

**ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ РАДИАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ВАНАДИИ. М.И. Захарова, В.П. Тарасиков (АО «ГНЦ РФ ФЭИ имени А.И. Лейпунского», г. Обнинск) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 4-15.**

*Проведены исследования изменения физико-механических свойств монокристаллического ванадия в результате облучения флюенсом быстрых нейтронов  $1,14 \times 10^{26}$  н/м<sup>2</sup> ( $E > 0,1$  МэВ) при температуре 450 °С и восстановления их при изохронных отжигах до 1400 °С.*

*Показано, что кинетика радиационных повреждений и возврат свойств во многом определяются наличием примесей внедрения в исходных образцах и их перераспределением в процессе облучения с образованием комплексов примесный атом внедрения – радиационный дефект (рис. – 9, табл. – 1, список литературы – 19 назв.).*

Ключевые слова: нейтронное облучение, ванадий, радиационные повреждения, примесные атомы, изохронные отжиги, электросопротивление, плотность, внутреннее трение, модули упругости, распухание.

**THERMAL STABILITY OF RADIATION EFFECTS OF SINGLE-CRISTAL VANADIUM. M.I. Zakharova, V.P. Tarasikov (SC «State Scientific Center of Russian Federation – Institute of Physics and Power Engineering named after A.I. Leypunsky», Obninsk) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 4-15.**

*The studies of changes in physical and mechanical properties of single-crystal vanadium as a result of irradiation by the fluence of fast neutrons of  $1,14 \times 10^{26}$  n/m<sup>2</sup> at a temperature of 450 °C ( $0,33 T_m$ ) and restore them when isochronous annealing to 1400 °C ( $0,77 T_m$ ).*

*It is shown that the kinetics of radiation damage and the return of properties is largely determined by the presence of impurities in the initial samples and their redistribution during irradiation with the formation of complexes by the impurity atom of introduction – radiation defect (fig. – 9, tables – 1, references – 19).*

Keywords: neutron irradiation, vanadium, radiation damage, impurity atoms, isochronous annealing, electrical resistance, density, internal friction, elastic modules, swelling.

**ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НА АНИЗОТРОПИЮ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧЕЧНЫХ ТРУБ ИЗ СПЛАВА Э110. А.В. Никулина, М.М. Перегуд, М.Н. Саблин, О.Ю. Милешкина (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 16-22.**

*Исследовано влияние содержания кислорода и размера зерна  $\alpha$ -твердого раствора в оболочечных трубах из сплава Э110 на коэффициент анизотропии прочности ( $K_a$ ).*

*Выявлено, что одним из факторов, влияющих на значения  $K_a$  труб может быть неоднородность химического и фазового состава в микрообъемах труб. Показана целесообразность использования в производстве труб  $\beta$ -закалки для достижения более однородной и равновесной структуры труб (рис. – 1, табл. – 5, список литературы – 6 назв.).*

Ключевые слова: цирконий, сплав Э635, коэффициент анизотропии, микроструктура, прочность,  $\beta$ -закалка.

**EFFECT OF MICROSTRUCTURE ON STRENGTH ANISOTROPY OF E110 ALLOY CLADDING TUBES. A.V. Nikulina, M.M. Peregud, M.N. Sablin, O.Y. Mileshkina (SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 16-21.**

*Effect of oxygen content and  $\alpha$ -solid solution grain size in cladding tubes from the E110 alloy on strength anisotropy coefficient ( $K_a$ ) is studied.*

*It is revealed that one of the factor affecting on tubes  $K_a$  values might be inhomogeneity of chemical and phase composition in microvolumes of tubes. Expediency of using  $\beta$ -quenching in tubes manufacturing process for obtaining more homogeneous and uniform tubes structure is shown (fig. – 1, tables – 5, references – 6).*

Keywords: zirconium, E110 alloy, anisotropy coefficient, microstructure, strength,  $\beta$ -quenching.

