

ДИНАМИЧЕСКИЕ ДЕСТРУКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ – АНАЛОГИ КРИТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ШИРОКИХ ДИАПАЗОНАХ АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ. Е.В. Кошелева, Н.И. Сельченкова, С.С. Соколов, И.Р. Трунин, А.Я. Учаев (Российский Федеральный Ядерный Центр – ВНИИЭФ, г. Саров) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 4-20.

В работе определены количественные характеристики продуктов диспергирования и каскада диссипативных структур, возникающих в металлах при ударно-волновом нагружении. Определены фрактальная размерность d_f и показатель Херста H – нормированный размах диссипативных структур – каскада гидродинамических мод, шероховатости поверхности разрушения, продуктов диспергирования. Проведено численное моделирование деструктивных процессов, протекающих в нагруженных образцах, с использованием лагранжевой методике ТИМ 3D. Показано, что каскад диссипативных структур на различных масштабно-временных уровнях (нано-, мезо I-, мезо II-, макроуровень) является фрактальным кластером, а на пороге макроразрушения, когда возникает связность в системе диссипативных структур, – перколяционным. Самоподобие диссипативных структур является следствием самоорганизации в неравновесных системах; процессы динамического разрушения и диспергирования демонстрируют примеры масштабной инвариантности. Масштабная инвариантность возникающих диссипативных структур указывает на то, что неравновесная система достигла критического состояния. Реализация будущего состояния неравновесной диссипативной системы через последовательность бифуркаций делает эволюцию системы необратимой (рис. – 13, табл. – 2, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: динамические деструктивные процессы, диссипативные структуры, явление самоорганизации, необратимость процесса, концентрационный критерий, масштабная инвариантность, процессы динамического разрушения и диспергирования конструкционных материалов.

DYNAMIC DESTRUCTIVE PROCESSES – ANALOGUES OF CRITICAL PHENOMENA IN VARIOUS GEOMETRY METAL SAMPLES OVER WIDE RANGES OF AMPLITUDE-TIME CHARACTERISTICS OF EXTERNAL ACTION. Y.V. Kosheleva, N.I. Sel'chenkova, S.S. Sokolov, I.R. Trunin, A.Ya. Uchaev (Russian Federal Nuclear Center – All-Russia Research Institute of Experimental Physics) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 4-20.

The paper reports specifications of quantity of dispersion products and dissipative structures' cascade, arising in metals under shock-wave loading. Determined are fractal dimensionality d_f and Hearst index H – a normalized swing of dissipative structures: failure surface roughness, dispersion products. Conducted is numerical modeling of destructive processes, going on in loaded samples, using Lagrange's methods TIM 3D. It is shown, that the cascade of dissipative structures on different time-scale levels (nano-, meso I-, meso II-, macrolevel) is a fractal cluster, and on the threshold of macro-failure, when connectivity arises in the dissipative structures' system – a percolation one. Self-similarity of dissipative structures is a consequence of self-organization in non-equilibrium systems; dynamic failure and dispersion processes demonstrate examples of scale invariance. The scale invariance of arising dissipative structures points out to the fact, that the non-equilibrium system has reached the critical state. Implementation of the future state of the non-equilibrium dissipative system through a succession of bifurcations makes the system evolution irreversible (fig. – 13, tables – 2, references – 9).

Keywords: dynamic destructive processes, dissipative structures, self-organization phenomenon, process irreversibility, concentration criterion, scale invariance, dynamic failure processes and dispersion of structure materials.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ БЕСКЕРНОВОГО КАРБИДО-КРЕМНИЕВОГО ВОЛОКНА β -МОДИФИКАЦИИ. Ф.В. Макаров, Р.Г. Захаров, И.А. Дзюбинский, А.П. Пономаренко, А.Д. Багдатьев, А.В. Глебов, Е.М. Глебова, Л.А. Карпюк, С.И. Иванов, Д.В. Кузнецов, А.В. Антия, Д.А. Кожева, Б.В. Сафронов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 21-31.

В статье представлены исследования процессов создания бескернового карбидокремниевого волокна β -модификации. Определены оптимальные параметры процессов формования аморфного многофиламентного полимерного волокна из расплава волокнообразующего кремнийорганического полимера, отверждения, пиролиза и аппретирования.

