

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MGA – ИЗМЕРЕНИЙ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ПЛУТОНИЯ НА АНАЛОГОВОМ И ЦИФРОВОМ СПЕКТРОМЕТРЕ. В.Ю. Рогожкин, Д.И. Смирнов, О.А. Стрельцов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 6-15.

Исследования точности измерений изотопного состава плутония MGA-методом выявили зависимость от способа формирования импульса усилителя – аналоговый с гауссовой формой или цифровой с трапециoidalной формой. Большое смещение измерений ^{240}Pu на цифровом спектрометре увеличивает погрешность вдвое по сравнению с аналоговым. Обнаружены ошибки аттестации плутониевых стандартных образцов GSO 8454-2003. (рис. – 3, табл. – 8, список литературы – 6 назв.).

Ключевые слова: гамма-спектрометр, программа многогруппового анализа спектров MGA, изотопный состав плутония, систематический сдвиг, аттестация.

METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF ANALOGUE OR DIGITAL SPECTROMETER MGA-MEASURED PLUTONIUM ISOTOPIC COMPOSITION. V. Rogozhkin, D. Smirnov, O. Streltsov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 6-15.

Plutonium isotopic composition accuracy obtained with the help of MGA-measurements was found to be depended of the gamma ray spectrometer amplifier types that shaping analogue (Gaussian) or digital (trapezoidal) pulses. The error of digital ^{240}Pu measurements is twice more than analogue one because of more bias. Some mistakes in plutonium reference sample GSO 8454-2003 certified characteristics were defined also (fig. – 3, tables – 8, references – 6).

Keywords: gamma ray spectrometer, Multi-Group Analysis, isotopic abundance of plutonium, bias, certification.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТИТАНОВОЙ ОБОЛОЧКИ В СВЕРХПРОВОДНИКАХ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЯ MgB_2 , ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ «ПОРОШОК В ТРУБЕ» (IN-SITU). А.С. Цаплева, И.М. Абдюханов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 16-22.

Изготовлены одноволоконные сверхпроводники на основе MgB_2 с титановой оболочкой. Исследована микроструктура и механические свойства оболочки в проводниках на основе MgB_2 на разных этапах деформации, подобран оптимальный режим разупрочняющего отжига для проводника с титановой оболочкой (рис. – 5, табл. – 2, список литературы – 12 назв.).

Ключевые слова: диборид магния, сверхпроводник, термообработка, микроструктура.

MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF THE TI SHEATHS IN «IN-SITU» MgB_2 SUPERCONDUCTING STRANDS. A.S. Tsapleva, I.M. Abdyukhanov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 16-22.

Superconducting strands based on MgB_2 with titanium sheath was fabricated. The microstructure and mechanical properties of the sheaths in MgB_2 superconducting strand at different stages of deformation were studied and an optimal heat treatment for strand with a titanium sheath was selected (fig. – 5, tables – 2, references – 12).

Keywords: magnesium diboride, superconductor, heat treatment, microstructure.

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ РЕШЕТКИ В МОДЕЛЯХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО α - И γ -УРАНА. А.С. Антропов^{1,2}, К.С. Фиданян^{1,2}, В.В. Стегайлов^{1,2} (¹Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, ²Московский физико-технический институт (ГУ), г. Долгопрудный) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 23-37.

Методы компьютерного моделирования являются перспективным путем изучения процессов, происходящих в ядерном топливе в связи со сложностью экспериментов в этой области. Механические свойства соединений урана, в частности, топлив для реакторов на быстрых нейтронах, во многом определяются динамикой дефектов в кристаллической решетке. Подвижность дефектов, в свою очередь, зависит от колебательных свойств кристаллических решеток, в частности от фононных спектров.

Выбор модели потенциала взаимодействия между атомами играет ключевую роль в молекулярном моделировании. Для чистого урана, начиная с 2012 года, было предложено несколько эмпирических межатомных потенциалов. Их сравнение является важной задачей, однако до сих пор нет работ, посвященных этой теме.

