

УДК 621.82

© Б.М. Гевко, д.т.н., А.С. Дячун, к.т.н., В.В. Крук, к.т.н., П.В. Босюк  
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИВОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ДВОХСТОРОНЬОЇ ДІЇ**

*Наведені технологічні передумови проектування обгінної муфти двохсторонньої дії, представлені розрахункові схеми для визначення контактних сил та конструктивних параметрів пар контакту, а також виведені аналітичні залежності для визначення силових, кінематичних і технологічних параметрів. Обґрунтовано вибір матеріалів деталей цих муфт.*

### **МУФТА ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ.**

**Постановка проблеми.** Муфти входять до складу більшості сільськогосподарських агрегатів та механізмів і мають значний вплив на їх експлуатаційні й технічні характеристики. Поряд із передачею обертового руху муфти виконують ще й інші функції. Зокрема, це захист від перевантаження, компенсація зміщень з'єднаних валів, амортизація поштовхів, ударних навантажень та вібрацій, що супроводжують роботу різного роду машин та механізмів. При проектуванні нових конструкцій приводів машин постійною є проблема вибору їх оптимальних параметрів в залежності від їх співвідношення, умов експлуатації, бажаних функціональних характеристик та багатьох інших факторів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання визначень взаємозалежностей конструктивно-силових параметрів обгінних муфт розглянуті у працях В.С. Полякова, І.Д. Барбаша [1], В.О. Малаценка [2], В.Т. Павлище [3], О.А. Ряховського [4]. Проте розрахунок кожного приводу має свою специфіку, оскільки кожна із конструкцій характеризується наявністю тих чи інших конструктивних елементів, які впливають на характер їх спрацювання.

**Мета дослідження.** Метою даної роботи є розробка технологічних передумов розрахунку основних конструктивно-силових параметрів пари контакту розробленої муфти з вибором відповідного матеріалу основних деталей.

**Результати дослідження.** Робота виконується в рамках пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки “Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі” на 2006-2015 роки.

Робота приводу двохсторонньої дії (обгінної муфти) (рис. 1) здійснюється наступним чином. Обертовий момент передається від

привідної зірочки 1 на зовнішню обойму 2, стакан 7 і розрізні циліндричні гальмівні сектори 4. Останні передають обертовий момент на гальмівні елементи 12 і вал 3, який обертає робочий орган (на кресленні не показано).

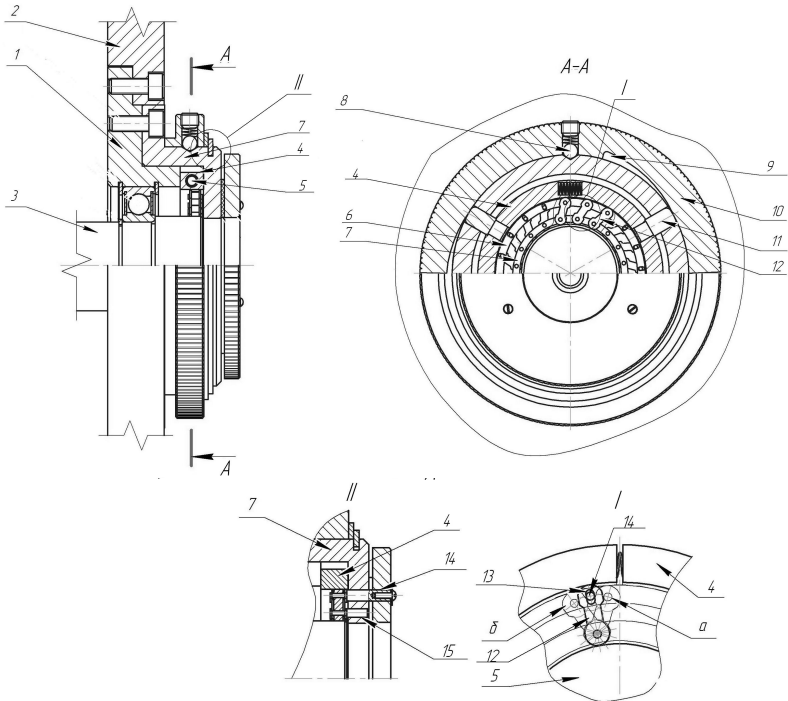


Рис. 1 - Обгінна муфта двосторонньої дії

Нижній сепаратор 7 за допомогою пальців 15 прикріплено до стакана 1, а верхній пальцями 14 - до шайби. Нижніми отворами гальмівні елементи 12 є у взаємодії з пальцями 14 з можливістю відносного переміщення і які жорстко закріплені до торця внутрішнього сепаратора 7, а верхні розгінні видовжені отвори 13 виконані у вигляді розгінних видовжених пазів, які є у взаємодії з пальцями 14, що жорстко закріплені до торця зовнішнього сепаратора з можливістю відносного переміщення. Якщо гальмівні елементи 12 в механізмі знаходяться під нахилом вправо (поз. *a*, фіг. 1), то вал 3 вільно обертається проти годинникової стрілки. Зворотній рух вала неможливий через заклинювання гальмівних елементів 12 між сегментом 4 та валом 3.

