Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0411U000398

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-02-2011

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пономаренко Ігор Володимирович
2. Ponomarenko Igor Volodimirovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.02.01

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 10-02-2011

Спеціальність за освітою: 8.090258

Місце роботи здобувача: Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Код за ЄДРПОУ: 02071168

Місцезнаходження: вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д64.059.01

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Код за ЄДРПОУ: 02071168

Місцезнаходження: вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 53.49.01.05

Тема дисертації:

1. Підвищення конструктивної міцності сталевих виробів шляхом поверхневого наноструктурування іонним бомбардуванням

2. Increase of items structural strength by surface nanostructuring with the help of ion bombardment

Реферат/анотація:

1. 1. Об'єктом дослідження є процеси поверхневого наноструктурування та зміни енергетичного стану поверхні під впливом різних дій. Метою дисертаційної роботи є розробка найбільш ефективного й найменш витратного способу підвищення конструктивної міцності сталевих деталей машин на основі аналізу впливу різних методів поверхневої дії, в тому числі поверхневого наноструктурування, на властивості не тільки поверхні, але й усього виробу в цілому. Методи дослідження та апаратура. В роботі використані рентгеноструктурний (ДРОН-3) і рентгеноспектральний аналіз (РЕМ-106), оптична (МИМ-7) та електронна мікроскопія (РЕМ-106), визначення механічних характеристик при статичних (на розтяг - Р5) і циклічних (на втому - МУИ-6000) випробуваннях, вивчення профілю поверхні і параметрів шорсткості (TR-200), вимірювання макро-, мікро- і нанотвердості (ТП-7р-1, ПМТ-3, Nano Indenter II відповідно). Результати експериментів оброблювалися методами математичної статистики у програмі Microsoft Office Excel.

Теоритичні і практичні результати. Запропоновано теоретичне обґрунтування отримання високої конструктивної міцності виробів при поверхневому наноструктуруванні. Показано, що іонне бомбардування (ІБ) низькоенергетичними іонами при певних режимах приводить до заліковування поверхневих дефектів і формування на поверхні виробів нанокристалічного шару товщиною біля 30-50 нм. В такому шарі пластична деформація відбувається за недислокаційним механізмом з зернограничим проковзуванням нанозерен. Це перешкоджає утворенню концентраторів напружень та окрихченню металу, результатом чого є підвищення міцності в об'ємі матеріалу без зниження пластичності. Новизна: 1. Вперше проведено системне дослідження і аналіз впливу різних способів поверхневої обробки (ХТО, механічного та електролітичного полірування, ППД, ІПО) на об'ємні механічні властивості виробу. Експериментально доведено, що усі проаналізовані дії змінюють тонку структуру і об'ємні характеристики міцності та пластичності. Оцінена роль кожного фактора у підвищенні конструктивної міцності. Показано, що не виявляється однозначний зв'язок між макронапруженнями ?I, показниками тонкої структури (?, розмірами ОКР, ?II) і механічними властивостями. 2. Вперше безпосередньо на реальних виробах встановлено, що ІБ приводить до унікального поєднання характеристик міцності і пластичності, яке до цього часу не було досягнуто ні одним з відомих комбінованих способів зміцнення. Після ІБ тимчасовий опір для зразків без концентраторів напружень підвищується на 17 %, границя текучості на 34 % при збереженні і навіть деякому зростанні пластичності (відносне звуження зростає на 3 %). Для виробів з концентраторами напружень цей ефект ще більший: ?в підвищується на ~ 69 %, ?0,2 на ~ 84 %. Наступне нанесення покриття підвищує показники міцності не більш ніж на 3-7 %. 3. Вперше показано, що ІБ низькоенергетичними іонами (~ 1 кеВ) при певних режимах приводить до формування на поверхні виробів нанокристалічного шару товщиною біля 30-50 нм. Твердість цього шару у порівнянні з вихідною (до ІБ) на самій поверхні (< 20 нм) підвищується з 7,8 до 12,4 ГПа, але різко знижується і на глибині ~ 30-50 нм вона практично співпадає з вихідною у наклепаному шарі. Після нанесення покриття твердість збільшується майже у тричі (до 21 ГПа) і зменшується значно повільніше, тобто глибина зміцненого шару помітно більша. Співставлення зміни твердості і глибини зміцненого шару з механічними характеристиками всього виробу свідчить, що такий значний їх ріст саме після ІБ не може бути пояснений підвищенням твердості, оскільки не виконується правило адитивності. 4. Вперше запропонована гіпотеза, яка пояснює отримання високої конструктивної міцності виробів при поверхневому наноструктуруванні. В процесі ІБ здійснюється заліковування поверхневих дефектів і утворення нанокристалічного шару. В такому шарі пластична деформація відбувається за недислокаційним механізмом з зернограничим проковзуванням нанозерен. Це перешкоджає утворенню концентраторів напружень та окрихченню металу, результатом чого є підвищення міцності в об'ємі матеріалу без зниження пластичності. Ступінь упровадження. На базі отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено спосіб підвищення конструктивної міцності виробів (патент України № 55911 "Спосіб підвищення конструктивної міцності сталевих виробів"). Розроблений спосіб особливо ефективний в тому випадку, коли виріб має концентратори напружень. Так, якщо для гладких зразків підвищення тимчасового опору і умовної границі текучості після ІБ складало 17 і 34 % відповідно, то для болтів з різьбою - 69 та 84 %. Сфера (галузь) використання. Результати досліджень, що наведені в дисертаційній роботі, можуть бути використані на машинобудівельних підприємствах для деталей, які потребують високої конструктивної міцності і працюють при значних розтягувальних напруженнях, а також, науковцями та студентами технічних ВУЗів.

