

УДК 621.87

Я. Михайлович¹, канд. техн. наук; В. Крук²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів і природокористування України

ІНЖЕНЕРНА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ДОРНУВАННЯ ЗОВНІШНІХ НАПІВКРУГЛИХ ШЛІЦЬОВИХ КАНАВОК

Резюме. Наведено методику проектування конструкції технологічного оснащення для оброблення зовнішніх напівкруглих шліцьових канавок. Виведено аналітичні залежності для визначення габаритних конструктивних параметрів технологічного оснащення, вибору режимів оброблення і конструктивних параметрів дорна, величини контактних напружень і на цій основі зусилля дорнування та шорсткості оброблюваної поверхні.

Ключові слова: технологічний процес, технологічне оснащення.

Y. Mukhaylushun, V. Kryk

ENGINEERING DESIGN TECHNIQUE OF TECHNOLOGICAL RIGGING IS FOR CALIBRATION OF EXTERNAL HALF-ROUND DITCHES

The summary. The design technique of construction of the technological rigging is resulted for treatment of external half-round ditches. Analytical dependences are shown out for determination of overall structural parameters of the technological rigging of the, вибору modes of treatment and structural parameters of instrument, size of contact tensions and on this basis of effort of calibration and roughnesses of the processed surface.

Key words: technological process, technological equipment.

Умовні позначення:

- l_v – довжина вала або направляючої з напівкруглими канавками, мм;
 $d_{в.з}$ – зовнішній діаметр вала, мм;
 $d_{в.в}$ – внутрішній діаметр вала, мм;
 r_k – радіус напівкруглої канавки, мм;
 n_k – кількість напівкруглих канавок, мм;
 Δ – припуск (натяг) на оброблення, мкм;
 h – глибина канавки вала, мм;
 $[\sigma_b]$ – границя контактного руйнування поверхні оправки, МПа;
 $d_{кул}$ – діаметр кульок оправки, мм;
 $l_{кул}$ – відстань між кульками в сепараторі, мм;
 $l_{опр}$ – довжина оправки, мм;
 $l_{сеп}$ – довжина сепаратора, мм;
 $L_{інс}$ – загальна довжина інструменту, мм;
 $d_{отр}$ – діаметр отвору оправки, мм;
 $D_{отр}$ – зовнішній діаметр, де s – відстань між торцем сепаратора і першим або останнім сферичними отворами під кульки, мм;
 $[\sigma_0]$ – допустиме напруження поверхні оправки інструменту, МПа;
 R_1 – радіус напівкруглої канавки, мм;
 t – товщина стінки сепаратора, мм;
 $B_{пл}$ – ширина плити інструменту, мм;
 $b_{пл}$ – ширина упорного пояса плити, мм;
 $B_{об}$ – ширина обойми, мм;
 $b_{об}$ – ширина упорного пояса обойми, мм.

Постановка питання. При проектуванні технологічних процесів оброблення профільних пазів і отворів з метою підвищення точності оброблення в конструкціях елементів машин, необхідно проектувати спеціальне технологічне оснащення, що зобов'язує розробити інженерну методику розрахунку основних конструктивних і технологічних параметрів технологічного оснащення залежно від особливостей профілю оброблюваної поверхні та фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розрахунку конструктивних параметрів інструменту для пластичного деформування металів займалося багато вчених [1, 2], однак ряд питань залишилися невирішеними.

Роботу виконано згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки та Міністерства освіти і науки з розділу “Машинобудування” на 2006 – 2010 роки.

Метою даної роботи є обґрунтування конструктивних параметрів інструменту для оброблення півкруглих шліцьових отворів методом пластичного деформування.

Реалізація роботи. Для розроблення інженерної методики доцільно задатися вихідними параметрами, тобто тими, від яких залежать конструктивні параметри проектованого інструменту.

Вихідними параметрами будуть:

- довжина вала або направляючої з напівкруглими канавками, l_v ;
- зовнішній діаметр вала, $d_{в.з}$;
- внутрішній діаметр вала, $d_{в.в}$;
- радіус напівкруглої канавки, r_k ;
- кількість напівкруглих канавок, n_k ;
- припуск на оброблення, Δ , мкм;
- глибина канавки вала, h , мм;
- періодичність (концентричність) розміщення канавок у поперечному січенні, град.;
- границя міцності матеріалу канавки на контактне руйнування $[\sigma_v]$, МПа.

Розрахунковими параметрами будуть:

- кількість кульок сепаратора в поздовжньому січенні;
- діаметр кульок оправки, $d_{кул}$, мм;
- відстань між кульками в сепараторі, $l_{кул}$, мм;
- довжина оправки, $l_{опр}$, мм;
- довжина сепаратора, $l_{сен}$, мм;
- загальна довжина інструменту, $L_{инс}$, мм;
- діаметр отвору оправки, $d_{опр}$, мм;
- зовнішній діаметр оправки, $D_{опр}$, мм.

Для спрощення конструювання оправки необхідно встановити порядок проведення розрахунку конструктивних параметрів.

