

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра физики твердого тела

УДК 621.039.53;539.2/.6:539.1.04

Заяц
Максим Сергеевич

**СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСИОННО-
УПРОЧНЕННЫХ ОКСИДАМИ СТАЛЕЙ, ОБЛУЧЕННЫХ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ КСЕНОНА И ВИСМУТА**

Дипломная работа

Научный руководитель:
доктор физ.-мат. наук,
профессор В.В. Углов

Рецензент:
кандидат физ.-мат. наук,
доцент А.И. Тимошенко

Допущена к защите

« ___ » _____ 2016 г.

Зав. кафедрой физики твердого тела

доктор физ. – мат. наук,

профессор _____ В.В. Углов

Минск, 2016

Реферат

Дипломная работа 45 с., 3 гл., 35 рис., 1 табл., 22 источника.
ДИСПЕРСИОННО-УПРОЧНЕННЫЕ ОКСИДАМИ СТАЛИ, ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА, РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ, ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКАЯ ТВЕРДОСТЬ.

В качестве объектов исследования использовались образцы российских ДУО сталей ЭП-450 ДУО и Ст16 (ВНИИНМ им. А.А Бочвара – Москва), а также образцы японской ДУО стали КР123 (Киотский университет).

Целью данной работы является исследование свойств и особенностей структурно-фазового состояния дисперсионно упрочненных оксидами сталей после облучения их высокоэнергетическими ионами ксенона и висмута, в особенности влияние облучения на внутренние напряжения, твердость и упругость дисперсионно-упрочненных оксидами сталей.

Для исследования структурно-фазового состояния облученных сталей использовались методы рентгеноструктурного анализа и растровой электронной микроскопии. Также были проведены измерения твердости и внутренних напряжений в облученных сталях. Ионное облучение сталей при комнатной температуре проводилось на циклотроне U-400 (Дубна). Для расчета повреждений при ионном облучении использовалось программное обеспечение *SRIM-2013*.

Обнаружено, что во всех образцах присутствуют сжимающие макронапряжения, величина которых обусловлена влиянием легирующих компонентов стали, наличием внутренних дефектов, а также содержанием дисперсных частиц оксида иттрия (Y_2O_3) и карбида хрома ($Cr_{23}C_6$). При ионном облучении ДУО сталей происходит разупорядочение (аморфизация) дисперсных включений карбида хрома, а также растворение границ частиц оксида иттрия. Также выявлено увеличение макронапряжений, обусловленное эффектами радиационного дефектообразования. Облучение также способствует увеличению твердости ДУО сталей.

Рэферат

Дыпломная праца 45 с., 3 гл., 35 мал., 1 табл., 22 крыніцы.
ДЫСПЕРСІЙНА-УМАЦАВАНЫЯ АКСІДАМІ СТАЛІ, УНУТРАНАЯ
МІКРАСТРУКТУРА, РАДЫЯЦЫЙНАЯ ЎСТОЙЛІВАСЦЬ, УНУТРАНЬЕ
НАПРУЖАННЯ, ДЫНАМІЧНАЯ ЦВЁРДАСЦЬ.

У якасці аб'ектаў даследавання выкарыстоўваліся ўзоры расійскіх ДУА сталей ЭП-450 ДУА і Cr16 (УНДІНМ ім. А.А Бочвара - Масква), а таксама ўзоры японскай ДУА сталі КР123 (Кіецкі ўніверсітэт).

Мэтай дадзенай працы з'яўляецца даследаванне уласцівасцяў і асаблівасцяў структурна-фазавага стану дысперсійна-ўмацаваных аксідамі сталей пасля апрамянення іх высокаэнергетычнымі іёнамі ксэнону і вісмута, асаблівасці ўплыў апраменьвання на ўнутраныя напружання, цвёрдасць і пругкасць дысперсійных-ўмацаваных аксідамі сталей.

Для даследавання структурна-фазавага стану апраменьеных сталей выкарыстоўваліся метады рэнтгенаструктурнага аналізу і растравай электроннай мікраскапіі.

Таксама былі праведзены вымярэнні цвёрдасці і ўнутраных напружанняў у апраменьеных сталях. Іённае апрамяненне сталей пры пакаёвай тэмпературы праводзілася на цыклатроне U-400 (Дубна). Для разліку пашкоджанняў пры іённамапрамяненні выкарыстоўвалася праграма безабесячэнне SRIM-2013.

Выяўлена, што ва ўсіх узорах прысутнічаюць сікальнямакранапружання, абумоўленыя ўплывам легіруючых кампанентаў сталі, а таксама ўтрыманнем дысперсных часціцак аксиду ітрыя (Y_2O_3) і карбіду хрому ($Cr_{23}C_6$). Пры іённамапрамяненні ДУА сталей адбываецца разупарадкаванне (амарфізацыя) дысперсных уключэнняў карбіду хрому, а таксама растварэнне жаўчасціцак аксиду ітрыя.

Таксама выяўлена павелічэнне ўнутраных макранапружанняў, абумоўленае эфектамі радыяцыйнага дэфектаабразавання.

Павелічэнне сікальнямакранапружанняў запавольваецца з ростам дозы, з прычыны ўзмацнення радыяцыйнага адпалудэфектаў.

Апрамяненне таксама спрыяе павелічэнню цвёрдасці ДУА сталей.

Abstract

Thesis 45 p., 3 ch., 35 fig., 1 tab., 22 source.

OXIDES DISPERSION STRENGTHENED STEELS, INTERNAL STRUCTURE, RADIATION RESISTANCE, INTERNAL STRESSES, DYNAMIC HARDNESS.

The samples of Russian steel EP-450 ODS and Cr16 (VNIINM. A.A.Bochvar - Moscow), as well as patterns of Japanese ODS steel KR123 (Kyoto University) as objects of study were used.

The aim of this work is to study the properties and characteristics of structural-phase state of oxides dispersion strengthened steels after irradiation by high-energy ions of xenon and bismuth, in particular the influence of ion radiation on the internal stresses, hardness and elasticity of oxide dispersion strengthened steels.

To study of the structure-phase state of irradiated steels the X-ray diffraction and scanning electron microscopy methods were used. The hardness and internal stresses measurements in irradiated steels were carry out. Ion irradiation of steels at the room temperature in the cyclotron U-400 (Dubna)were performed. For the calculation of damages under ion irradiation software SRIM-2013 was used.

It is found the presence of compression macrostresses in all samples due to the influence of the alloying steel components and also containing dispersed particles of yttrium oxide (Y_2O_3) and chromium carbide ($Cr_{23}C_6$). Under the ion irradiation of ODS steels occurs disordering (amorphization) of dispersed chromium carbide particles, as well as the dissolution of the boundaries of yttrium oxide particles. Also an increase in macrostresses due to the effects of radiation defect was revealed. The increasing of compressive macrostresses slows down with rising of irradiation doses due to the increasing of radiation defect annealing. Irradiation also increases hardness ODS steels.