

УДК 621.82

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ШЛІЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ

Крук В.В., к.т.н., Фльонц О.В., к.т.н., Гурик О.Я., к.т.н., Диня В.І., к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пуляю)

*Приведена конструкція і технологічний процес профілювання шліцевих поверхонь валів при їх ремонті і відновленні. Виведені аналітичні залежності для визначення величини контактних напружень на поверхні оправки і зусилля дорнування деталей машин.*

Для підвищення експлуатаційної надійності і довговічності шліцевих поверхонь деталей сільськогосподарських машин необхідно розробити спеціальний пристрій для дорнування напівкруглих канавок шліцевих валів, що забезпечить точність їх виготовлення, шорсткість і мікротвердість поверхневого шару.

Для дорнування напівкруглих шліцевих канавок розроблено пристрій, який зображено на рис.1. Пристрій виконано у вигляді корпуса 1, в якому виконано вертикальний конусний отвір 2, в якому виконані наскрізні напівкруглі канавки 3, які розміщені рівномірно по колу вертикального конусного отвору в кількості рівній кількості напівкруглих канавок шліцевого вала 4. Вертикальний конусний отвір 2 є у взаємодії з зовнішньою поверхнею конічного сепаратора 5, в якому виконані сферичні лунки 6 рівномірно по його довжині.

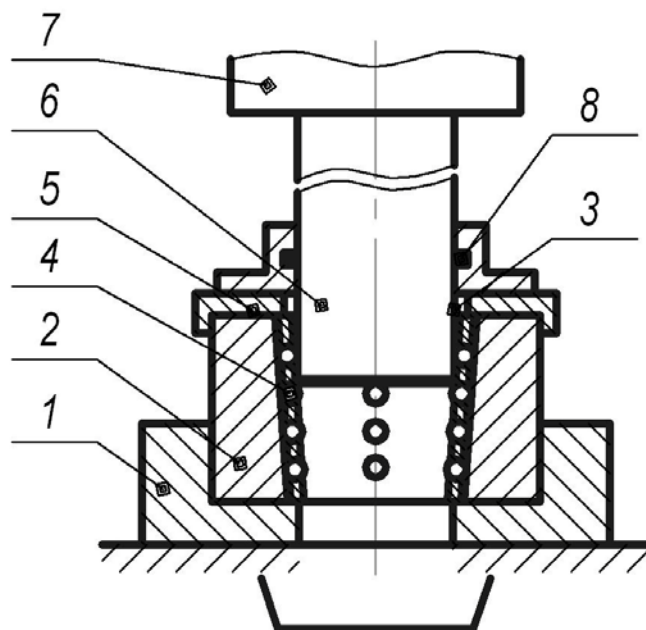


Рисунок 1 - Інструмент для дорнування напівкруглих шліцевих канавок

В сферичних лунках 6 рівномірно по їх довжині навпроти напівкруглих канавок 3 встановлені твердосплавні калібруючі кульки 7 зі сторони зовнішнього діаметру. Зі сторони внутрішнього діаметру сферичні отвори менших діаметрів твердосплавних кульок 7, які по зовнішньому діаметру є у взаємодії з наскрізними напівкруглими канавками 3 конічного вертикального отвору 2 корпусу 1. Причому корпус 1 жорстко закріплений до нижньої плити 8, яка встановлена на підставку 9, або станину преса (на кресленні не показано). Зверху корпусу 1 встановлено кришку 10 з центральним отвором 11, який є у співвісній осі вертикального конусного отвору 2, яка фіксує в ньому сепаратор 5 з твердосплавними калібруючими кульками 7.

Зверху кришки 10 встановлена направляюча втулка 12, яка внутрішньою поверхнею є у взаємодії з зовнішньою поверхнею шліцевого вала 4, на якому виконані напівкруглі канавки з припуском на дорнування. Причому шліцевий вал нижнім кінцем зорієнтовано по вертикальному конусному отвору, а його напівкруглі канавки співвісні з твердосплавними калібруючими кульками 7. Зверху торець вала 4 взаємодіє з торцем пуансона 13. Знизу під конічними вертикальним отвором 2 пристрою встановлено ємність 14 для складування оброблених валів 4.

Крім цього для покращення технологічного процесу калібрування і зменшення зусилля дорнування всередині направленої втулки 12 виконана кільцева канавка 15, яка з однієї сторони підєднані за допомогою маслопроводів 16 до бачка 17 з маслом, а з другої сторони до войлочних ущільнень 18, які насичуючись мастилом змащують ним напівкруглі канавки і твердосплавні калібруючі елементи 7. Для регулювання величини подачі мастила і його перекриття використовують кран 19. Бачок 17 на фіг.1 не показано.

