

УДК 621.825.5/.7

Проценко В.О., к.т.н.; Настасенко В.О., к.т.н.;

Клементьева О.Ю.

*Херсонська державна морська академія***ГЕОМЕТРИЧНІ ТА СИЛОВІ ПАРАМЕТРИ МУФТИ
З ТОРЦЕВОЮ УСТАНОВКОЮ КАНАТІВ
ТАНГЕНЦІАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ**

***Анотація.** Робота відноситься до галузі машинознавства та деталей машин. В ній за рахунок виконання теоретичних досліджень встановлені основні геометричні та силові параметри муфти з торцевою установкою канатів тангенціального розташування. Отримані вирази для визначення сили натягу та довжини канатів, а також співвідношення між іншими геометричними та силовими параметрами. Показано, що існує значення оптимального кута монтажного зміщення напівмуфт, яке забезпечує мінімальне навантаження канатів.*

***Ключові слова:** муфта, канат, колова сила, момент, навантаження.*

***Аннотация.** Работа относится к области машиноведения и деталей машин. В ней за счет выполнения теоретических исследований установлены основные геометрические и силовые параметры муфты с торцевой установкой канатов тангенциального расположения. Получены выражения для определения силы натяжения и длины канатов, а также соотношения между другими геометрическими и силовыми параметрами. Показано, что существует значение оптимального угла монтажного смещения полу муфт, которое обеспечивает минимальную нагруженность канатов.*

***Ключевые слова:** муфта, канат, окружная сила, момент, нагрузка.*

***Annotation.** Operation treats to area of machinery and parts of machines. In it at the expense of execution of theoretical probes the cores geometrical and force parametres of a coupling with face installation tangential arrangement ropes are fixed. Expressions for definition of force of a tension and length of ropes, and also a ratio between others geometrical and force parametres are received. It is displayed that there is a value of an optimum angle of mounting offset to a floor of couplings which ensures minimum load of the ropes.*

***Keywords:** coupling, rope, environing force, torque, load*

Вступ. Муфти з торцевою установкою канатних пружних елементів позбавлені багатьох недоліків муфт поширених конструкцій, поряд із цим для них характерні і переваги існуючих муфт. Такі муфти мають високу навантажувальну здатність порівняну з навантажувальною здатністю зубчастих муфт, вищу від них компенсуючи здатність та нижчу жорсткість, а також низьку вартість, яка мало відрізняється від вартості фланцевих поперечно-звертних муфт. Однак параметри цих муфт на сьогодні досліджені недостатньо.

Аналіз стану проблеми та постановка задачі дослідження. В роботі [1] обґрунтовані основні параметри муфт з торцевою установкою канатів які розташовані у напівмуфтах хордально. Ця особливість конструкції таких муфт звужує їх компоновочні можливості та обмежує функціональні показники за рахунок обмеження кількості канатів, якими може бути оснащена муфта. Муфти з тангенціальним розташуванням канатів торцевої установки, що розглядаються в даній роботі, позбавлені цього недоліку, проте основні параметри цих муфт, зокрема геометричні та силові досліджені недостатньо. З огляду на викладене, задачею даної роботи є дослідження геометричних та силових параметрів цих муфт з метою обґрунтування їх параметрів при проектуванні та подальшого створення відповідної методики.

