

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
Таврійська державна агротехнічна академія

Кафедра „Деталі машин”

**ВИПРОБУВАННЯ ФРИКЦІЙНОЇ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

з дисципліни “Деталі машин”

Розділ „Деталі, що обслуговують передачі”

Для студентів III курсу механічних спеціальностей

Розробив: доцент Буденко С.Ф.

Рецензенти: зав. каф. ДМ, доцент Аблогін М.М.;  
доцент Вершков О.О.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ДМ,  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2004 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес  
методичною комісією факультету механізації сільського господарст-  
ва, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2004 р.

Комп'ютерний набір і верстка зроблені  
на кафедрі ДМ лаб. Нестеренко О.Л.

**МЕТА РОБОТИ:** Вивчити конструкцію фрикційної дискової муфти, одержати практичні навички з її регулювання, оцінити стабільність обертаючого моменту спрацьовування муфти.

## **1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ**

### **1.1 Завдання для самостійної підготовки**

Під час самостійної підготовки до лабораторної роботи ознайомитись з загальною класифікацією муфт приводів, зокрема механічних муфт, умовами роботи, призначенням і областю застосування окремих їх типів. З'ясувати роль і місце запобіжних муфт, їх класифікацію по конструкціях та факторах, змінення яких приводить до спрацьовування муфти. Вияснити основні теоретичні основи розрахунку фрикційних муфт.

### **1.2 Питання для самопідготовки**

1. Призначення, область застосування та загальна умовна класифікація муфт приводів.

2. Класифікація механічних муфт. Основні критерії підбору муфт для приводів.

3. Переваги і недоліки глухих постійних муфт.

4. Які погрішності монтажу валів можна виправити за допомогою компенсуючих муфт?

5. Пружні муфти, їх використання в приводах, їх класифікація по виду пружного елемента.

6. Область застосування та основні типи і конструкції керованих муфт, органи керування муфтами.

7. Самокеровані муфти. Фактори, змінення яких приводять в дію самокеровану муфту.

8. Роль і місце запобіжних муфт. Класифікація запобіжних муфт.

9. Принцип дії, область застосування, конструкції запобіжних фрикційних муфт.

10. Класифікація запобіжних фрикційних муфт за формою поверхонь тертя, за числом елементів тертя, за числом притискних пружин.

11. Переваги та недоліки фрикційних запобіжних муфт.

12. Розрахунок моменту спрацьовування муфти. Регулювання муфти на цей момент.

### **1.3 Рекомендована література**

1. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991.

2. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989.

## 2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 2.1 Програма роботи

- ознайомитись з устроєм та принципом дії лабораторного пристрою для випробування фрикційної запобіжної муфти, визначити параметри динамометричного ключа;
- зробити описання конструкції запобіжної дискової муфти, що випробовується, навести основні параметри муфти;
- провести теоретичний розрахунок зусилля пружин муфти при її регулюванні на заданий момент спрацьовування;
- провести експериментальні досліді і визначити експериментальний момент, при якому муфта спрацьовує;
- виконати статистичну обробку результатів експерименту (середнє арифметичне значення моменту спрацьовування, середнє квадратичне відхилення, імовірні значення обертаючого моменту, при якому муфта спрацьовує);
- навести графічне зображення імовірного розподілу моменту спрацьовування муфти;
- зробити висновки та аналіз результатів випробувань (порівняти розрахункові та експериментальні величини, пояснити можливі причини їх розходжень);
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

### 2.2 Короткі теоретичні відомості

Більшість машин і технологічних систем, як правило, складається з окремих вузлів. Для забезпечення кінематичного і силового зв'язків вали вузлів з'єднують *муфтами*.

*Муфтою* називають устрій для з'єднання кінців валів або валів із вільно встановленими на них деталями (зубчастими колесами, шківками, зірочками і т.д.). *Муфти передають обертаючий момент без зміни його значення і напрямку*. Деякі типи муфт додатково можуть сприяти зниженню в машинах шкідливих навантажень, оберігати від перевантажень, включати і виключати виконавчий елемент машини без зупинки двигуна, тощо.

Різноманіття вимог, що пред'являють до муфт, і різноманітні умови їх роботи обумовили створення великої кількості конструкцій муфт (механічні, гідродинамічні, електромагнітні, комбіновані). На рисунку 1 класифіковані найбільш застосовувані *механічні муфти*.