Представлены характеристики полученного бескернового карбидокремниевого волокна β -модификации и результаты проведенных исследований (рис. – 11, табл. – 1, список литературы – 5 назв.).

Ключевые слова: карбид кремния, экструзия, твэл.

RESEARCH OF THE PROCESSES OF CREATION OF β -MODIFICATION CORELESS SILICON CARBIDE FIBER. F.V. Makarov, R.G. Zaharov, I.A. Dzyubinskiy, A.P. Ponomarenko, A.D. Bagdatyev, A.V. Glebov, E.M. Glebova, L.A. Karpyuk, S.I. Ivanov, D.V. Kuznetsov, A.V. Antia, D.A. Kozheva, B.V. Safronov (SC «A.A. Bochvar High-technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 21-31.

The article presents a study of the processes of creating β - modification coreless silicon carbide fiber. The optimal parameters of the processes of forming an amorphous multifilament polymer fiber from a melt of a fiber-forming organosilicon polymer, curing, pyrolysis, and dressing are determined.

The characteristics of the obtained coreless silicon carbide fiber of β -modification and the results of the research are presented (fig. – 11, tables – 1, references – 5).

Keywords: silicon carbide, extrusion, fuel elements.

СТРУКТУРА И КРАТКОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОПЫТНЫХ ВАРИАНТОВ ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ В РЕАКТОРЕ БН-350. С.И. Поролло, А.А. Иванов, С.В. Шулепин, А.М. Дворяшин, С.Н. Иванов, Ю.В. Конобеев (АО ГНЦ РФ-ФЭИ), г. Обнинск, Калужская обл.) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 32-46.

Проведены исследования микроструктуры и кратковременных механических свойств ферритно-мартенситных сталей 20X12NM, 16X12MBCФБР (ЭП-823), 20X13NM2B, 16X10NMBФ и 13X12NMBBF в исходном состоянии и после облучения в материаловедческой сборке быстрого реактора БН-350 при температуре 280 °С в интервале повреждающих доз 8-19 сна. Установлено, что максимальную прочность в исходном состоянии имеют три стали: 20X13NM2B, 20X12NM и ЭП-823, при этом стали 20X13NM2B и ЭП-823 сохраняют высокую прочность до температуры 500 °С. Высокая прочность этих сталей, вплоть до температуры 500 °С, обусловлена повышенным содержанием углерода и максимальной степенью легирования. Из исследованных сталей сталь ЭП-823 обладает наилучшим сочетанием высокотемпературной прочности и пластичности, что обусловлено рациональным выбором легирующих элементов, большей структурной и фазовой стабильностью, формированием в процессе облучения устойчивых дисперсных фаз (рис. – 10, табл. – 5, список литературы – 5 назв.).

Ключевые слова: микроструктура, нейтронное облучение, прочность, пластичность, дислокационные петли, легирующие элементы.

STRUCTURE AND SHORT-TERM MECHANICAL PROPERTIES OF EXPERIMENTAL VARIANTS OF FERRITE-MARTENSITIC STEELS AFTER LOW-TEMPERATURE IRRADIATION IN BN-350 REACTOR. S.I. Porollo, A.A. Ivanov, S.V. Shulepin, A.M. Dvoriashin, S.N. Ivanov, Yu.V. Konobeev (AO SSC RF-IPPE), Obninsk, Kaluga region) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 32-46.

Investigations of the microstructure and short-term mechanical properties of ferrite-martensitic steels – 20Kh12NM, 16Kh12MVSFBR (EP-823), 20Kh13NM2B, 16Kh10NMBF and 13Kh12NMBVF- in the initial state and after irradiation in a materials assembly of the BN-350 fast reactor at a temperature of 280 °C and dose range of 8-19 dpa are completed. It has been established that three steels- 20Kh13NM2B, 20Kh12NM and EP-823 – have maximum strength in the initial state, while steels 20Kh13NM2B and EP-823 retain their high strength up to a temperature of 500 °C. The high strength of these steels up to a temperature of 500 °C is due to the increased carbon content and the maximum alloying degree. Of the steels studied, EP-823 steel has the best combination of high-temperature strength and plasticity, which is due to a rational choice of alloying elements, greater structural and phase stability, and the formation of stable dispersed phases during irradiation (fig. – 10, tables – 5, references – 5).