**ЦИРКОНИЕВЫЙ СПЛАВ Э110М ДЛЯ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1000 И PWR. А.В. Никулина, В.А. Маркелов, В.В. Новиков, М.М. Перегуд, В.Ф. Коньков, М.Н. Саблин, О.Ю. Милешкина (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 22-29.**

*Изучено влияние железа и кислорода на механические и коррозионные свойства оболочечных труб из циркониевого сплава Э110.*

*На основании полученных результатов разработана и рекомендована для оболочек твэлов ВВЭР и PWR улучшенная по свойствам модификация сплава Э110 – сплав Э110М, в состав которого, помимо 1% Nb, введены железо и кислород по 0,12 % масс (рис. – 6, табл. – 5, список литературы – 10 назв.).*

Ключевые слова: цирконий, сплав Э110М, железо, кислород, микроструктура, прочность, коррозия.

**E110M ZIRCONIUM ALLOY FOR VVER-1000 AND PWR REACTORS FUEL CLADDINGS. A.V. Nikulina, V.A. Markelov, V.V. Novikov, M.M. Peregud, V.F. Konkov, M.N. Sablin, O.Y. Mileshkina (SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 22-29.**

*Effect of iron and oxygen on mechanical and corrosion properties of cladding tubes from the zirconium alloy E110 is studied.*

*Based on gained results the enhanced by properties modification of the E110 alloy for fuel claddings of VVER and PWR is designed and recommended – the E110M alloy, in the composition of which 0,12 % mass of iron and oxygen besides 1% Nb are introduced (fig. – 6, tables – 5, references – 10).*

Keywords: zirconium, E110M alloy, iron, oxygen, microstructure, strength, corrosion.

**КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ДУО ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНЫХ СТАЛЕЙ В СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ. А.А. Никитина, Е.В. Цветкова, К.А. Иванов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 30-39.**

*В данной статье представлены результаты исследований микроструктуры опытных образцов ферритно-мартенситных сталей ЭП823 ДУО и ДУО ферритной стали с повышенным содержанием хрома и алюминия в исходном состоянии, а также после стендовых коррозионных испытаний в потоке свинцового теплоносителя при температуре  $620 \pm 10$  °С с содержанием кислорода  $C_{[o]} = (1-4) \cdot 10^{-6}$  % масс в течение 1000 и 4000 часов. Проведены сравнительные исследования коррозионного поведения стали ЭП823 ДУО и матричной стали ЭП823.*

*Показано, что при реализованных на стенде условиях, на сталях ЭП823 ДУО и ДУО ферритной стали с повышенным содержанием хрома и алюминия образуется защитная оксидная пленка, и они не подвергаются жидкометаллической коррозии (рис. – 7, табл. – 2, список литературы – 15 назв.).*

Ключевые слова: ДУО ферритно-мартенситные стали, микроструктура, коррозия в свинце, коррозионные пленки.

**CORROSION RESISTANCE OF ODS FERRITIC-MARTENSITIC STEELS IN THE LEAD COOLANT. A.A. Nikitina, E.V. Tsvetkova, K.A. Ivanov (SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 30-39.**

*This article presents the results of studies of the microstructure of experimental samples of ferritic-martensitic steels EP823 ODS and ODS ferritic steel with increased content of chromium and aluminum in the initial state, as well as after corrosion tests in a lead coolant flow at a temperature of  $620 \pm 10$  °C with oxygen content  $C [o] = (1-4) \cdot 10^{-6}$  % of the mass within 1000 and 4000 hours. Comparative studies of the corrosion behavior of EP823 ODS steel and EP823 matrix steel have been carried out.*

*It is shown that under the conditions realized on the stand, on the EP823 ODS and ODS ferritic steel with high content of chromium and aluminum, a protective oxide film is formed, and they do not undergo liquid metal corrosion (fig. – 7, tables – 2, references – 15).*

Keywords: ODS ferritic-martensitic steels, microstructure, corrosion in lead, corrosion films.

