Implementation of modeling methods for hull details in SAPS system. N.V. Ken, N.V. Tsykalo

Methods of the analytical detailing are used in SAPS software, their advantages and instruments of realization of vessel details modeling in the software are shown.

УДК 621.787.4

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОБКАТУВАННЯ ГОЛЧАСТИМИ РОЛИКАМИ УПОРНИХ РІЗЬБ

О.В. Зубєхіна-Хайят, асистент

В.В. Телещак, здобувач вищої освіти групи М2/2

Миколаївський національний аграрний університет

В статті описані результати дослідження процесу обкатування роликами упорних різьб. Запропоновано спосіб обкатування упорних різьб за допомогою гнучких голчастих роликів. Дана технологія дозволяє підвищити на 18 - 20% твердість металу в поверхневому шарі різьби, що має сорбітну структуру. Це дозволило зняти загартування з нарізної ділянки гвинтів струмами високої частоти, в результаті якої гвинти згиналися, що додатково посилювало знос гайок під час експлуатації.

Ключові слова: упорні різьби, обкатування, голчасті ролики, шорсткість

В процесі експлуатації різьб їхні робочі поверхні зношуються через процеси тертя та силові навантаження, втрачаються якісні показники різьб та їх надійність, тому обладнання виходить з ладу. Поверхня різьб зношується, проте не відновлюється. Способи зміцнення конічних поверхонь різьб досить дорогі та складні, тому пропонується ефективний, в той же час економічно вигідний метод зміцнення різьб обкатуванням їх

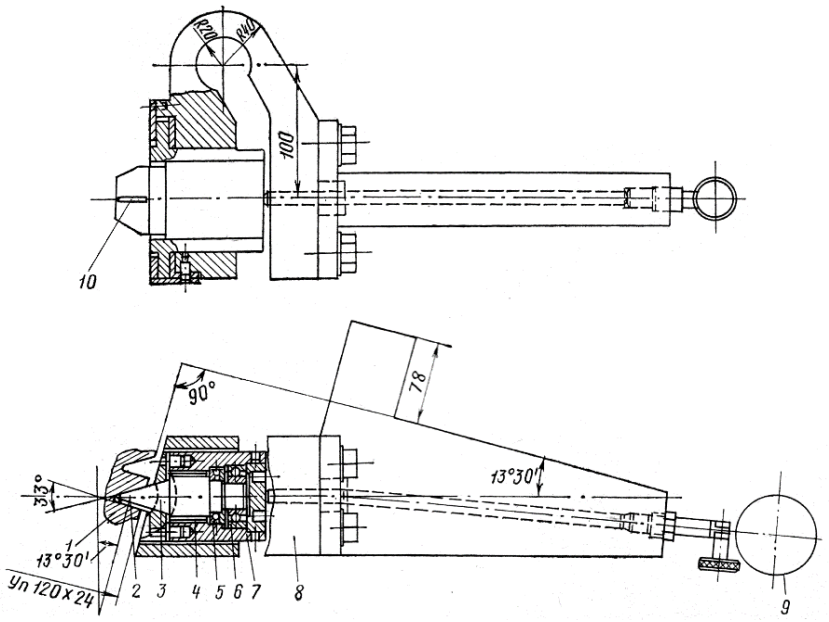
голчастими роликами, що буде сприяти підвищенню зносостійкості пар тертя, контактної і втомної міцності деталей.

Ефективне використання ППД у промисловості стало можливим завдяки роботам таких учених, як П.Г. Алексєєв, М.А. Балтер, В.А. Бєлов, В.М. Браславський, Б.І. Бутаков, Є.Г. Коновалов, І.В. Кудрявцев, А.А. Маталін, Д.Д Папшев, Ю.Г. Проскуряков, Е.В. Рижов, Ю.Г. Шнейдер, Д.Л. Юдін, Ю.І. Бабей, Л.М. Школьник, М.В. Азаревич, Г.М. Огневец та ін., які дали наукове підгрунтя цьому методу обробки [1-8]. Проаналізувавши попередні методи поверхневого пластичного деформування, зясовано, що низка питань не була вирішена. Однак потребує теоретичних досліджень технологія обкатування голчастими роликами деталей сільськогосподарських машин з урахуванням жорсткості технологічної системи.

