

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОВКИ СЛИТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УКРУПНЕННОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ СПЛАВА Э635 НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИЧЕСКОГО И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ. К.В. Ожмегов, А.С. Заводчиков, М.И. Сергачева, А.А. Кабанов (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 8-16.

В статье представлены результаты физического и компьютерного моделирования термомеханических условий ковки слитка из сплава Э635, а также экспериментального опробования разработанной деформационной схемы ковки в промышленных условиях. По результатам работы установлено, что разработанная технология ковки обеспечивает требуемое качество поковок, увеличение структурной однородности за счет перераспределения обжатий по проходам и сокращения температурного интервала ковки (рис. – 4, табл. – 2, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: пластометрические исследования, кривые течения, комплекс «Gleeble 3800», ковка слитка из сплава Э635.

DEVELOPMENT TECHNOLOGIES OF FORGING INGOTS FOR ENLARGED BLANKS ALLOY E635 BASED ON RESULTS OF PHYSICAL AND COMPUTER MODELING OF DEFORMATION-THERMAL CONDITIONS. K.V. Ozhmegov, A.S. Zavodchikov, M.I. Sergacheva, A.A. Kabanov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 8-16.

Paper presents results of physical and computer modeling of deformation-thermal conditions of forging ingot alloy E635 and experimental test deformation model of forging process in industrial environments. It shows that forging technology provides the required quality of forging forgings, increased structural homogeneity through strain distribution in passes and reduction of the temperature interval of forging (fig. – 4, tables – 2, references – 9).

Keywords: plastometric tests, flow curves, simulator Gleeble 3800, forging of alloy E635 ingot.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ С ПРИМЕСЯМИ ВНЕДРЕНИЯ В ВАНАДИИ. В.Л. Арбузов, Б.Н. Гощицкий, С.Е. Данилов, В.М. Чернов (АО «ВНИИНМ», г. Москва; Институт Физики Металлов УрО РАН, г. Екатеринбург) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 17-25.

Металлический ванадий, отожженный при 1700 °С в высоком вакууме, исследовали методом измерения остаточного электросопротивления после облучения электронами энергией 5 МэВ в интервале температур облучения 370-620 К и изохронном отжиге. Для образцов облученного ванадия наблюдали спад электросопротивления, который увеличивается с ростом температуры и с уменьшением его чистоты. При изохронном отжиге облученного и необлученного ванадия наблюдали спад электросопротивления, который сменяется ростом электросопротивления при температурах выше 540 К. Эволюция радиационных дефектов связана с наличием примесей внедрения. При облучении происходит миграция комплексов типа «собственный межузельный атом-атом примеси внедрения». Наблюдали две подстадии спада электросопротивления при 405 К с энергией активации 1,1 эВ и в районе 480 К с энергией активации 1,3 эВ. Выше 540 К происходит термическое растворение примесей, находящихся вне твердого раствора и в кластерах (рис. – 3, табл. – 2, список литературы – 13 назв.).

Ключевые слова: ванадий, кислород, азот, углерод, облучение, электросопротивление, примеси внедрения, точечные дефекты, миграция комплексов, образование кластеров.

INTERACTION OF RADIATION DEFECTS WITH INTERSTITIAL IMPURITIES IN VANADIUM. V.L. Arbuzov, B.N. Goschitskiy, S.E. Danilov, V.M. Chernov (JSC «VNIINM», Moscow; Metal Physics Institute, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 17-25.

Metallic vanadium, annealed at 1700 °C in an ultrahigh vacuum, was studied by the residual resistivity after electron irradiation 5 MeV in the temperature range 370-620 K and isochronous annealing. For irradiated vanadium it is observed decrease in electrical resistivity, with dose of irradiation which grows with temperature of irradiation and with decreasing the purity of vanadium. When isochronous annealing of irradiated and non-irradiated vanadium it is also observed decrease in electrical resistivity, which is replaced by increasing of electrical resistivity at temperatures above 540 K.

