

ВПЛИВ РАДІАЛЬНОЇ НЕСПІВВІСНОСТІ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ З'ЄДНУВАЛЬНИХ МУФТ З ОСЬОВОЮ УСТАНОВКОЮ ПРЯМИХ КАНАТІВ

*Проценко В.О., Бабій М.В., Кавун В.І., Клименко В.В.,
Херсонський державний морський інститут*

*За рахунок виконання експериментів досліджено вплив радіальних зміщень на енергоємність муфт з осьовою паралельною установкою прямих канатів. Побудовано та проаналізовано графіки залежностей енергоємності канатних муфт від величини та напрямку радіальних зміщень напівмуфт та напрямків закручування муфт. Дослідження виконувались при різних відстанях між напівмуфтами та різних напрямках їх зміщення та закручування.
Ключові слова: муфта, канат, зміщення, енергоємність.*

Вступ. У важких машинах, до яких відносяться й суднові, постійно виникають перевантаження різних типів, які можуть стати причиною поломок. Тому основним завданням систем захисту машин є недопущення появи вказаних поломок, які можуть стати причиною аварій, а у випадку суден – навіть катастроф. У теперішній час методи боротьби з поломками розвиваються за наступними напрямками [1]:

1. Зменшення кінетичної енергії рухомих частин приводів машин.
2. Збільшення потенціальної енергії пружної деформації ланок головної лінії приводу машини.
3. Роз'єднання кінематичного ланцюга головної лінії приводу машини при перевантаженні.

Для суднових машин перший напрямок реалізується за рахунок застосування безредукторного приводу та гвинтів регульованого кроку, другий напрямок – за рахунок застосування високопіддатливих пружно-демпфуючих муфт, наприклад типу «Вулкан» [2], які характеризуються низькою довговічністю в порівнянні з муфтами, оснащеними металевими пружними елементами. Пошук нових рішень та виконання нових досліджень у вказаних напрямках є актуальним і важливим завданням.

Аналіз стану проблеми. Постановка задачі. За рахунок виконання теоретичних досліджень, авторами [3, 4] встановлено, що існуючі конструкції пружно-компенсуючих муфт з металевими пружними елементами, у більшості, досягли глобального екстремуму параметрів. Тому закономірним є розвиток муфт, які реалізують новий принцип дії, наприклад перспективних муфт з канатними пружними елементами [5] та функціонально-орієнтованих технологій їх проектування і виробництва [6, 7].

Основною характеристикою муфт, яка визначає їх габарити та здатність запобіганню перевантажень, є енергоємність. У той же час, похибки виготовлення та складання елементів приводів призводять до появи розцентровок валів, поєднаних муфтами. Відомо також, що робота муфт в

умовах неспіввісності може стати причиною зміни їх характеристик [8-10], що може впливати на їх працездатність. Для канатних муфт дослідження впливу вказаних факторів поки не виконувались.

З огляду на вищевикладене в даній роботі була поставлена **мета** – дослідити вплив радіальної неспіввісності муфт з осью паралельною установкою прямих канатів на їх енергоємність.

Розв'язання поставленої задачі. Були виготовлені технологічні напівмуфти універсальної конструкції [5] з діаметром розташування канатів $D = 59$ мм (рис. 1), з яких склалися муфти з осью паралельною установкою канатів прямолінійної форми із застосуванням канатів ТК конструкції $6 \times 19 + \text{о.с.}$ (ГОСТ 3067). Діаметр кожного з чотирьох канатів $d_k = 5,2$ мм, діаметр дротів $\delta = 0,34$ мм. Канати закріплені в осьових отворах діаметром 6,8 мм фланців напівмуфт болтами М8, що встановлені в їх радіальні різьбові отвори. Дослідження виконували за рахунок навантаження муфти на спеціальному дослідному стенді обертальним моментом і замірів кута повороту однієї напівмуфти φ при жорстко закріпленій іншій напівмуфті. Стенд був обладнаний салазками зі шкалою та гвинтовим приводом для надання одній із напівмуфт радіальних зміщень Δ .