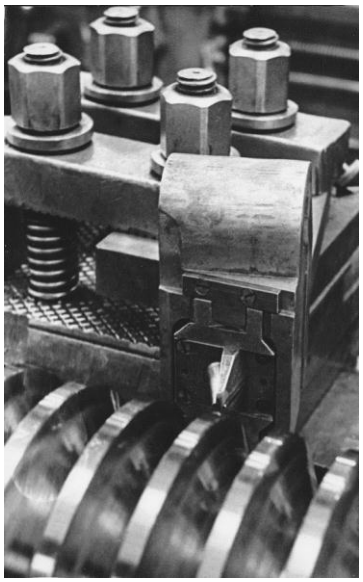
Для чистової обробки стандартних упорних різьб, що мають ширину впадини, рівну товщині витка різьби, але при цьому і значну глибину профілю H_1 = 1,5 В, а також упорних різьб з кроком профілю $P_м$ = 20 ... 32 мм, коли вищі вимоги до шорсткості поверхні пред’являються в основному до упорної сторони профілю різьби, розроблено пристрій для обкатування самовстановлюючим голчастим роликом [1].

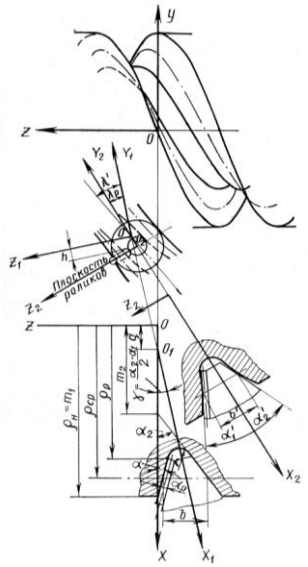
Робочий ролик 10 встановлений в прорізи сепаратора 2 і стикається з конічною поверхнею опорного ролика 3, вільно обертається на підшипниках 4 - 6 в голівці 7 (рис. 1, *а*). Головка має цапфи, центр кривизни яких проходить всередині впадини обкатуваної різьби. Цими цапфами головка спирається на корпус 8 пристрою, який має пружну частину і індикатор 9 для вимірювання прогину пружини. Закріплене в різцетримачі токарного верстата пристрій підводять до деталі і вводять своїми роликами у впадину різьби. При цьому переміщенням верхніх салазок супорта повертають голівку 7 на цапфах, домагаючись паралельності ролика 10, утворюючої обкатуваної робочої поверхні різьби деталі. Підтягуючи голівку до деталі, стискають пружну частина корпусу 8

і створюють необхідне зусилля обкатування. Робочий 10 і опорний 3 ролики обертаються назустріч один одному від контакту з деталлю, що обертається. При цьому зусилля обкатування замкнуто всередині впадини різьби і частково сприймається упорним підшипником 5 опорного ролика. Внаслідок різниці діаметрів робочого і опорного роликів упорна сторона обкатування різьби деформується більш інтенсивно, що відповідає вимогам до шорсткості поверхні упорних різьб. Обробка різьби завершується за 2 - 3 проходи супорта. При обкатуванні різьб з великими кутами підйому таким пристроєм площину, в якій розташовані осі робочого і опорного роликів (в подальшому будемо називати її площиною роликів), повертають навколо осі опорного ролика па кут λ_{∂} (рис. 1, *в*), в загальному випадку відрізняється від кута підйому лінії витка різьби λ. Крім того, площину роликів доводиться зміщувати відносно осьового перерізу деталі на деяку величину h, достатню для утворення складової сили, що підтискає ролик до корпусу пристосування, інакше ролик буде зміщуватися в напрямку дна впадини обкатуваної різьби, порушуючи процес обкатування [2-6]. При цьому між площиною роликів і утворюючою різьби на середньому діаметрі нарізки повинен бути створений кут $\beta \geq 6$ °. Зсув h, а також і розворот площини роликів на кут λ_{∂} призводять до зміни ширини впадини, спотворення кутів і до появи кривизни профілю в площині роликів. Запишемо рівняння гвинтової поверхні різьби в системі координат xyz (рис. 1, *в*): $x = \rho\cos\varphi; y = \rho\sin\varphi; z = (\rho - m')tg\alpha + p\varphi$, де ρ та φ - криволінійні координати, m' - відрізок, що відсікається утворюючою гвинтової поверхні на осі $x; p$ - параметр гвинтового руху (при шазі різьби, рівному $P_{â}$), $P = P_{â} / 2\pi$.



