanotube (CNT) structures. The results, which were calculated using the Hartree-Fock approximations and the density functional theory, were compared.

The calculated molecular and electrostatic properties of nanostructured carbon indicate that these structures can be used for the adsorption and storage of hydrogen.

Priority area: Industry of nanosystems

Consumers of results of development are the organizations which are engaged in fuel elements and hydrogen power.

Commercial proposal: participation in the development and advance of software for computer modeling of interaction of carbon nanotubes with hydrogen.

This work was supported by the Federal Target Program "Research and Development in Science and Technology Priority Development Fields for 2014–2020" (grant agreement No. 14.575.21.0087 dated 21.10.2014, Project ID - RFMEFI57514X0087).

Application of the developed PVK is supposed in the field of design of new devices and technologies of storage of hydrogen for the purpose of an assessment of properties of final products

СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ"

Першина Н. Ф.

ЗАО НПО Техносервис-электро, Москва

Специалистами ЗАО НПО "Техносервис-Электро" разработаны и успешно применяются системы мониторинга высоковольтного электрооборудования на основании акустической и электромагнитной регистрации частичных разрядов:

Система мониторинга Радар - М – предназначена для контроля состояния изоляции измерительных трансформаторов, концевых кабельных муфт, элегазового оборудования и высоковольтных вводов силовых трансформаторов, а также активной части трансформаторов и реакторов, другого высоковольтного оборудования.

Расширенный вариант системы Радар-м включает в состав устройство HYDROCAL , что позволяет проводить корреляцию выявленных частичных разрядов в изоляции с наличием и концентрацией характерных газов.

Кроме этого такая модификация дает возможность контролировать:

- содержание влаги в масле;
- температуру масла;
- состояние высоковольтных вводов (ток утечки);
- ряд других параметров;

Программное обеспечение позволяет определять:

- наиболее нагретую точку (по МЭК 60076)
- степень старения и остаточный ресурс изоляции;

Основные преимущества системы Радар М:

- Непрерывный (круглосуточный) характер работы системы в сочетании с высокой чувствительностью электромагнитных и акустических датчиков, входящих в состав системы, позволяют выявлять возникающие дефекты на ранних стадиях развития;

- Передача диагностического сигнала по радиоканалу обеспечивает эффективный сбор информации от десятков (а при необходимости - сотен) датчиков, обеспечивая максимальную "гибкость" системы, возможность ее неограниченной трансформации и расширения.

- Возможность функционирования системы, как в автономном режиме, так и в составе АСУ-ТП объекта;

- Максимальная безопасность системы для оборудования и персонала в процессе эксплуатации.

Система контроля изоляции силовых трансформаторов СКИСТ - предназначена для периодической диагностики технического состояния силовых трансформаторов и реакторов на месте их установки под рабочим напряжением.

Контроль состояния трансформаторов осуществляется временным (от нескольких часов до нескольких суток) подключением системы мониторинга СКИСТ к обследуемому трансформатору. При этом на шину заземления трансформатора устанавливается электромагнитный датчик, фиксирующий наличие разрядов в активной части трансформатора. Акустические датчики, установленные на поверхность бака, позволяют осуществить локацию дефекта.

Программное обеспечение системы обеспечивает 3D визуализацию места дефекта в активной части трансформатора.

MONITORING SYSTEM FOR POWER EQUIPMENT

Pershina N. F.

JSC NPO Tekhnoservice-elektro, Moscow

The specialists of CJSC Spa "Technoservice-Electro" was developed and successfully applied the monitoring system of high voltage electrical equipment on the basis of acoustic and electromagnetic registration of partial discharges:

Monitoring system Radar - M – is designed to control the insulation condition of instrument transformers, cable cuopling and gas-insulated equipment and high voltage bushings of power transformers, as well as active parts of transformers and reactors, and other high voltage equipment.

An extended version of the Radar-M includes the device HYDROCAL , which allows for correlation of the detected partial discharges in the insulation with the presence and concentration of typical gases.

In addition, this modification provides the ability to monitor:

- the moisture content in oil;
- the temperature of the oil;
- the condition of high voltage bushings (leakage current);
- a number of other parameters;

The software allows you to define:

- most heated point (according to IEC 60076)
- the degree of aging and remaining life of insulation;

Key benefits:of Radar-M;

- Continuous (persistent) the character of the work system combined with high sensitivity electromagnetic and acoustic sensors that are part of the system, can detect emerging defects at early stages of development;

- Transmission of the diagnostic signal on a radio channel provides efficient collection of information from tens (and possibly hundreds) of sensors, providing maximum flexibility of the system, the possibility of unlimited transformation and expansion.