Виклад основного матеріалу. Муфта (рис. 1) складається з двох напівмуфт - зовнішньої 1 і внутрішньої 2, що сполучені за рахунок пружних елементів 3, якими є канати, кожен з яких закріплений одним кінцем 4 в пальці 5, встановленому в зовнішній напівмуфті 1, а іншим кінцем 6 в пальці 7, встановленому у внутрішній напівмуфті 2. Пальці 5 і 7 пропущені в осьові отвори 8 втулок 9 та отвори 10 фланців 11 напівмуфт 1 і 2 та затягнуті гайками 12, що встановлені на їх різьбові кінці 13. Канати пропущені в поперечні пази 14 втулок 9 і пази 15 пальців 5 і 7. Пальці 5 і 7 можуть бути встановлені у своїх напівмуфтах на різних діаметрах, які виключають інтерференцію суміжних втулок зовнішньої 1 і внутрішньої 2 напівмуфт. Це виконано для того, щоб канати не були розміщені на діаметрі розташування пальців хордально, як у базовій муфті. Така особливість конструкції, по-перше, дає можливість збільшити їх кількість при практично незмінних габаритах, а по-друге дозволяє виконання муфтою запобіжних функцій, щоб при перевантаженні муфти і висмикуванні одного з кінців канатів, не відбувався удар суміжних пальців і ведуча напівмуфта могла вільно обертається.

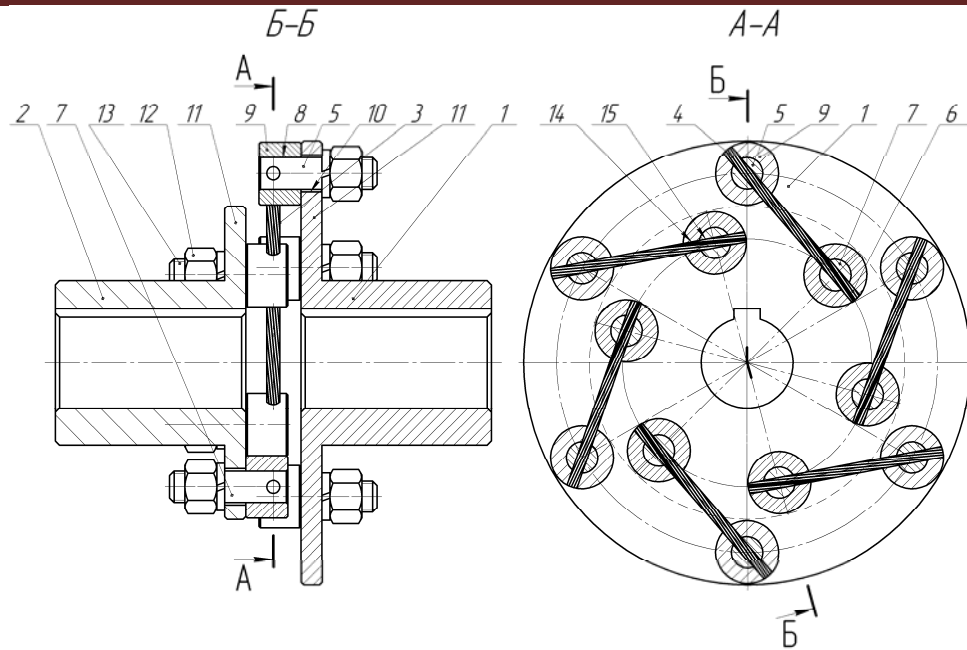


Рисунок 1 – Схема муфти з торцевою установкою прямих канатів тангенціального розташування

Під час проектування муфти необхідно виконувати розрахунок на міцність її елементів, в тому числі вибирати канати для установки в ній. Для цього необхідно визначити силу їх натягу F_n . З цією метою складемо та розглянемо розрахункову схему муфти (рис. 2). На цій схемі зовнішня напівмуфта і відповідна їй (кожна із z встановлених) втулка 1 є ведучими і прикладають до веденої напівмуфти із відповідною втулкою 2 обертальний момент $T_{вч}$. Цей момент, за рахунок колової сили F_{t1} спричиняє натяг каната згаданою силою F_n яка створює на втулці 2 колову силу F_{t2} , що створює врешті обертальний момент і на внутрішній ведучій напівмуфті, який повинен переважати момент опору $T_{вн}$.