а





б в

Рис. 1. Конструкція (а) і загальний вид (б) пристрою, схема розрахунку параметрів процесу (в) для обкатування упорної різьби з кроком 24 мм

В системі координат $x_2y_2z_2$, пов'язанної з площиною роликів, рівняння гвинтової поверхні запишеться у вигляді:

$$\begin{Vmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{Vmatrix} = M_{20} \begin{Vmatrix} x \\ y \\ z \end{Vmatrix}$$

Тут M_{20} - матриця переходу від системи координат xyz до $x_2y_2z_2$, $M_{20} = M_{21}M_{10}$

$$M_{21} = \begin{Vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\lambda_p & \sin\lambda_p & \dfrac{h\cos(\lambda' + \lambda_p)}{\cos\lambda'} \\ 0 & -\sin\lambda_p & \cos\lambda_p & \dfrac{h\sin(\lambda' + \lambda_p)}{\cos\lambda'} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix};$$

де кут λ' визначається співвідношенням $tg\lambda' = tg\lambda\cos\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right)$,

α_1 та α_2 -кути профілю відповідно для левої та правої сторін впадини профілю,

$$M_{10} = \begin{Vmatrix} \cos\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) & 0 & -\sin\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) & -q'\cos\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) & 0 & \cos\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) & -q'\sin\left(\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix}$$

(q' - відрізок, який відсікає вісь x_2 на осі x). Тоді

$$\left.\begin{aligned} x_2 &= \rho\cos\varphi\cos\gamma - [(\rho - m')tg\alpha + p\varphi]\sin\gamma - q'\cos\gamma; \\ y_2 &= \rho\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \rho\sin\varphi\cos\lambda_p + [(\rho - m')tg\alpha + p\varphi]\times \\ &\times\cos\gamma\sin\lambda_p - q'\sin\gamma\sin\lambda_p + \frac{h\cos(\lambda' - \lambda_p)}{\cos\lambda'}; \\ z_2 &= \rho\cos\varphi\sin\gamma\cos\lambda_p - \rho\sin\varphi\sin\lambda_p + [(\rho - m')tg\alpha + p\varphi]\times \\ &\times\cos\gamma\cos\lambda_p - q\sin\gamma\cos\lambda_p + h\frac{\sin(\lambda' - \lambda_p)}{\cos\lambda'}. \end{aligned}\right\} (1)$$

У площині роликів $y_2 = 0$, тому рівняння перетину гвинтової поверхні в криволінійних координатах на площині роликів запишеться у вигляді

$$\begin{aligned}\psi(\rho,\varphi) &= \rho\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \rho\sin\varphi\cos\lambda_p + \\ &+ [(\rho - m')tg\alpha + p\varphi]\cos\gamma\sin\lambda_p - q'\sin\gamma\sin\lambda_p + h\frac{\cos(\lambda' - \lambda_p)}{\cos\lambda'} = 0.\end{aligned} \quad (2)$$

Значення кута φ в рівнянні (2) для лівого боку впадини різьби визначається в залежності від β між площиною роликів і утворюючою різьби. Кут β через напрямні коефіцієнти площини роликів і утворюючої різьби виразиться

$$\sin\beta = \frac{Al + Bm + Cn}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}}, \quad (3)$$

де A, B, C - коефіцієнти направляючого вектора площини роликів; l, m, n - напрямні коефіцієнти утворюючої різьби.

