

УДК 621.825

В.О. ПРОЦЕНКО, О.Ю. КЛЕМЕНТЬЄВА
Херсонська державна морська академія**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ ПРОФІЛЬНИХ
ЗАПОБІЖНИХ МУФТ МОДИФІКАЦІЄЮ ЇХ СТРУКТУРИ**

Стаття відноситься до галузі машинознавства, а саме до теорії механізмів та деталей машин. В ній, за рахунок виконання теоретичних досліджень, показана недосконалість структури відомих конструкцій профільних пружно-запобіжних муфт. Встановлено, що основні недоліки цих пристроїв мають своєю причиною структурну недосконалість їх механізмів. Так, наявність у механізмах цих пристроїв надлишкових зв'язків є причиною відсутності можливості самоустановки їх деталей. Це спричиняє нерівномірне навантаження роликів та нерівномірний знос поверхонь тертя. В роботі запропоновано удосконалити структурні параметри згаданих механізмів за рахунок оснащення їх канатними елементами, що сполучають ролики з ведучими напівмуфтами. Встановлено, що таке удосконалення повністю ліквідує надлишкові зв'язки, а відтак дозволяє забезпечити самоустановку деталей муфт. Це може стати причиною забезпечення рівномірності розподілу навантаження та зносу роликів і підвищення за рахунок цього безвідмовності.

Ключові слова: запобіжна муфта, ролик, канатний елемент, структура, синтез.

В.А. ПРОЦЕНКО, О.Ю. КЛЕМЕНТЬЄВА
Херсонская государственная морская академия**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРОФИЛЬНЫХ
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ МОДИФИКАЦИЕЙ ИХ СТРУКТУРЫ**

Статья относится к области машиноведения, а именно к теории механизмов и деталям машин. В ней, за счет выполнения теоретических исследований, показано несовершенство структуры известных конструкций профильных упруго-предохранительных муфт. Установлено, что основные недостатки этих устройств имеют своей причиной структурное несовершенство их механизмов. Так, наличие в механизмах этих устройств избыточных связей является причиной отсутствия самоустановки их деталей. Это становится причиной неравномерной нагрузки роликков и неравномерного износа поверхностей трения. В работе предложено усовершенствовать структурные параметры упомянутых механизмов за счет оснащения их канатными элементами, соединяющими ролики с ведущими полумуфтами. Установлено, что такое усовершенствование полностью ликвидирует избыточные связи, а значит позволяет обеспечить самоустановку деталей муфт. Это может стать причиной обеспечения равномерности распределения нагрузки и износа роликков и повышения за счет этого безотказности.

Ключевые слова: предохранительная муфта, ролик, канатный элемент, структура, синтез.

V.O. PROTSENKO, O.YU. KLEMENTYEVA
Kherson State Maritime Academy**HEIGHTENING OF OPERATION NON-FAILURE OPERATION OF CROSS-SECTIONAL SAFETY
CLUTCHES BY MODIFICATION OF THEIR STRUCTURE**

The article treats to area machinery, namely to the theory of mechanisms and part of machines. In it, at the expense of execution theoretical probes, imperfection known constructions structure of cross-sectional elastic-safety clutches is displayed. It is fixed that the basic deficiencies of these devices have the reason structural imperfection of their mechanisms. So, presence in mechanisms of these devices of redundant links is at the bottom absence self-installation their details. It becomes the reason of a non-uniform load of rollers and non-uniform deterioration friction surfaces. In operation it is offered to improve structural parameters of the mentioned mechanisms at the expense of equipment by their rope elements connecting rollers with leading semiclutches. It is fixed that such improvement completely liquidates redundant links so allows to ensure self-installation of details of clutches. It can become the reason of security uniformity of distribution a load and deterioration of rollers and heightenings at the expense it to non-failure operation.

Keywords: safety clutch, roller, rope element, structure, synthesis.