The evolution of radiation defects associated with the presence of interstitial impurities. At the irradiation it is observed the migration of complexes of self-interstitials - interstitial impurity atom. There are two sub-stages of resistivity drop at 405 K with an activation energy of 1,1 eV and at the 480 K with an activation energy of 1,3 eV. Above 540 K, the thermal dissolution of impurities outside the solid solution and in clusters occurs (fig. – 3, tables – 2, references – 13).

Keywords: vanadium, oxygen, nitrogen, carbon, radiation, electrical resistivity, interstitial impurity, point defects, complexes migration, formation of clusters.

ПЕРВИЧНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ УПРУГО-ДЕФОРМИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА С ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРОЙ. ¹А.В. Корчуганов, ^{1,2}К.П. Зольников, ³В.М. Чернов, ¹С.Г. Псахье (¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск; ²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск; ³АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 26-38.

Изучена первичная радиационная повреждаемость механически нагруженных образцов железа. Расчеты проведены на основе метода молекулярной динамики. Исследовано влияние свободной поверхности и симметричной наклонной границы зерен на особенности развития каскадов атомных смещений в упруго-деформированных кристаллитах. Кинетическая температура радиационно-поврежденной области значительно превышает температуру плавления и меняет характер распределения при переходе от баллистической к рекомбинационной стадии. Кристаллизация этой области может приводить к локальному смещению межзеренной границы. Каскады атомных смещений могут генерировать не только радиационные дефекты, но и приводить к зарождению пластической деформации в нагруженном материале, если энергия первично выбитого атома превышает некоторое пороговое значение. Зависимости пороговой энергии каскада атомных смещений от степени упругой деформации хорошо описываются степенной функцией (рис. – 9, табл. – 0, список литературы – 12 назв.).

Ключевые слова: каскады атомных смещений, механическое нагружение, границы зерен, свободные поверхности, молекулярная динамика.

PRIMARY RADIATION DAMAGE IN ELASTICALLY DEFORMED IRON WITH INTERNAL STRUCTURE. ¹A.V. Korchuganov, ^{1,2}K.P. Zolnikov, ³V.M. Chernov, ¹S.G. Psakhie (¹Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Tomsk; ²National Research Tomsk State University, Tomsk; ³JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 26-38.

Primary radiation damage in mechanically loaded iron samples was studied. Simulation was carried out on the basis of the molecular dynamics method. The effect of free surface and symmetrical tilt grain boundary in elastically deformed crystallites on the features of the development of atomic displacement cascades was investigated. It was shown that the kinetic temperature of the radiation-damaged region is much higher than the melting point. The character of temperature distribution changes at the transition from ballistic to the recombination stage. Crystallization of radiation-damaged region can lead to local displacement of the grain boundary. It was shown that the atomic displacement cascades can generate not only the radiation defects, but also lead to the nucleation of plastic deformation in elastically loaded material, if their energy exceeds a threshold value. The dependences of the atomic displacement cascade threshold energy on the degree of elastic deformation are obtained, which are well described by a power function (fig. – 9, tables – 0, references – 12).

Keywords: atomic displacement cascades, mechanical loading, grain boundaries, free surfaces, molecular dynamics.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕРЕАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ МАТЕРИАЛОВ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ БЫСТРЫХ РЕАКТОРОВ С ПРОДУКТАМИ ДЕЛЕНИЯ. И.Ф. Гильмутдинов, Ф.Н. Крюков, О.Н. Никитин, А.В. Беляева (АО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 39-50.