Діаметр кульок $d_{кул}$ оправки залежить від радіуса напівкруглих шліцьових канавок валів і величини пружної деформації матеріалу канавки. Оскільки компенсацію пружної деформації канавки будемо здійснювати розрахунком діаметра внутрішнього отвору оправки, то приймаємо

$$d_{кул} = 2r_k, \quad (1)$$

Кількість кульок $n_{кул}$ оправки в поперечному січенні дорівнює кількості напівкруглих канавок вала в поперечному січенні

$$n_{кул} = n_k. \quad (2)$$

Концентричність розміщення кульок у поперечному січенні дорівнює концентричності розміщення напівкруглих канавок вала в поперечному січенні.

Кількість кульок $n_{кул}$ інструменту в поздовжньому січенні залежить від загального припуску на оброблення і припуску на одну кульку. Загальний припуск ділять на кількість кульок, але з урахуванням, щоб припуск на одну кульку знаходився в рекомендованих межах. Тобто напруження, які будуть виникати при його деформації, не повинні перевищувати границю руйнування матеріалу оправки, а з іншого боку,

припуск не повинен бути малим, щоб він не знаходився в межах лише пружних деформацій матеріалу заготовки. Рекомендований припуск для хромованих сталей при їх обробленні твердосплавними кульками становить $\Delta_{кул} = 0,025$ мм. Обмежуючим фактором у даному випадку приймали границю контактного руйнування матеріалу ШХ15 $[\sigma] = 3 \times 10^9$ Па.

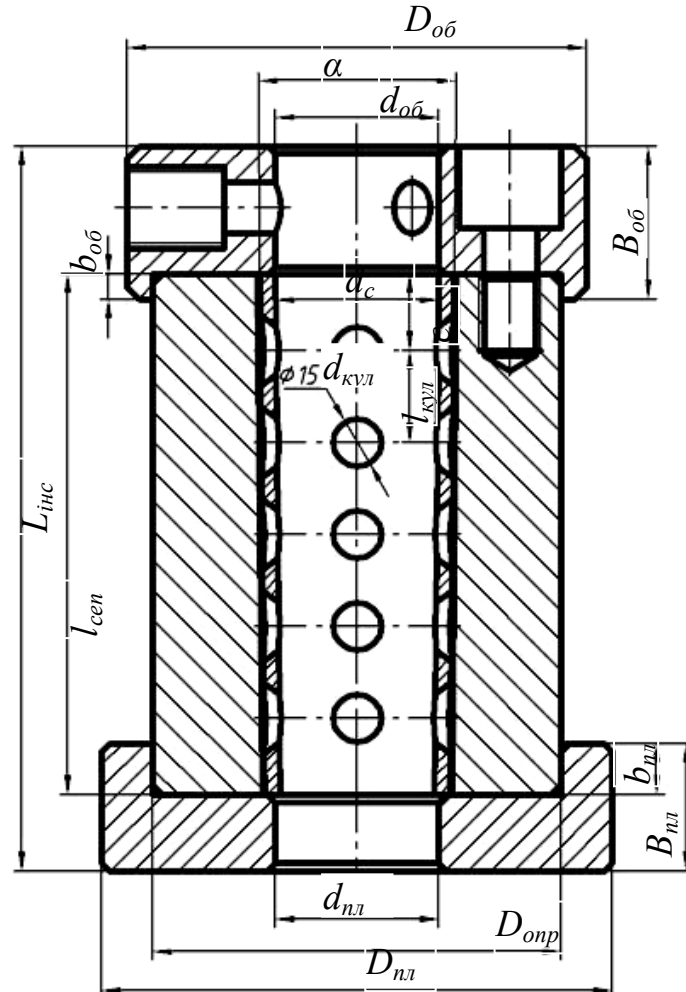


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення конструктивних параметрів інструменту для калібрування зовнішніх напівкруглих шліцьових канавок

Отже, загальна кількість кульок у сепараторі становитиме

$$m_{кул} = \Delta / \Delta_{кул} + 1. \quad (3)$$

До загальної кількості кульок додають ще одну калібруючу кульку.

Цей принцип застосовується при рівномірному розподіленні припуску між кульками. Однак існують рекомендації, згідно з якими припуск можна поділити між калібруючими кульками в такому порядку, щоб на перші кульки припадало до 80% загального натягу.

Відстань між кульками залежить від кута конуса оправки і припуску, який припадає на одну кульку.

$$l = \Delta \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

Довжину оправки інструменту визначають із залежності

$$l_{опр} = l_{кул} m + 2c. \quad (5)$$

Для забезпечення сприймання навантаження на торець оправки, а не сепаратора, його виготовляють з допуском, який забезпечує на 0,5 мм меншу його довжину за довжину оправки інструменту.

Діаметр внутрішнього отвору $d_{опр}$ оправки інструменту визначають з залежності

$$d_{опр} = d_{в} + d_{кул}. \quad (6)$$

Зовнішній діаметр оправки інструменту визначають з умови забезпечення стабільності діаметральних розмірів оправки, оскільки можлива взаємна дія пружної деформації як на оброблювану деталь, так і на інструмент.