Постановка проблеми

Сучасні вимоги до компактності обладнання різних галузей промисловості призводять до необхідності підвищення навантажувальної здатності його деталей та складальних одиниць. До найбільш напружених із них належать запобіжні муфти. Ці муфти часто будують, використовуючи принцип передачі навантаження за рахунок тертя, що обумовлює великі розміри та низький ресурс цих пристроїв. Тому останнім часом збільшується доля запобіжних муфт, що використовують принцип зачеплення [1-3]. З огляду на викладене, удосконалення запобіжних муфт є важливою задачею у розрізі підвищення експлуатаційної безвідмовності механічного обладнання, що можливо виконати, зокрема, застосуванням пружних та комбінованих пружно-запобіжних муфт [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Серед запобіжних муфт, що працюють за принципом зачеплення особливе місце займають профільні муфти. Основи теорії та практики таких муфт розроблялися зокрема професором МВТУ ім. Баумана М.М. Івановим (м. Москва) та його аспірантом Д.Л. Льюзіним (м. Новосибірськ) [6, 7]. Конструкція та принцип роботи таких муфт зрозумілий з їх схеми на рис. 1 і полягає у зачепленні роликів встановлених на пружних елементах у ведучій напівмуфті з виступами профільного отвору веденої напівмуфти у період усталеної роботи під номінальним навантаженням та перекочування роликів по цих виступах за рахунок подолання пружних сил від пружних елементів у період дії перевантажень. У варіанті I пружними елементами є призматичні стрижні, що працюють на згин, а у варіанті II - еластомірні вставки роликів, що працюють на стиск.

Формулювання мети дослідження

Конструкція муфт не містить фрикційних елементів, що визначає їх високу навантажувальну здатність, проте характеризується недоліками, що пов'язані із існуванням надлишкових зв'язків у їх механізмах. Наявність цих факторів знижує безвідмовність описаних пристроїв і вимагає їх удосконалення, що і становить мету даної роботи.

Викладення основного матеріалу дослідження

Практикою конструювання та експлуатації машин підтверджено [8], що найбільш досконалими є механізми, деталі яких мають можливість самоустановки, тобто позбавлені надлишкових зв'язків. Далі досліджуватимемо структуру механізму муфти, за рахунок обчислення кількості надлишкових зв'язків у ньому.

Розглядатимемо усталений режим роботи муфти, як найбільш характерний для неї. При цьому обертаються обидві напівмуфти разом з пружними елементами та роликами, які в такому випадку є нерухомими. Визначимо кількість надлишкових зв'язків у кожному елементарному механізмі «ведуча напівмуфта-ролик-ведена напівмуфта» в усталеному режимі.