- The possibility of operating in stand-alone mode and as part of SCADA system object;

- Maximum security for equipment and personnel in the process of operation.

The insulation monitoring of power transformers SKIST - designed for periodic diagnostics of technical condition of power transformers and reactors in place of their installation under the operating voltage.

Condition monitoring of transformers is temporary (from a few hours to several days) the connection of the monitoring system SKIST to investigated transformer. The grounding transformer is installed an electromagnetic sensor, signaling the presence of discharges in transformer active part. Acoustic sensors installed on the surface of the tank, allow the location of the defect.

The system software provides a 3D visualization of a defect in the active part of the transformer.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ПАВ-ТЕХНОЛОГИИ

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Разработана, многократно апробирована универсальная технология, базирующаяся на использовании уникальных свойств поверхностно-активных веществ. В отличие от традиционных промывок теплотехнического оборудования, реализация ПАВ-технологии позволяет в одном технологическом цикле удалять накопившиеся термобарьерные отложения, блокировать протекание коррозионных процессов, предотвращать накопление новых отложений и снижать гидравлическое сопротивление. При этом негативное воздействие на конструкционные материалы оборудования не оказывается. Созданы и эксплуатируются стационарные автоматизированные установки и мобильные комплексы для реализации технологии на различных объектах.

IMPROVING THE EFFICIENCY AND RELIABILITY HEAT-POWER EQUIPMENT AND HEAT NETWORKS OF DISTRICT HEATING SYSTEMS ON BASIS OF THE INTRODUCTION OF SAS (SURFACE-ACTIVE SUBSTANCE) TECHNOLOGY

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

The universal technology is based on the use of the unique properties of surfactants. Unlike conventional flushing of heating equipment, the implementation of SAS technology allows removing accumulated thermo-barrier sediments, blocking the flow of corrosion processes, preventing the new deposits accumulation and reducing flow resistance in one process cycle. Negative influence on the materials of construction equipment is not provided. Stationary automated plants and mobile systems for the implementation of the technology at various sites are created and operated.

СОЗДАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ТЭК

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Разработана и апробирована инновационная технология формирования высокоэффективных тонкопленочных многослойных теплоизоляционных покрытий (ТМТП) на поверхностях трубопроводов, котельных агрегатов, арматуры и другого теплоэнергетического и промышленного оборудования.

Теплоизоляционные конструкции на базе ТМТП характеризуются низкими значениями эффективного коэффициента теплопроводности ($\sim 0,027$ Вт/(м·К)) и высокими значениями адгезии к металлическим поверхностям (~ 3 МПа).

CREATING HEAT-INSULATING COATINGS FOR POWER ENGINEERING AND ENERGY SECTOR

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

An innovative technology of high-efficiency thin-film multilayer heat insulation coatings (MHIC) on the surfaces of pipes, boilers, fittings and other heat and power industrial equipment is developed and tested.

Heat insulation constructions based MHIC are characterized by low values of the effective heat conductivity coefficient ($\sim 0.027 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) and high values of adhesion to metal surfaces ($\sim 3 \text{ MPa}$).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУПЕРАЦИИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Для минимизации неоправданных потерь гидравлической энергии разработана и апробирована энергосберегающая технология рекуперации избыточного давления в системах тепловодоснабжения в электроэнергию без ухудшения условий эксплуатации установленного штатного оборудования. Созданы опытно-промышленные образцы энергосберегающих рекуперационных установок мощностью от 5 до 50 кВт, смонтированные в системах рекуперации давления, позволяющих повысить энергоэффективность централизованного тепловодоснабжения. Принцип работы ЭРУ основан на дросселировании потока сетевого теплоносителя гидротурбиной, полученная на валу турбины механическая энергия используется для привода генератора тока и выработки электроэнергии на собственные нужды.

ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF RECOVERY OF EXCESS PRESSURE IN HEAT AND WATER SUPPLY SYSTEMS TO ELECTRICITY

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

In order to minimize unnecessary losses of hydraulic energy the energy-saving technology of recovery of excess pressure in heat and water supply systems to electric power without impairing of the operating conditions of established standard equipment is developed and tested. Experimental designs of energy-saving heat recovery plants (HRP) are created with a capacity of 5 to 50 kW systems mounted in pressure recovery systems that improve the energy efficiency of centralized heat and water supply systems. The principle of HRP operation is based on the throttling of the flow of coolant with a water turbine. Turbine shaft's mechanical energy is used to drive a current generator and generate electricity for their own needs.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГБЛОКОВ ТЭС НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Технология направлена на устранение «недовыработки» электрической мощности энергоблоками ТЭС за счет модификации функциональных поверхностей конденсаторов паровых турбин. Модификация теплообменных поверхностей паровых турбин обеспечивается создается с использования поверхностно-активных веществ (ПАВ) в результате чего достигается:

- перевод пленочной конденсации в капельную по паровой стороне;
- снижение гидравлического сопротивления трубопроводов оборотной системы охлаждения;
- удаления имеющихся и защите от образования новых термобарьерных отложений по водяной стороне.