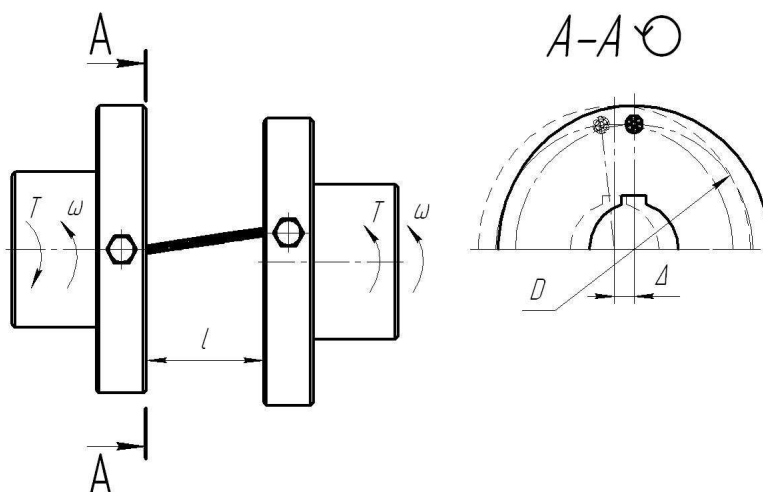


Рисунок 1 – Схема муфти з осью паралельною установкою канатів прямолінійної форми

Обертання муфти виконували в напрямку закручування (додатному) та розкручування (від'ємному) канатів при відстанях між напівмуфтами $l = 30$ і $l = 15$ мм та радіальних зміщеннях $\Delta = + 2, + 4, + 6, - 2, - 4, - 6$ мм. Додатними вважали зміщення, які викликають закручування, а від'ємними – розкручування канатів. На рисунку 2 показані ненавантажені муфти при зміщенні $\Delta = + 4$ мм (а) і $- 4$ мм (б).

За результатами замірів були побудовані графіки зміни кута закручування муфти φ в залежності від обертового моменту T , при відстані між напівмуфтами $l = 30$ мм (рис. 3) і $l = 15$ мм (рис. 4) при зміщеннях між напівмуфтами $\Delta = + 2$ та $- 2$ (а), $+ 4$ та $- 4$ (б), $+ 6$ та $- 6$ (в). Для порівняння на графіки нанесені криві, побудовані по замірах при нульовому зміщенні

напівмуфт. На вказаних рисунках криві побудовані суцільною лінією у випадку, коли напрямки закручування муфти і звивки сталок у канатах співпадають (додатний напрямок закручування), а штриховою лінією – коли ці напрямки протилежні.

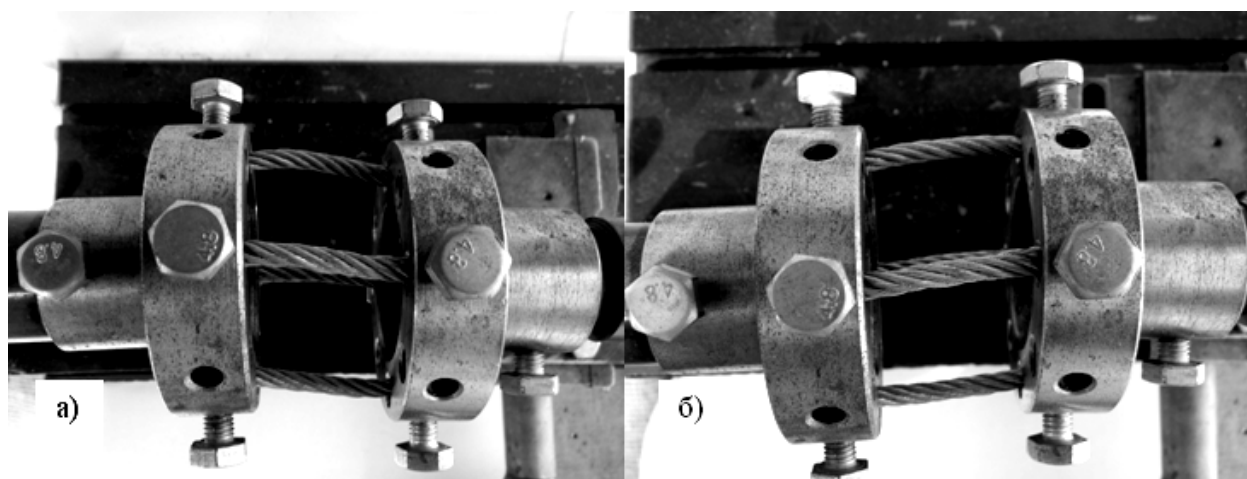


Рисунок 2 – Загальний вид досліджуваних муфт при зміщенні $\Delta = +4$ мм (а) та при зміщенні $\Delta = -4$ мм (б)

Для порівняння осьовою лінією нанесені графіки зміни кута повороту отримані з розрахунків жорсткості муфти, за аналогією з муфтою із пружними стрижнями [11], в припущенні, заснованому на дослідях проф. П.П. Нестерова, С.Т. Сергеева та ін., що жорсткість кожного каната рівна сумарній жорсткості ΣEI всіх його дротів [12].