Keywords: microstructure, neutron irradiation, strength, plasticity, dislocation loops, alloying elements.

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АНИЗОТРОПНЫХ ПОРОШКОВ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Nd-Fe-B, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ HDDR. Е.М. Глебова, В.И. Моломин (АО «ВНИИНМ, г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 47-56.

Существенным фактором, ограничивающим сферу применения постоянных магнитов на основе сплавов системы Nd-Fe-B, является их высокая склонность к коррозии под воздействием влаги.

Существуют несколько путей повышения коррозионной стойкости: легирование сплавов и нанесение защитных покрытий. В работе исследовано влияние легирующих добавок на коррозионные свойства сплавов системы NdFeB при взаимодействии его с влажным воздухом при температурах до 200 °С.

Помимо легирования, вторым путем повышения коррозионной стойкости постоянных магнитов этого класса является использование защитных покрытий [1-3]. В работе выбрано несколько составов антикоррозионных покрытий, разработан оптимальный режим термообработки, определены условия их нанесения, что позволило стабилизировать магнитные характеристики порошков вплоть до 400 °С без потери магнитных свойств после охлаждения.

Установлено, что фосфатное покрытие препятствует поглощению водорода порошком, что благоприятно сказывается на магнитных характеристиках порошков сплавов NdFeB.

Полученные данные необходимо учитывать при выборе условий получения, подготовки и хранения порошков и изготовлении из них магнитов (рис. – 0, табл. – 7, список литературы – 11 назв.).

Ключевые слова: магнитный порошок, NdFeB, легирование, коррозия, защитные покрытия, пассивация.

STUDY OF CORROSION RESISTANCE OF NANOCRYSTALLINE ANISOTROPIC POWDERS OF ND-FE-B ALLOYS OBTAINED BY THE HDDR METHOD. E.M. Glebova, V.I. Molomin (SC «A.A. Bochvar High-technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 47-56.

A significant factor limiting a scope of application of permanent magnets based on Nd-Fe-B alloys is their high tendency to corrosion under the influence of moisture.

There are several ways to increase corrosion resistance: the alloying of alloys and application of protective coatings. The paper investigates the effect of alloying additives on the corrosion properties of alloys of the NdFeB system when it interacts with humid air at temperatures up to 200 °C.

In addition to alloying, the second way to increase the corrosion resistance of permanent magnets of this class is the use of protective coatings [1-3]. Several anticorrosion coating compositions were selected in the work, an optimal heat treatment mode was developed and their application conditions were determined, which made it possible to stabilize the magnetic characteristics of powders up to 400 °C without losing magnetic properties after cooling. It is established that the phosphate coating prevents the absorption of hydrogen by the powder, which has a favorable effect on the magnetic characteristics of NdFeB alloy powders.

The obtained data should be taken into account when choosing the conditions for producing, preparing and storing powders and making magnets of them (fig. – 0, tables – 7, references – 11).

Keywords: magnetic powder, neodymium, alloying, corrosion, protective coatings, passivation.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСТВОРЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБОРОТОВ ПРОИЗВОДСТВА СЛУП ТОПЛИВА. К.Н. Двоеглазов, Е.Д. Филимонова, М.Н. Медведев (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 58-67.

Для определения полноты растворения окисленного технологического брака, полученного в процессе производства СЛУП топлива, использованы два вида брака: шайки и таблетки. Окисление образцов проводили в воздушной среде при 300-550 °С. Растворение образцов в 8 моль/л азотной кислоты показало, что наименьшее количество нерастворимого остатка образуется от образцов, окисленных во влажном воздухе при 350 °С. В нерастворимом остатке обнаружены фазы смешанных оксидов урана и плутония, уранат железа и оксикарбид железа (рис. – 5, табл. – 3, список литературы – 7 назв.).

Ключевые слова: нитриды, смешанные, производство, топливо, обороты, технологические, переработка, растворение.

