

УДК 621.19:41

Підвищення довговічності довгомірних деталей поверхневим зміцненням

Афтаназів І.С., Шевчук Л.І., Бойко О.О., Струтинська Л.Р.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Анотація: Запропонована технологія зміцнення поверхневим пластичним деформуванням зовнішньої та внутрішньої поверхні довгомірних деталей. Зміцнювальна технологія ґрунтується на проклепуванні металу деталі сферичними деформівними тілами, що встановлені на масивному циліндричному зміцнювачі. Зміцнювачу в процесі обробки надають обкочувального руху по оброблюваній поверхні та переміщують вздовж геометричної осі оброблюваної деталі. У результаті цієї зміцнювальної обробки у товщі матеріалу деталі формуються залишкові напруження стиску, підвищується його поверхнева мікротвердість. Це підвищує довговічність деталей.

Зміцнювальний пристрій для здійснення цієї обробки складається із циліндричного зміцнювача із деформівними тілами, електродвигуна приводу та механізму передачі крутного моменту від валу двигуна до зміцнювача. У процесі зміцнювальної обробки пристрій переміщується вздовж деталі та обкочується по оброблюваній поверхні і проклепує матеріал. Забезпечувана товщина зміцнення 0,15–0,20 мм.

Ключові слова: зміцнення, поверхнєве пластичне деформування, зміцнювач, деформівні тіла, обкочування, товщина зміцнення.

Запропоновані оригінальні технології та конструкції пристроїв для зміцнення поверхневим пластичним деформуванням внутрішніх та зовнішніх циліндричних поверхонь довгомірних деталей. Основою технології є ударна взаємодія оброблюваної поверхні довгомірної деталі із масивним ексцентрично встановленим на ній зміцнювачем, на робочій поверхні якого розташовані деформівні тіла.

Така зміцнювальна обробка забезпечує утворення в поверхневому прошарку металу оброблюваних деталей залишкових напружень стиску, формує в них поверхневий шар із підвищеною твердістю, покращує структуру металу в поверхневих його прошарках [1,2]. Якісне поверхнєве пластичне деформування (ППД) циліндричних поверхонь довгомірних деталей спроможне підвищити надійність та довговічність цих відповідальних деталей завдяки підвищенню опору металу знакозмінним циклічним навантаженням та зменшенню швидкості розростання втомних мікротріщин.

Проте особливості конструктивної будови таких специфічних деталей обумовлюють певні труднощі при використанні для їх зміцнення відомих методів. Це проявляється в тому, що зміцнювальні деформівні навантаження можуть призводити до надмірних прогинів та короблення оброблюваних деталей, що обумовлено їх незначною поперечною жорсткістю.

У якості основної типової довгомірної оброблюваної деталі, для зміцнювальної обробки зовнішньої поверхні якої нами і було розроблено нову конструкцію зміцнювача, використано торсіонний вал підвіски корпусу військового танка [3]. Діаметр робочої зовнішньої циліндричної поверхні танкового торсіона становить $D_o=65$ мм, його переважно виготовляють із легованої конструкційної сталі марки 12ХН3А із межею текучості матеріалу $\sigma_m = 750$ МПа. Зміцнювальній обробці підлягає його циліндрична зовнішня поверхня. Задана товщина зміцненого шару h оброблюваної поверхні танкового торсіона -- $h=0,15\div 0,20$ мм.

Основними конструктивними елементами зміцнювача є встановлені на трубчастій основі два корпуси із приєднаними до них конічними зубчастими колесами приводу обертового руху. Обертового руху корпусам надає вал електродвигуна, який через муфту з'єднано із привідним конічним зубчастим колесом. До кожного із обертових корпусів за

допомогою еластичних гофр прикріплено циліндричні зміцнювачі із деформівними елементами у вигляді сталевих загартованих кульок високої твердості.

Товщину залягання зміцненого прошарку матеріалу на обробленій поверхні деталі та забезпечений тут рівень залишкових напружень у даному випадку регламентує сила деформування. Сила деформування -- це сила удару, що припадає на кожне із деформівних тіл [4]. Вона пропорційна відцентровій силі F , що діє на обертовий зміцнювач, і обернено пропорційна кількості N розташованих вздовж твірної зміцнювача деформівних тіл діаметром D , тобто

$$F_y = \frac{F}{N} = \frac{m \cdot \varepsilon \cdot D \cdot \omega^2}{l}, \quad (1)$$

де $\omega = 2\pi n$ – кругова частота обкочувального руху зміцнювача ;

n – частота обкочування зміцнювача по оброблюваній зовнішній поверхні торсійного вала;

ε – ексцентриситет зміцнювача відносно геометричної осі оброблюваної поверхні торсійного вала;

m – маса зміцнювача із деформівними тілами;

l – довжина твірної циліндричної поверхні зміцнювача, на якій встановлено деформівні тіла.

Зміцнення поверхневим пластичним деформуванням внутрішньої поверхні у відповідності вібраційно-відцентровій зміцнювальній обробці проілюстровано на зміцненні каналу стволів артилерійських гармат.

Зміцнювальний пристрій, до складу якого входять електропривід, циліндричний зміцнювач із розміщеними з можливістю обертання на зовнішній його поверхні деформівними тілами у вигляді сталевих загартованих кульок високої твердості та механізм передачі крутного моменту і обертового руху, що з'єднує вал електроприводу із зміцнювачем, розташовують всередині ствола гармати [5].