Для зміни руху вала 3 необхідну повернути кільце таким чином, щоб направляючі пальці 8 опинилися у виймці. Тим самим циліндричні гальмівні сектори 12 за допомогою пружин 5 збільшують свій внутрішній

діаметр і звільняють гальмівні елементи від навантаження. За допомогою шайби переміщують верхній сепаратор 6 вліво (поз. б, фіг. 1), для чого виконані розгінні пази. Кільце 10 повертається назад до фіксації його кулькою 8. При цьому вал 3 вільно обертається в протилежну сторону (за годинниковою стрілкою).

Дана обгінна муфта передає крутний момент за рахунок самозаклинювання відповідних гальмівних елементів під час їх контакту із внутрішньою поверхнею зовнішньої обойми пристрою. Умова самозаклинювання забезпечується комплексною дією сил тертя в точках контакту безпосередньо зовнішніх поверхонь контактних ланок внаслідок їх провертання на своїх осях.

Згідно з розрахунковою схемою (рис. 2) результуючу силу  $F_p$ , яка протидіє силі контакту  $W$  гальмівних елементів, і є складовою умови самозаклинювання, можна виразити через нормалі  $N_1$  і  $N_2$ , що виникають на поверхнях контакту осі і пазів контактної ланки.

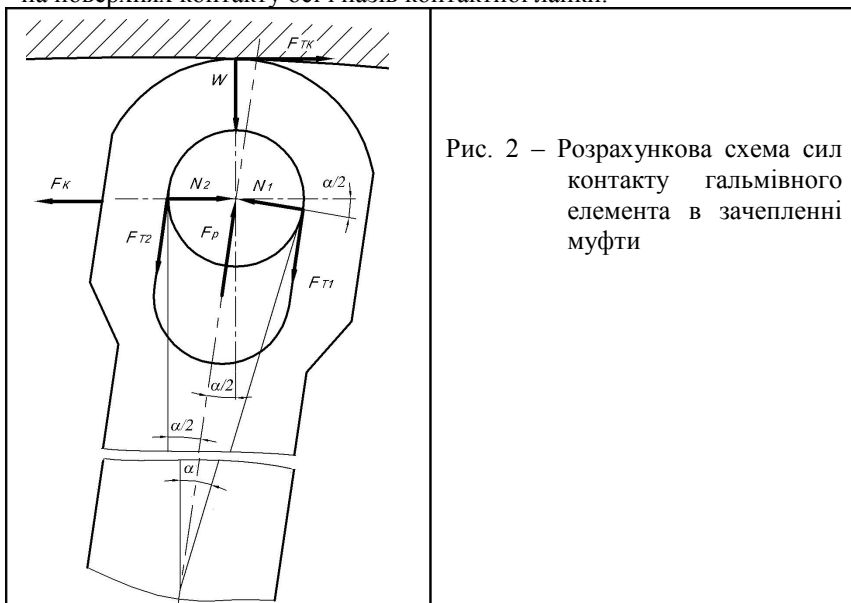


Рис. 2 – Розрахункова схема сил контакту гальмівного елемента в зачепленні муфти

$$F_p = N_1 \sin(\alpha/2) + N_2 \sin(\alpha/2) = \sin(\alpha/2)(N_1 + N_2), \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу поверхні контактної ланки.

Згідно з розрахунковою схемою умова рівноваги сил, при якій забезпечується умова самозаклинювання гальмівних елементів, є наступною:

$$W \geq F_p \cos(\alpha/2) + F_{T1} \cos(\alpha/2) + F_{T2} + F_{T\hat{E}} / [\text{tg}(\alpha/2)]; \quad (2)$$

$$W \geq F_p \cos(\alpha/2) + F_{T1} \cos(\alpha/2) + F_{T2} + \frac{F_{TE} \cos(\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)}; \quad (3)$$

$$W \geq F_{T2} + \cos(\alpha/2) \left( F_p + F_{T1} + \frac{F_{TE}}{\sin(\alpha/2)} \right). \quad (4)$$

Значення сили контакту можна розрахувати згідно з розрахунковою схемою, наведеною на рисунку 3.