В системі координат $x_2 y_2 z_2$ рівняння гвинтової поверхні (1) при φ = const є рівняннями її утворюючої. Напрямні коефіцієнти утворюючої різьби (l, m, n) знайдемо з рівнянь (1) як різниця координат двох точок утворюючої при ρ, рівному 0 і 1:

$$\begin{aligned} l &= \cos\varphi\cos\gamma - tg\alpha\sin\gamma; \\ m &= \cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \sin\varphi\cos\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p; \\ n &= \cos\varphi\sin\gamma\cos\lambda_p - \sin\varphi\sin\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\cos\lambda_p. \end{aligned}$$

Коефіцієнти направляючого вектора площини роликів $A = 0$; $B = 1$; $C = 0$. Кут β між площиною роликів та утворюючою різьби визначається із виразу:

$$\sin\beta = \cos\alpha(\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \sin\varphi\cos\lambda_p)\sin\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p. \quad (4)$$

Після перетворення рівняння (4) відносно кута φ маємо:

$$\cos\lambda_p\left(\sin\beta-\sin\alpha\sin\lambda_p\cos\gamma\right)-\sin\lambda_p\sin\gamma\times$$
$$\sin=\frac{\times\sqrt{\cos^2\alpha\left(\sin^2\lambda_p\sin^2\gamma-\cos^2\lambda_p\right)-\left(\sin\beta-\lambda_p\sin\alpha\cos\gamma\right)^2}}{\cos\alpha\left(\cos^2\lambda_p+\sin^2\gamma\sin^2\lambda_p\right)}. \qquad (5)$$

Прирівнюючи β = - 6°, $\alpha = \alpha_1$, знайдемо значення φ_1 із рівняння (5) для лівої сторони впадини. Підставимо значення $\varphi = \varphi_1$ в рівняння (2) при $m' = m_1$, $\alpha = \alpha_1$ та $\rho = D_{ñð}/2$, визначимо необхідне зміщення *h*

$$-\cos\lambda'\left\{\frac{D_{ñð}}{2}ños\varphi_1\sin\gamma\sin\lambda_p+\frac{D_{ñð}}{2}\sin\varphi_1\cos\lambda_p+\right.$$
$$h=\frac{\left.+\left[\left(\frac{D_{ñð}}{2}-m_1\right)tg\alpha_1+p\varphi_1\right]\cos\gamma\sin\lambda_p-q'\sin\gamma\sin\lambda_p\right\}}{\cos\left(\lambda'-\lambda_p\right)}. \qquad (6)$$

Кут φ_2 для правого боку впадини на середньому діаметрі різьби ($\rho = D_{ñð}/2$) знаходиться з (2) при $m' = m_2, \alpha = -\alpha_2$. Коефіцієнти m_1, m_2, q' рівнянь (1), що визначають положення системи координат щодо впадини різьби, можна висловити через геометричні параметри обкатування різьби (рис. 1, *в*).

Вважаючи, $m_1 = D_í/2$ записуємо вирази для m_2 і q':

$$m_2=\frac{D_â}{2}r\left(\sin\alpha_1-\sin\alpha_2-ctg\alpha_2\right)\times$$
$$\times\left[\left(\frac{D_í}{2}-\frac{D_â}{2}\right)tg\alpha_1+r\left(\cos\alpha_1+\cos\alpha_2\right)\right],$$

де $D_â$ і $D_í$ - внутрішній і зовнішній діаметри обкатування різьби; r - радіус впадини різьби,

$$q'=\frac{D_â}{2}+\frac{D_p}{2}\sin\alpha_1+\frac{r}{2}\left[\sin\alpha_1-\sin\alpha_2-ctg\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}\right)\right]\times$$
$$\times\left[\left(\frac{D_í}{2}-\frac{D_â}{2}\right)tg\alpha_1+\frac{D_p}{2}\cos\alpha_1+\frac{r}{2}\left(\cos\alpha_1+\cos\alpha_2\right)\right].$$