Для подальших викладок запишемо спершу деякі відомі рівності:

$$F_{t1} = \frac{2T}{zD_{3в}}; \tag{1}$$

$$F_{t2} = \frac{2T}{zD_{6н}}.$$

З (1), поділивши одне рівняння на інше отримаємо співвідношення:

$$\frac{F_{t1}}{F_{t2}} = \frac{D_{6н}}{D_{3в}}. \tag{2}$$

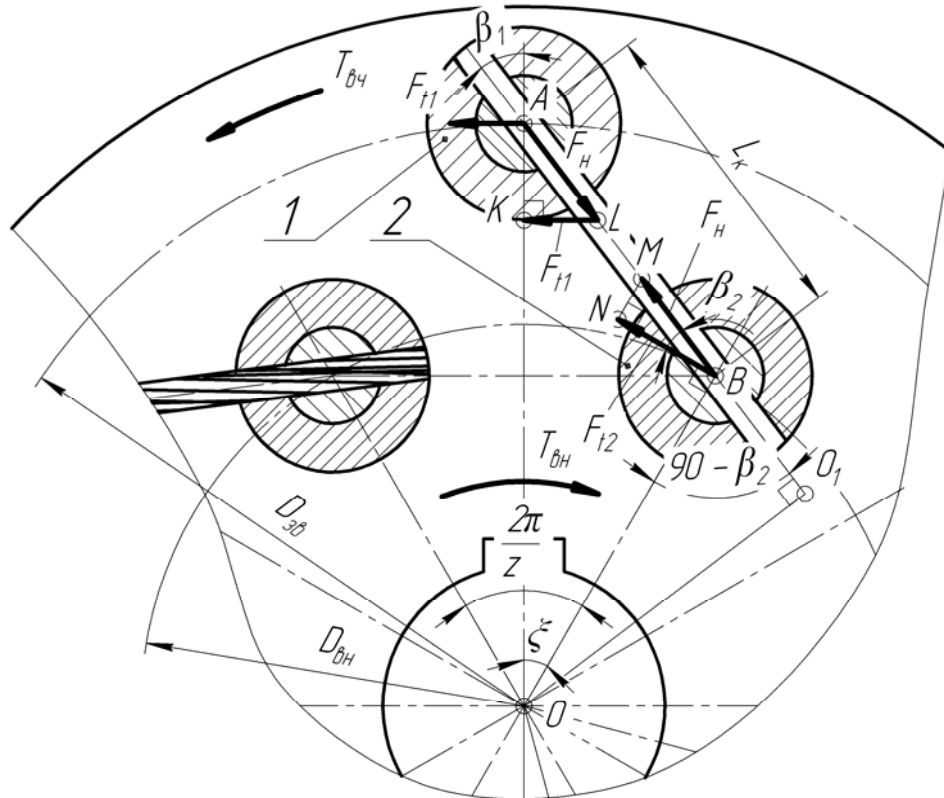


Рисунок 2 – Розрахункова схема муфти з торцевою установкою прямих канатів тангенціального розташування

Розглянувши трикутник AKL (рис. 2) запишемо:

$$KL = AL \times \sin \beta_1, \quad (3)$$

або $F_{t1} = F_H \times \sin \beta_1.$

З трикутника MNB отримаємо:

$$BN = BM \times \cos \beta_2, \quad (4)$$

або $F_{t2} = F_H \times \cos \beta_2.$

З (2), поділивши одне рівняння на інше отримаємо нове співвідношення:

$$\frac{F_{t1}}{F_{t2}} = \frac{\sin \beta_1}{\cos \beta_2}. \quad (5)$$

Об'єднавши (2) та (5), отримаємо:

$$\frac{F_{t1}}{F_{t2}} = \frac{D_{6H}}{D_{36}} = \frac{\sin \beta_1}{\cos \beta_2}. \quad (6)$$

