

УДК 621.82

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАТРОНА ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ

Комар Р.В. к..т.н., доц., Дубиняк Т.С., Яким І.С., Марчук М.І.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Приведена конструкція експериментального пристрою для нарізання різьби при ремонті і виготовленні деталей. Виведені аналітичні залежності для розрахунку силових і точносних параметрів пристрою.

Постановка проблеми. Створення нових конструкцій деталей машин з різьбовими отворами інструментальних матеріалів, удосконалення конструкції мітчиків і оптимізація геометрії ріжучої частини, поліпшення якості робочих поверхонь, застосування оптимальних налагоджень і нових видів охолодження не вирішують повністю питання високопродуктивного та якісного виготовлення внутрішніх різьблень у високо пластичних матеріалах.

Суть технології виготовлення деталей машин базується на послідовному використанні різних технологічних способів дії інструментів на оброблювальну заготовку з метою надання їй заданої форми, розмірів і вказаної точності. Широке використання різьбових з'єднань у машинобудуванні обумовлено їхньою простотою, високою несучою здатністю та роз'єднанням деталей, застосування різноманітних різьбових з'єднань сприяють також наявність значної номенклатури спеціальних різьбових деталей, пристосування до різних варіантів з'єднань, їхня широка стандартизація та мала вартість в умовах масового виготовлення.

Аналіз останніх результатів досліджень. Результати досліджень розрахунків і проектування верстатних пристосувань висвітлені у монографії Белоусова А.П. [1], теорія розрахунку елементів конструкцій різного роду механізмів наведені у працях Біргера І.А. [2] Корсакова В.С., [3], Дичковського М.Г. [4]. Проте кожен новий пристрій має свою специфіку розрахунку та проектування, а отже є потреба паралельно із розробкою конструкції проводити розрахунок її конструктивно-силових параметрів.

Реалізація роботи.

Свердлильні пристрої типу патронів мають значну сферу застосування у сучасному сільськогосподарському машинобудуванні в процесах механічної обробки деталей і їх ремонту, а саме у свердлильних та різьбонарізних операціях. Як правило для цього застосовуються стандартні пристрої без підвищених вимог щодо точності обробки. Проте при розробці нових затискних пристроїв доцільно забезпечувати розширення їх технологічних можливостей і підвищення чутливості системи і точності замірів процесів нарізання різей.

Як приклад затискного пристрою із розширеними технологічними можливостями можна навести розроблену конструкцію експериментального патрону для нарізання різі (рис.1).