Підставивши значення кутів φ_1, φ_2 у вираз z_2 системи рівнянь (1) і підсумувавши отримані значення, знайдемо ширину впадини різьби в площині роликів [7-9]:

$$B' = B\cos\gamma\cos\lambda_p - \frac{D_{cp}}{2}\sin\lambda_p(\sin\varphi_1 - \sin\varphi_2) + \\ + \frac{D_{cp}}{2}\sin\gamma\cos\lambda_p(\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2) + \frac{P_{â}}{2\pi}\tilde{n}os\gamma\cos\lambda_p(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (7)$$

Кути профілю різьби в площині роликів α', складені дотичними до профілю на середньому діаметрі і віссю x_2, визначаються з рівнянь (1) при $y_2 = 0$:

$$\tilde{n}tg\alpha' = \left[-\rho\sin\varphi\cos\gamma + \rho'(\cos\varphi\cos\gamma - tg\alpha\sin\gamma) - p\sin\gamma\right]/ \\ /\left[-\rho(\sin\varphi\sin\gamma\cos\lambda_p + \cos\varphi\sin\lambda_p) + \rho'(\cos\varphi\sin\gamma\cos\lambda_p - \right. \quad (8) \\ \left. - \sin\varphi\sin\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\cos\lambda_p) + p\cos\gamma\cos\lambda_p\right],$$

де

$$\rho = \frac{q'\sin\gamma\sin\lambda_p - h\dfrac{\cos(\lambda' - \lambda_p)}{\cos\lambda} + (m'tg\alpha - p\varphi)\cos\gamma\sin\lambda_p}{\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \sin\varphi\cos\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p};$$

$$\rho' = \{-p\cos\gamma\sin\lambda_p(\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + \sin\varphi\cos\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p) - (\cos\varphi\cos\lambda_p - \\ -\sin\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p)\times\left[q'\sin\gamma\sin\lambda_p - h\frac{\cos(\lambda' - \lambda_p)}{\cos\lambda'} + \cos\gamma\sin\lambda_p(m'tg\alpha - p\varphi)\right]\}/ \\ /(\cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p)^2.$$

Значення α_1' і α_2' знаходяться при підстановці в формулу (8) величин $\alpha_1, m_1, -\alpha_2, m_2$. Кривизна гвинтової поверхні в площині роликів відповідно до [2] має вигляд

$$K_{ї} = \frac{L\left(\frac{d\rho}{d\varphi}\right)^2 + 2M\frac{d\rho}{d\varphi} + N}{E\left(\frac{d\rho}{d\varphi}\right)^2 + 2F\frac{d\rho}{d\varphi} + G}. \qquad (9)$$

Коефіцієнти першої E, F, G та другої L, M, N квадратичних форм для архімедової гвинтової поверхні визначені в [3]:

$$E = \sec^2\alpha; F = tg\alpha p; G = \rho^2 + p^2; L = 0;$$

$$Ì = \frac{p}{\sqrt{p^2 + \rho^2\sec^2\alpha}}; N = \frac{\rho^2 tg\alpha}{\sqrt{p^2 + \rho^2\sec^2\alpha}}.$$

Визначивши їх значення в (9), отримаємо

$$K_{ї} = \frac{-2p\frac{d\rho}{d\varphi} + \rho^2 tg\alpha}{\left[\sec^2\alpha\left(\frac{d\rho}{d\varphi}\right)^2 + 2ptg\alpha\frac{d\rho}{d\varphi} + p^2 + \rho^2\right]\sqrt{p^2 + \rho^2\sec^2\alpha}}. \qquad (10)$$

Відношення диференціалів характеризує напрямок дотичної до кривої перетину гвинтової поверхні площиною роликів і визначається рівнянням

$$\frac{\partial\psi}{\partial\rho}d\rho + \frac{\partial\psi}{\partial\rho}d\varphi = 0. \qquad (11)$$

Визначивши $\partial\psi/\partial\rho$ та $\partial\psi/\partial\varphi$ ізрівняння (2), отримаємо

$$\frac{d\rho}{d\varphi} = -\frac{\rho\left(\cos\varphi\cos\lambda_p - \sin\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p\right) + p\cos\gamma\sin\lambda_p}{\sin\varphi\cos\lambda_p + \cos\varphi\sin\gamma\sin\lambda_p + tg\alpha\cos\gamma\sin\lambda_p}. \qquad (12)$$

Значення φ визначаються з (2) і (5).

