

ПОВЕДЕНИЕ ЦИРКОНИЕВЫХ ОБОЛОЧЕК С ХРОМСОДЕРЖАЩИМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ТОЛЕРАНТНОГО ТОПЛИВА В ИСПЫТАНИЯХ НА КОРРОЗИЮ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ. И.А. Шелепов, А.Г. Мальгин, В.А. Маркелов, Е.Е. Воробьев, А.Ю. Шевяков, В.В. Новиков, Л.А. Карпюк (АО «ВНИИНМ, г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 4-16.

Для обоснования преимуществ циркониевых оболочек твэлов толерантного топлива с защитным покрытием применительно к нормальным условиям эксплуатации и авариям с потерей теплоносителя (ЛОСА) проведены автоклавные коррозионные испытания в деаэрированной воде при температуре 360 °С и испытания на высокотемпературное окисление в среде водяного пара при 1200 °С образцов оболочечных труб из сплава Э110opt на основе циркониевой губки с различными вариантами хромсодержащих покрытий на наружной поверхности в сопоставлении с образцами без покрытия. По результатам испытаний и посттестовых материаловедческих исследований показано преимущество в защитных свойствах к окислению и наводороживанию оболочек с чисто хромовым покрытием, что позволило рекомендовать это покрытие для дальнейших технологических проработок и реакторных испытаний (рис. – 9, табл. – 3, список литературы – 18 назв.).

Ключевые слова: толерантное топливо, хромсодержащее покрытие, испытания, автоклавная коррозия, высокотемпературное окисление, наводороживание, микроструктура.

BEHAVIOR OF ZIRCONIUM CLADDING WITH CHROME-CONTAINING COATING FOR ACCIDENT TOLERANT FUEL (ATF) IN CORROSION AND HIGH-TEMPERATURE OXIDATION TESTS. I.A. Shelepov, A.G. Malgin, V.A. Markelov, E.E. Vorobiev, A.Yu. Shevyakov, V.V. Novikov, L.A. Karpyuk (A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials, Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 4-16.

To justify the benefit of zirconium cladding for accident tolerant fuel (ATF) with a protective coating as applied to normal operating conditions and loss-of-coolant accidents (LOCA), autoclave corrosion tests in deaerated water at 360 °C and high-temperature oxidation tests in steam at 1200 °C were carried out using E110opt cladding samples on zirconium sponge based with various options of chromium-containing coatings on the outer surface as compared to the uncoated samples. The tests carried out and post-test materials examination results showed an advantage of protective properties of cladding with a pure chrome coating to oxidation and hydrogenation and made it possible to recommend this coating for further technological investigations and reactor tests (fig. – 9, tables – 3, references – 18).

Keywords: tolerant fuel, chromium-containing coating, testing, autoclave corrosion, high-temperature oxidation, hydrogenation, microstructure.

СТОЙКОСТЬ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ОКИСЛЕНИЮ В ПРОЕКТНОЙ АВАРИИ ЛОСА ЦИРКОНИЕВЫХ ОБОЛОЧЕК С ХРОМОВЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ТВЭЛОВ ТОЛЕРАНТНОГО ТОПЛИВА. И.А. Шелепов¹, А.Г. Мальгин¹, В.А. Маркелов¹, А.Ю. Шевяков¹, В.В. Новиков¹, Л.А. Карпюк¹, В.Е. Донников², В.И. Латунин², Г.И. Костенко² (АО «ВНИИНМ», г. Москва; ²ОАО «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 17-27.

Представлены результаты высокотемпературных испытаний в условиях, имитирующих проектную аварию с потерей теплоносителя (ЛОСА), образцов оболочечных труб из сплава Э110опт с нанесенным на наружную поверхность слоем хрома толщиной $8,6\pm 0,5$ мкм в сопоставлении с исходными образцами труб без покрытия. Испытания проведены в среде 100 % перегретого водяного пара при температуре 1180 °С длительностью 1000 секунд. Показано, что кинетика окисления образцов с покрытием и без покрытия описывается параболической зависимостью; осыпаний покрытия или оксидной пленки в процессе окисления не зафиксировано. Толщина оксида на образцах с хромовым покрытием не менее чем в 20 раз меньше в сравнении с толщиной оксида на исходных образцах без покрытия. Методом энергодисперсионного рентгеноспектрального анализа установлено, что окисление образцов с хромовым покрытием протекает с образованием на наружной поверхности оксида хрома толщиной 4 мкм, при этом на поверхности оболочки сохраняется защитное хромовое покрытие толщиной ~5 мкм, которое блокирует диффузию кислорода в циркониевую матрицу (рис. – 7, табл. – 3, список литературы – 25 назв.).