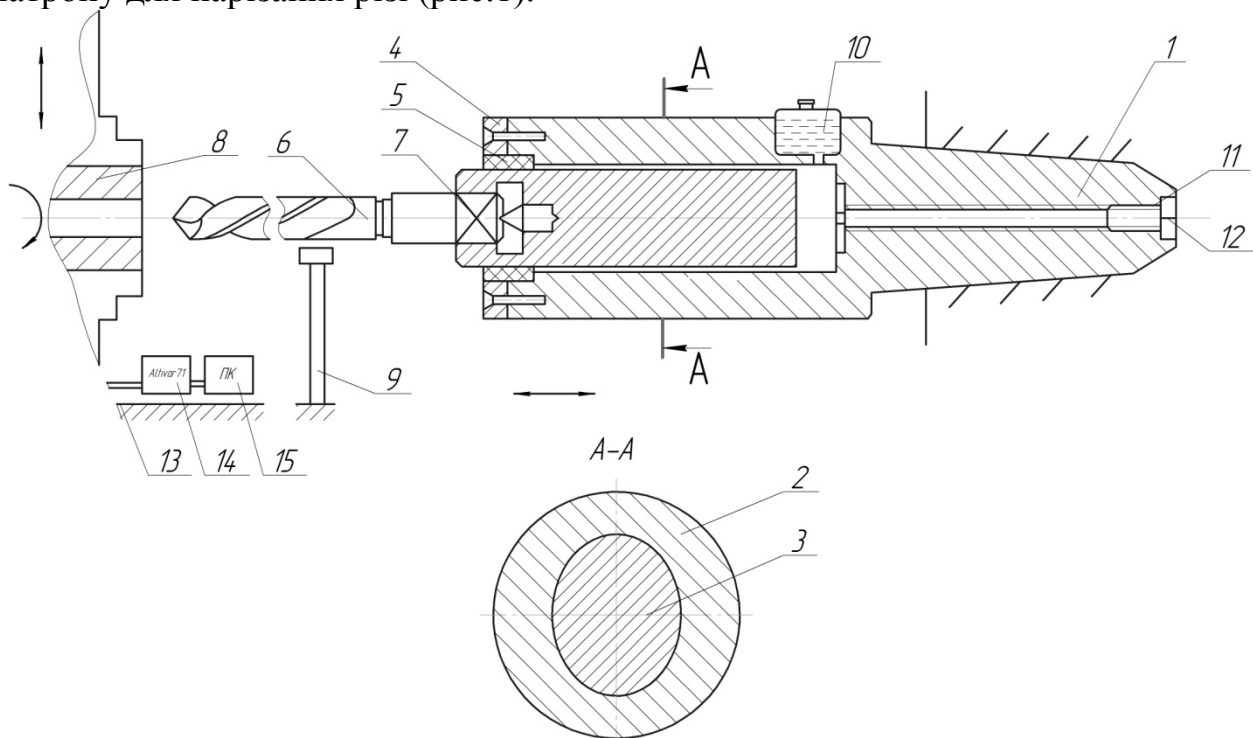


Рисунок 1 – Конструкція експериментального патрона для нарізання різі

Експериментальний патрон для нарізання різі виконано у вигляді ступінчастого корпусу 1 з лівої сторони у центральному еліпсному отворі 2 якого жорстко встановлено еліпсну оправку 3 з можливістю осьового переміщення.

Крім цього еліпсний отвір з лівого торця ступінчастого циліндричного корпусу закритий кришкою 4 і еліпсним ущільнення 5, який є у взаємодії з зовнішнім діаметром еліпсної оправки з можливістю осьового переміщення. Це забезпечує відповідну фіксацію положення вильоту еліпсної оправки з мітчиком 6, який встановлений в глухий квадратний отвір 7 еліпсної оправки. Мітчик служить для виконання відповідних операцій в заготовці 8, яка жорстко закріплена в патроні токарного верстату. В процесі механічної обробки патрон здійснює осьове переміщення, заготовка - обертальний рух.

Для обмеження осьового переміщення і включення реверсу в нижній зоні переміщення торця оправки на станині верстату встановлено упор-перемикач 9. Крім цього в зону еліпсного отвору залито мастило для зменшення тертя, яке розміщено зверху корпусу в ємкості 10. З правого торця корпусу отвір 11 закритий (заглушений) гвинтом 12. Крім цього на столі верстата 13 встановлені Altivar71 14 і персональний комп'ютер 15 для заміру зусилля і параметрів різання.

В зону еліпсного з'єднання, у вигляді оправки і еліпсного отвору, залито мастило. Таке конструктивне виконання значно зменшує сили тертя і підвищує точність проведення досліджень.

Робота експериментального патрона для нарізання різі здійснюється наступним чином. Заготовка в центральному отворі якої необхідно нарізати різь, жорстко кріпиться в патроні, а мітчик жорстко кріпиться в квадратному отворі оправки. Включається верстат і патрон задньою бабкою здійснює рух осьової подачі вліво і здійснює процес нарізання різі. При цьому рух ступінчатого циліндричного корпусу призупиняється, а оправка з мітчиком продовжує нарізання різі до того часу коли оправка з своїм лівим торцем не переключить упор-перемикач. Після цього включається реверс і заготовка з патроном обертаються в протилежному напрямку. Після виходу мітчика з отвору заготовки верстат зупиняється і заготовку знімають, а на її місце встановлюють наступну.

Оскільки даний пристрій призначений для високоточних операцій то на точність обробки, зокрема на довжину нарізання різі, можуть впливати поздовжні зміщення еліпсної оправки, які виникають при крученні. Величину поздовжніх зміщень можна визначити з відповідної формули [1]

$$z = \frac{M_{кр} [(a/2)^2 - (b/2)^2]}{G\pi(a/2)^3(b/2)^3} xy, \quad (1)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент;

a, b – розміри січення еліпсної оправки по осях x і y ;

G – модуль зсуву.