TECHNOLOGY OF INCREASE OF THE EFFICIENCY OF POWER UNITS BASED ON THE MODIFICATION OF THE FUNCTIONAL SURFACES OF THE CONDENSERS OF STEAM TURBINES

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

The technology aims to eliminate underproduction of electricity in power generating units by modifying the condensers steam turbine functional surfaces. Modification of steam turbine's heat transfer surfaces produce by using surfactant-active substance (SAS), consequently obtained:

- translation of film condensation to drop condensation on the steam side;
- drag reduction of circulating cooling system pipes;
- removal of existing and protection against the formation of new thermal barrier deposits on the water side.

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ТЭК ОТ КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Разработана и апробирована инновационная экологически чистая ионно-плазменная PVD-технология повышения эрозионной, коррозионной и термостойкости оборудования ТЭК путем формирования уникальных многослойных нанокompозитных покрытий. Защитные покрытия формируются на функциональных поверхностях лопаток турбин и компрессоров, рабочих колесах насосов, элементах пластинчатых теплообменников при использовании 3-х технологических комплексов.

PROTECTION OF EQUIPMENT OF THE ENERGY SECTOR FROM WATER DROPLET EROSION

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

An innovative ecologically clean ion-plasma PVD-technology to increase erosion, corrosion and heat resistance for energy sector's equipment by forming unique multilayer nanocomposite coatings is developed and tested. Protective coatings are formed on the functional surfaces of turbine blades, compressor impeller and plate heat exchanger elements using three technological complexes.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, РЕСУРСА И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НЕФТЕПРОВОДОВ, ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ВОДОПРОВОДОВ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.В.Лукин, А.В.Рыженков, С.И.Погорелов
"Национальный исследовательский университет "МЭИ"

Создан не имеющий мировых аналогов технологический комплекс для ионно-плазменной модификации функциональных поверхностей крупногабаритной ЗРА и другого промышленного оборудования, включающий: планарную систему ионного распыления металлов в вакууме с областью равномерного формирования покрытия не менее 3 м; уникальный вакуумный модуль для формирования ионно-плазменных покрытий на изделиях высотой до 3000 мм и массой до 5 000 кг; измерительно-диагностический комплекс для обеспечения контроля и оптимизации характеристик поверхностных слоев, модифицированных слоев и защитных покрытий.

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF INCREASE OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF THE RESOURCE AND DURABILITY OF FITTINGS OF OIL PIPELINES, HEATING SYSTEMS AND WATER PIPES, ELECTRIC POWER STATIONS AND INDUSTRIAL PLANTS

M.V. Lukin, A.V. Ryzhenkov, S.I. Pogorelov
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

A complex for ion-plasma modification of functional surfaces large fittings and other industrial equipment having no analogues in the world technological is created. Complex comprise: planar system of metal sputtering under vacuum to form a uniform area coverage of not less than 3 m; unique vacuum module for the formation of ion-plasma coatings on products up to 3000 mm and weight up to 5000 kg; measuring and diagnostic system to monitor and optimize the characteristics of the surface layers, modified layers and protective coatings.

РУЛОННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ

**Слепцов В.В.,
МАИ**

Многие практически важные проблемы связаны с экономией энергии в том или ином виде. Основные проблемы это снижение потерь тепла в зданиях и сооружениях, повышение эффективности использования энергии при освещении зданий, сооружений, уличного пространства и магистралей.

Существенное значение имеет экономия средств и энергии при создании и поддержания чистоты зданий и сооружений, экологии, включая радиоэкологию.

Все указанные задачи объединяются тем, что физические и химические процессы, лежащие в основе их протекания и развития, происходят на границе раздела сред, т.е. на поверхности. Поэтому задача формирования функциональных и интеллектуальных поверхностей, обеспечивающих оптимизацию передачи и перераспределения энергии актуальна и своевременна.

