

**С.М. Анастасенко**, канд. техн. наук

**І.О. Григурко**, доцент

**В.Я. Ошовський**, канд. техн. наук

Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПОВЕРХОНЬ ЗУБЦІВ ШЕСТЕРНІ І ВПАДИН ШЛІЦІВ НА ВАЛ-ШЕСТЕРНІ МЕТОДОМ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛІ ЧЕКАНКОЮ**

**С.Н. Анастасенко**, канд. техн. наук

**И.А. Григурко**, доцент

**В.Я. Ошовский**, канд. техн. наук

Первомайский политехнический институт Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Первомайск, Украина

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРНИ И ВПАДИН ШЛИЦОВ НА ВАЛ-ШЕСТЕРНЕ МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛИ ЧЕКАНКОЙ**

**Serhii Anastasenko**, PhD in Technical Sciences

**Ivan Hryhurko**, Associate Professor

**Viktor Oshovskyi**, PhD in Technical Sciences

Pervomaisk Polytechnical Institute of National Shipbuilding University named after admiral Makarov, Pervomaisk, Ukraine

### **ENSURING DURABILITY OF SURFACES OF TEETH OF THE PINION GEAR AND HOLLOWES OF SPLINES ON THE SHAFT – PINION GEARS BY THE METHOD OF SURFACE STRENGTHENING OF THE DETAIL BY STAMPING**

*Розглянуто конструкцію установки для віброзміцнення впадин зубців шестерні та шліців на валах методом наклепування чеканкою. Така конструкція установки застосовується для зміцнення поверхонь шпонкових пазів, галтелей, шліців, бічних поверхонь зубчастих коліс, шестерень, які є концентраторами напружень. У результаті використання цього пристрою підвищується якість обробленої поверхні деталі, збільшується мікротвердість і втомна міцність поверхневого шару матеріалу деталі, що збільшує надійність і довговічність її роботи.*

**Ключові слова:** зміцнення, гартування, чеканка, пневматичний ударник, поверхневий наклеп, шестерня, глибина наклепу, довговічність.

*Рассмотрена конструкция установки для виброупрочнения впадин зубьев шестерни и шлицов на валах методом наклепывания чеканкой. Данная конструкция установки применяется для упрочнения поверхностей шпоночных пазов, галтелей, шлицов, боковых поверхностей зубчатых колес, шестерень, которые являются концентраторами напряжений. В результате использования данного устройства повышается качество обрабатываемой поверхности детали, увеличивается микротвердость и усталостная прочность поверхностного слоя материала детали, что увеличивает надёжность и долговечность ее работы.*

**Ключевые слова:** упрочнение, закалка, чеканка, пневматический ударник, поверхностный наклеп, шестерня, глубина наклепа, долговечность.

*The considered installation design for vibrohardening of hollows of teeth of a pinion gear and splits on shaft by a rivet method stamping. This design of installation is applied to hardening of surfaces the shponochnykh of chases, galtel, splits, side faces of tooth gears, a pinion gear which are concentrators of tension. As a result of use of this device quality of the processing detail surface increases, the microhardness of a blanket is strengthened threw details and the term of durability of its work increases.*

**Key words:** hardening, training, stamping, pneumatic drummer, superficial peening, pinion gear, peening depth, durability.

**Постановка проблеми:** Зміцнення поверхонь шпонкових пазів, галтелей, шліців, бічних поверхонь зубчастих коліс, шестерень здійснюється за допомогою гартування з нагріванням, що підвищує контактну і згинальну міцність шліців, але у межах загартованої зони міцність, як і у випадку із зубчастими колесами, є заниженою. Поверхневе наклепування чеканкою усуває цей недолік, певною мірою доповнюючи гартування. Напруження розтягнення, які виникають під час гартування, ліквідуються чеканкою.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** показав, що у відомих матеріалах [1; 2], що висвітлюють цю проблему, для довговічності поверхонь зубців шестерні і западин

шліців на вал-шестерні використовують гартування з нагріванням, що підвищує контактну і згинальну міцність шліців, але у межах загартованої зони міцність стає заниженою, що не ефективно.

