

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МІЦНОГО ТА ЩІЛЬНО-МІЦНОГО НАРІЗЕВИХ З'ЄДНАНЬ ГРАФОАНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ

***В.О. Малащенко, доктор технічних наук
В.В. Малащенко, кандидат технічних наук
Національний університет "Львівська політехніка"
І.І. Сушко, голова правління
ВАТ "Львівагромашпроект"***

Запропоновано методику визначення геометричних параметрів нових міцних і щільно-міцних нарізевих з'єднань на основі графоаналітичного методу. Наведено профілі нарізі та аналітичні залежності, що описують основні параметри запатентованих з'єднань.

Геометричний параметр, графоаналітичний метод, нарізь.

Постановка проблеми. Нарізові з'єднання застосовуються в різноманітних пов'язях деталей машин і механізмів загального машинобудування. Традиційно на сьогодні застосовуються стандартні елементи нарізевих з'єднань з стандартною наріззю [1 - 5]. Однак, такі з'єднання під час експлуатації вимагають спеціального стопоріння гайок, постійного контролювання та їхнього підтягування. Окрім того існують випадки, коли до нарізевих з'єднань ставляться вимоги його щільності. Це, наприклад, з'єднання бурильних труб, шлангів протруювачів і оприскувачів тощо.

Аналіз останніх досліджень. Такі вимоги до пов'язів деталей спонукали розробку нових нарізевих з'єднань, на які отримано авторське свідоцтво [6] і патент України [7]. З'єднання [6], що наведено на рис. 1, знайшло своє впровадження на виробництві для з'єднання деталей з закритими профілями. Воно є базовим для розробки принципової схеми та синтезу нового щільно-міцного нарізевого з'єднання [7]. Тому окремі його параметри геометрії є подібними.

Результати досліджень. Нове базове з'єднання подібно до стандартного складається із стержня та гайки. На конічному стержні з кутом конуса $2\varphi = 4^\circ 40'$ виготовлено нарізь так, що її зовнішній діаметр є змінний, а внутрішній і середній діаметрами є сталими по всій довжині наразі. При цьому зовнішній діаметр збільшується з наближенням до основної площини (рис. 1).

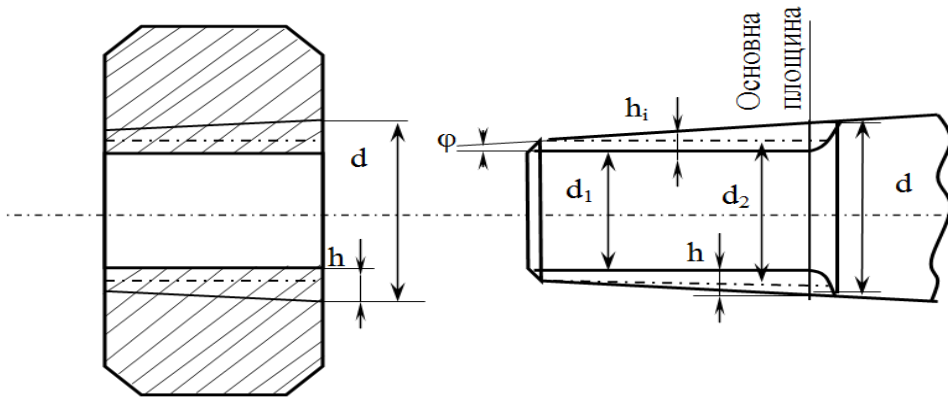


Рис. 1. Базове нарізеве з'єднання з підвищеним самогальмуванням.

Припускаємо, що на основній площині нарізі основні параметри подібні до стандартних виробів. Це дає змогу порівнювати геометричні параметри нарізевого з'єднання з підвищеним самогальмуванням з подібними показниками стандартних з'єднань, тобто на основній площині діаметри нарізів приймаються однаковими.