В настоящей работе реализуется компьютерный молекулярно-динамический расчет α - и γ -урана. Используются пять классических межатомных потенциалов. Для них проводится сравнение точности описания параметров кристаллической решетки α - и γ -фазы урана. Фононные спектры урана рассчитываются при нулевом давлении в широком диапазоне температур тремя различными методами: методом динамической матрицы, методом автокорреляционной функции скорости и методом функций Грина. Фононные спектры, полученные с использованием различных потенциалов, сравниваются с экспериментальными данными, делаются выводы о точности описания колебательных свойств рассматриваемыми моделями (рис. – 6, табл. – 2, список литературы – 41 назв.).

Ключевые слова: фононные спектры, межатомные потенциалы, атомистическое моделирование, уран.

ANALYSIS OF THE LATTICE VIBRATIONS IN MODELS OF α - AND γ - URANIUM CRYSTAL. A.S. Antropov^{1,2}, K.S. Fidanyan^{1,2}, V.V. Stegailov^{1,2} (¹Joint Institute for High Temperatures of RAS, Moscow, ²Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 23-37.

The computer modelling is a perspective way to study processes occurring in nuclear fuel, since the experiments with nuclear materials are difficult. The mechanical properties of uranium compounds and, in particular, nuclear fuels, are determined by the dynamics of lattice defects. The mobility of defects depends on vibrational properties of a lattice.

The choice of an interatomic potential model plays the key role in atomistic modelling. Since 2012, several empirical models for pure uranium were proposed. The comparison of these models is an important issue, however, there are still no works published on this topic.

In this paper, we implement the molecular dynamic simulation of the α - and γ -uranium. Five classical interatomic potentials are used. The accuracy of reproducing of the lattice parameters of α - and γ -U is compared for these potentials. The phonon density of states of the uranium at zero pressure in a wide range of temperatures is calculated by three methods: the dynamical matrix method, the velocity autocorrelation function method and the Green's functions method. The phonon spectra obtained with different potentials are compared with the experimental data. The conclusions are derived about the accuracy of reproducing the vibrational properties with these potentials (fig. – 6, tables – 2, references – 41).

Keywords: phonon density of states, interatomic potentials, atomistic modelling, uranium.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА УДАЛЯЕМОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ОБРАБОТКЕ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ. Н.И. Шипунов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 38-48.

Изучена закономерность формообразования, направление потока, форма стружки и пылевых частиц бериллия при токарной обработке в зависимости от режимов резания и геометрии режущего инструмента. Предложена методика расчета для конструирования пылестружкоприемника, применяемого при механической обработке бериллия (рис. – 7, табл. – 3, список литературы – 3 назв.).

Ключевые слова: бериллий, хрупкие материалы, режимы резания, геометрия инструмента, углы потока, формообразование стружки, высокотоксичная пыль, пылестружкоприемник.

FORMING AND DIRECTION OF FLOW REMOVAL MATERIAL BY MACHINING OF BRITTLE MATERIALS. N.I. Shipunov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 38-48.

The regularities of formation, flow direction, the form of chips and dust particles of beryllium is studied at turning processing depending on the cutting conditions and the geometry of the cutting tool. Proposed method of calculation for design a device for dust and shavings suppression applied in machining beryllium (fig. – 7, tables – 3, references – 3).

Keywords: beryllium, fragile materials, cutting conditions, tool geometry, angles of a flow, forming chip, highly toxic dust, device for dust and shavings suppression.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПАРАМЕТР RRR Nb₃Sn СТРЕНДОВ С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ ОЛОВА. Д.С. Новосилова, М.В. Поликарпова, П.А. Лукьянов, М.В. Крылова, А.С. Цаплева, М.В. Алексеев, И.М. Абдюханов, В.И. Панцырный (АО «ВНИИНМ»), г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 49-61.

Одним из важнейших требований к Nb₃Sn проводникам (стрендам) с высокой токонесущей способностью, предназначенных для модернизации высокопольных магнитов Большого Адронного Коллайдера (БАК) является достаточно высокое значение относительного остаточного электро-сопротивления (параметра RRR), которое определяется объемной долей стабилизирующей меди и ее электропроводностью при криогенной температуре, а также конструкцией стренда. Рассмотрена эволюция значений параметра RRR в результате применения заключительной реакционной термообработки с продолжительностью последней стадии при 665 °C от 25 до 100 часов. Показано, что определяющим фактором при достижении высоких значений параметра RRR (>150) является целостность барьеров, отделяющих сверхпроводящие субэлементы от стабилизирующей медной матрицы. Предельная длительность заключительной стадии термообработки, не выводящая значение параметра RRR за допустимые значения при выбранной температуре, ограничена диффузией олова из субэлементов в матричную медь и составляет порядка 50 часов (рис. – 11, табл. – 3, список литературы – 6 назв.).

