

Б.М. Гевко, д.т.н., проф.

Н.М. Марчук, аспір.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАРІЗАННЯ РІЗІ РЕВЕРСИВНИМ ПРИСТРОЄМ

*Інтенсивний розвиток машинобудування тісно пов'язаний з розробленням прогресивних конструкцій технологічного оснащення. Відомо, що понад 60 % деталей більшості сучасних машин і механізмів мають різьбові отвори, обробка яких різальними інструментами в деталях з кольорових металів, сплавів, а також з високопластичних сталей являє собою досить складне технологічне завдання. Це має особливо серйозне значення при виготовленні точних різьбових отворів.*

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

*Широке використання різьбових з'єднань у машинобудуванні обумовлено їхньою простотою, високою несучою здатністю та роз'єднанням деталей, застосуванню різноманітних різьбових з'єднань сприяє також наявність значної номенклатури спеціальних різьбових деталей, пристосування до різних варіантів з'єднань, їхня широка стандартизація та мала вартість в умовах масового виготовлення.*

**Ключові слова:** нарізання різі; мітчик; реверсний пристрій; технологічні параметри.

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

Сутність 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, застосуванню різноманітних різьбових з'єднань сприяють також наявність значної номенклатури спеціальних різьбових деталей, пристосування до різних варіантів з'єднань, їхня широка стандартизація та низька вартість в умовах масового виготовлення.

**Аналіз останніх результатів досліджень.** Питаннями розроблення пристроїв для нарізання різі в деталях машин різного службового призначення присвячені праці Г.І. Грановського [1], В.С. Полякова [2], В.О. Малащенко [3], В.І. Анурьєва [4], Д.М. Решетова [5], В.Т. Павлице [7] та багатьох інших. Однак низка питань потребує подальших досліджень. Це питання підвищення надійності і довговічності різьбонарізних інструментів, підвищення якості нарізання різі, зменшення шумових характеристик верстатів і технологічного оснащення в процесі експлуатації при нарізанні різі.

**Реалізація роботи.** Реверсний патрон для нарізання різі (рис. 1) виконано у вигляді хомута 1 для його кріплення на вертикально-свердлильному чи іншому верстаті за допомогою хвостовика 2 відомим способом. У нижній частині хвостовика виконано радіальний отвір, який є у жорсткій взаємодії з віссю – повідком 3, кінці якого є у взаємодії з верхньою конічною шестернею 4, у верхній частині якої встановлено підшипник 5, через який вони є у взаємодії з можливістю відносного обертового руху. Підшипник 5 також встановлений у внутрішній отвір верхньої частини обойми 6, в середній частині якої з двох протилежних боків радіально встановлено на підшипниках 7 конічні шестерні сателіти 8, зуби яких є у взаємодії з зубами верхньої конічної шестерні 4 з можливістю кругового провертання. А до нижнього торця хвостовика 2 жорстко закріплено циліндричну пружину 9, яка зовнішнім діаметром і нижнім торцем є у взаємодії з валом мітчика 10, через верхній отвір, який верхньою частиною є у взаємодії з зовнішнім діаметром підшипника-кочення 11, який зовнішнім діаметром є у взаємодії з латунною втулкою 12 з можливістю кругового провертання, який у верхній частині є у взаємодії з радіальним гвинтом 13, який жорстко встановлено у верхній частині шестерні верхньої 4. В нижній частині гвинта 13 є у взаємодії з проміжною втулкою 14, яка разом з латунною втулкою 12, яка нижнім торцем є у взаємодії з підшипником кочення 15, який жорстко встановлено на середній частині вала мітчика 10. Зовнішнім діаметром підшипник 15 є у взаємодії з внутрішнім отвором нижньої шестерні 16 з можливістю кругового провертання, яка конічними зубами є у взаємодії з зубами конічних



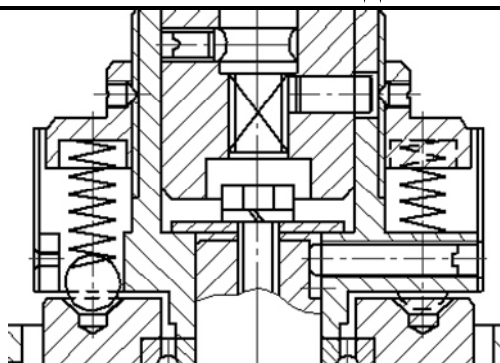


Рис. 2. Механізм розтиску реверсивного патрона

Визначити крутний момент, що передає кулька, яка розміщена на деякій відстані  $R$  від осі патрона, можна наступним чином.

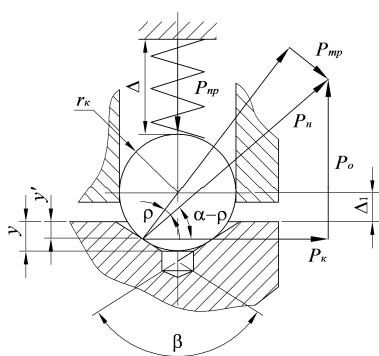


Рис. 3.

Розрахункова схема для визначення конструктивно-силових параметрів пари контакту реверсивного патрона

Відповідно метою наших розрахунків є визначення максимального крутного моменту, що здатен сприймати патрон.