Крок цих нарізів також подібний до відповідної метричної нарізі, що і уможлиблює наближення геометричних розмірів на основній площині. В основу створення такого з'єднання покладений крок P і внутрішній діаметр стандартної метричної нарізі з зовнішнім діаметром $d \geq 20$ мм.

Профіль міцної нарізі складається з рівнобедреної трапеції у кореня витків, прямокутника у середній частині і трикутника у вершині (рис. 2, [8]). Ще одна її істотна особливість полягає в тому, що кут профілю збільшено до 120° , що своєю чергою уможлиблює збільшення моменту тертя в нарізі за рахунок клинового ефекту в радіальному та осьовому напрямках. До недоліків її відноситься те, що така нарізь має декілька різких переходів від одної поверхні до іншої, що збільшує концентрацію напружень у цих місцях.

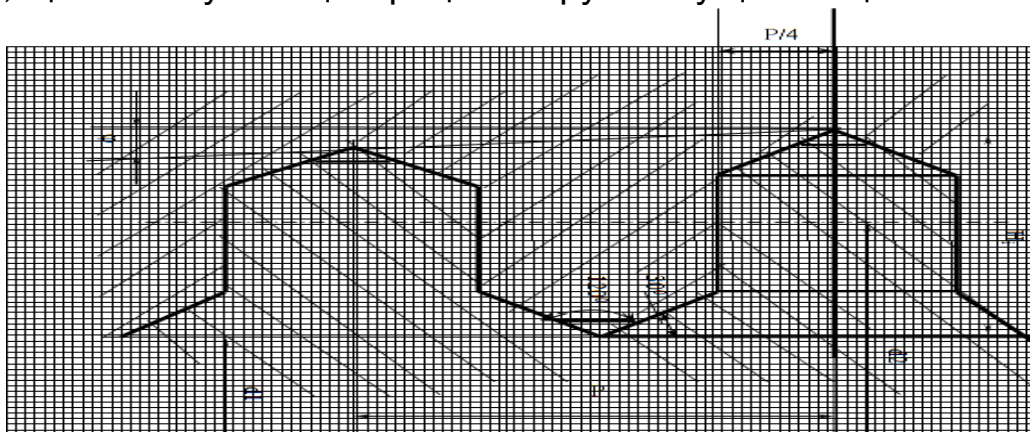


Рис. 2. Профіль витків нарізі міцного нарізевого з'єднання.

Щоб усунути цей недолік і отримати повне прилягання робочих поверхонь витків нарізі розроблено нове щільно-міцне нарізеве з'єднання [7], верхня частина витків болта якого та нижня частина западини гайки виконані за дугою кола, яка є спряженою з прямими лініями середньої частини профілю витків (рис. 3, [8]). Основним результатом винаходу є вдале розв'язання поставленого завдання шляхом зміни частини профілю нарізі, яка також нарізується на конічній ділянці стержня болта та у циліндричному отворі гайки. Причому кут конуса, середній діаметр нарізі залишаються незмінними і з'єднання включає в себе конічний стержень та гайку, у циліндричному отворі якої нарізано конічну нарізь. Радіус дуг сегментних заокруглень $R=0,225P$. Заокруглення западин гайки виконані тим самим радіусом, що і вершини нарізі болта. Центри дуг сегментів стержня вибрані такими, що всі вони знаходяться на лінії, яка є паралельною до твірної конуса зовнішньої поверхні стержня болта та віддалена від неї на розмір $a=0,225P$, де P – крок нарізі.