Крутний момент який передає патрон, можна виразити через кут φ закручування еліпсної оправки

$$M_{кр} = GC\varphi, \quad (2)$$

де C – жорсткість еліпсної оправки на кручення.

$$C = \pi \frac{(a/2)^3(b/2)^3}{(a/2)^2 + (b/2)^2}. \quad (3)$$

Інший аспект полягає в тому, що корпус патрона можна розглядати як товстостінний циліндр, який зазнає навантаження внутрішнім тиском P , що створюється маслом. З точки зору статки, для забезпечення умови рівноваги, невідомі шукані напруження σ_r і σ_t знаходяться розв'язуванням статично невизначених задач. Рівняння статки має наступний вигляд [5]

$$\sigma_r - \sigma_t + \frac{d\sigma_r}{dr} = 0. \quad (4)$$

Для визначення напружень σ_r і σ_t радіальне переміщення довільної точки кільця нашого циліндра з абсцисою r позначимо через u , а приріст цього переміщення за рахунок зміни координати r на величину dr буде du . Тоді відносні лінійні деформації у радіальному ε_r і тангенціальному ε_t напрямках виражаються через переміщення u

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr}; \quad \varepsilon_t = \frac{u}{r}. \quad (5)$$

Вище наведені вирази визначають геометричні зв'язки задачі. Фізичні аспекти визначаються законом Гука [5] і у нашому випадку для напружень σ_r і σ_t мають наступний вигляд

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{du}{dr} + \mu \frac{u}{r} \right); \quad \sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{u}{r} + \mu \frac{du}{dr} \right), \quad (6)$$

де E – модуль пружності;
 μ - коефіцієнт Пуассона.

Підставивши вирази для напружень (5) у рівняння статки (4) отримаємо

$$\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} - \frac{u}{r^2} = 0. \quad (7)$$

Розв'язком даного диференціального рівняння другого порядку із змінними коефіцієнтами буде

$$u = c_1 r + \frac{c_2}{r}. \quad (8)$$

Шляхом підстановки виразу (8) у рівняння (6) отримаємо

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{E}{1-\mu^2} \left(c_1(1+\mu) - c_2 \left(\frac{1-\mu}{r^2} \right) \right); \\ \sigma_t &= \frac{E}{1-\mu^2} \left(c_1(1+\mu) + c_2 \left(\frac{1-\mu}{r^2} \right) \right). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Сталі інтегрування c_1 і c_2 знаходяться із граничної умови на внутрішньому контурі циліндра $\sigma_r(r) = P$ і $\sigma_t(r) = P$.

Відповідно формули для визначення напружень мають наступний вигляд

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r \\ \sigma_t \end{aligned} \right\} = \frac{P \cdot r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 \pm \frac{r_2^2}{r_1^2} \right), \quad (10)$$

де r_1 і r_2 – відповідно внутрішній і зовнішній радіуси корпусу.

Оскільки отвір корпусу є фактично глухим, закритий (заглушений) гвинтом (див. рис.1), то паралельно до осі корпусу діє поздовжня сила F і у поперечних перерізах діють напруження σ_z , які визначаються за формулою

$$\sigma_z = \frac{F}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}. \quad (11)$$

Напруження σ_r – розтягуючі, σ_t – стискуючі. Максимальні значення цих напружень виникають на внутрішньому контурі і вони рівні

$$\sigma_r = -F; \quad \sigma_t = F \frac{1 + \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2}. \quad (12)$$

Конструктивно забезпечивши жорсткість патрона можна запобігти поздовжньому зміщенню еліпсної оправки, проте з врахуванням перспективи

обробки отворів значної довжини необхідно, при проектуванні аналогічних пристроїв, попередньо проводити такого роду розрахунки з метою встановлення можливості забезпечення необхідної точності обробки.

Висновки. На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

Розроблена конструкція експериментального патрона для нарізання різі при ремонті та виготовленні деталей машин.

Виведені аналітичні залежності для визначення силових і точносних параметрів.

Список літератури:

1. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. – М.: Высшая школа, 1980. – 342 с.
2. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
3. Павлице В.Т. Основы конструювання та розрахунок деталей машин. - К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
4. Корсаков В.С. Точность механической обработки - М.: Машгиз, 1961 – 379 ст.
5. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Проектно – конструкторські розрахунки. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя. 2001 – 271ст.

Аннотация

Обоснование параметров патроны для нарезания резьбы

Комар Р.В., Дубиняк Т.С., Яким И.С., Марчук М.И.

Приведена конструкція експериментального устроювання для нарізання різьби при ремонті та виготовленні деталей. Виведені аналітичні залежності для розрахунку силових і точносних параметрів устроювання.

Abstract

Setting ground chuck for thread cutting

Komar R.V., Dubynyak T.S., Yakim I.S., Marchuk M.I.

Present the design of experimental device for threading the repair and manufacture of parts. Analytical dependences for calculating power and accuracy parameters of the device.