**Не вирішена раніше частина проблеми.** Застосування гартування з нагріванням, яке підвищує контактну і згинальну міцність впадин шліців та бічних поверхонь зубців, але у межах загартованої зони міцність, як і у випадку із зубчастими колесами, стає заниженою, що не ефективно. За допомогою поверхневого наклепування чеканкою усувається цей недолік, якби доповнюючи загартування. Напруження розтягнення, які виникають під час гартування, ліквідуються чеканкою за допомогою установки для віброзміцнення поверхонь зубців і шліців.

**Метою статті** є висвітлення можливостей застосування методу чеканки поверхонь деталей за допомогою установки для віброзміцнення впадин зубців та шліців для забезпечення довговічності та міцності поверхонь зубців шестерні і западин шліців на вал-шестерні.

**Виклад основного матеріалу.** Одним із методів підвищення довговічності та міцності поверхонь деталей є чеканка. Запропоновано і застосовано чеканку для зміцнення поверхонь шпонкових пазів, галтелей, шліців, бічних поверхонь зубчастих коліс, шестерень, які є концентраторами напружень. За цим методом твердість поверхні підвищилася з 250 до 340 НВ, а межа витривалості – на 40 %.

Чеканка здійснювалася за допомогою пневматичного ударника з енергією удару 0,34 і 0,21 Нм і нанесенням 10...20 ударів на 1 мм довжини шлиця. Особливо результативними у цьому випадку були установки з віброуючими роликками.

Малі розміри бойка дозволяють досягнути більшої енергії удару на одиницю поверхні. Ефект зміцнення при цьому може бути дуже високим: залишкові напруження становлять 600...800 МПа, ступінь наклепу – 30...50 %, глибина – декілька міліметрів, довговічність деталей збільшується в 1,5 рази і більше. Чеканку можна також застосувати для утворення зовнішнього рельєфу поверхні з метою кращого утримання на ній мастила, підвищення опору відносного переміщення, відновлення щільності нерухомих посадок та зменшення впливу контактної корозії.

Під час вибору режиму зміцнення чеканкою вихідними даними є глибина та ступінь наклепу згідно з технологічними вимогами, а також шорсткість поверхні. Професор І.В. Кудрявцев ступінь наклепу оцінює коефіцієнтом  $\varepsilon$ , що являє собою відношення діаметра відбитка  $d$ , який виникає під час удару сферичним бойком (роликом), до діаметра  $D$  самого ролика, за формулою:

$$\varepsilon = \frac{d}{D}. \quad (1)$$

Для маловуглецевих сталей рекомендується  $0,3 \leq \varepsilon \leq 0,5$ , а для конструкційних –  $0,3 \leq \varepsilon \leq 0,7$ .

При менших значеннях  $\varepsilon$  ефект зміцнення, який оцінюється за приростом твердості, незначний, при більших – сильно підвищується шорсткість поверхні та уповільнюється приріст твердості.

Динамічне прикладання навантаження ( $d_{MAX}$ ) при зрівнюванні зі статичним навантаженням збільшує діаметр відбитка в 1,25...1,58 рази, тобто  $\frac{d_{MAX}}{d} = 1,25 \dots 1,58$  або в загальному вигляді:

$$\frac{d_{MAX}}{d} = 1,54 - \frac{HB}{1000}.$$

Глибина наклепу задається залежно від перерізу деталі та задач зміцнення. Її залежність від межі текучості сталі при розтягуванні  $\sigma_T$  і діаметра одержаного відбитку визначається за формулою:

$$\alpha = \sqrt{\frac{F}{2 \cdot \sigma_T}} \approx 1,5d_{\text{MAX}}, \quad (2)$$

де  $F$  – зусилля, що прикладається до бойка, Н.