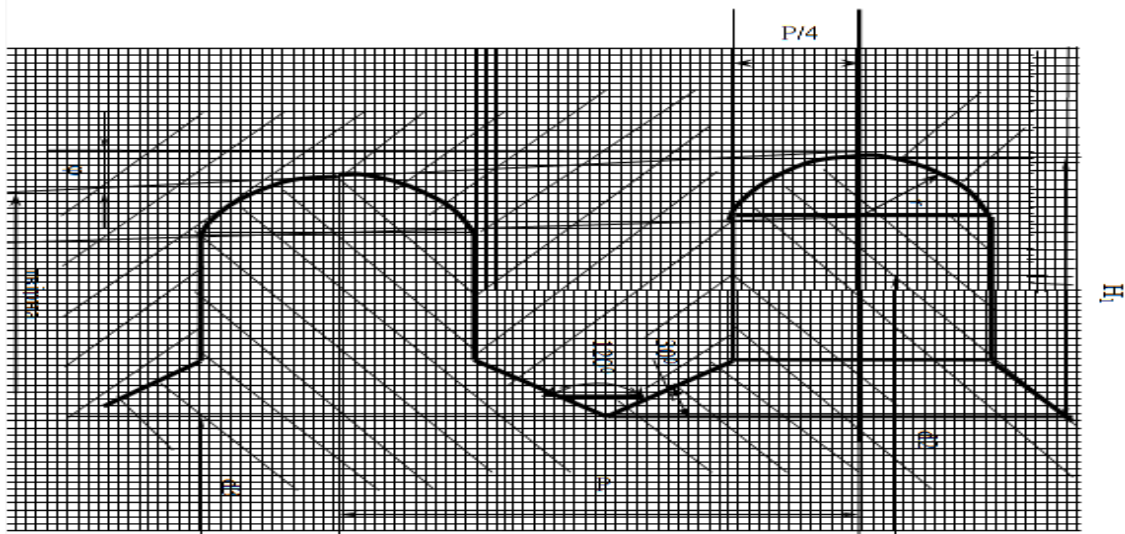


Рис. 3. Профіль витків нарізі щільно-міцного нарізного з'єднання.

Для визначення залежностей, що описують основні параметри цих нових нарізових з'єднань застосовано графоаналітичний метод, за яким спочатку побудовано на міліметровці профілі нарізів за відомими величинами (рис. 2, рис. 3).

Вихідну висоту витка на основній площині подібно до стандартної нарізі приймаємо рівною $0,588P$, а висоту кожного наступного витка нарізі у напрямі від основної площини до кінця стержня болта підраховується, тому що вона змінюється у функції кута φ , який рівний $2^{\circ}20'$ та порядкового номеру робочого витка ($i = 1...n$). Починаючи від основної площини, за відомими тут параметрами можна побудувати частину нарізі з декількома витками у зручному для подальших досліджень масштабі. Із побудованих

профілів витків нарізі визначено розміри d , d_1 , d_2 , H на основній площині безпосереднім вимірюванням. Після визначення відповідних коефіцієнтів стає можливим зведення основних геометричних параметрів до аналітичних виразів у функції кроку. Нагадаємо, що висота витка на основній площині дорівнює подібному параметру стандартної нарізі, але зі своїм коефіцієнтом. Висоту наступного витка подано як суму висот окремих його частин. Якщо висоти трикутника, трапеції та сегменту витків нарізі можна визначити аналітично, то для визначення висоти середньої частини профілю витка власне використовували графоаналітичний метод. Отримані результати зведено в табл. 1, де для порівняння подано також відомі залежності стандартної нарізі.

1. Параметри нарезивих з'єднань.

№ п/п	Назва параметру	Тип нарізі		
		метрична	міцна	щільно-міцна
1	Теоретична висота нарізі	$0,866P$	$0,588P$	$0,588P$
2	Робоча висота нарізі	$0,541P$	$0,501P$	$0,508P$
3	Робоча висота i -го витка	$0,541P$	$0,501P(1-i \operatorname{tg}\varphi)$	$0,508P(1-i \operatorname{tg}\varphi)$
4	Кут профілю нарізі	60°	120°	120°
5	Форма перерізу витка нарізі	трикутник	трикутник, прямокутник, трапеція	сегмент, прямокутник, трапеція
6	Притуплення вершин нарізі болта	$0,108P$	$0,040P$	$0,283P$
7	Притуплення вершин нарізі гайки	$0,216P$	$0,047P$	$0,283P$
8	Висота трикутника	$0,866P$	$0,1385P$	-
9	Висота трапеції	-	$0,1385P$	$0,1385P$
10	Висота сегмента	-	-	$0,283P$
11	Висота середньої частини	-	$0,31P$	$0,31P$

Примітка: Параметри метричної нарізі відповідають ГОСТ 9150-81, ДСТУ 724:2005.