У прийнятій системі координат знак кривизни, розрахованої по (10) при $\alpha = \alpha_1$ відповідає лівій стороні впадини. Для правого боку впадини при підстановці знак $\alpha = -\alpha_2$, отриманий з (10), змінюється на зворотний.

Вирішуючи на ПК рівняння (2), з необхідною точністю розраховуємо розміри впадини і кути профілю різьби в площині роликів, а також радіуси кривизни гвинтової поверхні в зоні деформації. При обкатуванні різьб з малим кутом підйому пристрій можна не розвертати.

Вважаючи, $\lambda_p = 0; q' = 0; \gamma = 0; \lambda' = \lambda$ із(1) отримаємо рівняння

$$x_2 = \rho\cos\varphi; y_2 = \rho\sin\varphi + h;$$
$$z_2 = (\rho = m')tg\alpha + p\varphi + htg\lambda.$$

Прирівнюючи $y_2 = 0$ і $\rho = D_{cp}/2$, отримаємо на середньому діаметрі згідно (5) наступне співвідношення:

$$\sin\varphi = \sin\beta/\cos\alpha = -2h/D_{cp}.$$

Ширина впадини при паралельному перенесенні системи координат не зміниться, тобто кут профілю із виразу (8) з врахуванням (13) розраховується за формулою

$$tg\alpha' = \frac{1}{D_{cp}}\left(tg\alpha\sqrt{D_{cp} - 4h^2} + \frac{0{,}637hP_в}{D_{cp}}\right). \qquad (14)$$

Відношення $d\rho/d\varphi$ в співвідношенні с (12) при $\lambda_p = 0, \gamma = 0$ буде

$$\frac{d\rho}{d\varphi} = \frac{D_{cp}}{4h}\sqrt{D_{cp}^2 - 4h^2}.$$

Підставивши це значення в (11), отримаємо

$$K_n = \frac{2tg\alpha - \dfrac{2P_â}{h\pi D_{ñð}}\sqrt{D_{ñð}^2 - 4h^2}}{\left(\dfrac{D_{ñð}^2 - 4h^2}{4h^2\cos^2\alpha} + \dfrac{P_â tg\alpha\sqrt{D_{ñð}^2 - 4h^2}}{h\pi D_{ñð}} + \dfrac{P_â^2}{\pi^2 D_{ñð}^2} + 1\right) \times \sqrt{\dfrac{P_â^2}{\pi^2} + \dfrac{D_{ñð}^2}{\cos^2\alpha}}}. \qquad (15)$$

Розраховані значення кутів профілю і розміри впадини різьби в площині роликів враховують при проектуванні пристроїв, а за величиною

кривизни гвинтової поверхні в зоні деформації визначають можливість обкатування різьби. Обкатування упорного боку профілю різьби проведено для гвинтів з кроками 24, 32 і 40 мм голчастими роликами діаметром відповідно 3; 3,5 і 4 мм. Осьова площина роликів розташована для гвинтів з кроками 24, 32 і 40 мм вище осьової площині гвинта відповідно на 6, 12 і 30 мм. Це дозволяє запобігти рух голчастого ролика під час обкатування в напрямку дна впадини різьби. Головка з роликами на кут підйому різьби не повертається. Кут опорного ролика можна розраховувати по (14-15).