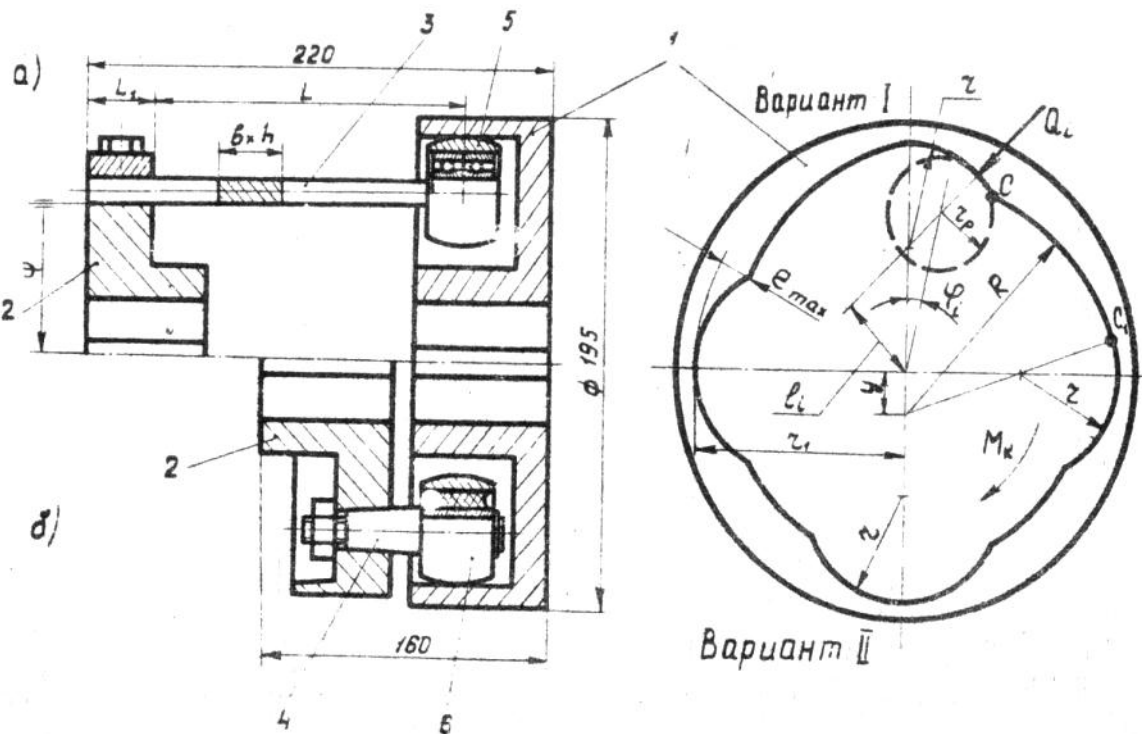


Рис. 1. Загальний вид профільної запобіжної муфти (у двох варіантах)

Структурна схема механізму муфти під час усталеного режиму роботи показана на рис. 2. При цьому кількість рухомих ланок становить $n = 2$ – це ведуча напівмуфта 1 і ведена напівмуфта 2, кількість кінематичних пар п'ятого класу становить $P_5 = 2$ (A_5 та C_5), кількість кінематичних пар третього класу $P_3 = 1$ (B_3).

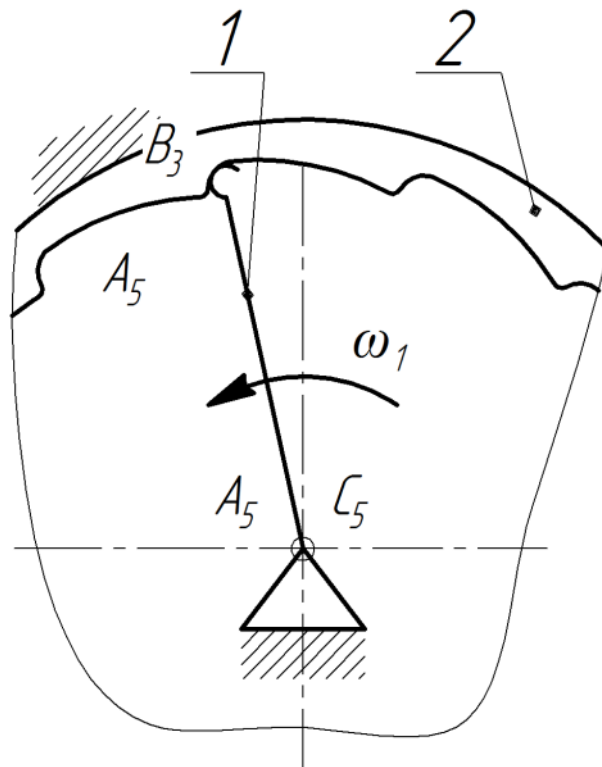


Рис. 2. Структурна схема механізму базової муфти

Загальна кількість кінематичних пар:

$$P = P_5 + P_3 = 2 + 1 = 3. \quad (1)$$

Сума рухомостей кінематичних пар:

$$f = 1P_5 + 3P_3 = 1 \times 2 + 3 \times 1 = 5. \quad (2)$$

Кількість незалежних замкнених контурів механізму за формулою Гохмана:

$$k = P - n = 3 - 2 = 1. \quad (3)$$

Ступінь рухомості механізму за формулою Войня і Атанасіу [9]:

$$W = N - \sum r_i = 6 - 5 = 1, \quad (4)$$

де $N = 5$ – кількість однорухомих кінематичних пар (в даному випадку дорівнює сумі рухомостей f).