**СТРУКТУРА МОЛЕКУЛЫ ГЕКСАФТОРИДА УРАНА И ТИП ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ГЕПТАФТОРОУРАНАТЕ НАТРИЯ. О.Б. Громов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 41-48.**

*Предложенная структурная модель молекулы  $UF_6$  представляет собою маленькое атомное ядро шестивалентного урана, окружённое шестью гораздо большими атомами фтора. Предложена модель образования химической связи в гептафтороурате натрия при взаимодействии естественного диполя молекулы  $NaF$  и квазиупругого наведенного диполя гексафторида урана. Фтороурат натрия относится к молекулярным веществам с ковалентной связью. Предложенный механизм образования химической связи между компонентами комплексных фторидов может быть применен к молекулярным веществам, состоящим из фтороуратов щелочных и щелочноземельных металлов (рис. – 5, табл. – 1, список литературы – 12 назв.).*

Ключевые слова: химическая связь, диполь, квазиупругий диполь, гексафторид урана, фтороурат натрия, электроотрицательность, структурная модель.

**THE STRUCTURE OF THE URANIUM HEXAFLUORIDE MOLECULE AND THE TYPE OF CHEMICAL BOND IN SODIUM HEPTAFLUOROURATE. O.B. Gromov (SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 41-48.**

*The proposed structural model of the  $UF_6$  molecule is a small atomic nucleus of hexavalent uranium, surrounded by six much larger fluorine atoms. A model for the formation of a chemical bond in sodium heptafluorouranate is proposed for the interaction of the natural dipole of a  $NaF$  molecule and a quasi-elastic induced dipole for uranium hexafluoride. Sodium fluorouranate refers to molecular substances with a covalent bond. The proposed mechanism for the formation of a chemical bond between the components of complex fluorides can be applied to molecular substances consisting of alkali and alkaline earth metal fluorouranates (fig. – 5, tables – 1, references – 12).*

Keywords: chemical bond, dipole, quasi-elastic dipole, uranium hexafluoride, sodium fluorouranate, electronegativity, structural model.

**ИННОВАЦИОННАЯ ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ С ХОЛОДНЫМ ТИГЛЕМ ДЛЯ ОСТЕКЛЫВАНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ. Д.Б. Лопух, И.Н. Скриган, А.В. Вавилов, А.П. Мартынов (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 49-61.**

*В настоящей статье представлены результаты разработки инновационной индукционной печи с холодным тигля для остекловывания высокоактивных отходов с содержанием благородных металлов. Разработанная печь была сконструирована и испытана в серии экспериментальных исследований с плавлением, в качестве имитатора ВАО, боросиликатного стекла. Успешный, многократно проводимый донный слив расплава свидетельствует о надёжности работы экспериментальной печи, что способствует применению данной конструкции в промышленности. На основе результатов экспериментов была разработана численная 3D электрогидродинамическая модель индукционной печи с холодным тиглем плавки оксидов и стекол для исследования электро- тепло- гидродинамических процессов при стационарном режиме с учётом нелинейности физических свойств расплава. Также, в данной статье представлены результаты верификации разработанной модели (рис. – 14, табл. – 1, список литературы – 11 назв.).*

Ключевые слова: индукционная плавка, холодный тигель, численная модель, эксперименты, остекловывание, высокоактивные отходы.

**INNOVATIVE INDUCTION FURNACE WITH A COLD CRUCIBLE FOR VITRIFICATION OF HIGH LEVEL WASTE. D.B. Lopukh, I.N. Skrigan, A.V. Vavilov, A.P. Martynov (Saint Petersburg state electrotechnical university «LETI», Saint Petersburg) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 49-61.**

*In this article the development results of an innovative induction furnace with a cold crucible for vitrification of high-level waste containing noble metals are described. The furnace in series experimental studies with melting, as a simulator of HLW, borosilicate glass was designed and tested. Successful, repeatedly conducted bottom melt drain indicates the reliability of the experimental furnace, which contributes to the application of this design in the industry. Based on the results of the experiments, a 3D numerical electrohydrodynamic model of an induction furnace with a cold crucible for melting oxides and glasses was developed for the study of electromagnetic - heat - hydrodynamic processes in a stationary mode, taking into account the nonlinearity of the physical properties of the melt. In addition, the results of verification of the developed model are presented (fig. – 14, tables – 1, references – 11).*

Keywords: induction melting, cold crucible, modeling, tests, vitrification, high-level waste.