Представлены основные экспериментальные данные по физико-химическому взаимодействию продуктов деления с материалами оболочек твэлов быстрого реактора, полученные во вне реакторных условиях. Образцы сталей аустенитного и феррито-мартенситного классов испытывались в коррозионно-активных средах, содержащих имитаторы продуктов деления, в изотермических условиях и при наличии градиента температуры. Отдельная серия экспериментов посвящена изучению влияния растягивающих механических напряжений, создаваемых в испытываемых образцах, на характер и интенсивность коррозии (рис. – 13, табл. – 0, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: коррозия, физико-химическое взаимодействие, продукты деления, йод, цезий, теллур, нитридное топливо, микроструктура, металлография, сканирующая электронная микроскопия, электронно-зондовый микроанализ.

MAIN RESULTS OF OUT-OF-PILE EXPERIMENTS ON PHYSICAL-CHEMICAL INTERACTION OF FAST REACTORS CLADDING STEELS WITH FISSION PRODUCTS. I.F. Gilmutdinov, F.N. Kryukov, O.N. Nikitin, A.V. Belyaeva (JSC «State Scientific Center-Research Institute of Atomic Reactors», Dimitrovgrad) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 39-50.

This paper presents the main experimental data on the physical-chemical interaction of fission products with the fuel cladding materials of a fast reactor obtained in out-of-pile conditions. Samples of austenitic and ferritic-martensitic steels were tested in corrosive environments containing simulators of fission products in isothermal conditions and in the presence of a temperature gradient. A specific series of experiments deals with studying the influence of tensile stress in the test samples on the character and intensity of corrosion process (fig. – 13, tables – 0, references – 9).

Keywords: corrosion, physical-chemical interaction, fission products, iodine, cesium, tellurium, nitride fuel, microstructure, metallography, scanning electron microscopy, electron-probe microanalysis.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БАДДЕЛЕИТОКОРУНДОВЫХ ОГНЕУПОРОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАВИТЕЛЕЙ ОСТЕКЛЫВАНИЯ ВАО. Д.А. Шаров, Ю.Ю. Волчок, Т.В. Смелова, М.Б. Ремизов, П.В. Козлов (АО «ВНИИНМ», г. Москва; ФГУП «ПО «Маяк») – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 52-61.

В работе представлены результаты сравнительных испытаний бадделеитокорундовых огнеупоров отечественных и зарубежных марок в расплаве фосфатного стекла. Исследования проводились с целью выбора наиболее перспективных материалов для изготовления огнеупорных ванн керамических плавителей остекловывания ВАО с повышенным ресурсом эксплуатации. Исследованы отечественные огнеупоры производства ЗАО «РХИ Подольские огнеупоры» (БК-33, БК-37, БК-41), а также огнеупор ER1711 французской фирмы «SEPRO». При температуре 1100 °С огнеупоры испытывались на стеклоустойчивость в статических и эрозионную устойчивость в динамических условиях в течение 100 и 50 часов, соответственно. Эксперименты показали, что отечественный огнеупор марки БК-41 является наиболее перспективным для использования в качестве конструкционного материала ванн керамических плавителей. Не уступая огнеупору ER1711 по своим физико-механическим характеристикам, БК-41 как минимум в 2 раза дешевле своего зарубежного аналога (рис. – 4, табл. – 6, список литературы – 4 назв.).

Ключевые слова: высокоактивные отходы, фосфатные стекла, остекловывание, вязкость, бадделеитокорундовые огнеупоры, коррозионная устойчивость, стеклоустойчивость.

COMPARATIVE STUDIES BADDELEYITE-CORUNDUM REFRACTORIES FOR THE MANUFACTURE OF CERAMIC MELTERS FOR VITRIFICATION HLW. D.A. Sharov, Y.Y. Volchok, T.V. Smelova, M.B. Remizov, P.V. Kozlov (JSC «VNIINM», Moscow; FSUE «PA «Mayak») – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 52-61.