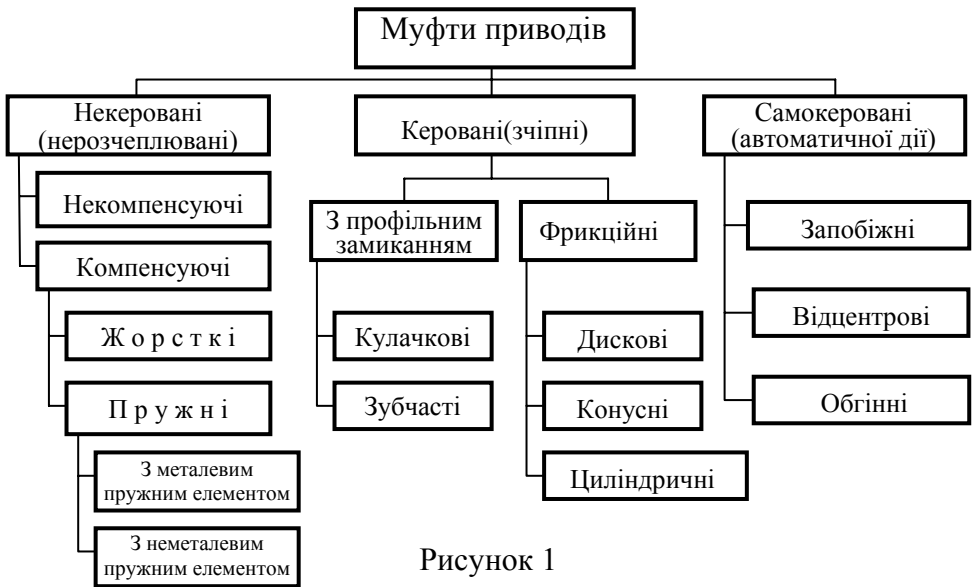


Рисунок 1

Муфти приводів розділяють на: **некеровані** (нерозчеплювані), **керовані** (зчіпні), **самокеровані** (автоматичної дії).

**Некеровані** (нерозчеплювані) муфти здійснюють постійне з'єднання валів між собою. Внаслідок неточностей виготовлення і монтажу, деформацій при передачі навантаження неминуче відносно зміщення валів, що з'єднуються. Для зниження шкідливих навантажень на вали внаслідок їхнього зміщення застосовують *компенсуючі* муфти: *жорсткі* або *пружні*. Пружні муфти здатні згладжувати динамічні навантаження (поштовхи, удари і вібрацію) унаслідок наявності *металевих* або *неметалевих пружних елементів* (сталевих пружин, стрижнів, гумових втулок, диска, шайби, оболонки, тощо).

**Керовані** (зчіпні) муфти за допомогою механізму керування допускають зчеплення і розчіплювання валів (нерухомих або на ходу). *За принципом* розрізняють муфти синхронні з *профільним замиканням* (кулачкові, зубчасті) і асинхронні - *фрикційні*. *За формою поверхні тертя* фрикційні муфти поділяють на *дискові*, *конусні* і *циліндричні*.

**Самокеровані** муфти автоматично роз'єднують вали при змінюванні заданого режиму роботи машини. Для оберігання машини від перевантажень, викликаних технологічним процесом або неправильною експлуатацією, служать *запобіжні* муфти. Для забезпечення плавного пуску машин із великими масами, що прискорюються застосовують *відцентрові* муфти. Передачу моменту та обертання тільки в одному напрямку забезпечують *обгінні* муфти, що спрацьовують автоматично (муфти вільного ходу).

Діаметри посадкових отворів муфти узгоджують із діаметрами кінців валів, і які можуть бути різними при тому ж самому обертаючому моменті, внаслідок застосування різних матеріалів і різноманітного навантаження згинальними моментами. *Стандартні муфти кожного типорозміру виконують для деякого діапазону діаметрів валів.*

За *формою поверхні тертя* фрикційні муфти підрозділяють на: *дискові а), конусні б) і циліндричні в)* (кулачки, колодки, стрічки).

Дискові муфти розрізняють: *однодискові а) і багатодискові г); конусні з одинарним б) або подвійним конусом д); циліндричні з одною в) або кількома е) поверхнями тертя.*

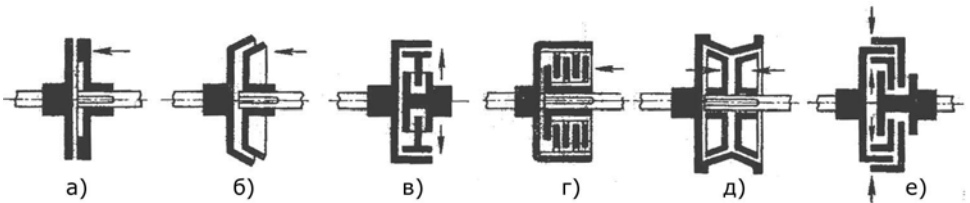


Рисунок 2

Найбільше поширення одержали дискові муфти.