За графоаналітичним методом отримано відповідні коефіцієнти та запропоновано такі аналітичні вирази для визначення висоти витків нової міцної і щільно-міцної нарізів, тобто:

- Висоту i -го витка можна записати у компактному вигляді:
 - для міцної нарізі (рис. 2) $h_i = 0,501P (1 - i \operatorname{tg}\varphi)$;
 - для щільно-міцної (рис. 3) $h_i = 0,508P (1 - i \operatorname{tg}\varphi)$.
- Висота сегмента i -го витка $h_c = 0,283(1 - i \operatorname{tg}\varphi)P$.

Слід зауважити, що зміна висоти витків запропонованих нарізів із підвищенням самогальмування здійснюється за рахунок змінної висоти середньої прямокутної частини їхніх витків. Висота цієї частини зменшується із наближенням до торця нарізаного кінця

болта. Це своєю чергою приводить до рівномірнішого розподілення навантаження по робочих витках нарізі та збільшення довговічності роботи нарізевих з'єднань.

Висновки

Аналітичні залежності, що наведені в даній роботі, мають практичне значення стосовно визначення основних геометричних параметрів нових міцних і щільно-міцних нарізевих з'єднань на етапі їх проектування та експлуатації машин і механізмів в різних галузях машинобудування.

Застосування таких нарізевих з'єднань є особливо ефективним у місцях транспортних систем, де контролювання сили затягування гайки під час експлуатації утруднено та для закріплення відносно тонких деталей до корпусів з закритим профілем.

Список літератури

1. ДСТУ 2412-94. Вироби кріпильні. Термінологія та номенклатура.
2. ДСТУ ISO 724: 2005. Нарізі метричні ISO загального призначення. Основні розміри.
3. ДСТУ ISO 68-1: 2005. Нарізі загального призначення. Основний профіль. Ч.1, Ч.2.
4. ДСТУ ISO 898-2:2004. Механічні властивості кріпильних виробів. Нарізь з великим кроком (ISO 898-2:1992, IDT).
5. ДСТУ ISO 888:2005. Болти, гвинти і шпильки. Номінальні довжини та довжини нарізів болтів загального призначення. (ISO 888:1976, IDT).
6. А.с. № 482577 СССР, МКИ F16b 39/30. Резьбовое соединение / С.Г. Калинин, В.А. Малащенко. – № 482577. Опубл.30.08.75. Бюл. № 32. – 4 с.
7. Патент 28591А України, МПК 6F16B 39/30 Різьбове з'єднання / Б.Т. Матвіїв. – № 97073672. Опубл. 16.10.2000. Бюл. №5-11. – 3 с.
8. Мартинців М.П. Особливості геометрії щільноміцного нарізевого з'єднання / Мартинців М.П., Матвіїв Б.Т., Малащенко В.В. // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів, 2010. – №19. – С. 109–112.

Предложено методику определения геометрических параметров новых прочных и плотно-прочных резьбовых соединений на основании графоаналитического метода. Приведены профили резьбы и аналитические зависимости, которые описывают основные параметры запатентованных соединений.

Графоаналитический метод, геометрический параметр, резьба.

It is offered technique of definition of geometric parameters of new strong and is dense-strong threaded connections on basis of semigraphical method. Profiles of thread and analytical dependences which present key parameters of taken out patent for joints are resulted.

Semigraphical method, geometric parameter, thread.