

УДК 621.86

Марчук Н. М., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Приведена роль різьбових з'єднань в сучасному машинобудуванні, питома вага яких в машинах і механізмах складає 60...70%. Широке використання різьбових з'єднань у машинобудуванні обумовлене їхньою простотою, високою несучою здатністю, експлуатаційною надійністю і довговічністю, а також зручністю з'єднання та роз'єднання деталей. Обмеження у використанні різьбових з'єднань пов'язані з наявністю значної кількості концентраторів напружень на їх поверхнях, що зменшує їх втомну міцність при дії змінних напружень. Приведена удосконалена конструкція головки для нарізання внутрішніх різьб лівого і правого напрямлення.

Ключові слова: різьба, різьбові з'єднання, деталі, пристрої, головки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Великий вклад в розроблення методики проектування різьбових елементів і з'єднань присвячені праці Павлища В.Т. [1], Анур'єва В.І. [2], Дунаєва П.Ф. [3] та багатьох інших вчених. Питанням виготовлення різів присвячені праці Грановського Г.І. [4], Аршинова В.А. [5], Семінського В.К. [6] та багатьох інших. Однак цілий ряд питань проектування та дослідження технологічних процесів виготовлення різьбових елементів і їх проектування потребують подальших розробок.

Метою роботи є розроблення методики проектування різьбових поверхонь, технології їх виготовлення і виготовлення спеціальних інструментів і технологічного оснащення.

Реалізація роботи.

Будь-яка машина складається з багатьох деталей та окремих складальних вузлів, які пов'язані між собою тим чи іншим способом: рухомими чи нерухомими зв'язками. Використання тих чи інших зв'язків обумовлено кінематикою машини. Різьбові з'єднання відносяться до нерухомих з'єднань, які забезпечують можливість розбирання машини на деталі та складальні одиниці. Потреба розбирання машини на деталі спричинена спрощенням виготовлення, складання, ремонту та транспортування.

З'єднання деталей машин є дуже важливими елементами конструкцій, бо багато аварій або порушень нормальних режимів роботи машини обумовлені незадовільною міцністю та його надійністю.

В сучасному машинобудуванні, верстатобудуванні, приладобудуванні та інших галузях промисловості з'єднання деталей у більшості випадків виконують роз'ємними за допомогою різей. По кількості деталей, які входять в ту чи іншу конструкцію, різцеві деталі у багатьох випадках складають 60...70% та більше [5; 6].

Широке використання різьбових з'єднань у машинобудуванні обумовлене їхньою простотою, високою несучою здатністю, експлуатаційною надійністю, а також зручністю з'єднань та різання деталей. Застосуванню різьбових з'єднань сприяють також наявність значної номенклатури спеціальних різьбових деталей, пристосованих до різних конструктивних варіантів з'єднань, їхня широка стандартизація мала вартість виготовлення особливо в умовах масового виробництва.

Обмеження у використанні різьбових з'єднань пов'язані з наявністю значної кількості концентраторів напружень на поверхнях різьбових деталей, що зменшує їх втомну міцність при дії змінних напружень.

Подальший розвиток машинобудування нерозривно з'єднаний з освоєнням нових високопродуктивних методів оброблення металів. Одним з прогресивних напрямків у сучасних технологіях машинобудування є розроблення і впровадження процесів оброблення деталей без зняття стружки (обробка тиском в холодному стані). Велику ефективність забезпечує метод пластичного деформування, який використовують при виготовленні зовнішніх різьбових поверхонь [7; 8; 9; 10].

Відомо, що більше 60% деталей більшості сучасних машин і механізмів мають різьбові отвори, оброблення яких ріжучими мітчиками в матеріалах різних конструкцій представляє собою достатньо складні задачі.

Створення нових інструментальних матеріалів, удосконалення конструкції мітчиків і оптимізації геометрії ріжучої частини, використання оптимальних наладок і нових видів охолодження в певній мірі покращує технологічні процеси і технологічне оснащення.