The paper presents the results of comparative tests baddeleyite-corundum refractories domestic and foreign brands in the melt phosphate glass. The studies were conducted in order to select the most promising materials for the manufacture of refractory ceramic baths of melters for vitrification HLW with increased resource exploitation. Investigated domestic refractories manufactured by JSC «RHE Podolski ogneupori» (BC-33, BC-37, BC-41), as well as refractory ER1711 French company «SEPRO». At a temperature of 1100 °C refractories were tested in static and dynamic conditions for 50 and 100 hours, respectively. Experiments have shown that the domestic refractory brand BC-41 is the most promising for use as a structural material baths ceramic melters. Refractory ER1711 not inferior on the physical and mechanical characteristics, but BC-41 for 2 times cheaper than its foreign analogue (fig. – 4, tables – 6, references – 4).

Keywords: high-level waste, phosphate glass, glazing, viscosity, baddeleyite-corundum refractory, corrosion resistance, resistance to glass.

УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЛЕЙ МАРОК ХН70Ю И 12Х18Н10Т В РАСПЛАВЕ БОРОФОСФАТНОГО СТЕКЛА. Ю.Ю. Волчок, Т.В. Смелова, Н.Д. Мусатов, Д.А. Шаров (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 62-70.

В работе представлены результаты сравнительных испытаний конструкционных сталей марок ХН70Ю и 12Х18Н10Т в расплаве борофосфатного стекла. Целью работы являлся выбор и оценка стеклоустойчивости конструкционных материалов для тигля-контейнера, используемого при остекловывании компонентов солевого слитка ($CsCl_2$; $SrCl_2$; KCl ; $LiCl$) в расплаве легкоплавкого борофосфатного стекла, применительно к условиям остекловывания на установках с индукционным и резистивным нагревом.

Испытания проводили в статических условиях в электрической печи сопротивления. Температура процесса составляла 850 °С. Погрешность измерения составила ± 1 °С. Продолжительность испытаний 12 ч. Сравнительные испытания проводили в борофосфатном стекле без солевого слитка и борофосфатном стекле с 5% солевого слитка. Ранее в стеклах данного состава испытания конструкционных материалов не проводились.

Результаты испытаний показали, что сталь марки ХН70Ю меньше подвержена коррозии в расплаве стекла, чем сталь марки 12Х18Н10Т. Показатель стеклоустойчивости у ХН70Ю примерно в 2-3 раза выше (рис. – 4, табл. – 8, список литературы – 2 назв.).

Ключевые слова: стеклоустойчивость, борофосфатное стекло, нержавеющая сталь, жаропрочная сталь, солевой слиток, стеклофритта, граница раздела фаз, коррозия.

STABILITY OF STEEL GRADES ХН70Ю AND 12Х18Н10Т IN PHOSPHATE GLASS MELT. Y.Y. Volchok, T.V. Smelova, N.D. Musatov, D.A. Sharov (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 62-70.

The paper presents the results of comparative tests of structural steels ХН70Ю and 12Х18Н10Т in boric phosphate melt glass. Purpose of the work was the selection and evaluation of construction materials to glass crucible container used for vitrification components salt ingot ($CsCl_2$; $SrCl_2$; KCl ; $LiCl$) in the melt fusible boric phosphate glass reference to conditions in the vitrification plants with induction and resistance heating.

Tests were carried out under static conditions in an electrical resistance furnace. The process temperature was 850 °C. Measurement error is ± 1 °C. Test duration 12h. Comparative tests were carried out in boric phosphate glass without salt ingot and boric phosphate glass with 5% saline ingot. Earlier in the glasses of the composition testing of construction materials have not been conducted.

The test results showed that the steel grade ХН70Ю less susceptible to corrosion in molten glass than steel 12Х18Н10Т. Index to glass in ХН70Ю about 2-3 times higher (fig. – 4, tables – 8, references – 2).

Keywords: stability in glass, boric phosphate glass, stainless steel, heat-resistant steel, salt ingot, glass frit, phase interface, corrosion.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГЕЛИКОИДАЛЬНОГО ТОКОНЕСУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ИЗ ВТСП ЛЕНТ 2-ГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ТОРОИДАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ УСТРОЙСТВ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА. М.С. Новиков, Д.П. Иванов, С.И. Новиков (НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 72-83.