Ключевые слова: Nb₃Sn сверхпроводник, внутренний источник олова, диффузия.

ANNEALING EFFECTS ON RESIDUAL RESISTIVITY RATIO OF INTERNAL TIN Nb₃Sn-STRANDS. D.S. Novosilova, M.V. Polikarpova, P.A. Lukyanov, M.V. Krylova, A.S.Tsapleva, M.V. Alekseev, I.M. Abdyukhanov, V.I. Pantsyrny (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 49-61.

One of the most important parameters of the high J_c internal tin Nb₃Sn strands designated for the high field magnets of the LHC project is essentially high RRR value, of volume and electrical conductivity of initial copper as well as wire design. In this work the evolution of RRR-values after reaction heat treatment at 665 °C with duration of last stage from 25 to 100 hours is studied in relation for wires design with distributed barrier. It is shown that the decisive factor for achieving high RRR(>150) is the continuity of barriers that separate superconducting elements from the copper matrix. The ultimate duration of the final stage of heat treatment at the chosen temperature is limited by diffusion of tin from the sub-elements into matrix copper and its value should be not more than 50 hours (fig. – 11, tables – 3, references – 6).

Keywords: Nb₃Sn superconductor, internal tin, diffusion.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МИКРОТВЁРДОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ИЗ Nb-Ti СПЛАВА, ОБРАБОТАННЫХ МЕТОДОМ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ (РКУП). Ю.В. Карасёв, И.Н. Губкин, А.В. Мальченков, Е.В. Никуленков, С.А. Шевякова, М.М. Потапенко (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 62-72.

Обеспечение однородной мелкозернистой микроструктуры в NbTi полуфабрикатах в виде стержней является одним из важнейших условий при изготовлении качественных сверхпроводящих композиционных проводов.

К неоднородности зеренной структуры и механических характеристик NbTi стержней приводят ограничения по степени деформации, вызванные, с одной стороны, относительно небольшими размерами исходных слитков и, с другой, достаточно большими размерами получаемых стержней, преобразующихся в процессе изготовления композиционных проводов в тонкие сверхпроводящие волокна.

В данной работе рассмотрено влияние равноканального углового прессования (РКУП) и последующего отжига на структуру стержней NbTi сплава. Для этого цилиндрические образцы размером $\varnothing 32 \times 60$ мм, вырезанные из стержня NbTi сплава, подвергали нескольким последовательным ходам (РКУП), в инструменте с углом матрицы 90° . После каждого прохода прессования образец поворачивали вокруг продольной оси на угол 90° .

Представлены результаты исследования деформационного упрочнения и изменения микроструктуры NbTi сплава при РКУП в зависимости от числа прессований, а также результаты изучения процессов трансформации микроструктуры при последующих отжигах в интервале температур от 400 до 700 °C (рис. – 7, табл. – 3, список литературы – 4 назв.).

Ключевые слова: равноканальное угловое прессование (РКУП), NbTi сплав, структура, микротвёрдость.

STRUCTURE AND MICROHARDNESS INVESTIGATION OF CYLINDRICAL Nb-Ti BILLETS PROCESSED BY EQUAL-CHANNEL ANGULAR PRESSING METHOD (ECAP). Yu.V. Karasev, I.N. Gubkin, A.V. Malchenkov, E.V. Nikulenkov, S.A. Shevyakova, M.M. Potapenko (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 62-74.

Providing a homogeneous fine-grained microstructure in NbTi semi-finished products in the form of rods is one of the most important conditions for manufacturing high-quality superconducting composite wires.

The heterogeneity of the grain structure and the mechanical characteristics of the NbTi rods are constrained by the deformation degree caused on the one hand by the relatively small sizes of the initial ingots and, on the other hand, by the fairly large dimensions of the resulting rods transforming during the manufacture of composite wires into thin superconducting fibers.