Кріпильні різі застосовують у деталях різьбових з'єднань. Залежно від форми поверхні, на якій нарізана різь, розрізняють циліндричні та конічні, кріпильні різі, що бувають: метричні, трубні та круглі, які виготовляють зі сталей Ст3, 10, 20, 35, 45, 35Х, 38ХА. Стопоріння різьбових з'єднань запобігає самовідгвинчуванню, що є важливим елементом у підвищенні їх надійності.

Щоб запобігти самовідгвинчуванню, слід використовувати стопорні пристрої, робота яких базується або на створенні додаткових сил тертя або на використанні спеціальних замкових з'єднань.

Розрахунок витків різі на міцність є затрудненим. Тому на прак-

тиці застосовують умовні розрахунки. Умова міцності витків різі за напруженням змінання [1].

Допустимі напруження та запаси міцності для різьбових деталей з'єднань залежать від наступних факторів: впевненості у точності розрахункових навантажень з'єднання, характеру зміни навантаження в часі, якості монтажу з'єднання, точності затяжки болтів і вони знаходяться в межах 1,3...4 для вуглецевих сталей і легованих до 5 [Павлице В.Т. 1].

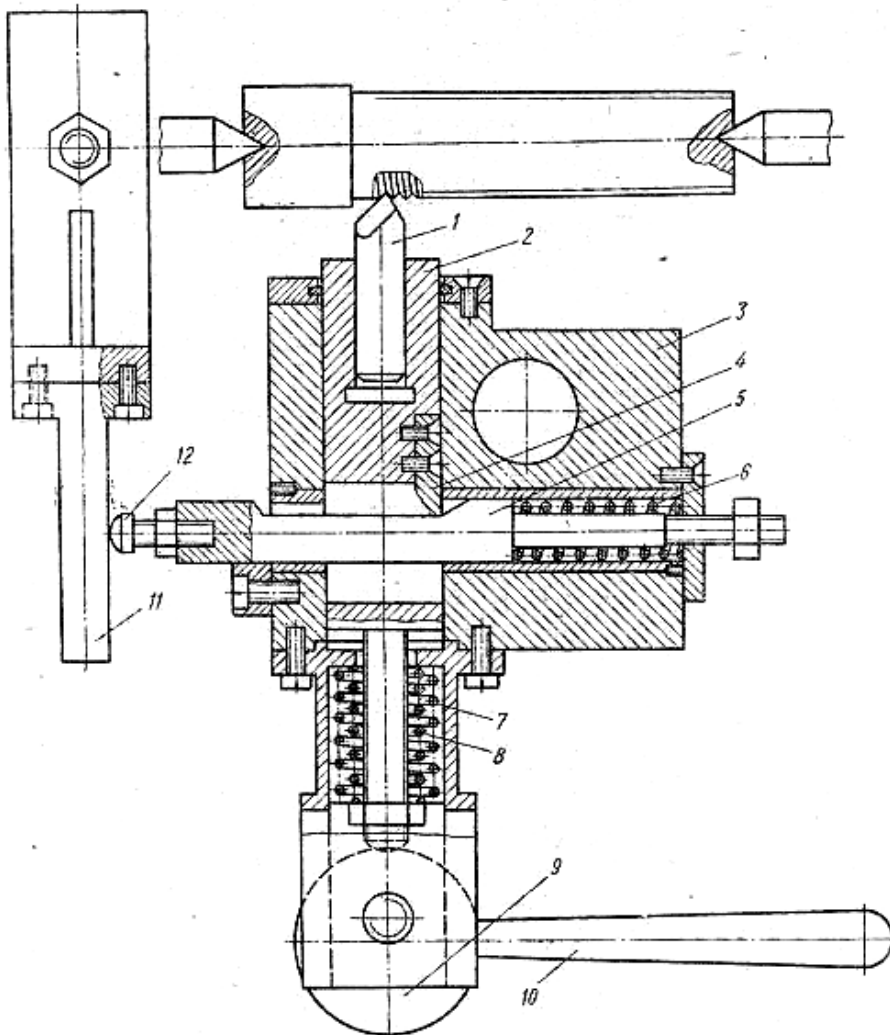


Рис. 1. Пристрій для плавного виходу різьбового різця з зони різання:
1 – різець; 2 – піноль; 3 – корпус; 4 – сухарик; 5 – валик; 6, 7, 8 – пружини;
9 – ексцентрик; 10 – рукоятка; 11 – упор; 12 – регулювальний гвинт

Для усунення найбільш розповсюдженого концентратора напружень в різьбових з'єднаннях є виточки канавки для виходу різця [6],

які доцільно ліквідувати використанням спеціального пристрою для швидкісного нарізання різі з плавним виходом різця з різі в одній і тій точці, що покращує якість різі і в декілька разів підвищується продуктивність праці.