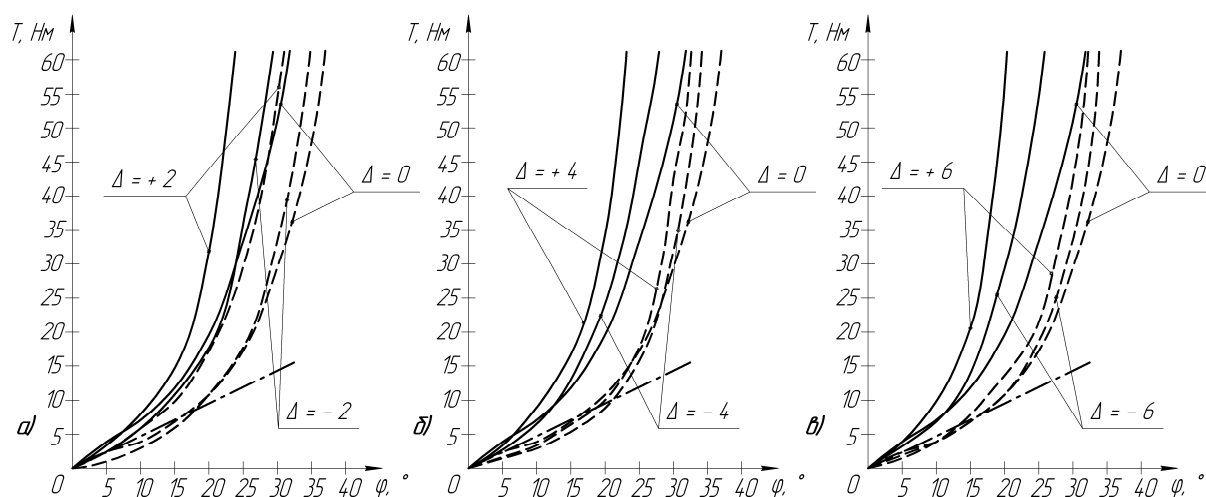


Рисунок 3 – Графіки зміни кута закручування муфти φ при відстані між напівмуфтами $l = 30$ мм від обертового моменту T при зміщенні $\Delta = 2$ мм (а), $\Delta = 4$ мм (б), $\Delta = 6$ мм (в)

Як відомо, енергоємність муфти – це максимальна кількість потенційної енергії, яку вона може акумулювати при максимальній деформації. Цей показник можна використовувати для якісного аналізу муфт [8, 11].

Енергоємність визначали за отриманими графіками зміни жорсткості муфт, користуючись формулою [8]:

$$A = \frac{Sxy}{57,3}, \text{ Нм/рад}, \quad (1)$$

де S – площа, що обмежена кривою навантаження, віссю абсцис та віссю ординат, мм^2 ; $x = 0,5$ град/мм (рис. 3) та $0,2$ град/мм (рис. 4) – масштаб по осі φ ; $y = 0,5$ Нм/мм – масштаб по осі T .

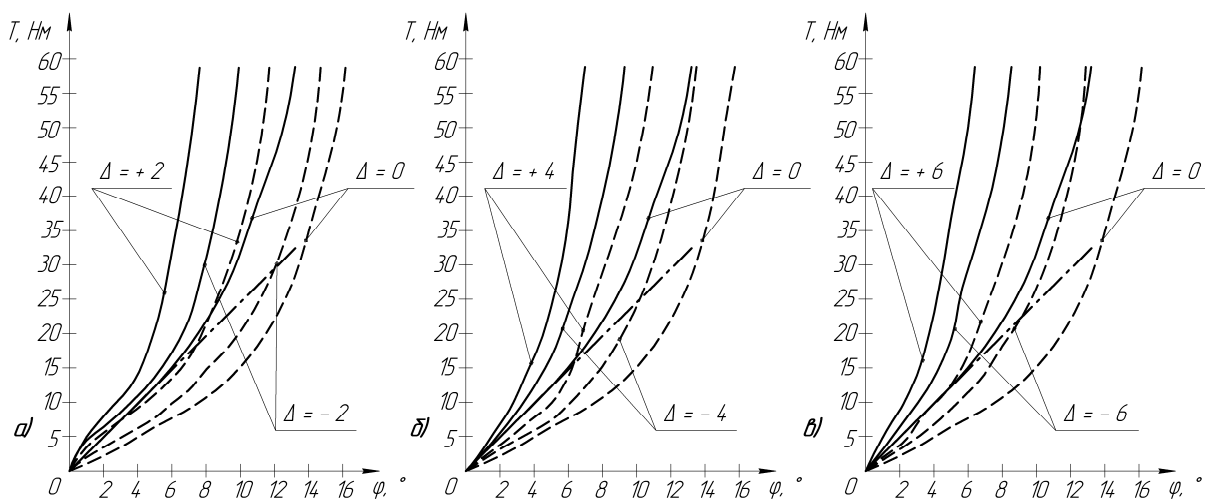


Рисунок 5 – Графіки зміни кута закручування муфти φ при відстані між напівмуфтами $l = 15$ мм від обертового моменту T при зміщенні $\Delta = 2$ мм (а), $\Delta = 4$ мм (б), $\Delta = 6$ мм (в)