In this paper we consider the effect of equal-channel angular pressing (ECAP) and subsequent annealing on the NbTi alloy rods structure. For this purpose, the 32×60 mm cylindrical samples cut from the NbTi alloy rod were subjected to several successive ECAP passages in a tool with matrix angle of 90° . After each pressing pass, the sample was rotated around the longitudinal axis by an angle of 90° .

This article presents the investigation results of the deformation hardening and microstructure modification of NbTi alloy at ECAP as a function of extrusions number, as well as the studying results of microstructure transformation processes during subsequent annealing in the temperature range from 400 to 700 °C (fig. – 7, tables – 3, references – 4).

Keywords: equal-channel angular pressing (ECAP), NbTi alloy, microhardness, structure.

РАСЧЕТ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ PU(IV) ДИФОРМИЛГИДРАЗИНОМ. Л.Н. Подрезова, К.Н. Двоглазов, В.И. Волк (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 74-81.

Спектрофотометрическим методом исследована кинетика взаимодействия диформилгидразина и ионов Pu^{4+} в азотнокислой среде. Кинетические кривые уменьшения концентрации $Pu(IV)$ описываются уравнением второго порядка по плутонию. Графическим методом определены порядки реакции по азотной кислоте и восстановителю, которые оказались равными -1,3 и 0,67 соответственно, получено кинетическое уравнение, описывающее скорость восстановления плутония диформилгидразином. По зависимости скорости восстановления плутония от температуры, рассчитана энергия активации реакции (рис. – 7, табл. – 1, список литературы – 8 назв.).

Ключевые слова: переработка ОЯТ, восстановление плутония, реэкстракция плутония, диформилгидразин.

CALCULATION OF THE KINETIC PARAMETERS OF THE PU(IV) REDUCTION PROCESS BY DIFORMYLHYDRAZINE. L.N. Podrezova, K.N. Dvoeglazov, V.I. Volk (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 74-81.

The kinetics of Pu^{4+} ions interaction with diformylhydrazine in nitric acid solutions was studied spectrophotometrically. The kinetic curves of $Pu(IV)$ content decreasing were described by a second-order equation for plutonium. The reaction orders for nitric acid and a reducing agent were determined graphically, which were equal to -1,3 and 0,67 respectively, and a kinetic equation describing the rate of plutonium reduction with diformylhydrazine was found. According to the plutonium reduction rate as a function of temperature, the activation energy of the reaction was calculated (fig. – 7, tables – 1, references – 8).

Keywords: SNF reprocessing, plutonium reduction, plutonium back-extraction, diformylhydrazine.

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ГАЗООЧИСТКИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЕННОГО ТОПЛИВА.

О.А. Устинов, А.Ю. Шадрин, С.А. Якунин, В.А. Кашеев (АО «ВНИИНМ»); М.В. Баташов, Л.В. Литвинюк, С.Л. Никулин (АО «СвердНИИхиммаш»); С.А. Кулюхин, В.В. Кулемин (ИФХЭ РАН) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 82-95.

В статье обобщены сведения об аппаратах газоочистки в макетном исполнении, разработанных, изготовленных и испытанных применительно к проектному направлению «Прорыв»: фильтрах для улавливания твердых аэрозолей МТФ и ФяС, для улавливания жидких аэрозолей ФСГО, ФАРТОС, аппаратах для улавливания оксидов азота БРУНС и СМОГ, модуле высокотемпературной обработки газов, используемом для улавливания RuO_4 , I_2 , CH_3I , N_2O , модуле абсорбционной колонны для улавливания CO_2 (^{14}C) водным раствором $NaOH$.

Впервые показано, что аэрозольные фильтры ФСГО и ФАРТОС улавливают 70-80 % NO_2 при исходном содержании 10-50 г/м³ при введении в очищаемый газовый поток аэрозолей воды. Аппараты БРУНС и СМОГ обеспечивают доулавливание NO_2 до 99,8%.

Установлено, что абсорбционное улавливание CO_2 в режиме циркуляционно-орошения существенно эффективнее барботажного режима.

Найдено, что в высокотемпературном аппарате разработанные сорбенты позволяют локализовать до 99-99,9% радиоактивного иода, а катализаторы – 90-99% N_2O (рис. – 13, табл. – 3, список литературы – 6 назв.).