Основними концентраторами різцевих поверхонь є канавка для виходу різьбових різців. Тому Семинський В.К. запропонував спеціальний пристрій для своєчасного плавного виведення різьбового різця з зони нарізання, що покращує продуктивність праці.

Провівши теоретичний аналіз і практичні дослідження роботи пристроїв для нарізання різьб, пропонується удосконалена конструкція головки для нарізання внутрішніх різьб.

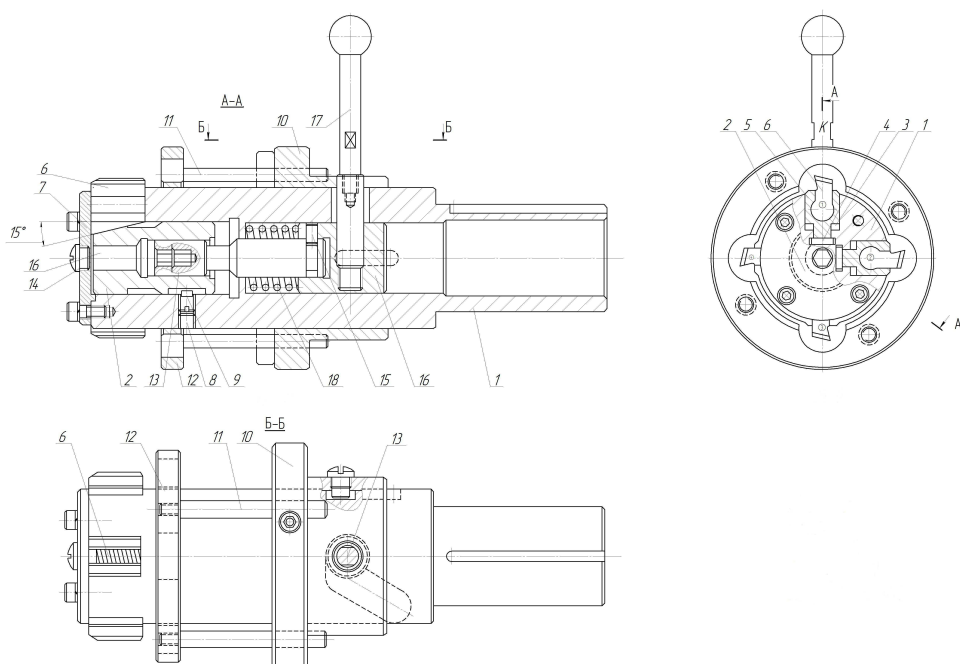


Рис. 2. Головка для нарізання внутрішніх різьб [11]

Головка для нарізання внутрішніх різь виконана у вигляді циліндричного корпусу 1 в якому встановлені всі механізми і деталі пристрою. З лівого кінця опорного стержня 2 виготовленні Т-подібні пази 3, під кутом 15° , які розміщені рівномірно по колу і які є у взаємодії з Т-подібними повзунками-виступами 4 повзунів 5, з можливістю осевого переміщення. В повзунах 5 по центру встановленні різьбові гребінки 6, які затилованні в сторону руху головки гребінки 6 марковані за годинниковою стрілкою, які відрізняються одна від одної зміщенням профілю кроку від позначки «К» – вліво на $0,5 \pm 0,05$ мм (крок $t=2$ мм) на чотирьох гребенях.

Для запобігання випадання гребінок 6 на торці опорного стержня 2 використовують кришку 7, яку кріплять гвинтами. Установка головки на довжину розміру нарізання різі здійснюється гвинтом 8 в пазу 9 опорного стержня 2, а також кільцем вимикання 10 і стержнями 11, які опорно кріпляться до корпусу 1 і кільцем опорним 12.