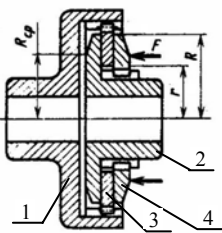


Рисунок 3

Передачу обертаючого моменту здійснюють за рахунок сил тертя на поверхнях тертя муфти при їх притисненні. На початку вмикання внаслідок прослизання робочих поверхонь муфти розгін веденого вала відбувається плавно без удару з поступовим наростанням обертаючого моменту, що передається, по мірі збільшення натискної сили  $F$ . При сталому русі прослизання відсутнє, півмуфти зчеплені, і обидва вали обертаються з однією і тією ж кутовою швидкістю.

Змінюючи силу  $F_a$  стиску дисків, можна регулювати сили тертя і переданий обертаючий момент. *При перевантаженні фрикційна муфта пробуксовує і захищає машину від поломок.* Фрикційні муфти не допускають неспіввісності валів, що з'єднуються. Співвісність півмуфт забезпечують розташуванням їх на одному валу або за допомогою спеціального кільця 3, запресованого в нерухому півмуфту.

За умовами змащування муфти бувають *масляні* (в масляній ванні) і *сухі*. Мاستило служить для зменшення зношування, запобігання заїдання, відводу теплоти, забезпечує стабільність коефіцієнта тертя.

**Пари тертя** утворюють чавунні або загартовані сталеві диски, металеві диски з металокерамічним покриттям (ФМК 11) або з приклеєними накладками з фрикційних матеріалів

*Основним критерієм працездатності фрикційних муфт є зносостійкість поверхонь тертя.* Поверхні тертя дисків перевіряють на зносостійкість за значенням тиску.

Щоб зменшити різницю колових швидкостей по робочій ширині дисків і створити умови для більш рівномірного їх зношування звичайно приймають відношення діаметрів дисків  $D_B/D_H=0,5\dots 0,7$ . Внаслідок малих значень коефіцієнта тертя, сила притиснення дисків повинна бути достатньо великою.

Для зменшення сили притиснення дисків і габаритів муфти застосовують конструкції не з одною, а з кількома парами поверхонь тертя - *багатодискові муфти*. У багатодискових муфтах загальне число дисків обмежують, тому що з їх збільшенням росте частка сили стиску, яка витрачається на подолання сил тертя в шліцах (пазах) при осьовому русі дисків. Число зовнішніх дисків масляних муфт - не більше 11, сухих - не більше 4. Багатодискові муфти мають малі габарити, що особливо важливо для швидкохідних приводів.

**Запобіжні муфти** призначені для захисту машин від руйнування при перевантаженнях. *Запобіжні муфти розташовують якнайближче до місця можливого виникнення перевантаження*. Муфти працюють при строгій співвісності валів.

**Фрикційні запобіжні муфти** застосовують при частих короткочасних перевантаженнях і значних частотах обертання. Конструкція цих муфт аналогічна конструкції зчіпних муфт (рисунок 2). Силу натискання створюють пружиною, відрегульованою на передачу граничного обертаючого моменту  $T_{пред}$ . *При спрацьовуванні муфта прослизає і поглинає механічну енергію, перетворюючи її в теплову, передача ж обертаючого моменту при цьому не припиняється.* Пружини періодично регулюють, тому що по мірі зносу поверхонь тертя, диски зближаються, зменшуючи тим самим силу стиску пружини. Частіше, у якості запобіжних використовують *сухі багатодискові муфти*, розміри яких підбирають по стандарту або приймають конструктивно, а потім перевіряють розрахунком на *зносостійкість* поверхонь тертя аналогічно зчіпним фрикційним муфтам.

### **2.3 Оснащення робочого місця**

- лабораторний пристрій для контролю моменту спрацьовування фрикційної муфти;
- ключ динамометричний;
- дублікат муфти, що випробовується;
- методичні вказівки по виконанню лабораторної роботи;
- звіт з лабораторної роботи;
- штангенциркуль 0-200 мм, лінійка.

### **2.4 Інструкція з охорони праці**

#### 2.4.1 Загальні вимоги

До роботи допускаються студенти, які пройшли інструктаж на робочому місці по техніці безпеки, що й зареєстровано підписом у відповідному журналі.

#### 2.4.2 При підготовці до лабораторної роботи:

- до початку лабораторної роботи кожен студент зобов'язаний ознайомитися з правилами безпеки при виконанні роботи;

#### 2.4.3 Під час виконання роботи:

- розбирати муфту рівномірно ослаблюючи пружини так, щоб не допустити їх перекосів;
- не тримати на робочому місці сторонні предмети;
- не пересуватися без потреби, по лабораторії;
- не залишати динамометричний ключ на гайці пристрою;
- не скупчуватись навколо робочого місця;

#### 2.4.4 Після закінчення експериментальної частини роботи:

- навести порядок і здати робоче місце лаборанту або викладачу.