Ключевые слова: газоочистка, аппаратура, фильтры, аэрозоли, радионуклиды, оксиды азота, тетраоксид рутения, иод, метилиодид, гемиоксид азота, диоксид углерода.

EQUIPMENT FOR GAS CLEANING SYSTEMS OF HYDROMETALLURGICAL OPERATIONS DURING PROCESSING OF IRRADIATED FUEL.

O.A. Ustinov, A.Yu. Shadrin, S.A. Yakunin, V.A. Kascheev (JSC «VNIINM»); M.V. Batashov, L.V. Litvinyuk, S.L. Nikulin (SVERD E & F .Inc.); S.A. Kulyukhin, V.V. Kulyemin (IPCE RAS) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 82-95.

The article summarizes information on gas cleaning apparatus in the mock-up version, developed, manufactured and tested in connection with the project direction «Proryv» («Breakthrough»): filters for capturing solid aerosols of MTF and FyaS, for trapping liquid aerosols of FSGO, FARTOS, devices for collecting nitrogen oxides BRUNS and SMOG, module high-temperature gas treatment used for trapping RuO_4 , I_2 , CH_3I , N_2O , the absorption column module for CO_2 capture (^{14}C) with aqueous $NaOH$ solution.

It is shown for the first time that aerosol filters of FSGO and FARTOS capture 70-80 % of NO_2 with an initial content of 10-50 g/m³ when water aerosols is injected into the gas stream to be purified. Devices BRUNS and SMOG provide supercapturing of NO_2 to 99,8%.

It has been established that CO_2 absorption in the regime of circulating irrigation is much more effective than bubbling mode.

It is found that in the high-temperature apparatus the developed sorbents allow to localize up to 99-99,9% of radioactive iodine, and catalysts – to 90-99% N_2O (fig. – 13, tables – 3, references – 6).

Keywords: gas cleaning, equipment, filters, aerosols, radionuclides, nitrogen oxides, ruthenium tetroxide, iodine, methyl iodide, nitrogen hemioxide, carbon dioxide

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТВЭЛА И ТВЭГА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ТВСА-Т.MOD.2 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКОВ 1, 2 АЭС «ТЕМЕЛИН» НА ФОРСИРОВАННОМ УРОВНЕ МОЩНОСТИ. В.В. Новиков, В.И. Кузнецов, В.А. Пудов, Л.В. Корыстин, А.С. Еременко, Е.С. Энгель, Е.Н. Михеев, А.В. Лысиков (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 2(93). С. 97-116.

В рамках данной работы специалисты АО «ВНИИНМ» разработали технический проект твэла и твэга ТВСА-Т.mod.2 нового поколения для условий блоков 1, 2 АЭС «Темелин», выполнили расчетное обоснование работоспособности твэлов и твэгов ТВСА-Т.mod.2 в режимах нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и режимах маневрирования.

Результаты расчетных исследования показали наличие достаточных запасов для основных параметров твэлов и твэгов до предельных значений, что обеспечивает работоспособность топлива нового поколения ТВСА-Т.mod.2 на 1 и 2 блоках АЭС «Темелин». Помимо расчетов была проведена значительная экспериментальная работа, результаты которой подтверждают правильность примененных конструкторских решений. Начало производства на ПАО «МСЗ» твэлов и твэгов ТВСА-Т.mod.2 в соответствии с техническим проектом в декабре 2017 года (рис. – 15, табл. – 5, список литературы – 11 назв.).

Ключевые слова: реактор, ВВЭР, ТВС, ТВЭЛ, ТВЭГ, ядерное топливо, оболочка, расчет, критерии работоспособности, стационарный режим эксплуатации, переходные режимы нормальной эксплуатации, нарушения нормальной эксплуатации.

DEVELOPMENT OF NEW GENERATION OF TVSA-T.MOD.2 FUEL ROD AND U-GD FUEL ROD DESIGN FOR INCREASING EFFICIENCY OF OPERATION OF NPP «ТЕМЕЛИН», UNITS 1, 2 AT INCREASED POWER LEVEL. V.I. Kuznetsov, V.A. Pudov, L.V. Korystin, A.S. Eremenko, E.S. Engel', E.N. Mikheyev, A.V. Lysikov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 2(93). P. 97-116.