Так, например, создание теплосберегающих стекол для зданий, сооружений и транспорта решается при использовании полимерных материалов с теплоотражающим покрытием на основе оксидов цинка (ZnO) или олова (SnO₂). Которые одновременно обеспечивают повышение прочности и снижение вероятности появления режущих осколков при разрушении.

Светодиодные излучающие гетероструктуры, радиоотражающие и радиопоглощающие системы, а также каталитические поверхности, обеспечивающие процессы самоочистки на основе «эффекта лотоса», получение микроваттных чувствительных элементов газовых сенсоров относятся к разряду высокоэффективных энергосберегающих наноструктур и интеллектуальных материалов.

В малых масштабах указанные материалы эффективно демонстрируются и используются не только за рубежом, но и в России.

Для широкого промышленного использования необходимо создавать масштабные промышленные технологии, к которым, несомненно, относятся рулонные технологии.

В результате проведения работы создается комплекс вакуумных и не вакуумных рулонных технологий, с производительностью и себестоимостью энергосберегающих покрытий и функциональных структур достаточные для их практической реализации.

Установка вакуумного напыления состоит из вакуумной камеры, системы откачки, лентопротяжного механизма и ионно-плазменных и ионно-лучевых устройств, обеспечивающих получение необходимых наноструктурированных материалов.

Отличительной особенностью предлагаемой технологии является использование метода ионного ассистирования на основе новых высокоинтенсивных ионно-лучевых устройств и импульсных магнетронных систем.

Вакуумные технологии гарантируют получение наноструктурированных слоев металлов (Al, Cu, Ag, Ti, Pt, Ni, Co и других) сплавов и композитов (Pt-C, Fe-Ni, Ni-Ti и т.д.), полупроводников и диэлектриков (SnO₂, ZnO, ITO, AlN, Al₂O₃ и т.д.)

Не вакуумные рулонные технологии позволяют создать необходимого рельефа в полимерной основе и формировать градиентные наноструктуры на гибком носителе, включая полимер ткани и металлическую основу за счет электрофореза. Оборудование построено по модульному принципу. В его состав входит транспортная система, технологические емкости, система сушки, система управления. На установке

создается сквозной и несквозной рельеф в полимерном материале с размером пор от 50 нм до микрометров за счет химического травления, а также формируются наноструктурированные покрытия из наноразмерных кластеров, находящихся в жидкой фазе. Например кластеры серебра, титана, оксида цинка, различного рода керамик и других материалов.

На основе оксида ZnO и SnO₂ сформированы теплосберегающие покрытия на стекле и полимерные носители, которые имеют пропускание света в видимой области не менее 80% и эффективно отсекает ИК спектр, возвращая тепло в исходный объем.

Используя слои металла на полимерной диэлектрической основе, сконструированы гибкие светодиодные матрицы. Эффективность использования таких матриц для освещения внутри зданий и сооружений, а также уличного пространства определяется и низкой стоимостью и высокой энергоэффективностью в сравнении с существующими осветительными приборами.

ROLL SAVING-ENERGY TECHNOLOGIES OF SYNTHESIS OF FUNCTIONAL NANOSTRUCTURED COATINGS

**V.V. Sleptsov,
MAI, Moscow**

The application of films of various materials (metals - aluminum, copper, compounds based on carbon and silicon, etc.) and surface treatment of polymeric materials at the same time roll on both sides in a single technological cycle.

The installation includes a base plate, which can mount the tape drive mechanism installed, boot with the original drum roll of film material, the chamber for drying the film by heating elements and chamber for ion cleaning coiled material. Deposition of metal coatings is carried out in two identical chambers sputtering equipped with interchangeable modules spraying. The cells are cooled by spraying up to - 40 ° C on drums. Winding the film carried on the receiving drum.

The tape drive mechanism includes a simple guide rollers, tension rollers and smoothing (banana) videos.

Vacuum pumping is performed separately for each camera deposition, as well as for the heating chamber and ion cleaning of the film. Outside the tape drive mechanism and all the cameras shut down jacket.

Specifications Installation

- Velocity of film	1-10 m / min
- The value of taper of the film	no more than 3 mm
- Limit the residual pressure	mm Hg 5.10
- Maximum thickness of the film Al	20 mm
- The duration of the deposition process	an hour 6-8 hours
- Diameter of the feed roll	270 mm
- Working pressure in the chambers sputtering, mm	Hg 2.10-1 - 10-4
- The number of workers fed gases	3

Deposition modules:

- Resistive Magnetron
- Arc
- Ion source

The concrete structure is determined by the installation process, carried out in this installation into compliance with the requirements of the customer.