$r = 4$ – ранг осей незалежного контура.

Кількість надлишкових зв'язків механізму муфти за формулою Сомова-Малишева [8]:

$$\begin{aligned} q_{CM} &= W + 5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 - 6n = \\ &= 1 + 5 \times 2 + 4 \times 0 + 3 \times 1 + 2 \times 0 + 0 - 6 \times 2 = 2 \end{aligned} \quad (5)$$

Кількість надлишкових зв'язків механізму за формулою Озола [10]:

$$q_{Oz} = W + 6k - f = 1 + 6 \times 1 - 5 = 2. \quad (6)$$

Таким чином, механізм муфти не позбавлений 2 зайвих зв'язків, наявність яких і спричиняє нерівномірне навантаження роликів та низьку компенсуючу здатність муфти. Для зменшення кількості надлишкових зв'язків та підвищення безвідмовності муфти можна запропонувати зменшення класу кінематичних пар механізму муфти, наприклад за рахунок сполучення роликів із ведучою напівмуфтою гнучкими елементами, наприклад сталевими канатами.

Розв'язання задачі зменшення надлишкових зв'язків, одночасно із забезпеченням компенсуючої та демпфуючої здатності муфти можна виконати за рахунок розроблення відцентрової профільної запобіжної канатної муфти. Вона складається з веденої чашоподібної напівмуфти з профільним центральним отвором, роликів, що мають можливість взаємодії з цим отвором, які сполучені із ведучою напівмуфтою пружними елементами при чому пружними елементами є гнучкі елементи, наприклад

сталеві канати, що встановлені в площині перпендикулярній до осі напівмуфт, сполучені одними зі своїх кінців з роликами, а іншими кінцями закріплені у ведучій напівмуфті.

Структурну схему механізму запропонованої муфти можна уявити з рис. 3. При цьому кількість рухомих ланок, порівняно з базовою муфтою збільшується до $n = 3$ – це ведуча напівмуфта 1, ведена напівмуфта 2 та ролик 3, кількість кінематичних пар п'ятого класу становить $P_5 = 3$ (A_5 , C_5 та D_5). Гнучку ланку у вигляді каната вважатимемо за пропозицією проф. Л.М. Решетова [8] парою B_1 першого класу, тому $P_1 = 1$.

Загальна кількість кінематичних пар:

$$P = P_5 + P_1 = 3 + 1 = 4.$$

Сума рухомостей кінематичних пар:

$$f = 1P_5 + 5P_3 = 1 \times 3 + 5 \times 1 = 8.$$

Кількість незалежних замкнених контурів механізму за формулою Гохмана:

$$k = P - n = 4 - 3 = 1.$$

Ступінь рухомості механізму за формулою Войня і Атанасіу:

$$W = N - \sum r_i = 7 - 5 = 2,$$

де $N = 8$ – кількість однорухомих кінематичних пар.

$r = 6$ – ранг осей незалежного контура.

Кількість надлишкових зв'язків механізму муфти за формулою Сомова-Малишева:

$$\begin{aligned} q_{CM} &= W + 5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 - 6n = \\ &= 2 + 5 \times 3 + 4 \times 0 + 3 \times 0 + 2 \times 0 + 1 - 6 \times 3 = 0 \end{aligned}$$