Ключевые слова: Толерантное топливо, сплав Э110опт, оболочки твэлов, проектная авария, ЛОСА, покрытие, хром, высокотемпературное окисление, водород.

RESISTANCE TO HIGH-TEMPERATURE OXIDATION IN A DESIGN BASIS ACCIDENT (LOCA) OF CHROME COATED ZIRCONIUM CLADDINGS FOR ACCIDENT TOLERANT FUEL RODS (ATF). I.A. Shelepov¹, A.G. Malgin¹, V.A. Markelov¹, A.Yu. Shevyakov¹, V.V. Novikov¹, L.A. Karpyuk¹, V.E. Donnikov², V.I. Latunin², G.I. Kostenko² (¹A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials, Moscow); ²JSC «All-Russia Thermal Engineering Institute», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 17-27.

The paper presents the results of high-temperature testing under conditions simulating a design basis accident with a loss of coolant (LOCA) of cladding tube samples made of alloy E110opt with a chromium coating with a thickness of $8,6\pm 0,5$ μm in comparison with the as-received tube samples. The tests were carried out in an environment of 100% superheated steam at a temperature of 1180 °C for 1000 seconds. It is shown that the oxidation kinetics of coated and uncoated samples is described by a parabolic dependence; no shedding of the coating or oxide film during oxidation was found. The thickness of the oxide on the chrome coated samples is at least 20 times less than the oxide thickness on the original uncoated specimens. It was established by energy dispersive X-ray spectral analysis that the oxidation of samples with a chromium coating proceeds with the formation of chromium oxide of 4 μm thick on the outer surface, while a protective chromium coating with a thickness of ~5 μm remains on the cladding tube surface, which blocks the diffusion of oxygen into the zirconium matrix (fig. – 7, tables – 3, references – 25).

Keywords: ATF, E110opt alloy, fuel cladding, design basic accident, LOCA, coating, Cr, high temperature, steam oxidation, hydrogen.

СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ ВЫСОКОГРАДИЕНТНЫЙ ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ КВАДРУПОЛЬНЫЙ МАГНИТ. А.И. Агеев, Ю.В. Алтухов, И.В. Богданов, Е.М. Каштанов, С.С. Козуб, П.И. Слабодчиков, Л.М. Ткаченко (Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Протвино, Московская область) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 28-40.

Эксперименты над материей при экстремальных условиях плотности и температуры, которые предлагаются HED@FAIR (Высокая Плотность Энергии на Установке для Антипротонных и Ионных Исследований) коллаборацией по физике плазмы на новой ускорительной установке FAIR в Дармштадте, Германия, требуют сильной конечной фокусирующей системы для ионных пучков с высокой энергией. Главными компонентами этой системы являются четыре широкоапертурных квадрупольных магнита, которые должны обеспечить пятно миллиметрового размера в точке фокусировки на мишени. Эти сверхпроводящие магниты имеют центральный градиент 33 Тл/м с внутренним диаметром апертуры 240 мм и магнитной длиной 2 м. В процессе проектирования было принято решение увеличить апертуру магнитов до 260 мм, но при этом проектное расстояние между центрами магнитов не могло бы быть сохранено. Поэтому было необходимо уменьшить физическую длину магнитов и, соответственно, компенсировать интегральный градиент поля увеличением тока. Эти требования привели к разработке новой геометрии магнитов, которая представлена наряду с соображениями о системе охлаждения магнитов (рис. – 16, табл. – 9, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: сверхпроводящие ускорительные магниты, критический ток, электромагнитные силы.

SUPERCONDUCTING HIGH-GRADIENT WIDE-APERTURE QUADRUPOLE MAGNET. A.I. Ageev, Y.V. Altuhov, I.V. Bogdanov, E.M. Kashtanov, S.S. Kozub, P.I. Slabodchikov, L.M. Tkachenko (Institute for High Energy Physics named by A.A. Logunov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Protvino, Moscow region) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 28-40.