Механізм передачі обертового руху на зміцнювач передбачає забезпечення і радіального переміщення зміцнювача відносно геометричної осі ствола гармати. Тому тут у якості механізму передачі крутного моменту та обертового руху доречно використовувати або карданний, або гнучкий вал. На зміцнювачі зафіксовано дебаланси. Електропривід розміщено у корпусі, який за допомогою роликів відцентровано співвісно оброблюваній поверхні ствола гармати. Зміцнювальний пристрій розташовують всередині внутрішньої оброблюваної поверхні ствола гармати, а для його переміщень вздовж твірної зміцнюваної поверхні призначено приєднаний до корпусу трос, що намотується на барабан лебідки.

Для деталей із конструкційних сталей забезпечується товщина залягання зміцненого прошарку матеріалу сягає 0,1 – 0,15 мм, у ньому формуються залишкові напруження стиску, що надійно протистоять знакозмінним циклічним експлуатаційним навантаженням.

Технологія та конструкції зміцнювачів придатні для обробки з метою підвищення надійності та довговічності півосей автомобільного та залізничного транспорту, торсійних валів великотонажних транспортних засобів, у тому числі військових танків та самохідних артилерійських установок, бурових труб, каналів стволів артилерійських гармат тощо.

Increase of longness of long-dimensional parts by surface strengthening

Aftanaziv I., Shevchuk L., Boiko A., Strutynska L.

Annotation: The technology of hardening by surface plastic deformation of the outer and inner surface of long parts is proposed. Strengthening technology is based on riveting metal of the bore bore by spherical deforming bodies, mounted on massive cylindrical reinforcers. The hardener in the process of processing performs a rolling movement on the surface to be machined and moves along the geometric axis of the workpiece. As a result of this strengthening treatment, residual compressive stresses are formed in the thickness of the material of the bore, and its surface microhardness increases. This increases the durability of parts.

A hardening device for carrying out this treatment consists of a cylindrical hardener with deforming bodies, an electric drive and a mechanism for transmitting torque from the electric motor shaft to the hardener. In the process of strengthening treatment, the device moves along the part and rolls around the surface being processed and rivets the material. The provided hardening thickness is 0.15-0.20 mm.

Key words: hardening, surface plastic deformation, hardener, deforming bodies, break-in, hardening thickness.

Повышение долговечности длиномерных деталей поверхностным упрочнением

Афтаназив И.С., Шевчук Л.И., Бойко А.О., Струтинская Л.Р.

Аннотация: Предложена технология упрочнения поверхностным пластическим деформированием внешней и внутренней поверхности длиномерных деталей. Упрочняющая технология основывается на наклепе металла детали сферическими деформирующими телами, установленными на массивном цилиндрическом упрочнителе. Упрочнитель в процессе обработки выполняет обкатку по обрабатываемой поверхности и перемещается вдоль геометрической оси обрабатываемой детали. В результате этой упрочняющей обработки в толще материала детали формируются остаточные напряжения сжатия, повышается его поверхностная микротвердость. Это повышает долговечность деталей.

Упрочняющее устройство для осуществления этой обработки состоит из цилиндрического упрочнителя с деформирующими телами, электропривода и механизма передачи крутящего момента от вала электродвигателя к упрочнителю. В процессе упрочняющей обработки устройство перемещается вдоль детали, обкатывается по обрабатываемой поверхности и проклепывает материал. Обеспечиваемая толщина упрочнения 0,15-0,20 мм.

Ключевые слова: упрочнение, поверхностное пластическое деформирование, упрочнитель, деформирующие тела, обкатка, толщина упрочнения.

Список літератури

1. Кусий Я.М., Кук А.М. Розроблення методу вібраційно-відцентрового зміцнення для технічного забезпечення безвідмовності деталей машин/ Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 1/7(73) 2015, - С. 41-51. doi: 10.15587/1729-4061.2015.36336
2. Афтаназив І.С. Підвищення довговічності торсіонних валів та довгомірних деталей поверхневим пластичним деформуванням/ І.С. Афтаназив, Л.І. Шевчук, О.І. Строган// Scientific Journal "ScienceRise" №4/2(21)2016, - С. 37-44. Doi: 10.15587/2313-8416.2016.67693.
3. Патент № 116265 Україна, МПК В24В 39/04 (2006.01), В23Р 9/04 (2006.01) Пристрій для зміцнення торсіонних валів поверхневим пластичним деформуванням. Афтаназив І.С., Шевчук Л.І. – а201602854 Заявл. 21.03.2016; Опубл. 26.02.2018, Бюл.№4.
4. Патент № 116268 Україна, МПК В24В 39/02 (2006.01), В23Р 9/04 (2006.01) Пристрій для зміцнення поверхневим пластичним деформуванням внутрішніх циліндричних поверхонь довгомірних деталей. Афтаназив І.С., Шевчук Л.І. – а201603003 Заявл. 23.02.2016; Опубл. 26.02.2018, Бюл.№4.
5. Патент № 116266 Україна, МПК В24В 39/04 (2006.01), В23Р 9/04 (2006.01) Спосіб зміцнення поверхневим пластичним деформуванням внутрішніх поверхонь стволів артилерійських гармат. Афтаназив І.С., Шевчук Л.І. – а201602855 Заявл. 21.03.2016; Опубл. 26.02.2018, Бюл.№4.