TEST STUDYING RESULTS OF THE DISSOLUTION OF THE OXIDIZED TECHNOLOGICAL SCRAP OBTAINED IN (U, Pu)N FUEL PRODUCTION PROCESS. K.N. Dvoegglazov, E.D. Filimonova, M.N. Medvedeva (SC «A.A. Bochvar High-technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 58-67.

To determine the dissolution rates of the oxidized technological scrap obtained during the (U, Pu)N fuel production, samples of two scrap sorts were synthesized. Oxidation of the samples was held in the air atmosphere at 300-550 °C. Dissolution of the samples in 8 mol/L nitric acid showed that the lowest amount of insoluble residue forms in the samples that were oxidized in the moist air atmosphere at 350 °C. Phases of mixed uranium and plutonium oxides, iron uranate and iron oxycarbide were found in the insoluble residues (fig. – 5, tables – 3, references – 7).

Keywords: nitrides, mixed, fabrication, fuel, turnover, technological, reprocessing, dissolution.

ОСАЖДЕНИЕ ТЕТРАФТОРИДА УРАНА КОНВЕРСИОННОЙ ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТОЙ. О.Б. Громов, Д.В. Утробин (АО «ВНИИНМ», г. Москва); М.Г. Штуца, Е.С. Копарулина, С.Ю. Сырцов, А.И. Полянский (АО «Чепецкий механический завод», г. Глазов) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 68-73.

Рассматривается способ осаждения UF_4 плавиковой кислотой, содержащей четырехвалентную фторидную соль урана, которую получают в результате конверсии обедненного UF_6 пиролизом на установке W-ЭХЗ. Обсуждается механизм действия плавиковой кислоты на осаждение тетрафторида урана. Присутствие растворённого в плавиковой кислоте U^{4+} оказывает позитивное действие на формирование хорошо фильтруемого осадка кристаллогидрата UF_4 с увеличением целевой фракции до 75% (рис. – 1, табл. – 2, список литературы – 11 назв.).

Ключевые слова: плавиковая кислота, тетрафторид урана, осаждение, растворимость, фильтруемость.

PRECIPITATION OF URANIUM TETRAFLUORIDE BY CONVERSIONAL HYDROFLUORIC ACID. O.B. Gromov, D.V. Utrobin (SC «A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow); M.G. Shtutsa, E.S. Koparulina, S.Yu. Syrtsov, A.I. Polyansky (SC «Chepetsky Mechanical Plant», Glazov) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 68-73.

A method of UF_4 precipitation by means of hydrofluoric acid containing tetravalent uranium fluoride salt which is obtained as a result of depleted UF_6 conversion by pyrohydrolysis process at a W-ECP unit is considered. The effect of hydrofluoric acid on the precipitation of uranium tetrafluoride is discussed. The presence of U^{4+} dissolved in hydrofluoric acid has a positive effect on the formation of a well-filterable precipitate of crystalline UF_4 hydrate with an increase in the target fraction to 75% (fig. – 1, tables – 2, references – 11).

Keywords: hydrofluoric acid, uranium tetrafluoride, precipitation, solubility, filterability.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАДОЛИНИЯ В СТЕРЖНЯХ ВЫГОРАЮЩЕГО ПОГЛОТИТЕЛЯ. А.А. Ушаков, Л.Е. Шевченко (ПАО «Машиностроительный завод», г. Электросталь) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 75-80.

В рамках данной работы специалисты ПАО «МСЗ» разработали технический проект макета установки неразрушающего контроля неравномерности распределения гадолия в композициях гадолия, ниобия, циркония (КГНЦ) и композициях гадолия, иттрия, циркония (КГИЦ) для стержней выгорающего поглотителя (СВП) с использованием гамма-абсорбционного метода.

Была проведена значительная экспериментальная работа, которая подтвердила работоспособность метода применительно к поглощающим композициям КГНЦ и КГИЦ.

На основании полученных результатов имеется техническая возможность создания промышленной установки контроля неравномерности распределения гадолия в СВП на основе метода гамма-абсорбции (рис. – 4, табл. – 1, список литературы – 2 назв.).