Площі S визначали за рахунок вимірювання при побудові графіків у системі КОМПАС-3D і наближено перевіряли за рахунок апроксимації криволінійної фігури трикутником. За результатами розрахунків енергоємності на рисунку 6 побудовані графіки зміни енергоємності муфт від напрямку та величини радіального зміщення і напрямку обертання.

Висновки. При аналізі графіків зміни енергоємності можна встановити наступне:

- радіальні зміщення впливають на енергоємність муфт з осьовою паралельною установкою канатів прямолінійної форми;
- вплив зміщень на енергоємність нелінійний;
- більшою мірою зміщення впливають на енергоємність муфт при обертанні в напрямку закручування канатів;

- при обертанні муфти в напрямку закручування канатів енергоємність зменшується у всьому діапазоні додатних зміщень;

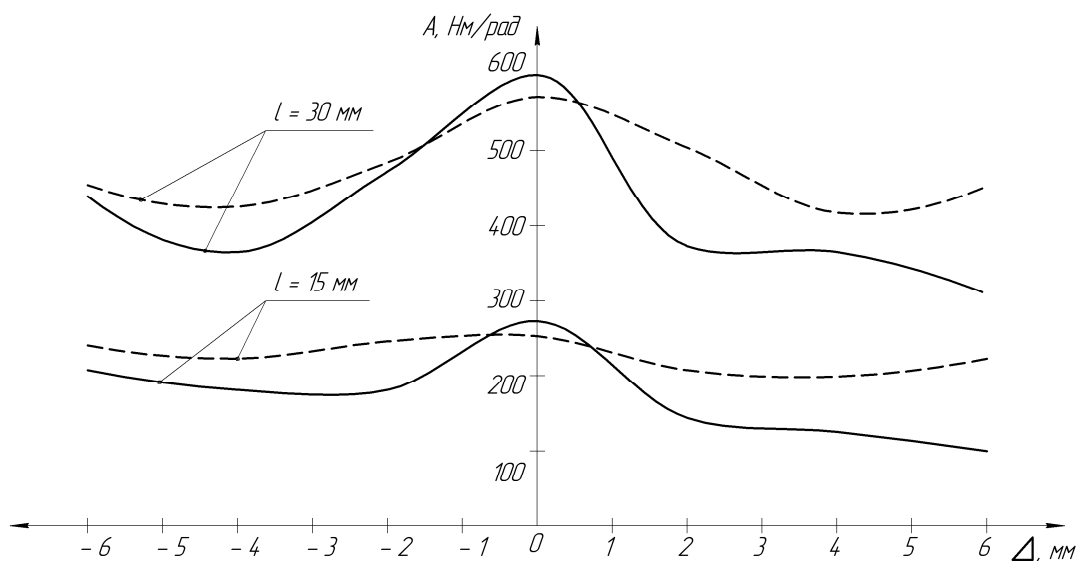


Рисунок 6 – Графіки зміни енергоємності муфт від напрямку та величини радіального зміщення і напрямку обертання

- при обертанні муфти в напрямку закручування канатів енергоємність знижується в діапазоні зміщень $0 \dots 4$ мм, а при подальшому збільшенні абсолютної величини зміщення енергоємність незначно зростає;

- при обертанні муфти в напрямку розкручування канатів енергоємність зменшується в діапазоні $0 \dots + 2$, і $0 \dots + 4$ мм, а при подальшому збільшенні абсолютної величини зміщення енергоємність незначно зростає;

- незначний ріст енергоємності при великих значеннях величини радіального зміщення можна пояснити появою трибокомпоненти жорсткості та депланацією поперечних перетинів канатів при їх великих кривинах.