Кут конусного отвору сепаратора залежить від припуску на одну кульку та відстані між кульками, його визначають із залежності

$$\alpha = \arcsin \frac{\Delta_{\text{кул}}}{l_{\text{кул}}} \quad (7)$$

Твердість поверхні внутрішнього отвору оправки згідно з попередніми дослідженнями [3] 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. Величина контактних напружень на поверхні оправки інструменту становить [3]

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

Тому оправку, яка сприйматиме основні зусилля від деформування, слід виготовляти з високоякісних сталей із 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 із поверхнями лунок, в які вставлено кульки.

Зусилля, що діє на сепаратор в осьовому січенні, визначають із залежності [3]

$$P_i = 2 \arccos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \sigma_s R^2 \left(\frac{\Delta}{R} + \mu \left(1 - \frac{\Delta}{4R} \right) \sqrt{\frac{2\Delta}{R}} \right) k \quad (9)$$

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

Площу поверхні сферичного сегмента визначають із залежності

$$S = 2\pi R t.$$

Оскільки зусилля від деформування матеріалу вала сприймається лише однією половиною площі лунки сепаратора, то міцність вала визначають із залежності

$$[\sigma] \geq \frac{2 \arccos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \sigma_s R^2 \left(\frac{\Delta}{R} + \mu \left(1 - \frac{\Delta}{4R} \right) \sqrt{\frac{2\Delta}{R}} \right) \mu}{\pi R t n_k} \quad (10)$$

Довжина пристрою обмежується розміщенням кульок, якими проводимо обробку в поздовжньому січенні, їх кількістю, її визначають із залежності

$$L_{\text{инс}} = l_{\text{опр}} + B_{\text{пл}} - b_{\text{пл}} + B_{\text{об}} - b_{\text{об}} \quad (11)$$

Усі інші параметри при проектуванні інструменту для дорнування зовнішніх напівкруглих канавок валів вибирають конструктивно.

Згідно з розробленою методикою спроектовано пристрій для дорнування зовнішніх напівкруглих канавок валів і направляючих. Креслення елементів пристрою зображено на рис. 2.

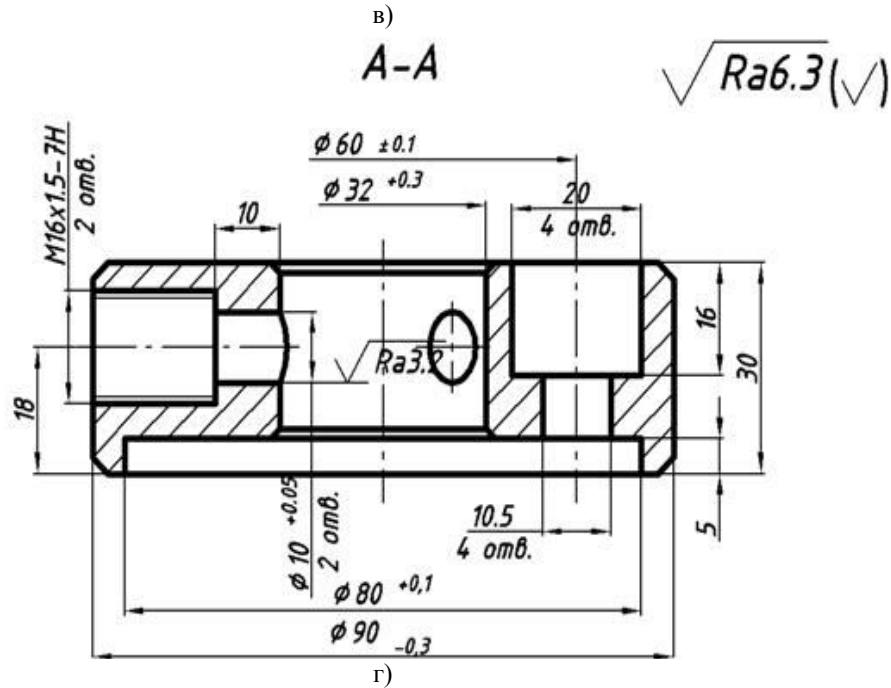


Рис. 2. Елементи пристрою для дорнування зовнішніх напівкруглих шліцьових канавок
а) оправка; б) плита; в) сепаратор; г) обойма

Висновки

1. Розроблено інженерну методику проектування конструкції технологічного оснащення для дорнування напівкруглих шліцьових канавок валів.
2. Виведено аналітичні залежності для визначення технологічних параметрів процесу дорнування напівкруглих шліцьових канавок і конструктивних параметрів технологічного оснащення.

Література

1. Шагалова З.Ю. Конструювання різального інструменту: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / З.Ю. Шагалова, Н.Г. Сиротинко. – К.: Вища школа, 1970. – 267с.
2. Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Т. – М.: Наука, 1978. – 635с.
3. Дзюра В.О. Технологічне забезпечення виготовлення внутрішніх півкруглих канавок: дис... канд. техн. наук: 05.02.08 / Дзюра Володимир Олексійович. – Тернопіль, 2007. – 176 с.

Одержано 02.10.2009р.