Кількість надлишкових зв'язків механізму за формулою Озола:

$$q_{OZ} = W + 6k - f = 2 + 6 \times 1 - 8 = 0.$$

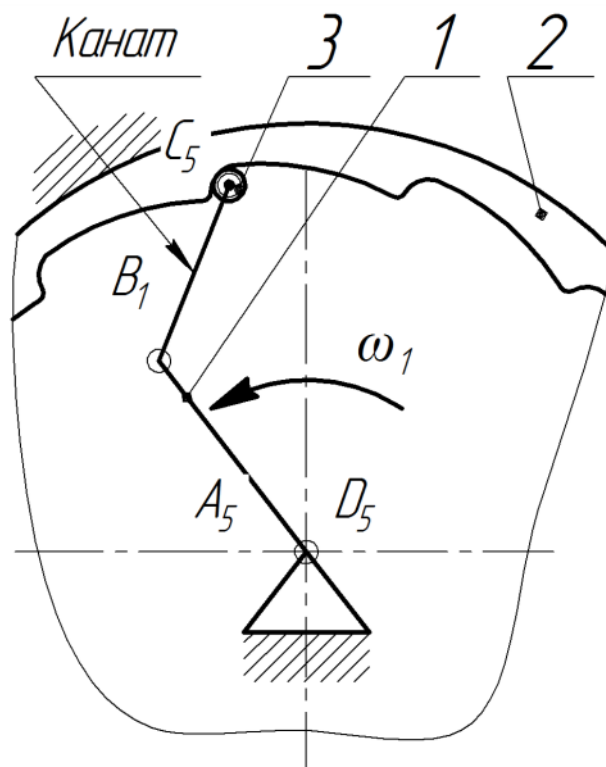


Рис. 3. Структурна схема механізму нової муфти

Таким чином, за рахунок наявності в муфті удосконаленої конструкції канатних пружних елементів, механізм позбавлений зайвих зв'язків, що повинно стати причиною підвищення довговічності муфти при роботі в умовах неспіввісності.

Висновки

1. Профільні запобіжні та пружно-запобіжні муфти характеризуються наявністю надлишкових зв'язків у їх механізмах, що може стати причиною нерівномірного зносу їх деталей.

2. Наявність надлишкових зв'язків стає причиною незадовільної роботи муфти в умовах кутової неспіввідповідності.
3. Доведено, що зниження кількості надлишкових зв'язків можна досягти за рахунок застосування у сполученнях роликів із ведучою напівмуфтою гнучких елементів, наприклад сталевих канатів.

Список використаної літератури

1. Малащенко В. О. Кулькові механізми вільного ходу : монографія / В. О. Малащенко, П. М. Гащук, О. І. Сороківський, В. В. Малащенко. – Львів : Новий Світ-2000, 2012. – 212 с.
2. Клендій О. М. Обґрунтування параметрів запобіжних муфт гвинтових конвеєрів : автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.02 – машинознавство / О. М. Клендій. – Львів, 2015. – 21 с.
3. Малащенко В. О. Навантажувальна здатність приводів великомасових систем : монографія / В. О. Малащенко, Г. П. Куновський. – Львів : «Новий світ-2000», 2016. – 150 с.
4. Хавронин В. П. Повышение эффективности гидроприводов сельскохозяйственного назначения за счет снижения динамической нагруженности энергетической установки: автореферат дис. канд. техн. наук спец. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства / В. П. Хавронин. – Волгоград, 2009. – 20 с.
5. Артюх В. Г. Основы защиты металлургических машин от поломок : монография / В. Г. Артюх. – Мариуполь : Университет, 2015 – 288 с.
6. Лёзин Д. Л. Исследование упругих и упруго-предохранительных профильных муфт: автореферат дис. канд. техн. наук спец. 05.02.02 – машиноведение и детали машин / Д. Л. Лёзин. – М., 1974. – 14 с.
7. Иванов М. Н. Расчет и проектирование муфт Дели / М. Н. Иванов, Д. Л. Лёзин // Вестник машиностроения. – 1977. – № 4. – С. 30-33.
8. Решетов Л. Н. Самоустанавливающиеся механизмы / Л. Н. Решетов. – М. : Машиностроение, 1991. – 288 с.
9. Машнев М. М. Теория механизмов и машин и детали машин / М. М. Машнев, Е. Я. Красковский, П. А. Лебедев. – Л. : Машиностроение, 1980. – 512 с.
10. Озол О. Г. Теория механизмов и машин / О. Г. Озол. – М. : Наука, 1984. – 432 с.