Для більшості конструкційних сталей справедливе співвідношення:  $\sigma_T = \text{HB}/6$ .

Пристосування для чеканки впадин шліців оснащено двома роликми. Діаметр ролика може бути вибраний залежно від бажаної глибини  $D$  наклепу в межах  $\alpha \leq D \leq 2,2\alpha$ .

При орієнтовних розрахунках потенційної енергії пристосування для чеканки, призначеного для оброблення наклепом конструкційних сталей середньої твердості (210...217 НВ), можна користуватися формулою:

$$E \cdot n \approx 1,2 \cdot E_y = \frac{\text{HB} \cdot d^4}{6 \cdot D}, \quad (3)$$

де  $E$  – енергія удару, кг·м.

У розглянутій методиці ефективність наклепу оцінювалась тільки згідно з приростом твердості. Здебільшого не менш важливою характеристикою є рівень отриманих залишкових напружень стискання. Закономірність їх зміни може не збігатися зі зміною твердості. Пристосування для чеканки з механічним приводом (рис.) закріплюється на станині токарного верстата або використовується як окремий спеціальний пристрій.

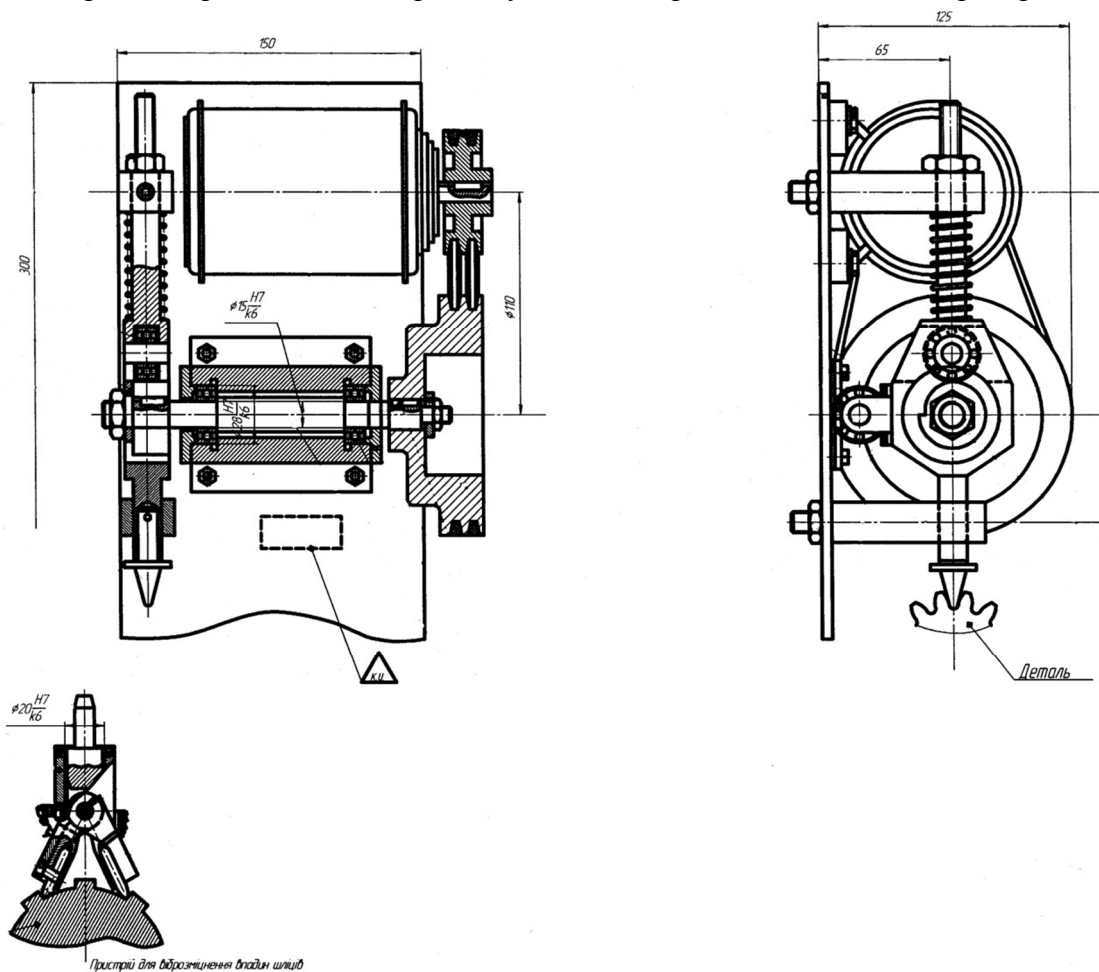


Рис. Установа для віброзміцнення впадин зубців та шліців

**Визначення режимів оброблення.**

Чеканку впадин шліців проводимо за один прохід на дві одночасно оброблювані впадини шліців. Не слід використовувати зворотний хід як робочий хід, тому що повторні проходи у протилежних напрямках можуть призвести до зайвого деформування поверхневого шару, крім того, робочий профіль роликів призначений для роботи тільки в один бік. Швидкість не впливає на якість оброблення та знаходиться в межах 30...150 м/хв. Приймали  $V = 120$  м/хв. Подачу під час обкатування призначають не більше як 0,1...0,5 мм/об. Приймали  $S=0,15$  мм/об. При розрахунковій довжині шліца  $L_p = \ell_d + \ell_{вх} = 94 + 3 = 97$  мм, основний час на чеканку впадин шліців у кількості  $Z=22$  шт становить  $T_{очн} = 8,9$  хв.