Гвинт електропушки з кроком різьби 40 мм, виготовлений зі сталі 40Х, піддавався термообробці до твердості 217 - 255 НВ. Нажимні гвинти з кроками 24 і 32 мм виготовлялися з поліпшеної сталі 34ХН1М твердістю 286 - 321 НВ. Різьба перед обкатуванням нарізалася твердосплавними різцями. Шорсткість поверхні різьби перед обкатуванням відповідала R_z = 20 ... 40 мкм. Обкатування замість полірування шкірками проводилося з погонним зусиллям на голчатому ролику 1,40; 1,68; 1,59 кН / мм відповідно для різьби з кроками 24, 32, 40 мм при швидкості 3 м / хв за три проходи. В результаті обкатування отримана інтенсивна деформація поверхні упорного боку витка по всій глибині профілю різьби. Шорсткість обкатаної поверхні R_a = 0,32 мкм. Твердість металу в поверхневому шарі різьби, що має сорбітну структуру, підвищилася на 18 - 20%. Це дозволило зняти загартування з нарізної ділянки гвинтів струмами високої частоти, в результаті якої гвинти згиналися, що додатково посилювало знос гайок під час експлуатації. Загальний вигляд пристрою для обкатування гвинта електропушки показаний на рис. 1, б.

Література

1. Бейлард П. П. Напряжения от локальных нагрузок в цилиндрических сосудах давления / П. П. Бейлард. – М. : Оборонгиз, 1960. – С. 43 – 65. – (Сб. Вопросы прочности цилиндрических оболочек)

2. Бутаков Б.И. Жесткость системи станок – инструмент – деталь при обкатывании деталей роликами / Б.И. Бутаков, А.В. Зубехина. – Миколаїв : МДАУ, 2008. – С. 193 – 205. – 13 с. : ил., табл. – (Вісник аграрної науки Причорномор'я (випуск 4 (47)).

3. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением / Ю.Г. Шнейдер. – Л : Машиностроение, 1971. – 248 с.

4. Азаревич Г.М. Размерно-чистовая обработка деталей машин пластическим деформированием взамен обработки резанием / Г.М. Азаревич, Г.Ш. Берштейн. – НииМаш : Технология обработки давлением, 1965. – С. 134 – 159.

5. Коновалов Е.Г. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко. – Минск : Вышэйша школа, 1968. – 364 с.

6. Пшибыльский В.П. Технология поверхностной пластической обработки / В.П. Пшибыльский – М. : Металлургия, 1991. – 479 с.

7. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. - К. : Наукова думка, 1995. – 256 с.

8. Бутаков Б.И. Исследование и разработка способа обкатывания роликами стальных деталей с целью повышения их контактной прочности / Б.И. Бутаков // Конструювання, виробицтво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград : КНТУ, 2007. – Вип. 37. – С. 63 – 74.

9. Бронштейн И.Н. Справочник по математике. / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М., Техиздат, 1956. – 280 с.

Исследование и разработка технологии обкатывания игольчатыми роликами упорных резьб. О.В. Зубєхіна-Хайят, В.В. Телещак

В статье описаны результаты исследования процесса обкатывания роликами упорных резьб. Предложен способ обкатывания упорных резьб с помощью гибких игольчатых роликов. Данная технология позволяет

повысить на 18 - 20% твердость металла в поверхностном слое резьбы, имеющей сорбитну структуру. Это позволило снять закалку из нарезного участка винтов токами высокой частоты, в результате которой винты сгибались, что дополнительно усиливало износ гаек во время эксплуатации.

Research and development of rolling-in technology with needle rollers of resistant threads. O.V. Zubєhina-Hayat, V.V. Teleshak

The article describes the results of the study of the process of rolling with rollers of the thrust threads. The method of rope of thrust threads with the help of flexible needle rollers is offered. This technology makes it possible to increase the hardness of a metal in the surface layer of a thread having a sorbitan structure by 18-20%. This allowed the hardening of the screws from the high frequency currents to be removed, as a result of which the screws were bent, which further increased the wear of the nuts during operation.

УДК 624.078.43

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОЙСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

С.И. Корягин, доктор технических наук, профессор

С.В. Буйлов, кандидат физико-математических наук, доцент

Е.С. Минкова, кандидат технических наук, доцент

С.И. Пелевин, кандидат технических наук, доцент

Балтийский Федеральный университет им. И.Канта, Россия, г. Калининград

В статье приведены исследования трещиностойкости клеевых соединений на образце «пузырь под давлением». Получена диаграмма