As part of this work, SC «VNIINM» specialists: developed technical project for new generation of TVSA-T.mod.2 fuel rod and U-Gd fuel rod for conditions of NPP «Temelin», Units 1, 2, performed calculation justification of serviceability for TVSA-T.mod.2 fuel rod and U-Gd fuel rod in normal operation modes, anticipated operational occurrences and load-following modes.

Results of calculation study showed sufficient margins for to limit values for main parameters of fuel rods and U-Gd fuel rods, which provides serviceability of the new generation of TVSA-T.mod.2 fuel at NPP «Temelin», Units 1, 2. In addition to calculations, considerable experimental work was performed, results of which confirm the correctness of applied design decisions.

Start of production at PJSC «MSZ» of TVSA-T.mod.2 fuel rods and U-Gd fuel rods for December 2017 according to the technical project (fig. – 15, tables – 5, references – 11).

Keywords: reactor, VVER, FA, fuel rod, U-GD fuel rod, nuclear fuel, cladding, claculation, serviceability criteria, steady-state operation conditions, transient normal operation, anticipated operational occurrences conditions.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ

В Издательство представляется рукопись на электронном носителе (дискета, CD, flash) или по электронной почте. Рукописные вставки не допускаются.

При использовании текстового редактора Word следует придерживаться следующих правил.

1. **Текст** должен быть расположен на листе формата А4 по ширине страницы с учетом полей (левое, правое, нижнее – 2,5 см, верхнее, – 2,0 см), набран шрифтом Times New Roman (Сур), кегель – 12, межстрочный интервал 1,2. Абзацные отступы должны быть одинаковыми по всему тексту – 1 см (не допускается создание абзацной строки с помощью пробелов или клавиши «Табуляция»). Кавычки (« »), скобки ([], ()), маркеры и другие знаки должны быть сохранены аналогичными на протяжении всего предоставляемого материала.

2. **Заголовки и подзаголовки** оформляются в едином стиле по всей работе и отделяются от основного текста 1 интервалом и располагаются по центру строки. Заголовки (наименования разделов) записывают прописными буквами, подзаголовки (наименования подразделов) – строчными. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Название статьи приводится на русском и английском языках.

3. **Фамилии авторов и место работы** указываются на русском и английском языках после названия статьи. Также необходимо указать e-mail для связи с авторами.

4. **Аннотации** набирают на 1 кегель меньше, курсивом с отступом 3 см, после заголовка. Аннотация приводится на русском и английских языках.

5. **Ключевые слова** указываются после аннотации на русском и английском языках набранные шрифтом Times New Roman (Сур), кегель – 11.

6. **Формулы**, даже состоящие из единственного символа, набираются только с использованием редактора формул Equation Editor или MathType. Категорически не допускается замена латинских и греческих букв сходными по начертанию русскими, а также знака суммы заглавной буквой сигма. Если необходимо использовать в формулах русские буквы, то их следует набирать в текстовом стиле.

7. **Нумерация страниц** обязательна. Посередине страницы, кегель 11 пт.

8. **Список литературы** любого источника осуществляется на языке его издания, помещается в конце рукописи в порядке упоминания в тексте. В списке приводятся только источники, на которые автор ссылается в тексте. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Внутри текста ссылки на список приводятся в квадратных скобках. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ, кегель 11, курсив.

9. **Переносы** и принудительные (ручные) не ставить.

10. **Рисунки, графики, схемы** должны выполняться в графических редакторах, поддерживающих векторную графику. Желательно предоставлять все рисунки в виде отдельных файлов в исходном графическом формате. Графические иллюстрации должны так же быть выполнены и в виде отдельных файлов в исходном графическом формате. Оригиналы отсканированных изображений должны предоставляться высокого качества (не менее 300 dpi). Все рисунки должны быть пронумерованы и иметь подрисовочные подписи (11 кегель, курсив, посередине листа, точка в конце не ставится).