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА ПРИ ДЕТРИТИЗАЦИИ ЛЕГКОВОДНЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ РЕКТИФИКАЦИИ ВОДЫ.** <sup>1</sup>Э.П. Магомедбеков, <sup>1</sup>И.Л. Растунова, <sup>1</sup>И.Л. Селиваненко, <sup>2</sup>Г.А. Сарычев (<sup>1</sup>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва; <sup>2</sup>АО «Наука и инновации», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 62-70.

*В статье представлен алгоритм расчета параметров разделения тяжелых изотопов водорода при их одновременном разделении в ректификационной колонне, основанный на принципах общей теории процессов тонкого разделения смесей в области малых концентраций. На примере задачи детритизации легкой воды было показано, что в колонне, работающей по «закрытой» схеме с отбором продуктов, величина относительного отбора и число теоретических ступеней разделения для дейтерия и трития различаются. Следствием этого является различный характер зависимостей профиля концентраций этих изотопов по высоте колонны, при этом для нецелевого изотопа в точке ввода питания будет происходить смешение концентраций (рис. – 3, табл. – 2, список литературы – 17 назв.).*

Ключевые слова: дейтерий, тритий, протий, детритизация, ректификация воды.

**FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF HEAVY HYDROGEN ISOTOPES UNDER DETRITIATION OF LIGHT WATER WASTES BY THE METHOD OF WATER RECTIFICATION.** <sup>1</sup>E.P. Magomedbekov, <sup>1</sup>I.L. Rastunova, <sup>1</sup>I.L. Selivanenko, <sup>2</sup>G.A. Sarychev (<sup>1</sup>D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow; <sup>2</sup>JSC «Science and Innovation», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 62-70.

*The article presents an algorithm for calculating parameters of separation of heavy hydrogen isotopes in their simultaneous separation in distillation column based on the principles of the general theory of thin processes for separating mixtures at low concentrations. By the example of the task of light water detritiation it was shown that in a column operating according to a “closed” scheme with product selection, the relative selection value and the number of theoretical separation stages for deuterium and tritium are different. The consequence of this is the different nature of the dependences of the concentration profile of these isotopes along the height of the column, while for the non-target isotope at the point of power supply there will be a mixture of concentrations (fig. – 3, tables – 2, references – 17).*

Keywords: deuterium, tritium, protium, detritiation, water distillation.

**РАЗРАБОТКА МАКЕТА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОСТЕКЛОВАНИЯ ВАО. Д.Ю. Сунцов, И.Н. Шестопёров, А.И. Богданов, В.А. Кашеев, Т.В. Смелова, Н.Д. Мусатов, Ю.Ю. Волчок, А.И. Тучкова (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 71-81.**

*В настоящей работе проведен сравнительный анализ различных типов плавильных печей с точки зрения возможности их использования для проведения процесса остекловывания ВАО. Показаны преимущества и недостатки использования печей сопротивления и индукционных плавителей с горячим и холодным тиглем при их применении для иммобилизации имитаторов ВАО в боросиликатные и борофосфатные стекла. Для отработки технологии остекловывания ВАО смонтирован полномасштабный макет опытно-промышленной установки с индукционным плавителем с холодным тиглем. Проведенные 100-часовые ресурсные испытания подтвердили работоспособность основных узлов и систем полномасштабного макета опытно-промышленной установки и их соответствие проектным значениям (рис. – 5, табл. – 2, список литературы – 0 назв.).*

Ключевые слова: остекловывание высокоактивных отходов, индукционный плавитель с холодным тиглем, боросиликатная матрица, борофосфатная матрица, опытно-промышленная установка.