Механізм регулювання величини різі здійснюють регулювальним гвинтом 13 шляхом продольного його переміщення опорного стержня 2. Для цієї мети відкручуються пробки 14 шестигранним ключем, який вводиться в центральний отвір кришки 7 викручується гвинт 13 до тих пір, поки він не впреться в середині в тіло опорного стержня 2. Після цього регулювальний шестигранний ключ вводиться через стопорний гвинт 15 в шестигранний отвір регулювального гвинта 13 і повертається в ту чи іншу сторону. Регулювальний гвинт за допомогою штифтів 8, з'єднаний із сердечником 16, зв'язаним через рукоятку 17 з корпусом 1. Після цього закінчення регулювання розмір нарізної різі фіксується стопорним гвинтом 13.

Виключення мітчика здійснюється як і автоматично, так і вручну. Після автоматичного вимкнення та закінчення нарізання різі, упорне кільце 12 і зв'язне з ним кільце вимикання 10 зупиняється гребінками 6, дякуючи самозабезпеченню, продовжують рухатись вперед і захоплюють з собою корпус із всіма зв'язними з ним деталями. Включене в роботу положення, здійснюється шляхом повороту рукоятки 17 або поверхні назад опорного пальця 12. При ручному вимкнанні необхідно рукоятку 17 повернути за годинниковою стрілкою, тоді кільце вимикання 10 заставить палець зіскочити 18 з прямолинійної дільниці паза корпусу, що призведе до самовиключення мітчика.

Практично швидкості різання мітчиками приймають в межах $v=10...20$ м/хв, хоча швидкорізальними автоматними мітчиками можна нарізувати різьблення в гайках з швидкостями різання $v\leq 50$ м/хв.

Швидкість різання мітчиками, різьбовими голівками вираховують по рівнянню [4]:

$$v = \frac{C_v K_v D^{1.2}}{T^m P^x}, \quad (1)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує умови обробки; D – зовнішній діаметр різьблення; K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу і вигляд інструменту; T – стійкість, що призначається, хв; P – крок різьблення, мм.

Для мітчиків, круглих плашок і різенарізних голівок, що само-відкриваються

$$T = \left(\frac{C_v D^{1,2}}{v P^x} \right)^{1/m} . \quad (2)$$

За результатами вимірювань крутного моменту в ньютонOMET-рах для різних типів різенарізних інструментів:

$$M_{кр} = C_m K_m D^x P^y , \quad (3)$$

де D – зовнішній діаметр нарізуваної різьби, мм; P – крок нарізуваної різьби, мм.

Ефективна міцність в кіловатах, яка витрачається на нарізання різьби, визначається з рівняння [4]:

$$N_e = 60 M_{кр} n , \quad (4)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, кН·м; n – частота обертання об/хв.

В розрахунках передач гвинт-гайка кут підйому гвинтових лінійних різей визначається з залежності

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{P_n}{\pi d_2} , \quad (5)$$

де P – крок різі; n – кількість заходів різі; d_2 – середній діаметр.

Робота головки здійснюється наступним чином. Гребінка 6 своїми нижніми Т-подібними виступами входять у взаємодію з Т-подібними виступами опорного стержня 2 з можливістю осьового і радіального переміщення. Механізми включення і виключення головки виконанні з рукояткою 17, сердечником 16, пружиною 19, гвинтом регулюванням 13 та стопорним гвинтом 15 з штифтом 20. Переміщення цього механізму вперед здійснюється включенням головки, а назад – виключенням. При цьому гребінки 6 можуть бути ліві і праві – відповідно різі можна виготовляти також ліві і праві.

Настроювання головки на заданий розмір нарізання різі змінною гребінок 6 і налаштування здійснюють за допомогою втулки-калібра, який є на кожний тип різі (на креслені не показано).