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП), по сравнению с низкотемпературными сверхпроводниками (НТСП) имеют значительно более высокие магнитные поля и температуры, при которых достигается достаточная рабочая плотность тока. Применение сильноточных токонесущих элементов (ТНЭ) из ВТСП 2-го поколения в тороидальных магнитных системах перспективных устройств термоядерного синтеза (УТС) позволит повысить магнитное поле до значений порядка 20 Тл на обмотке, 10 Тл на плазме, или поднять рабочую температуру до 10-20 К, а также улучшит механическую и тепловую стабильность магнитов УТС. В НИЦ «Курчатовский институт» разработана конструкция и технология изготовления геликоидального ТНЭ из ВТСП 2-го поколения. Геликоидальный ТНЭ состоит из многих ВТСП лент, наматываемых по спирали на круглый или закругленный формер во много слоев, по несколько лент в каждом. ТНЭ такого типа, в кондуите и с проточным охлаждением через полый формер, может быть применен для тороидальных магнитов УТС, в том числе для перспективных термоядерных источников нейтронов (ТИН). ТНЭ может работать в обмотках высокополевых ТИН, служить для повышения рабочей температуры, механической и тепловой стабильности, и применяться как для внутренних секций магнитов, так и для всей обмотки. Изготовлены и исследованы короткие образцы геликоидального сильноточного гибкого ТНЭ. Создано экспериментальное устройство для изготовления длинномерных кусков ТНЭ, на нем изготовлен и затем успешно испытан 10 м прототип сильноточного ТНЭ из 16 ВТСП лент. Разработана конструкция и методика изготовления низко резистивных токовых терминалов для геликоидального ТНЭ, образцы изготовлены и успешно испытаны. Обоснована возможность изготовления ТНЭ с требуемыми для тороидальных магнитов ТИН (с максимальным полем на обмотке от 12 до 20 Тл) габаритами и значениями рабочих параметров уже при использовании современных серийных ВТСП лент 2-го поколения. Геликоидальный ВТСП-2 ТНЭ является многообещающим для перспективных термоядерных и гибридных электростанций. Конструкции и технологии производства такого ТНЭ, и магнитов из него для УТС стоит разрабатывать уже сейчас (рис. – 6, табл. – 0, список литературы – 9 назв.).

Ключевые слова: геликоидальный сильноточный ВТСП токонесущий элемент, тороидальные магнитные системы, термоядерный источник нейтронов.

RECOMMENDATIONS ON THE 2ND GENERATION HTS HELICAL CURRENT-CARRYING ELEMENT APPLICATION FOR FUSION DEVICES TOROIDAL MAGNET SYSTEMS. M.S. Novikov, D.P. Ivanov, S.I. Novikov (NRC «Kurchatov Institute») – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 72-83.

High-temperature superconductors (HTS) compared to low temperature superconductors (LTS) have a significantly higher magnetic field and temperature, when sufficient operating current density is available. The use of high-current current-carrying elements (CCE) of 2nd generation HTS in toroidal magnet systems of prospective fusion devices will increase the magnetic field up to values of order 20 T at a coil, 10 T at plasma, or to raise the operating temperature to 10-20 K, as well as improve mechanical and thermal stability of tokamak magnets. The design and fabrication technology of helical CCE of 2nd generation HTS tapes developed in NRC «Kurchatov Institute». Helical CCE consists of many HTS tapes wound spirally onto a round or rounded former in multiple layers, for multiple tapes in each. CCE of this type with conduit and flowing cooling through the hollow former can be applied in tokamaks toroidal magnets, including prospective fusion neutrons sources (FNS). CCE can operate in the windings of high field FNS, serve to increase magnets operating temperature, mechanical and thermal stability, and be used for internal sections of the magnet or for the whole magnet. Short samples of high-current helical flexible CCE were made and tested. An experimental device for long CCE pieces fabrication was made, 10 m high-current CCE prototype of 16 HTS tapes was manufactured and then tested successfully. Low resistive current terminals design and fabricating method for helical CCE was developed, samples were manufactured and successfully tested. The possibility of manufacturing CCE with the dimensions and performance parameters required for FNS toroidal magnets (with maximum field on the coil from 12 to 20 T) confirmed even when using modern serial 2nd generation HTS tapes. Helical 2nd generation HTS CCE is promising for prospective fusion and hybrid power plants. It is worth to develop design and fabrication technology of such CCE and magnets of it for tokamaks presently (fig. – 6, tables – 0, references – 9).