The experiments on matter under extreme conditions of density and temperature which are proposed by the HED@FAIR (High Energy Density at Facility for Antiproton and Ion Research) plasma physics collaboration at the new accelerator facility FAIR in Darmstadt, Germany, require a strong final focusing system for energetic heavy ion beams. The main components of this system are four wide-aperture quadrupoles which have to provide a millimeter-size focal spot at the target. These superconducting magnets have 33 T/m central gradient with the inner aperture diameter of 240 mm and the magnetic length of 2 m. While designing the magnets, it has turned out that the magnet's aperture shall be increased to 260 mm, and the design distance between the magnet's centers of 2,5 m cannot be kept. Therefore, it was necessary to reduce the physical length of the magnets and, correspondingly, to compensate the integral field gradient by increasing the current. New requirements led to the development of new magnets geometry which is presented along with parameters of the correction system and considerations about the magnet's cooling system (fig. – 16, tables – 9, references – 9).

Keywords: accelerator, superconducting magnets, critical current, electromagnetic forces.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АСУТП ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОСТЕКЛОВАНИЯ ВАО. П.М. Родин, 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. 2020. ВЫП. 4(105). С. 42-50.

В настоящей работе описана экспериментальная проверка АСУТП полномасштабного макета опытно-промышленной установки (ОПУ) остекловывания высокоактивных отходов (ВАО) при различных режимах работы оборудования. Проверка системы управления проводилась при стартовом нагреве, дозировке исходной шихты в индукционный плавитель – холодный тигель (ИПХТ), варке борофосфатного и боросиликатного стекол и выпуске стекломассы. В результате проведения проверки АСУТП ОПУ ИПХТ подтверждена работоспособность АСУТП в разных режимах стабилизации охлаждения контуров плавителя, сделаны выводы о целесообразности объединения этих режимов в один комбинированный (рис. – 4, табл. – 3, список литературы – 4 назв.).

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

EXPERIMENTAL TESTING OF APCS OF INDUSTRIAL INSTALLATION FOR HIGH LEVEL WASTE VITRIFICATION. P. Rodin, D. Suntsov, I. Shestoporov, A. Bogdanov, V. Kascheev, T. Smelova, N. Musatov, Yu. Volchok, A. Tuchkova (SC A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials, Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 42-50.

This paper deals with the description of the experimental verification of the APCS (automatic process control system) of the full-scale experimental-industrial installation for high level waste (HLW) vitrification under various operating conditions of the equipment. Testing of the control system was carried out during starting heating, as well as dosing of the initial charge in induction melter - cold crucible (IPCP) and melting of borophosphate and borosilicate glass and the pouring of glass melt. As a result of the verification of the automatic process control system of the IPCP experimental - industrial installation during the melting of borosilicate and borophosphate glass, the APCS efficiency was confirmed in various stabilization modes of cooling the melter circuits, and conclusions were drawn on the expedience of uniting these modes into one combined mode (fig. – 4, tables – 3, references – 4).

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ КУБОВЫХ ОСТАТКОВ КОЛЬСКОЙ АЭС ОТ РАДИОНУКЛИДОВ. А.Е. Савкин (ФГУП «РАДОН»), Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 51-59.

В лабораторных условиях проведены эксперименты по совершенствованию технологии очистки проблемных кубовых остатков (КО) Кольской АЭС (КАЭС) от радионуклидов с использованием сорбента «Термоксид». Штатная технология очистки КО КАЭС от радионуклидов включает озонирование, отделение осадка и селективную сорбцию радионуклидов цезия на сорбенте Т-35. Эксперименты проводили на КО из 2 емкостей 1 очереди КАЭС (ЕКО-4 и ЕКО-6) с удельной активностью по ^{137}Cs до $1,5 \cdot 10^7$ Бк/кг и по ^{60}Co – до $1 \cdot 10^5$ Бк/кг, эффективность очистки которых по штатной технологии от ^{60}Co была низкой.