Аналогічні викладки можна отримати іншим способом, розглянувши трикутники OO_1A та OO_1B . Так, з розгляду трикутника OO_1A можна зробити висновок, що:

$$OA \sin \beta_1 = OO_1,$$

Або

$$\frac{D_{36}}{2} \sin \beta_1 = OO_1. \quad (7)$$

З трикутника OO_1B отримаємо:

$$OB \sin \angle OBO_1 = OO_1$$

$$OB \sin(90 - \beta_2) = OO_1,$$

Або

$$OB \cos \beta_2 = OO_1,$$

$$\frac{D_{6H}}{2} \cos \beta_2 = OO_1. \quad (8)$$

Поділивши вирази (8) та (7), незалежно від викладок (2)-(6) отримаємо:

$$\frac{D_{6H}}{D_{36}} = \frac{\sin \beta_1}{\cos \beta_2}. \quad (9)$$

Отже, шукана сила F_H становитиме:

$$F_H = \frac{F_{t1}}{\sin \beta_1} = \frac{2T}{zD_{36} \sin \beta_1} = \frac{F_{t2}}{\cos \beta_2} = \frac{2T}{zD_{6H} \cos \beta_2}. \quad (10)$$

Далі постає задача визначення кутів β_1 та β_2 .

З трикутника OAB запишемо згідно теореми синусів:

$$\frac{AB}{\sin \xi} = \frac{OB}{\sin \beta_1},$$

або

$$\frac{L_K}{\sin \xi} = \frac{D_{6H}}{2 \sin \beta_1}, \quad (11)$$

де $AB = L_K$ – теоретична довжина каната (рис. 2);

ξ - кут монтажного зміщення напівмуфт.

З виразу (11) можна отримати:

$$\sin \beta_1 = \frac{D_{6H} \sin \xi}{2L_K}. \quad (12)$$

А розглядаючи (12) спільно з (6) або (9), отримаємо наступну рівність:

$$\cos \beta_2 = \frac{D_{36} \sin \xi}{2L_K}. \quad (13)$$

Підставивши вирази (12) чи (13) у співвідношення (10), отримаємо нову формулу:

$$F_H = \frac{4TL_K}{zD_{36} D_{6H} \sin \xi}. \quad (14)$$

З трикутника OAB отримаємо за теоремою косинусів:

$$AB = \sqrt{OA^2 + OB^2 - 2OA \times OB \times \cos \xi},$$

$$L_k = \sqrt{0,25(D_{36}^2 + D_{6H}^2) - 0,5D_{36}D_{6H} \cos \xi}$$
(15)

Звідки

$$F_n = \frac{4T \sqrt{0,25(D_{36}^2 + D_{6H}^2) - 0,5D_{36}D_{6H} \cos \xi}}{zD_{36}D_{6H} \sin \xi}.$$
(16)

Аналіз формули (16) показує, що на навантаженість канатів у муфті крім їх кількості z впливає величина діаметрів розташування канатів у напівмуфтах D_{36} та D_{6H} , а також кут монтажного зміщення напівмуфт ξ . Чисельне моделювання для муфти із $z = 6$, $D_{36} = 145$ мм, $D_{6H} = 95$ мм при $T = 1000$ Нм дало можливість побудувати графік залежності сили натягу каната F_n , обчисленої за формулою (16), від величини кута ξ .