Keywords: helical HTS current carrying element, toroidal magnet systems, fusion neutrons source.

УЛУЧШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОСТРУКТУРНЫЕ CU-NB КОМПОНЕНТЫ. В.И. Панцырный, Н.Е. Хлебова, А.В. Крайнев, А.А. Сурков, И.С. Гершман, М.И. Петржик (АО «ВНИИНМ», г. Москва) – ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. СЕР. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. 2016. ВЫП. 1(84). С. 84-96.

Разработана оснастка и методика подготовки трибопар (диск-образец провода) для определения трибологических свойств медных сплавов, легированных цирконием, оловом, железом, ниобием, проведены эксперименты по их определению, на основании которых выбран состав сплава для периферийной части контактного провода, содержащего Cu-Nb элементы, выплавлены слитки выбранного состава, которые использованы для изготовления экспериментальных образцов контактного провода сечением 100мм² и Ø4 мм. Проведены эксперименты по сравнению степени износа провода Cu_{Zr}/Cu-18%Nb и нагартованной меди без токовой нагрузки и в присутствии тока, с плотностью тока до 14,5 кА/мм. Установлено, что во всём исследованном интервале использованных плотностей тока, вплоть до 14,5 кА/мм, степень износа провода Cu_{Zr}/Cu-18%Nb в 2-3 раза меньше, чем у нагартованной меди (рис. – 10, табл. – 3, список литературы – 8 назв.).

Ключевые слова: трибология, степень износа, сплав, медь, ниобий, легирование, цирконий.

THE ENHANCEMENT OF THE TRYBOLOGICAL PROPERTIES OF THE NEW GENERATION CONTACT WIRES BASED ON CU-NB NANOSTRUCTURED COMPONENTS. V. Pantsyrny, N. Khlebova, A. Krainev, A. Surkov, I. Gershman, M. Petrzhikh (JSC «VNIINM», Moscow) – PAST «MATERIALS TECHNOLOGY AND NEW MATERIALS» SERIES. 2016. ED. 1(84). P. 84-96.

The upgrading of the equipment and adjustment of the tribological pairs (rotating disc-conductor's sample) preparation procedure have been undertaken for experimental measurements of the tribological properties of the copper alloys doped by Zr, Nb, Sn, Fe. These alloys have been proposed to be used as the outer peripheral part of the Cu-Nb strengthened Contact Wire. The ingots of the designed alloy had been melted and were used for fabrication of the contact wire sample with cross section of 100 mm² and the model sample of contact wire with the diameter of 4 mm. The experiments on the measurements of the rate of wear for CuZr/Cu-18%Nb and for pure hard Cu with and without transport current up to density of 14.5 kA/mm. It was shown that for all investigated range of current densities the CuZr/Cu-18%Nb rate of wear was 2-3 times smaller than for hard Cu (fig. – 10, tables – 3, references – 8).

Keywords: Trybology, rate of wear, alloy, copper, niobium, doping, zirconium.

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 – yvi@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 yvi@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 «ВНИИНМ» – Парфенов Алексей Александрович, тел. +7 (499) 190-80-44, адрес электронной почты yvi@bochvar.ru.