Для повышения эффективности очистки проблемных КО КАЭС от ^{60}Co предложено после озонирования проводить осаждение хроматов гидразином и последующее доозонирование с коллектором (Co^{+3}). Предлагаемая технология очистки включает озонирование исходного КО при pH 11-12 до ХПК < 50 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$, осаждение хроматов гидразином и отделение осадка фильтрацией, дополнительное озонирование с коллектором и отделение осадка фильтрацией. После корректировки pH до 10 КО пропускают последовательно через два фильтра-контейнера, загруженных сорбентом Т-35. Фильтрат, очищенный от радионуклидов, направляют на глубокое упаривание. Образующийся плав, который не является радиоактивным отходом, передают на промпolygon. Коэффициент сокращения объема РАО при такой переработке составляет 80-100 (рис. – 4, табл. – 3, список литературы – 4 назв.).

Ключевые слова: кубовые остатки (КО), КАЭС, селективная сорбция, озонирование, хроматы, фильтрация.

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR CLEANING THE KOLA NPP EVAPORATED CONCENTRATES FROM RADIONUCLIDES. A.E. Savkin (FSUE «RADON», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 51-59.

Experiments in the laboratory to improve the technology for cleaning problematic evaporated concentrate (EC) of the Kola NPP (KNPP) from radionuclides using «Thermoxide» sorbents were carried out. The standard technology for radionuclide purification of the EC KNPP includes ozonation, sediment separation, and selective sorption of caesium radionuclides on the T-35 sorbent. The experiments were carried out on EC from 2 tanks of the 1st stage of the KNPP (EKO-4 and EKO-6) with a specific activity of ^{137}Cs up to $1,5 \cdot 10^7$ Bq/kg and ^{60}Co – up to $1 \cdot 10^5$ Bq/kg, the cleaning efficiency of which according to the standard technology from ^{60}Co was low.

In order to improve the efficiency of cleaning the problematic EC of KAES from ^{60}Co , it is proposed to conduct chromate deposition with hydrazine after ozonation and subsequent re-ozonation with a collector (Co^{+3}). The proposed purification technology includes ozonation of the initial EC at pH 11-12 to COD < 50 mg $\text{O}_2/\text{дм}^3$, deposition of chromates with hydrazine and separation of the sediment by filtration, additional ozonation with a collector and separation of the sediment by filtration. After adjusting the pH to 10 KO, it is passed sequentially through two filter containers loaded with T-35 sorbent. The filtrate purified from radionuclides is fed for deep evaporation. The resulting solid product, which is not radioactive waste, is transferred to the industrial polygon. The volume reduction factor of radioactive waste such processing is 80-100 (fig. – 4, tables – 3, references – 4).

Keywords: evaporated concentrate (EC), KNPP, selective sorption, ozonation, chromates, filtration.

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СОЛЕВЫХ РАСПЛАВОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ОПЕРАЦИЯХ ПИРОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ. М.Ю. Каленова, И.В. Кузнецов, А.С. Щепин, О.Н. Будин, И.М. Мельникова (АО «ВНИИХТ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 60-68.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ различных способов очистки ионных сред пирохимической переработки ОЯТ. Сделан обоснованный выбор технологического подхода и аппаратного оформления, пригодного для интеграции в радиохимическое производство. Приведено подробное описание разработанного и созданного полномасштабного макета опытно-промышленной установки кристаллизационной очистки электролита. По результатам проведенных испытаний с использованием расплава на основе $3\text{LiCl}-2\text{KCl}$ подтверждены работоспособность основных узлов и систем оборудования и соответствие проектным показателям (рис. – 4, табл. – 0, список литературы – 17 назв.).

Ключевые слова: направленная кристаллизация, очистка, электролит, регенерация, макет, хлориды, продукты деления.

HARDWARE DESIGN OF CRYSTALLIZING PURIFICATION OF SALT MELTS RESULTED FROM SNF PYROCHEMICAL PROCESSING. M.Yu. Kalenova, I.V. Kuznetsov, A.S. Shchepin, O.N. Budin, I.M. Melnikova (JSC «VNIHT», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 60-68.

A comparative analysis of various methods used for purification of ionic media resulted from NFS pyrochemical processing are carried out in present paper. An appropriate technological approach and hardware design are substantiated and can be used in radiochemical facilities. A full-scaled prototype of pilot plant equipment created and developed to use in electrolyte crystallization purification are detailed. Design parameters compliance, main units and equipment systems operability are confirmed during tests with $3\text{LiCl}-2\text{KCl}$ electrolyte melt (fig. – 4, tables – 0, references – 17).