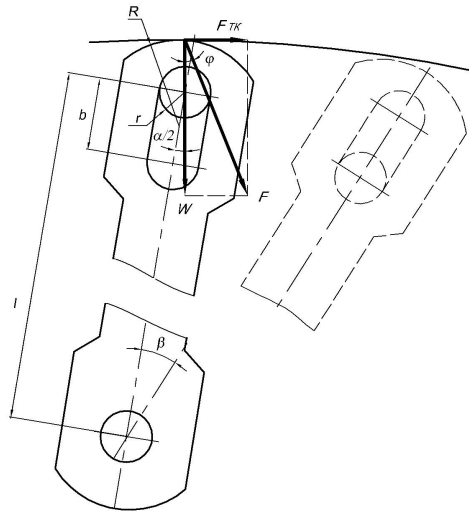


Рис. 3 – Розрахункова схема для визначення залежності між моментом і силою контакту гальмівних елементів

Відповідно момент в кінцевому положенні контактної ланки рівний

$$Nl = W [ R \sin \varphi + r + b \sin(\alpha/2 + \varphi) ]. \quad (5)$$

Також згідно з розрахунковою схемою величина AO рівна

$$AO = l - b - r. \quad (6)$$

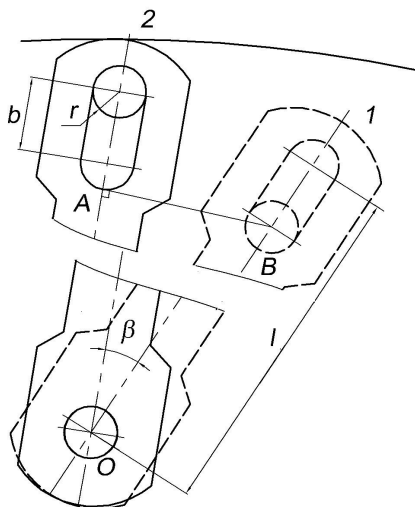


Рис. 4 – Розрахункова схема для встановлення функціональної залежності між величиною робочого ходу і кутом провертання гальмівного елемента

Прирівнявши залежності, отримуємо співвідношення

$$(l-b) \cdot \cos \beta = l - b - r. \quad (7)$$

Шляхом подальших перетворень отримуємо:

$$b - b \cdot \cos \beta = l \cdot \cos \beta + l - r ; b(1 - \cos \beta) = l \cdot \cos \beta + l - r ;$$

$$b = \frac{l \cdot \cos \beta + l - r}{(1 - \cos \beta)}. \quad (8)$$

Рівність (8) і є шуканим співвідношенням між величиною робочого ходу і кутом провертання гальмівних елементів.

Для встановлення функціональної залежності між величиною робочого ходу і кутом провертання контактної ланки проведемо теоретичне дослідження рівності (8) шляхом підстановки числових значень відстані між осями контактної ланки  $l$ , радіуса осі  $r$  та кута її провертання  $\beta$ . Під час теоретичного дослідження числові значення відстані між осями контактної ланки конструктивно приймалися в межах  $l=20 \dots 60$  мм; радіуса осі  $r=2 \dots 5$  мм; кута провертання  $\beta=10 \dots 25^\circ$ .

Шляхом аналізу числових, даних отриманих в результаті розрахунку залежності (8), а також аналізуючи отримані графічні залежності  $b = f(\beta)$  (рис. 5), встановлено, що співвідношення між величиною робочого ходу та кутом провертання контактної ланки має чітко виражену лінійну залежність в діапазоні кроку кута провертання

5°. Встановлено, що за межами 18...20° спостерігається різке зростання числового значення величини робочого ходу, що на практиці може свідчити про виникнення в даному діапазоні кутів умови samozаклинювання. Проте для підтвердження даного припущення необхідна серія експериментальних досліджень.

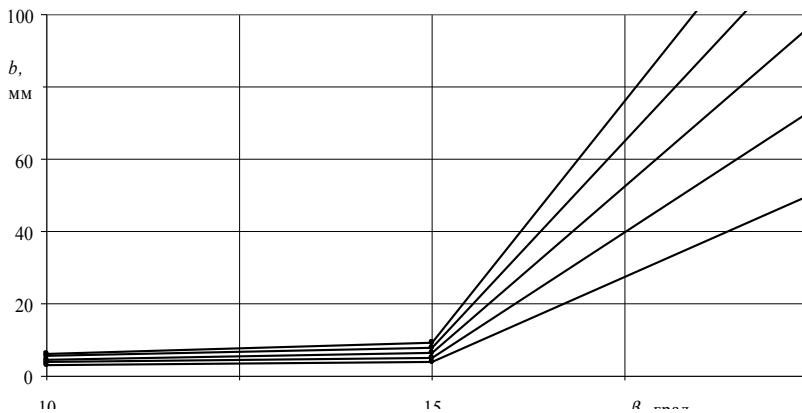


Рис. 5 – Залежність зміни величини робочого ходу гальмівних елементів від кута провертання контактної ланки