Узагальнюючи відомі залежності, які використовуються для визначення крутного моменту [1, 2] можна отримати формулу для визначення крутного моменту, який передає пара контакту «кулька–лунка»:

$$T = \frac{C \cdot (y' + \Delta) \cdot R}{\operatorname{tg}(\alpha - \rho)}, \quad (1)$$

де  $C$  – жорсткість пружини;  $\Delta$  – попередній натяг пружини;  $y'$  – поточне значення осьового переміщення кульки в процесі спрацювання пристрою;  $\alpha$  – кут між напрямком дії колової сили і нормаллю від точки контакту кульки з поверхнею лунки;  $\rho$  – кут тертя між кулькою і поверхнею лунки.

Враховуючи, що в процесі відключення патрона величина  $y'$  зростає від 0 до певного значення  $r_k \cdot \sin \alpha - \Delta_1$  (де  $r_k$  – радіус кульки), максимальне значення моменту, який передає пара контакту, буде дорівнюватиме:

$$T = \frac{C \cdot ((r_k \cdot \sin \alpha - \Delta_1) + \Delta) \cdot R}{\operatorname{tg}(\alpha - \rho)}, \quad (2)$$

де  $\Delta_1$  – відстань від торцевої поверхні веденої частини патрона до центру кульки при замкнутих парах контакту.

На момент спрацювання патрона у запобіжному режимі, за попередніми припущеннями суттєво впливає кут нахилу поверхонь лунок  $\beta$  (рис. 4). Для встановлення функціональної залежності величини  $x_n$  від кута  $\varphi$  відносного повертання частин патрона при відомому куті нахилу  $\beta$  поверхні лунки задамо наступним. Оскільки кулька контактує з торцевою поверхнею веденої частини патрона і похилою поверхнею лунки, то визначимо відстань  $l$  від плями контакту кульки з поверхнею лунки в напрямку осі  $x$ :



то для визначення інтенсивності впливу вказаних вище параметрів у зазначених межах на його зміну представлено графічні залежності  $T = f(R; r_k; h_l; C)$ .

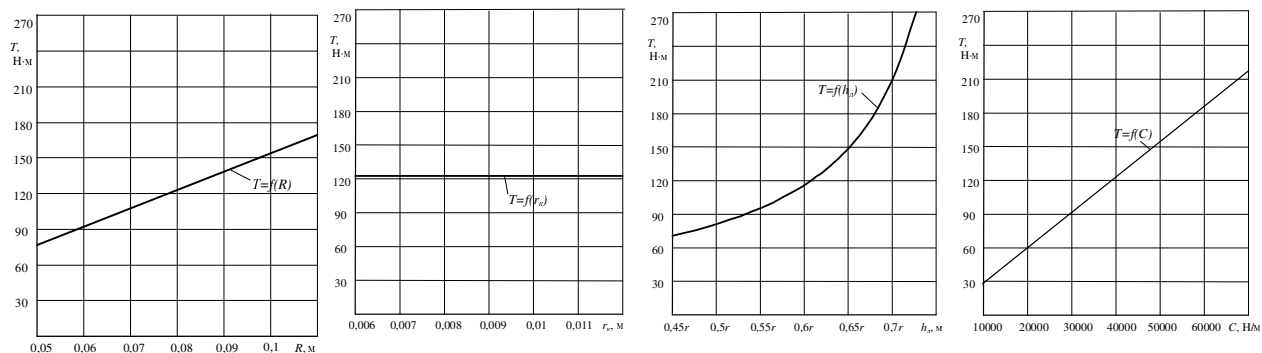


Рис. 5. Залежності зміни крутного моменту  $T$  від радіуса розташування кульок  $R$ , радіуса кульки  $r_k$ , глибини лунки  $h_l$ , і жорсткості пружини  $C$

Аналіз даних залежностей показує, що зміна радіуса розташування елементів зчеплення та жорсткість пружини прямо пропорційно впливає на зростання крутного моменту. Найбільший рівень росту крутного моменту спостерігається при збільшенні глибини лунок  $h_l$  від  $0,7r$  і більше.

Графічні залежності, які представлені на рисунку 4, дають змогу комплексно оцінити інтенсивність впливу того чи іншого параметра, на величину крутного моменту, який сприймає реверсивний патрон, а також є основою для розробки інженерної методики проектування аналогічних пристроїв.

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Розроблена конструкція реверсивного пристрою для нарізання різі в гайках на різьбонарізних верстатах, що забезпечує розширення технологічних магістралей.
2. Наведена методика розрахунку технологічних параметрів нарізання різі деталях машин і виведено аналітичні залежності, на основі яких побудовано графічні залежності.

#### Список використаної літератури:

1. Ряховский О.А. Справочник по муфтам / О.С. Ряховский С.С. Иванов. – Л. : Политехника, 1991. – 384 с.
2. Грановський Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановський, В.Г. Грановський. – М. : Висшая школа, 1985. – 302 с.
3. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунку : навч. посібник / В.О. Малащенко. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. – 196 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1982. – Т. 1, С. 728. – Т. 2, С. 559. – Т. 3, С. 557.
5. Решетов Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – М. : Машиностроение, 1989. – 496 с.
6. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т. Павлице. – К. : Вища школа, 1993. – 555 с.

ГЕВКО Богдан Матвійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів різанням;
- технологія машинобудування.

МАРЧУК Назар Миколайович – аспірант Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів різанням;
- технологія машинобудування.

Стаття надійшла до редакції 11.08.2015