Keywords: directional crystallization, purification, electrolyte, regeneration, model, chlorides, fission products.

УЛАВЛИВАНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ НА ПОРИСТОМ СОРБЕНТЕ, ПРОПИТАННОМ РАЗЛИЧНЫМИ РЕАГЕНТАМИ. Ю.А. Воскресенская, О.А. Устинов, В.А. Кашеев, Т.В. Смелова, А.И. Тучкова (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 69-75.

В настоящей работе проведен обзор способов очистки газообразных выбросов от диоксида серы.

Сравнительный анализ различных способов показал, что для улавливания диоксида серы из отходящих газов реактора окисления модуля фабрикаци/рефабрикаци (МФР) наиболее приемлемым является способ хемосорбционного улавливания.

Для отработки технологии обращения с серосодержащими отходами модуля МФР были проведены лабораторные исследования улавливания диоксида серы на пористом сорбенте γ - Al_2O_3 , пропитанном растворами $NaOH$, Na_2CO_3 , $CO(NH_2)_2$, $KMnO_4$. Получены значения сорбционных емкостей гранул γ - Al_2O_3 , пропитанных реагентами по диоксиду серы (рис. – 1, табл. – 3, список литературы – 14 назв.).

Ключевые слова: серосодержащие отходы, МФР, гамма-оксид алюминия, диоксид серы.

CAPTURING OF SULFUR DIOXIDE ON POROUS SORBENT IMPREGNATED WITH VARIOUS REAGENTS. Y. Voskresenskaya, O. Ustinov, V. Kascheev, T. Smelova, A. Tuchkova (SC A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials, Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 69-75.

In this paper, a review of a method for purifying off-gas from sulfur dioxide is given.

A comparative analysis of various methods has shown that the chemisorption is the most suitable way for capturing sulfur dioxide from the off-gas of the oxidation reactor of the fabrication / refabrication module.

To develop the technology for handling sulfur-containing waste of the fabrication / refabrication module, laboratory studies were carried out to capture sulfur dioxide on a porous γ - Al_2O_3 sorbent impregnated with solutions of $NaOH$, Na_2CO_3 , $CO(NH_2)_2$, $KMnO_4$. The values of the sorption capacities of γ - Al_2O_3 granules impregnated with reagents for sulfur dioxide have been obtained (fig. – 1, tables – 3, references – 14).

Keywords: sulfur-containing waste, fabrication/refabrication module, gamma-aluminium oxide, sulphur dioxide.

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА ОТ β -АКТИВНОСТИ РУТЕНИЯ. О.Б. Громов¹, С.О. Травин², Д.В. Утробин¹ (¹АО «ВНИИНМ», г. Москва; ²ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семёнова, РАН, г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 76-80.

Изучено поглощение высшего фторида рутения, обладающего жёстким β -излучением в среде гексафторида регенерированного урана. На основании полученных результатов выявлены закономерности взаимодействия RuF_6 с твёрдыми фторидами элементов – Na, Li, Ca, Al, Ni и др., – в зависимости от их положения в периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева. Показано, что на основании монотонного изменения свойств веществ по периоду, группе и диагональной зависимости BeF_2 является сорбентом, максимально поглощающим RuF_6 из UF_6 при степени извлечения не менее 98,7% (рис. – 0, табл. – 3, список литературы – 6 назв.).

Ключевые слова: гексафторид рутения, гексафторид урана, сорбция, периодический закон Менделеева, очистка.

SORPTION PURIFICATION OF URANIUM HEXAFLUORIDE FROM RUTHENIUM β -ACTIVITY. O.B. Gromov¹, S.O. Travin², D.V. Utrobin¹ (¹SC «A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow; ²FRC of Chemical Physics named N.N. Semyonov, RAS, Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 76-80.

The absorption hard β -radiation of the highest ruthenium fluoride in the medium of regenerated uranium hexafluoride is studied. On the basis of the results obtained, the regularities of the interaction of RuF_6 with solid fluorides of elements – Na, Li, Ca, Al, Ni, etc. – were revealed, depending on their position in the Mendeleev periodic table. It is shown that, on the basis of monotonic changes in the properties of substances by period, group, and diagonal dependence, BeF_2 is a sorbent that absorbs RuF_6 from UF_6 to the maximum extent possible with an extraction rate of at least 98,7% (fig. – 0, tables – 3, references – 6).