Графічні залежності, які представлені на рис. 5, дають змогу комплексно оцінити вплив того чи іншого параметра (при заданих інших) на величину зміщень гальмівних елементів обгінної муфти в процесі забезпечення умови samozаклинювання необхідної для передачі крутного моменту, а також можуть бути основою для розробки інженерної методики проектування аналогічних пристроїв.

Приводи сільськогосподарських агрегатів, різних машин та механізмів мають значний вплив на їх експлуатаційні і технічні характеристики. Поряд із передачею обертового руху муфти виконують ще й інші функції. Зокрема, це захист від перевантаження, компенсація зміщень з'єднувальних валів, амортизація поштовхів, ударних навантажень та вібрацій, що супроводжують роботу різного роду машин та механізмів. При проектуванні нових конструкцій приводів машин постійною є проблема вибору матеріалів їх оптимальних параметрів в залежності від їх співвідношення, умов експлуатації, бажаних функціональних характеристик та багатьох інших факторів.

Велику роль в забезпеченні експлуатаційної довговічності і надійності муфт відіграє чистота обробки контактуючих поверхонь зірочки, обойми і ролика. Замість суцільного гартування слід віддати

перевагу цементації з гартуванням або гартуванню струмами високої частоти, щоб твердість серцевини була в межах HRC 35-45.

Для обійми муфти зазвичай застосовують сталь 20X з глибиною цементації  $\delta=0,8...1,8$  мм залежно від її діаметру  $D=32...200$  мм, і при цьому отримують твердість робочої поверхні в межах HRC 59...60.

Для відповідальних деталей механізмів приводів застосовують леговані сталі, такі як: 40X (HRC 48), 12X3 (HRC 59), У10 (HRC 60...64), ШХ15 (HRC 59..63), 12ХН3А (HRC59...62), 20ХГНР (HRC 60.. 63) [5]. Для зірочки, робоча ділянка якої схильна більшою мірою до втомного руйнуванню, рекомендується дещо більша глибина цементації  $\delta =1,0...2,0$  мм. В результаті також отримуємо твердість робочої поверхні В межах HRC59...60.

Відомі також муфти, що мають зірочки зі вставками. В якості матеріалу вставок зірочок застосовується твердий сплав Т15К6. Це дозволяє збільшити довговічність зірочки на 50...100%. Для виготовлення роликів здебільшого застосовуються високоякісні сталі: ШХ15 (HRC 59...63), У8А (HRC 60...62), У10А (HRC 59...62), ХВГ (HRC 62).

Щоб зменшити схильність довгих роликів до перекосів ставляться також підвищені вимоги під час експлуатації до вибору марки мастила та способу підведення його до зон тертя. Відомо, що мастило потрібне також для зменшення спрацювання і втрат потужності у муфтах під час вільного ходу, а в швидкохідних муфтах – і для відведення тепла.

У останньому випадку передбачається безперервне підведення і відведення мастила. Рекомендується здебільшого застосовувати рідкі мастила з низькою в'язкістю (наприклад, індустріальне 20). Кращому проникненню мастила до зони контактуючих елементів сприяє конструкція муфти із зовнішньою зірочкою.

**Висновки.** Розроблена надійна конструкція муфти двохсторонньої дії приводів сільськогосподарських машин. Виведені аналітичні залежності дозволяють провести визначення конструктивних і силових параметрів муфти двохсторонньої дії.

#### Література

1. Поляков В.С. Справочник по муфтам / В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 352 с.
2. Малащенко В.О. Кулькові механізми вільного ходу / В.О. Малащенко, П.М. Гащук, О.І. Сороківський, В.В. Малащенко – Львів: Новий Світ - 2012. – 212 с.
3. Ряховский О.А. Справочник по муфтам. / О.А. Ряховский, С.С. Иванов – Л.: Политехника, 1991. – 383 с.

4. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / В.Т. Павлище // - К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
5. Кульові механізми вільного ходу / [Малашенко В.О., Гашук П.М., Сороківський О.І., Малашенко В.В.]. - Львів: "Новий світ 2000", 2012. – 212 с.