**ENGINEERING OF EXPERIMENTAL INDUSTRIAL INSTALLATION FOR HIGH LEVEL WASTE VITRIFICATION. D. Suntsov, I. Shestoporov, A. Bogdanov, V. Kascheev, T. Smelova, N. Musatov, Yu. Volchok, A. Tuchkova (JC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 71-81.**

*This paper deals with the comparative analysis of glass melters for HLW vitrification. The advantages and disadvantages of resistance furnaces and induction melters with hot and cold crucible during the vitrification of HLW simulators into borosilicate and borophosphate glass are considered. The full-scale experimental industrial installation with an induction melter with cold crucible to elaborate the technology of HLW vitrification was mounted. A test of its performance during 100-hour testing was carried out, and it was confirmed that the installation units and systems work well under conditions of long-term operation and that the technological parameters correspond to the designed ones (fig. – 5, tables – 2, references – 0).*

Keywords: high level waste vitrification, induction melter with cold crucible, borosilicate glass matrix, borophosphate glass matrix, experimental industrial installation.



**ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТВЭЛОВ ВВЭР-1000 В УСЛОВИЯХ АВАРИИ С ПОТЕРЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (ЛОСА). РЕАКТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ МИР-ЛОСА/45 И МИР-ЛОСА/63.** <sup>1</sup>А.В. Алексеев, <sup>1</sup>А.В. Горячев, <sup>1</sup>О.И. Дреганов, <sup>1</sup>А.Л. Ижutow, <sup>1</sup>Л.В. Киреева, <sup>1</sup>И.В. Киселева, <sup>1</sup>В.Н. Шулимов, <sup>2</sup>В.И. Кузнецов, <sup>2</sup>В.В. Новиков, <sup>2</sup>А.В. Салатов, <sup>2</sup>П.В. Федотов (АО «ГНЦ – НИИАР», г. Димитровград; <sup>2</sup>АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 83-94.

*В канале реактора МИР проведено два эксперимента: МИР-ЛОСА/45 и МИР-ЛОСА/69 с рефабрикованными твэлами (РТ), которые изготовлены из твэлов ТВСА ВВЭР-1000, отработавших на 1-ом блоке Калининской АЭС до максимального выгорания 45 и 69 МВт-сут/кгU. Цель испытаний состояла в экспериментальной проверке поведения твэлов в условиях аварии с потерей теплоносителя, включая деформирование оболочки, параметры разгерметизации твэла, фрагментацию, перемещение и диспергирование топлива (рис. – 11, табл. – 1, список литературы – 5 назв.).*

Ключевые слова: реактор МИР, реакторный эксперимент, рефабрикованный твэл, авария с потерей охлаждения (ЛОСА), деформация оболочки, фрагментация.

**INVESTIGATION OF THE VVER-1000 FUEL RODS BEHAVIOR UNDER LOCA CONDITIONS. IN-REACTOR EXPERIMENTS MIR-LOCA/45 AND MIR-LOCA/63.**

<sup>1</sup>A.V. Alexeyev, <sup>1</sup>A.V. Goryachev, <sup>1</sup>O.I. Dreganov, <sup>1</sup>A.L. Izhutov, <sup>1</sup>L.V. Kireeva, <sup>1</sup>I.V. Kiseleva, <sup>1</sup>V.N. Shulimov, <sup>2</sup>V.I. Kuznetsov, <sup>2</sup>V.V. Novikov, <sup>2</sup>A.V. Salatov, <sup>2</sup>P.V. Fedotov (<sup>1</sup>JSC «SSC RIAR», Dimitrovgrad; SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 83-94.

*In the loop channel of the MIR reactor were performed experiments MIR-LOCA/45 u MIR-LOCA/63 with refabricated fuel rods (RFRs) made from TVSA VVER-1000 full-size fuel rods spent at the 1st unit of the Kalinin NPP up to a maximum burn-up of 45 and 63Mwt/kgU. The purpose of the experiments was to obtain data on the behavior of fuel rods under the loss of coolant accident, including cladding deformation, leakage parameters, fragmentation, displacement and dispersion of fuel (fig. – 11, tables – 1, references – 5).*

Keywords: MIR reactor, reactor experiment, refabricated fuel rods, loss of coolant accident, cladding deformation, fragmentation.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (SPC) В МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК. А.Н. Самохвалов, Е.Н. Михеев, Ю.Л. Ярополов, Е.С. Платонова (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 95-108.**