**Висновок.** У результаті використання запропонованого у роботі пристрою для віброзміцнення впадин зубців та шліців підвищується якість обробленої поверхні деталі, підвищується мікротвердість і втомна міцність поверхневого шару деталі та збільшується її експлуатаційна довговічність.

**Список використаних джерел**

1. Андрианов А. М. Прогрессивные методы технологии машиностроения / А. М. Андрианов. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Мальцев В. М. Пристосування для наклепування деталей / В. М. Мальцев, В. П. Киніч. – К. : Техніка, 1986. – 90 с.
3. Скловський А. С. Пристосування і інструменти верстатників-новаторів / А. С. Скловський, Г. А. Андрощук. – К. : Техніка, 1986. – 110 с.

УДК 621.891:621.646

**Є.І. Барилюк**, асистент**Г.Й. Зайончковський**, д-р техн. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

**ЗМЕНШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАЛОГАБАРИТНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КЛАПАНІВ****Е.И. Барилюк**, ассистент**Г.И. Зайончковский**, д-р техн. наук

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

**УМЕНЬШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА ЭЛЕМЕНТОВ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КЛАПАНОВ****Yevhen Baryliuk**, assistant**Hennadii Zaionchkovskiy**, Doctor of Technical Sciences

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**DECREASING DYNAMIC LOADS AND WEAR INTENSITY OF ELEMENTS OF COMPACT-SIZED ELECTROMAGNETIC VALVES**

*Показано, що одним з ефективних шляхів зменшення динамічних навантажень та інтенсивності процесів зношування елементів малогабаритних електромагнітних клапанів є введення штучного демпфірування в рухомій частині електромагнітного привода клапана. Наведено результати розрахунків напружень в елементах затвора клапана типу «метал – метал» при його закритті за відсутності та за наявності спеціального демпфівального елемента в рухомій частині електромагнітного привода. Експериментально підтверджено зменшення інтенсивності процесів зношування елементів затвора клапана за рахунок введення штучного демпфірування.*

**Ключові слова:** електромагнітний клапан, динамічні навантаження, затвор, демпфівальний елемент, зношування, ресурс.

*Показано, что одним из эффективных путей уменьшения динамических нагрузок и интенсивности процессов износа элементов малогабаритных электромагнитных клапанов есть введение штучного демпфирования в подви-*