Робота пристрою для калібрування напівкруглих канавок шліцевих валів здійснюється наступним чином. Пуансон 13 піднімається у верхнє крайнє положення (на кресленні не показано). Вмикають систему змащення відкриванням мастильного крана 19 і здійснюють регулювання величини його подачі. Вал 4 встановлюється в направляючу втулку 12 і орієнтується так, щоб напівкруглі канавки були у взаємодії з твердосплавними калібруючими кульками 7. Після цього пуансон 13 опускається вниз разом з шліцевим валом 4 і здійснюється технологічний процес обробки канавок.

Після калібрування готові деталі збирають в тару 14 і відправляють в необхідне місце.

Якщо напівкруглі канавки на шліцевому валу 4 є не наскрізні то після технологічного процесу пуансон 13 піднімається вгору і шліцевий вал 4 піднімають вгору відомим способом і складають в тару.

Твердість поверхні внутрішнього отвору оправки згідно попередніх досліджень [5] обмежується не твердістю матеріалу вала і висотою деформованого шару, а його площею. Оскільки горизонтальна складова зусилля, яке виникатиме при деформуванні припуску набагато перевищує за

значенням вертикальну складову, то необхідно забезпечити твердість поверхні оправки інструменту. Виведено аналітичну залежність для визначення зусилля дорнування, коли центр напівкруглої канавки співпадає із центром кульки[5]:

$$[\sigma_0] \geq 1,523 \times 10^8 \times \sqrt{r_k} \times \sqrt[3]{2\sigma_{\epsilon} \sqrt{2\Delta} \arccos\left(1 - \frac{h}{r_k}\right)}.$$

де,  $\sigma_0$ - межа текучості матеріалу канавки, МПа;

$r_k$  – радіус кульки, мм;

$\sigma_{\epsilon}$  - границя міцності матеріалу канавки на контактне руйнування, МПа;

$\Delta$  - величина припуску на оброблення дорнування мкм;

$h$  - глибина канавки, м.

Тому оправку, яка сприйматиме основні зусилля від деформування слід виготовляти з високоякісних сталей з покращенням фізико-механічних характеристик поверхневого шару.

Рекомендований матеріал оправки – сталь 25ХГС, з цементування поверхні внутрішнього конусного отвору на глибину 1,0-1,4 мм, твердість поверхні не менше HRC 60...63.

Твердість сепаратора залежить від площі контакту кульок з поверхнями лунок, в які встановлені кульки.

Зусилля що діє на сепаратор в осьовому січенні визначається з залежності [5]:

$$P_i = 2 \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \sigma_{\epsilon} R^2 \left( \frac{\Delta}{R} + \mu \left(1 - \frac{\Delta}{4R}\right) \sqrt{\frac{2\Delta}{R}} \right) k$$

де,  $h$  - глибина канавки, м

$\sigma_{\epsilon}$  - границя міцності матеріалу канавки на контактне руйнування, МПа

$\Delta$  - величина припуску на оброблення дорнування мкм

$\mu$  - коефіцієнт що визначає спосіб закріплення вала

$R$  - радіус канавки. м.

$k$  - величина зміщення центра кульки відносно центра напівкруглої канавки, мм.

Оскільки зусилля рівномірно сприймається всіма кульками в деякому перерізі, то необхідно розділити на кількість кульок в поперечному перерізі пристрою.

## Список літератури

1. Пат. № 48236 , МПК В24В 39/00. Пристрій для калібрування напівкруглих канавок шліцевих валів [Текст] / Крук В.В., Заявл. 21.09.2009; Опубл. 10.03.2010 Бюл. №5. – 4 с.

## Аннотация

### Особенности технологии восстановления шлицевых поверхностей валов

Крук В.В., Фльонц А.В., Дыня В.В.

*Приведенная конструкция и технологический процесс профилирования шлицевых поверхностей валов при их ремонте и восстановлении. Выведены аналитические зависимости для определения величины контактных напряжений на поверхности оправки и усилия дорнования деталей машин.*

## Abstract

### Recovery technology features of shaft's splined surfaces

Kruk V.V., Nahaljuk A.V., Dynja V.V.

*Design and technological process of shaft's splined surfaces profiling due to their repair and restoration were presented. Analytical dependences for determination of contact stresses on the surface of the mandrel and machine parts mandrelling, were selected.*