Ключевые слова: гамма-абсорбционный метод, неразрушающий контроль, СВП, КГНЦ, КГИЦ, метод атомно-эмиссионной спектроскопии.

DEVELOPMENT OF THE METHOD FOR NON-DESTRUCTIVE CONTROL OF THE UNEVEN DISTRIBUTION OF GADOLINIUM IN THE BURNABLE ABSORBER RODS. A.A. Ushakov, L.E. Shevchenko (PJSC «Mashinostroitelny zavod», Electrostal) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 75-80.

In the framework of this work, the specialists of PJSC MSZ developed a technical design of the prototype installation for a non-destructive control of the uneven distribution of gadolinium in compositions of gadolinium, niobium, zirconium (CGNZ) and compositions of gadolinium, yttrium, zirconium (CGYZ) for burnable absorber rods (BAR) using the gamma absorption method.

Significant experimental work was carried out, which confirmed the efficiency of the method as applied to absorbing compositions of the CGNZ and CGYZ.

Based on the results obtained, it is technically possible to create an industrial installation for control of the uneven distribution of gadolinium in BAR based on the gamma absorption method (fig. – 4, tables – 1, references – 2).

Keywords: gamma absorption method, non-destructive control, BAR, CGNZ, CGYZ, method of atomic emission spectrometry.

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОКСОКАРБОНАТА ГАДОЛИНИЯ ДЛЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА. ¹М.Ю. Войтенко, ¹М.А. Земченко, ¹А.Е. Карпеева, ²Е.Н. Михеев, ²Д.С. Миссорин, ¹Д.С. Пахомов, ¹А.Е. Скомороха, ¹И.С. Тимошин (¹ПАО «Машиностроительный завод», г. Электросталь; ²АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 81-88.

Создание перспективного ядерного топлива с увеличенным топливным циклом требует использования уран-гадолиниевого топлива с повышенным содержанием выгорающего поглотителя. При этом основные технологические свойства уран-гадолиниевых таблеток зависят в первую очередь от количества выгорающего поглотителя. Для получения топлива с содержанием оксида гадолиния $\geq 8,00\%$ мас. требуется разработка новых технологических решений, которые бы способствовали поддержанию такой важной характеристики как кислородный коэффициент. В настоящее время это достигается использованием при спекании комбинированных газовых сред или насыщением восстановительной среды влагой. Также возможно использовать дополнительные компоненты, имеющие повышенную концентрацию кислорода по сравнению с традиционно применяемым оксидом гадолиния. В статье представлены результаты получения гидроксокарбоната гадолиния и использования его в качестве добавки в топливные таблетки (рис. – 6, табл. – 2, список литературы – 6 назв.).

Ключевые слова: уран-гадолиниевое топливо, выгорающий поглотитель, топливные таблетки, оксид гадолиния, гидроксокарбонат гадолиния.

PRODUCTION OF GADOLINIUM HYDROXYCARBONATE FOR NUCLEAR FUEL. ¹M. Voitenko, ¹M. Zemchenko, ¹A. Karpeeva, ²E. Mikheev, ²D. Missorin, ¹D. Pakhomov, ¹A. Skomorokha, ¹I. Timoshin (¹PJSC Mashinostroitelny zavod, Elektrostal; ²Bochvar Inorganic Materials Research Institute JSC, Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 81-88.

The development of advanced nuclear fuel involves the use of uranium-gadolinium fuel containing higher burnable poison. But the main processing parameters of uranium-gadolinium fuel pellets depend, first of all, on the burnable poison content. To obtain the fuel containing $\geq 8,00w\%$ Gadolinium oxide, it is necessary to develop new process engineering solutions which allow to maintain such an important characteristic as oxygen coefficient. Currently, that is achieved by application of combined gases atmosphere or humidification of reduction atmosphere in the process of sintering. Also, it is possible to use additional components containing a higher oxygen concentration as compared with traditional Gadolinium oxide used. This article presents the results of obtaining and application of gadolinium hydroxycarbonate as fuel pellets addition (fig. – 6, tables – 2, references – 6).

Keywords: uranium-Gadolinium fuel, burnable poison, fuel pellets, Gadolinium oxide, Gadolinium hydroxycarbonate.

МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ ТОЛЕРАНТНЫХ ТВЭЛОВ. Л.А. Карпюк, М.Ю. Корниенко, А.А. Маслов, В.В. Новиков, В.К. Орлов, Д.С. Саенко, А.О. Титов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 89-112.

В работе приведены критерии выбора топлива повышенной плотности для использования в толерантных твэлах. На основании информационных исследований и опыта работы в области разработки сплавов урана выбран оптимальный состав уран-молибденового сплава. Разработаны и опробованы две технологические схемы получения топливных таблеток: методом плавки и литья, а также методом прессования исходных порошков.

Проведены комплексные материаловедческие исследования структуры, фазового и химического состава, физических и механических характеристик полученных топливных таблеток.

Разработанная технология получения топливных таблеток методом литья стержневых заготовок передана в ПАО «НЗХК» и использована при изготовлении топлива для экспериментальных твэлов реактора «МИР» (рис. – 28, табл. – 7, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: сплав, уран, толерантное топливо, металлическое топливо, электродуговая плавка, индукционная плавка, механические свойства.

HIGH DENSITY METALLIC FUEL FOR ACCIDENT TOLERANT FUEL (ATF). A. Karpyuk, M.Yu. Kornienko, A.A. Maslov, V.V. Novikov, V.K. Orlov, D.S. Saenko, A.O. Titov (SC «A.A. Bochvar High-technology Research Institute of Inorganic Materials», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 89-112.

A criteria for the choice of high-density fuel for ATF have been presented in the given work. An optimum uranium-molybdenum alloy composition has been established on the basis of the information analyses and previous experience gained in uranium alloys development. Two technological schemes of fuel pellets production have been developed and tested: the first – by alloying and casting method and the second – by powder method.

There have been made complex material-science investigations of structure, phase and chemical composition, physical and mechanical properties of the fuel pellets.

The developed technology of fuel pellets production using a method of rod ingots induction melting has been transferred to PJSC NCCP and used for the production of experimental fuel for «MYR» research reactor (fig. – 28, tables – 7, references – 9).

Keywords: alloy, uranium, tolerant fuel, metallic fuel, arc melting, induction melting, mechanical properties.

ГИБРИДНЫЕ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ. ¹А.А. Носов, ¹Л.В. Потанина, ¹В.С. Высоцкий, ¹К.С. Маринин, ¹С.С. Фетисов, ²С.А. Лелехов (¹ОАО «ВНИИКП», г. Москва; ²Частное учреждение ГК «Росатом» «Проектный Центр ИТЭР») – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2021. ВЫП. 1(107). С. 113-123.

В статье рассмотрено современное состояние дел по исследованию возможности транспортировки высоких потоков энергии с помощью гибридных линий передачи в виде энергетического трубопровода со сверхпроводящим кабелем, охлаждаемым жидким водородом или сжиженным природным газом. Представлены результаты испытаний первых прототипов гибридных линий и обсуждены выявленные проблемы, решение которых необходимо для внедрения этого способа транспортировки (рис. – 9, табл. – 2, список литературы – 17 назв.).

Ключевые слова: сверхпроводимость, транспортировка энергии, гибридные линии, MgB₂, сверхпроводящие кабели, жидкий водород.

HYBRID LINES FOR ENERGY TRANSMISSION. ¹A.A. Nosov, ¹L.V. Potanina, ¹V.S. Vysotsky, ¹K.S. Marinin, ¹S.S. Fetisov, ²S.S. Lelekhov (¹Russian Scientific R&D Cable Institute (JSC «VNIKP»), Moscow; ²«Project Center ITER» (DA-RF), Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2021. ED. 1(107). P. 113-123.

The paper discusses the current state of the study on the possibility of transportation of high energy flows using hybrid transmission lines (HL), in the form of an energy pipeline with a superconducting cable inside which cooled by liquid hydrogen or liquefied natural gas. The results of tests of the first HL prototypes are presented, and some problems identified are discussed, the solution of which is necessary for the implementation of this method of transportation (fig. – 9, tables – 2, references – 17).

Keywords: superconductivity, energy transportation, hybrid lines, MgB₂, superconducting cables, liquid hydrogen.