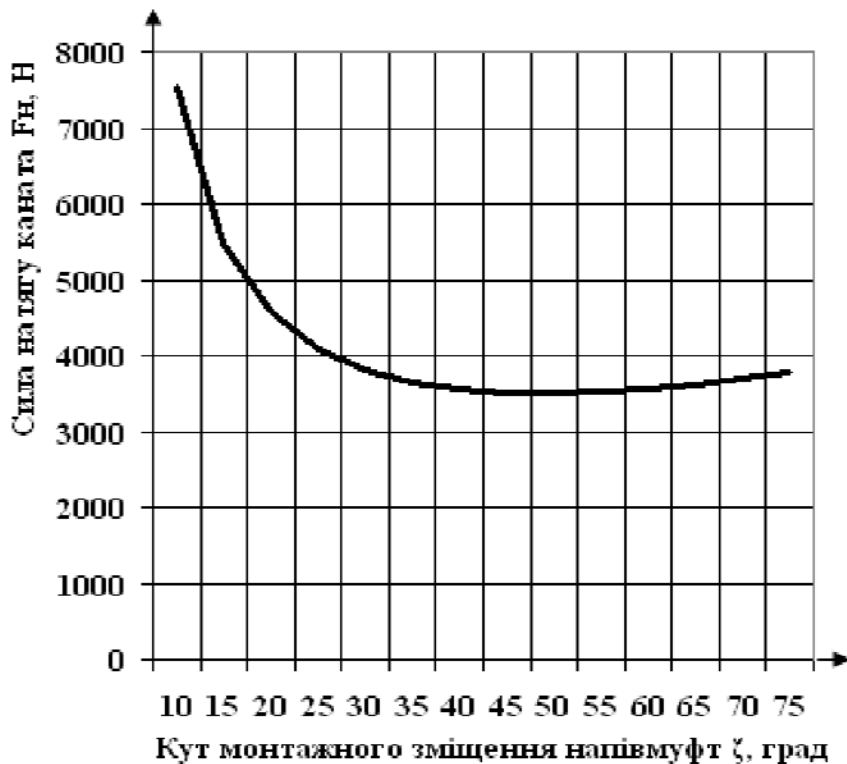


Рисунок 3 – Графік залежності сили натягу каната F_n від величини кута монтажного зміщення напівмуфт ξ

Аналіз цього графіка показує, що при інших рівних умовах, існує такий оптимальний кут ξ_F , який відповідає найменшому навантаженню канатів. Для модельної муфти, згідно рис. 2, цей кут знаходиться в районі 50° . Очевидно, аналогічний оптимум існує і для

коефіцієнта діаметрів $\psi_D = \frac{D_{зв}}{D_{вн}}$. Це формує умови для подальших

теоретичних досліджень з метою отримання виразів для обчислення оптимального кута монтажного зміщення напівмуфт ζ_F , та коефіцієнта ψ_{DF} які забезпечать мінімальне навантаження канатів F_n . Ці вирази потрібні для забезпечення можливості проектування муфти по двох можливих варіантах:

а) задача проектування муфти для заміни встановленої у приводі що експлуатується, коли відомі діаметри $D_{зв}$ та $D_{вн}$. Прикладом може бути муфта для сполучення маховика дизеля із передачею. В цьому випадку необхідно буде використовувати залежність для визначення кута ζ_F ;

б) задача проектування нової муфти при невідомих $D_{зв}$ та $D_{вн}$, проте відомих обмеженнях щодо її компоновки [1]. В цьому випадку можна використовувати залежність для визначення коефіцієнта ψ_{DF} .

В результаті виконаних теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Вперше отримані теоретичні залежності для визначення основних геометричних та силових параметрів муфти з торцевою установкою канатів тангенціального розташування та їх співвідношення, зокрема – сили натягу F_n канатів та ін. Отримані залежності можуть бути використані для обґрунтування параметрів при проектуванні муфт.

2. Встановлено, що на величину сили натягу канатів F_n впливає величина кута монтажного зміщення напівмуфт ζ та величина діаметрів розташування втулок $D_{зв}$ та $D_{вн}$. Показано, що існує значення оптимального кута монтажного зміщення напівмуфт ζ_F , яке забезпечує мінімальне навантаження канатів.

3. Описані основні можливі випадки проектування муфти з торцевою установкою канатів тангенціального розташування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проценко В.О. Проектування муфти з торцевою установкою прямих канатів / В.О. Проценко // Гірничі, будівельні, дорожні, меліоративні машини. – К.: КНУБА. - 2011. – Вип. 77 – С. 44-50.
2. Проценко В.О. Геометричні умови існування муфти з торцевими канатами тангенціального розташування / В.О. Проценко, М.В. Бабій, О.Ю. Клементьєва // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон: ХДМА. – 2015. - № 1(12) – С. 240 - 246.