11. **Таблицы** следует делать в режиме таблиц (добавить таблицу), а не рисовать от руки, не разрывать, если таблица большая, ее необходимо поместить на отдельной странице. Кегель 11. Слово «Таблица» расположить в правом верхнем углу, а название таблиц по центру (не жирный и не курсив, 12 кегель). Каждая таблица располагается после ссылки на нее (Напр.: табл. 1) и должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Ширина таблицы не должна быть больше полосы набора текста. Ссылка на рисунки и таблицы в тексте обязательны. Если в статье один рисунок или одна таблица, они не нумеруются. **Иллюстрации и таблицы** не должны разрывать предложение, их нужно располагать после абзаца.

Порядок представления и опубликования рукописей в научно-техническом журнале «Вопросы атомной науки и техники. Серия Материаловедение и новые материалы» (ВАНТ)

1. Публикация научно-технических статей в журнале ВАНТ бесплатна. Информационный обмен и общение между авторами и редакцией происходит посредством электронной почты – MVPozdeev@bochvar.ru.
2. Тексты статей оформляются в соответствии с «ТРЕБОВАНИЯМИ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ». Рукописи, разрешения на открытое опубликование и сопроводительные письма направляются на адрес электронной почты MVPozdeev@bochvar.ru.
3. Статьи, не соответствующие требованиям к оформлению, направляются авторам на доработку. Тексты, соответствующие требованиям, отправляются на рецензирование в соответствии с «ПОРЯДКОМ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ ВАНТ СЕРИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ».
4. В случае отрицательного заключения рецензента, авторам по электронной почте направляется мотивированный отказ. В случае положительного заключения рецензента, автору по электронной почте направляется подтверждение о приеме рукописи к публикации.
5. После принятия рукописи к публикации, авторы должны оформить, подписать и прислать в редакцию в бумажном варианте «ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР С АВТОРАМИ СТАТЕЙ, РАЗМЕЩАЕМЫХ В ЖУРНАЛЕ ВАНТ».
6. После получения редакцией договора статья направляется в верстку.
7. После опубликования статьи каждому автору бесплатно направляется экземпляр журнала.

Об Издательстве

Выпуски научно-технического журнала «Вопросы атомной науки и техники» (ВАНТ). Серия «Материаловедение и новые материалы», посвященные проблемам атомного материаловедения, издаются в АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара».

Журнал ВАНТ издается с 1972 года. Серия «Материаловедение и новые материалы» издается с 1989 г. по настоящее время тиражом не менее 250 экземпляров.

В журнале ВАНТ Серия «Материаловедение и новые материалы» представлены результаты исследований по физическому материаловедению, радиационной повреждаемости, активации и трансмутации материалов, физике радиационных явлений, механизмам формирования исходной и радиационной микроструктуры, теории, моделированию и экспериментальным исследованиям дефектов, структуры и свойств материалов. Выпуски журнала, помимо статей сотрудников института и ведущих специалистов отрасли, включают материалы на основе докладов, которые были представлены на конференциях «Материалы ядерной техники» (МАЯТ) в разные годы.

Кроме того, в журнале ВАНТ раскрываются актуальные проблемы, связанные с изменением приоритетов в оборонных задачах, разработкой новых технологий, включающих структурирование материалов наночастицами, вопросы разработки новых сплавов, особых видов термообработки и т.п.

На журнал ВАНТ. Серия «Материаловедение и новые материалы» можно подписаться в информагентстве «Пресса России», подписной индекс 41288 и в агентстве «Урал-Пресс», подписной индекс ВН005557.

Адрес издательства: 123098, г. Москва, а/я 369, ул. Рогова, д. 5а.

Контактное лицо: Ученый секретарь АО «ВНИИИМ» – Поздеев Михаил Васильевич, тел. +7 (499) 190-89-99 доп. 82-59, адрес электронной почты MVPozdeev@bochvar.ru.

Сдано в набор 08.06.2018 г. Подписано в печать 22.06.2018 г.
Печ. л. 16,7. Уч.-изд. л. 14,2. Формат 60×90/8
Компьютерный набор, вёрстка – Махмутова М.Р.

Отдел полиграфии ВНИИНМ. Тел. 190-83-94. Тираж 200 экз. Заказ №253. Цена договорная.
Отпечатано в типографии АО «ВНИИНМ». 123060, Москва, а/я 369.