Якщо матеріал гвинта та гайки однаковий, то за напруженнями зрізу розраховують тільки витки гвинта. Допустимі напруження зрізу доцільно брати $[\tau]_{зр} = (0,2 \dots 0,3) \sigma_m$. Висоту стандартних гайок, що працюють у парі з гвинтами із одного і того ж матеріалу беруть $h = 0,8d$. За аналогічними міркуваннями встановлюють також норми на глибину загвинчування сталевих гвинтів у сталеві деталі вибирають $h_1 = d$, а чавунні та силумінові деталі $h_1 = 1,5d$.

До переваг головки відноситься спрощення конструкції і зручність в експлуатації.

На основі вище приведеного можна зробити наступні висновки.

1. Приведений аналіз технологічності різьбових з'єднань в машинобудуванні, виявлені їх позитивні і негативні сторони. До останніх відноситься наявність концентраторів напружень, яких можна позбутися використанням спеціального пристрою приведеного в статті.

2. Приведена удосконалена конструкція пристрою для нарізання внутрішніх різь, на яку отримано позитивне рішення на видачу патенту України.

3. Описаний принцип роботи удосконаленої головки для нарізання внутрішніх різьб.

4. Описаний технологічний процес налаштування головки для нарізання різьб відповідного розміру.

5. Приведені аналітичні залежності для визначення кінематичних і силових параметрів для нарізання різі мітчиками в отворах, як найбільш поширених елементів.

1. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлице. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с. 2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1979-1982. – Т. 1. – 728 с. – Т. 2. – 559 с. – Т. 3. – 557 с. 3. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М., 1985. – 360 с. 4. Грановский Г. И. Резание металлов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высшая школа, 1985. – 304 с. 5. Аршинов В. А. Резание металлов и режущий инструмент / Аршинов В. А., Алексеев Г. А. – М. : Машиностроение, 1976. – 440 с. 6. Приспособления и инструменты для токарных работ / Семинский В. К. и др. – К. : Техніка, 1977. – 304 с. 7. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки / Кривоухов В. А., Петруха П. Г. и др. – М. : Машиностроение, 1967. – 655 с. 8. Родин П. Р. Основы проектирования режущих инструментов / П. Р. Родин. – К. : Вища школа, 1990. – 423 с. 9. Митропольский Ю. А. Накатывание резьб и профилей / Митропольский Ю. А., Луговой Э. П. – М. : Машиностроение, 1976. – 176 с. 10. Бесстружечные метчики / Меньшиков В. М. и др. – М. : Машиностроение, 1976. – 166 с. 11. Патент України на корисну модель "Головка для нарізання внутрішньої різь" авторів Марчука М. М., Марчука Н. М. та інших. Патент опубліковано 24.06.2016, бюл. № 12/2016.

Рецензент: к.т.н., професор Стрілець В. М. (НУВГП)

Marchuk N. M., Assistant (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

MANUFACTURE ABILITY OF STRUCTURES THREADED CONNECTIONS OF MACHINE PARTS

The paper considers the role of the threaded joints in modern engineering, the specific gravity of which in the machinery amounts to 60 ... 70%. The widespread use of the threaded joints in mechanical engineering is stipulated by their simplicity, high load capacity, operational reliability and durability, as well as the ease of connection and disconnection of parts. The restrictions on the use of the threaded joints are associated with the presence of a significant number of stress concentrators on their surfaces, which reduces their fatigue strength at variable specific pressures. The improved design of the head for cutting internal threads of the left and right direction is suggested.

Keywords: thread, fittings, parts, devices, the head.

Марчук Н. Н., ассистент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Приведенная роль резьбовых соединений в современном машиностроении, удельный вес которых в машинах и механизмах составляет 60...70%. Широкое использование резьбовых соединений в машиностроении обусловлено их простотой, высокой несущей способностью, эксплуатационной надежностью и долговечностью, а также удобством соединения и разъединения деталей. Ограничения в использовании резьбовых соединений связаны с наличием значительного количества концентраторов напряжений на их поверхностях, уменьшает их усталостную прочность при воздействии переменных напряжений.

Приведена усовершенствованная конструкция головки для нарезания внутренних резьб левого и правого направления.

Ключевые слова: резьба, резьбовые соединения, детали, устройства, головки.