Можна рекомендувати наступні **напрямки подальших досліджень** муфт з канатними пружними елементами:

- вплив умов експлуатації на енергоємність канатних муфт;
- динаміка машин з канатними муфтами в умовах наявності радіальних розцентровок;
- розробка нових конструкцій канатних муфт підвищеної енергоємності;
- експериментальні дослідження ефективності захисту від перевантажень приводів машин канатними муфтами;
- залежність енергоємності канатних муфт від конструкції канатів, застосованих у якості пружних елементів;
- керована зміна енергоємності канатних муфт та розробка систем захисту від перевантажень на її основі;

- вплив покриттів та прогресивних методів обробки канатів на енергоємність муфт;
- розробка систем автоматизованого проектування канатних муфт;
- розробка систем автоматизованого синтезу технологій виготовлення канатних муфт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артюх В.Г. Проблеми захисту важких машин від поломки / В.Г. Артюх // *Машинознавство*. – Львів: КІНПАТРІ ЛТД. – 2003. – № 12 (78). – С. 24–28.
2. Агуреев А.Г., Баршай Ю.С. Крутильные колебания и надежность судовых валопроводов. – М.: Транспорт, 1982. – 112 с.
3. Проценко В.О. Прогнозування розвитку рухомих пружно-компенсуючих муфт з металевими пружними елементами / В.О. Проценко, В.О. Настасенко, М.Е. Тернюк // *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Тем вип.: Проблеми механічного приводу. – Харків: НТУ «ХП». – 2010. – Вип. 26. – С. 112–124.
4. Проценко В.О. Прогнозування розвитку рухомих пружно-компенсуючих муфт з канатними пружними елементами / В.О. Проценко, В.О. Настасенко, М.Е. Тернюк // *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Тем вип.: Проблеми механічного приводу. – Харків: НТУ «ХП». – 2010. – Вип. 27. – С. 153–158.
5. Проценко В.О. Технологічні конструкції муфт обладнання підприємств будівельних матеріалів / В.О. Проценко, К.В. Луняка, В.О. Настасенко, А.Ю. Веремеєнко // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. – Херсон: ХНТУ. – 2010. – № 1(37). – С. 138–144.
6. Михайлов А.Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с.
7. Михайлов А.Н., Настасенко В.А., Проценко В.А. Развитие принципов функционально-ориентированных технологий в проектировании технических систем: материалы Республиканської науково-практичної конференції [«Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТО–2010)»], (Херсон, 5–7 жовтня 2010 р.). – Херсон: Видавництво ХДМІ, 2010 – С. 66–69.
8. Поляков В.С. Исследование брусковой муфты в условиях статического нагружения / В.С. Поляков, Л.С. Лефтеров // *Труды Ленинградского ордена Ленина политехнического института имени М.И. Калинина*. – 1965. – № 254. – С. 19–27.
9. Клименко В.Ф. Исследование компенсирующей способности упругих муфт со звездочкой / В.Ф. Клименко // *Детали машин*. – 1979. – Вып. 28. – С. 44–47.
10. Иванченко Ф.К. О влиянии эксцентриситета между полумуфтами на характеристику упругой муфты / Ф.К. Иванченко, С.Л. Панов // *Детали машин*. – 1983. – Вып. 37. – С. 26–28.

11. Ряховский О.А. Справочник по муфтам / О.А. Ряховский, С.С. Иванов / Под ред. О.А. Ряховского. – Л.: Политехника, 1991. – 384 с.
12. Сергеев С.Т. Стальные канаты. – К.: Техніка, 1974. – 324 с.

Проценко В.А., Бабий М.В., Кавун В.И., Клименко В.В. ВЛИЯНИЕ РАДИАЛЬНОЙ НЕСООСНОСТИ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ С ОСЕВОЙ УСТАНОВКОЙ ПРЯМЫХ КАНАТОВ

За счет выполнения экспериментов исследовано влияние радиальных смещений на энергоемкость муфт с осевой параллельной установкой прямых канатов. Построены и проанализированы графики зависимости энергоемкости канатных муфт от величины и направления радиальных смещений полумуфт и направления закручивания муфт. Исследования выполнялись при разных расстояниях между полумуфтами и разных направлениях их смещения и закручивания.

Ключевые слова: муфта, канат, смещение, энергоемкость.

Protsenko V.A., Babiy M.V., Kavun V.I., Klimenko V.V. INFLUENCE OF RADIAL MISALIGNMENT ON POWER CONSUMPTION OF CONNECTING MUFFS WITH AXIAL INSTALLATION OF DIRECT ROPES

At the expense of performance of experiments influence of radial eccentricity on power consumption muffs with axial parallel installation of direct ropes is investigated. Schedules of dependence of power consumption rope muffs from size and a direction of radial eccentricity halfmuffs and twisting directions muffs are constructed and analysed. Researches were carried out at different distances between halfmuffs and different directions of their eccentricity and a twisting.

Keywords: muff, rope, eccentricity, power consumption.