2.4.5 У разі виникнення пожежі необхідно негайно проінформувати викладача або лаборанта, подзвонити по номеру 01.

### **2.5 Вказівки по виконанню роботи**

2.5.1 Розрахункову схему фрикційної дискової запобіжної муфти і її описання виконати лаконічно з застосуванням стандартних засобів.

2.5.2 При складанні характеристики лабораторного пристрою і муфти звернути увагу на кількість поверхонь тертя, розміри дисків, кількість пружин і середнє значення жорсткості пружини, крок різьби регульовальних гайок, передаточне число ланцюгової передачі.

2.5.3 Експериментальне визначення моменту спрацьовування муфти проводити по даних, як мінімум, 10 дослідів з послідуною статистичною обробкою їх результатів.

2.5.4 Відповіді на контрольні запитання повинні бути по суті запитання, точними і короткими.

2.5.5 Оформлений бланк звіту з лабораторної роботи підписується виконавцем і зараховується викладачем.



### 3. ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

Звіт з лабораторної роботи оформлюється на бланку, розробленому кафедрою

Таврійська державна агротехнічна академія  
Кафедра “Деталі машин”

Звіт по лабораторній роботі № 16  
з дисципліни "Деталі машин"

*Тема: “Випробування фрикційної запобіжної муфти ”*

*Мета роботи:* Вивчити конструкцію фрикційної дискової муфти, одержати практичні навички з її регулювання, оцінити стабільність обертаючого моменту спрацьовування муфти.

Рисунок 1 – Розрахункова схема фрикційної дискової запобіжної муфти

## 1 Описання конструкції запобіжної дискової муфти

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## 2 Основні параметри муфти:

2.1 Кількість фрикційних дисків	$Z_{\delta} =$	
2.2 Кількість поверхонь тертя	$i =$	
2.3 Зовнішній діаметр фрикційного диску	$D =$	мм
2.4 Внутрішній діаметр фрикційного диску	$d =$	мм
2.5 Коефіцієнт тертя ( $f = 0,3 \dots 0,4$ )	$f =$	
2.6 Кількість пружин	$Z_{np} =$	шт
2.7 Середнє значення жорсткості пружини	$C_{np} =$	Н/мм
2.8 Крок різьби регулювальних гайок	$p =$	мм
2.9 Передаточне число ланцюгової передачі	$u =$	
2.10 Момент спрацьовування муфти	$T_p =$	Н·м

## 3 Розрахунок зусилля пружин при регулюванні

## 3.1. Зусилля стискання пружини

$$F_{np} = \frac{2 \cdot T_p}{(D + d) \cdot i \cdot f};$$

де:  $T_p$  – момент при якому муфта спрацьовує.

## 3.2. Розрахункова деформація пружини

$$\Delta\lambda = \frac{F_{np}}{Z_{np} \cdot C_{np}};$$

3.3 Число обертів регулювальних гайок, яке відповідає розрахунковій деформації пружини

$$n = \frac{\Delta\lambda}{p}$$

4 Експериментальний момент, при якому муфта спрацьовує

$$T_e = (T_k + k \cdot C_k) \cdot u \cdot \eta;$$

де:  $\eta$  – ККД ланцюгової передачі,

$\eta =$

$T_k$  – момент від власної ваги ключа,

$T_k =$

Н·м

$C_k$  – жорсткість динамометричного ключа,  $C_k =$

Н·м/мм

$k$  – показання індикатора динамометричного ключа

Таблиця 1 – Результати випробувань

Номер дослід-ду	Показання індикатора ключа $k$ , мм	Експериментальні значення моменту $T_e$ , Н·м	Відхилення середнього арифметичного $\Delta = T_c - T_e$	Квадрат відхилення $\Delta^2$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
		$\sum T_e =$		$\sum \Delta^2 =$

Середнє арифметичне значення моменту спрацьовування

$$T_c = \frac{\sum T_e}{N};$$

де:  $N$  – кількість дослідів

Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{N-1}};$$

Імовірні значення обертаючого моменту, при якому муфта спрацює

$$T = T_c \pm 3 \cdot \sigma;$$



Рисунок 2 – Імовірний розподіл моменту спрацьовування муфти

## 5 Контрольні запитання

5.1 Назвіть основні причини розсіювання значень експериментального моменту спрацьовування муфти \_\_\_\_\_

---



---



---

5.2 Які змінення потрібно внести у конструкцію фрикційної муфти для підвищення обертаючого моменту, який вона передає?

---



---



---

5.3 Вкажіть основні переваги дискових фрикційних запобіжних муфт \_\_\_\_\_

---



---

Роботу виконав студент \_\_\_\_\_ групи

\_\_\_\_\_ (прізвище, дата, підпис)

Робота зарахована \_\_\_\_\_ (дата, підпис викладача)