*В статье рассматриваются особенности применения методов статистического управления процессами (SPC) с помощью контрольных карт. Показано, что их применение при многофакторных технологических процессах, какими являются технология производства топливных таблеток для АЭС, может привести к необоснованно излишним процедурам регулирования технологических режимов, хотя по качественным показателям изготавливаемая продукция (таблетки) в этот период производства полностью удовлетворяет требованиям потребителя. Предложен метод ведения при производстве топливных таблеток, так называемых, приемочных контрольных карт, свободных от вышеуказанного недостатка, которые основываются на расчётах стандартизованного показателя качества технологического процесса – индекса  $C_{pk}$ . (рис. – 7, табл. – 4, список литературы – 8 назв.).*

Ключевые слова: топливные таблетки, качество, статистическое управление процессами, контрольные карты Шухарта, приёмочные контрольные карты.

**ASPECTS OF APPLICATION FOR STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) METHODS IN MULTIFACTORIAL TECHNOLOGICAL PROCESSES OF FUEL PELLETS FABRICATION. A.N. Samokhvalov, E.N. Mikheev, Yu.L. Yaropolov, E.S. Platonova (SC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 95-108.**

*The special aspects of application for Statistical Process Control (SPC) methods using control charts are considered in this paper. The application control charts in multifactorial technological processes, such as the production technology of fuel pellets for nuclear power plants, can lead to unreasonably excessive procedures for regulating technological modes even though the product quality characteristics meet customer's requirements completely. The method for monitoring through the so-called acceptance control charts is proposed in this paper as a suitable Statistical Process Control method for the production of fuel pellets. This method does not suffer from the above-cited disadvantages. It is based on the calculations of the standard process capability index –  $C_{pk}$ . (fig. – 7, tables – 4, references – 8).*

Keywords: fuel pellets, quality, statistical process control (SPC), control charts, acceptance control charts of the Shewhart.

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОРИСТОСТИ ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК НА ИХ ДОСПЕКАЕМОСТЬ.** <sup>1</sup>О.А. Бахтеев, <sup>1</sup>А.В. Лысико, <sup>1</sup>Н.А. Дегтярев, <sup>1</sup>Е.Н. Михеев, <sup>1</sup>В.В. Новиков, <sup>2</sup>А.В. Угрюмов (<sup>1</sup>АО «ВНИИНМ», г. Москва; <sup>2</sup>АО «ТВЭЛ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2018. ВЫП. 4(95). С. 109-115.

*Описано применение разработанной методики определения пористости в диапазоне 0,1-100 мкм для урановых и уран-гадолиниевых таблеток. Показано изменение распределения пор после проведения теста на доспекаемость. Проведен корреляционный анализ связи доспекаемости по диаметру, полученной по стандартной методике, с концентрацией пор и объемной долей пор. Предложены аналитические зависимости доспекаемости от параметров пористой структуры (рис. – 5, табл. – 1, список литературы – 6 назв.).*

Ключевые слова: топливные таблетки, диоксид урана, пористость, доспекаемость.

**THE INFLUENCE OF FUEL PELLETS POROSITY ON ITS RESINTERING.** <sup>1</sup>O.A. Bakhteev, <sup>1</sup>A.V. Lysikov, <sup>1</sup>N.A. Degtyarev, <sup>1</sup>E.N. Mikheev, <sup>1</sup>V.V. Novikov, <sup>2</sup>A.V. Ugrumov (SC «VNIINM», Moscow; <sup>2</sup>SC «TVEL», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2018. ED. 4(95). P. 109-115.

*This paper describes the appliance of method of porosity determination in range of pore sizes 0,1-100 mkm for uranium and uranium-gadolinium fuel pellets. Difference between pores distribution before and after resintering test is shown. Correlation analysis of dependences between concentration and volume part of pores and resintering test carried out according to standard procedure is presented. Analytical dependences between resintering and pore structure parameters proposed (fig. – 5, tables – 1, references – 6).*

Keywords: fuel pellets, uranium dioxide, porosity, resintering.