Keywords: ruthenium hexafluoride, uranium hexafluoride, sorption, periodic Mendeleev's law, purification.

ПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ. В.Д. Рисованый¹, А.А. Мокрушин², И.Э. Галев², К.К. Полунин², А.А. Урусов² (¹АО «Наука и инновации», г. Москва; ²ФГУП «Научно-исследовательский институт Научно-производственное объединение «ЛУЧ», г. Подольск) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 82-93.

Представлены основные результаты разработки нового класса поглощающих материалов на основе оксидов редкоземельных элементов и гафния ($n\text{Ln}_2\text{O}_3\text{mHfO}_2$). Приведены сравнительные характеристики гафнатов редкоземельных элементов с другими поглощающими материалами и обоснование их использования в стержнях регулирования ядерных реакторов (рис. – 8, табл. – 3, список литературы – 15 назв.).

Ключевые слова: элемент поглощающий, гафнат диспрозия, структура, свойства, физическая эффективность, радиационная стойкость, конструкция, надежность.

NEW GENERATION ABSORBING MATERIALS FOR THERMAL-NEUTRON POWER REACTORS. V.D. Risovany¹, A.A. Mokrushin², I.E. Galev², K.K. Polunin², A.A. Urusov² (¹Science and Innovations, JSC, Moscow; ²LUCH FSUE, Podolsk) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 82-93.

Presented are the main results of the development of a new class of absorbing materials based on rare-earth oxides and hafnium ($n\text{Ln}_2\text{O}_3\text{mHfO}_2$). Comparative characteristics of rare-earth hafnates with other absorbing materials and a rationale of using them in control rods of nuclear reactors are given (fig. – 8, tables – 3, references – 15).

Keywords: absorbing element, dysprosium hafnate, structure, properties, physical efficiency, radiation resistance, construction, reliability.

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ УЧАСТОК ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ АО «ВНИИНМ». А.Ю. Горбунова, В.Ю. Рогожкин, Д.И. Смирнов, О.А. Стрельцов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2020. ВЫП. 4(105). С. 94-104.

Описан калориметрический участок измерений тепловыделения плутоние-вых образцов, созданный на базе двух калориметров ML-3.0/15.0-FTBC и ANTECH 601. Проведена оценка влияющих факторов на метрологические характеристики, такие как дрейф базовой линии и ее флуктуации, а также температура окружающей среды. Предложен метод экстраполяции тепловыделения для калориметра ML-3.0/15.0-FTBC для сокращения продолжительности времени измерения. Рассчитаны калибровочные коэффициенты (рис. – 5, табл. – 7, список литературы – 2 назв.).

Ключевые слова: калориметр теплового потока, калибровка, плутоний, метод экстраполяции измерений, методика измерений, утверждение типа средства измерений.

CALORIMETRIC SECTION OF SC «VNIINM» NUCLEAR-PHYSICS MEASUREMENTS AND RESEARCH LABORATORY. A. Gorbunova, V. Rogozhkin, D. Smirnov, O. Streltsov (SC «A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2020. ED. 4(105). P. 94-104.

Calorimetric section based on two calorimeters ML-3.0/15.0 FTBC and ANTECH 601 for plutonium samples heat flux measurements was described. Effect of baseline drift and fluctuations, as well as ambient temperature variations, on metrological characteristics was estimated. Extrapolation technique for ML-3.0/15.0- FTBC calorimeter was offered to stabilize heat release measurements and to reduce their duration. Calibration factors were calculated (fig. – 5, tables – 7, references – 2).

Keywords: heat flux calorimeter, calibration, plutonium, extrapolation technique, measurement technique, approval of measuring instrument type.

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, механизм 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 доб. 82-59, адрес электронной почты MVPozdeev@bochvar.ru.

Сдано в набор 06.11.2020 г. Подписано в печать 25.11.2020 г.
Печ. л. 16,0. Уч.-изд. л. 8,3. Формат 60×90/8
Компьютерный набор, вёрстка – Махмутова М.Р.

Отдел полиграфии ВНИИНМ. Тел. 8(495) 190-89-99 доб. 84-79. Тираж 200 экз. Заказ №521.
Цена договорная.

Отпечатано в АО «ВНИИНМ». 123098, Москва, а/я 369.