2. 3. Objects of study are the processes of surface nanostructuring and change the energy state of the surface under the influence of various factors. The aim of the thesis is to develop the most effective and least expensive way to improve the structural strength of steel machine parts based on the research and analysis of the effect of different methods of surface effects, including surface nanostructure on the properties of not only surface but also the whole product as a whole. Research methods and equipment. We used X-ray (SEM-106) and X-ray analysis (DRON-3), optical (MIM-7) and E (REM-106) microscopy, determination of mechanical characteristics in static (tensile - P5) and cyclic (fatigue - MIE-6000) trial, a study of the surface profile and roughness parameters (TR-200), the measurement of macro-and micro-and nanohardness (TP-7R-1, PMT-3, Nano Indenter II, respectively). The experimental results are processed by methods of mathematical statistics in the program Microsoft Office

Excel. Theoretical and practical results. A theoretical justification of obtaining a high structural strength of products in surface nanostructuring. It is shown that ion bombardment (IB) with low-energy ions under certain conditions leads to healing of surface defects and the formation on the surface of products nanocrystalline layer with a thickness of about 30-50 nm. In such a layer of plastic deformation occurs notdislocation mechanism of grain boundary sliding nanograins. This prevents the formation of stress concentrators and grinding of metal, resulting in an increase in strength in the bulk of the material without sacrificing ductility. Novelty: 1. The first time the systematic study and analysis of various methods of surface treatment (XTO, mechanical and electrolytic polishing, ППД, ІПО) on the bulk mechanical properties of the product. Experimentally proved that all analyzed activities alter the fine structure and three-dimensional characteristics of strength and ductility. The role of each factor in increasing the structural strength. It is shown that does not show the strong link between macrostresses ?I, exponents of the fine structure (?, the size of the ОКР, ?II) and mechanical properties. 2. For the first time directly on the real products revealed that the IB leads to a unique combination of characteristics of strength and plasticity, which has still not been achieved by any known combination of ways of strengthening. After IB temporary resistance for the samples without stress concentrators increased by 17 %, yield 34 %, while maintaining and even some increase in ductility (relative narrowing increases by 3 %). For products with stress concentrators, this effect is even more: ?v increased by ~ 69 %, ?0,2 ~ 84 %. Subsequent coating increases strength index no more than 3-7 %. 3. It was shown that low-energy IB ions (1 keV) under certain conditions leads to the formation on the surface of products nanocrystalline layer with a thickness of about 30-50 nm. The hardness of this layer compared with the baseline (before IB) on the surface (<20 nm) increases from 7.8 to 12.4 GPa, but decreases sharply and at a depth of 30-50 nm is virtually identical to the original in the work-hardened layer. After coating hardness increased almost threefold (to 21 GPa) and decreases much more slowly, so the depth of the hardened layer is much larger. Comparison of changes in hardness and the depth of the hardened layer with the mechanical characteristics of the product shows that a significant increase in their just after the IB can not be explained by the increase in hardness, as a rule of additivity is not satisfied. 4. First proposed a hypothesis to explain the receipt of a high structural strength of products in surface nanostructuring. In the process of IB by the healing of surface defects and the formation of the nanocrystalline layer. In such a layer of plastic deformation occurs notdislocation mechanism of grain boundary sliding nanograins. This prevents the formation of stress concentrators and embrittlement of the metal, resulting in increased strength in the bulk of the material without sacrificing ductility. The degree of implementation. On the basis of the results of theoretical and experimental research was developed to improve the structural strength of products (patent of Ukraine № 55911 "Method of increasing structural strength of steel products). The developed method is especially effective if the product has concentrators. So if, for smooth specimens increase tensile strength and proof stress after IB was 17 and 34 % respectively, then the bolt thread - 69 and 84 %. Sphere (region) use. Research results that are presented in the thesis can be used for machine-building enterprises for parts requiring high structural strength and operating at large tensile stresses, as well as academics and students of technical universities.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дяченко Світлана Степанівна

2. Dyachenko Svetlana Stepanivna

Кваліфікація: д.т.н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Береснєв В'ячеслав Мартинович

2. Береснєв В'ячеслав Мартинович

Кваліфікація: д.т.н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ільїнський Олександр Іванович

2. Ільїнський Олександр Іванович

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Жданюк Валерій Кузьмович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Жданюк Валерій Кузьмович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.