

УДК 621.133

Т.Д. Гуцол, кандидат технічних наук ПДАТУ,

Я. Фельдманіс, кандидат технічних наук Латвійського сільськогосподарського університету

ДОСЛІДЖЕННЯ ФРИКЦІЙНИХ НАКЛАДОК ДИСКОВИХ ГАЛЬМ

Проаналізовані закономірності, які характеризують процес тертя у фрикційній парі, що складається з сталюого (Ст. 45) диска і фрикційної накладки. Випробувані два види накладок – «ЭМ-1» ГОСТ 15960 (Росія, асбофрикційні) і «COSID-801» (Німеччина, з стружковим металевим наповнювачем).

Ключові слова: накладка, дискові гальма, тертя, гальмування, знос, нагрів.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Гальма використовують для регулювання швидкості або зупинки вантажу, транспортних і вантажопідйомних машин. Вимоги, які існують до гальм – вони повинні працювати надійно, тихо та мати, по можливості, як найменші розміри.

Аналіз останніх публікацій, досліджень в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Гальмо гасить кінетичну енергію мас, які рухаються, використовуючи силу тертя. Динаміка процесу гальмування залежить від матеріалів фрикційної пари, навантаження і температури, а також від впливу навколишнього середовища [4, 5, 6, 7, 8]. Ці фактори впливають на коефіцієнт тертя.

Швидкість ковзання поверхонь, які труться, навантаження, момент гальмування, температура взаємно пов'язані і залежать від механічних та теплофізичних властивостей матеріалів пари тертя, а також і від конструкції пари тертя, режиму експлуатації гальма.

Ціль дослідження: виявити технічну характеристику фрикційних накладок, моделюючи реальні умови роботи гальма при повторно-короткочасному режимі гальмування.

Виклад основного матеріалу. Експериментальна робота на дисковому гальмі DBE-1 проводилась на інерційному стенді (рис. 1) при різних режимах роботи. Досліджувані фрикційні накладки були встановлені на одно-дисковому гальмі DBE-1.

Електродвигун (30кВт) приводив в рух інерційні маси (маховик), розганяючи їх до 965 хв⁻¹. Гальмо вмикається автоматично, з визначеним інтервалом, залежно від встановленої частоти гальмування. Пари тертя були піддані серії експериментів, в яких взаємно комбінували 4 режими специфічного поверхневого тиску (0,36 МПа; 0,62 МПа; 0,89 МПа і 1,15 МПа) з трьома частотами гальмування. Специфічний поверхневий тиск регулювали, змінюючи деформацію тарированої пружини. Пара тертя складалася з сталюого (Ст. 45) диска і фрикційної накладки. Випробувані були два види фрикційних накладок – «ЭМ-1» ГОСТ 15960 (Росія, асбофрикційні) і «COSID-801» (Німеччина, з стружковим металевим наповнювачем). Температуру фрикційної накладки (ЭДС) визначали, використовуючи трикалібровані термопари. Термопари були встановлені на глибині 1 мм від поверхні тертя на трьох радіусах тертя. Тривалість одного експерименту для отримання однієї точки на діаграмі – шість годин. Час гальмування вимірювався автоматично з точністю 0,01 сек.

Режим випробувань моделює реальні робочі умови фрикційного матеріалу при експлуатації в легкому і середньому температурному режимах.

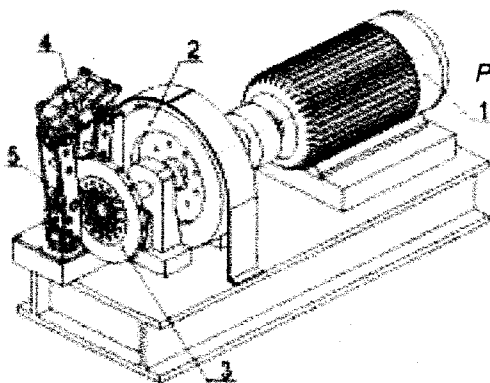


Рис. 1. Інерційний стенд з дисковим гальмом DBE-1:

- 1 – електродвигун (30кВт);
- 2 – маховик;
- 3 – диск;
- 4 – дискове гальмо;
- 5 – фрикційна накладка.

Момент інерції мас, які крутяться $I = 14,07 \text{ кгм}^2$, діаметр диска $D = 450 \text{ мм}$, матеріал диска Ст. 45, ефективний радіус тертя $r_{ef} = 0,185 \text{ м}$, дві фрикційні накладки, температура навколишнього середовища 20°C , габарити фрикційних накладок $a = 80 \text{ мм}$, $b = 112 \text{ мм}$ (відповідає реальному гальму).

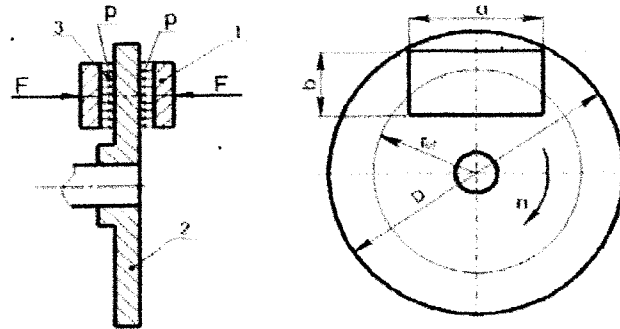


Рис. 2. Кінематична схема пари тертя:

1 – колодка; 2 – диск; 3 – фрикційна накладка

Коефіцієнт тертя визначений за формулою:

$$f = \frac{\left[\frac{I \cdot \pi \cdot n}{30 t_{br}} - M_g \right]}{2 F \cdot r_{ef}}, \quad (1)$$

де I – момент інерції мас, які крутяться, $14,07 \text{ кг} \times \text{м}^2$;

n – обороти диска на початку гальмування, 960 об/хв. ;

t_{br} – час гальмування, сек.;

M_g – момент тертя в підшипниках, $4,02 \text{ Нм}$;

F – сила, з якою накладка притискається до диска, Н;

r_{ef} – ефективний радіус тертя, м.

Робота гальмування однієї накладок під час експерименту визначена за формулою:

$$A = \frac{k \cdot \pi \cdot n \cdot t_{br}}{60} [F \cdot f \cdot r_{ef} - M_g], \quad (2)$$

де A – робота гальмування, Дж;

k – число гальмувань під час експерименту.

Знос фрикційних накладок під час експерименту (годин) залежно від специфічного поверхневого тиску p (рис. 2) при різних частотах гальмування вказаний на рис. 3 і рис. 4.

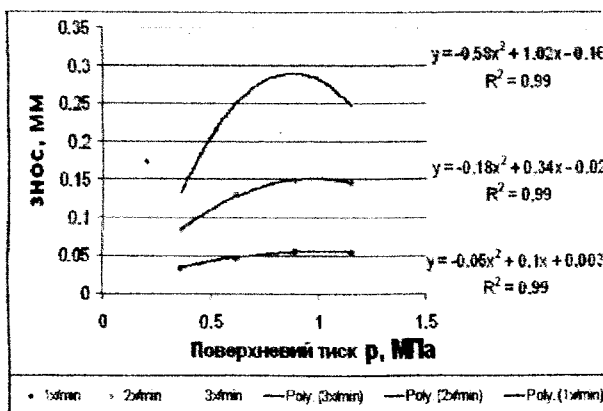


Рис. 3. Середній знос накладок «ЕМ-1» при різних робочих режимах гальма.

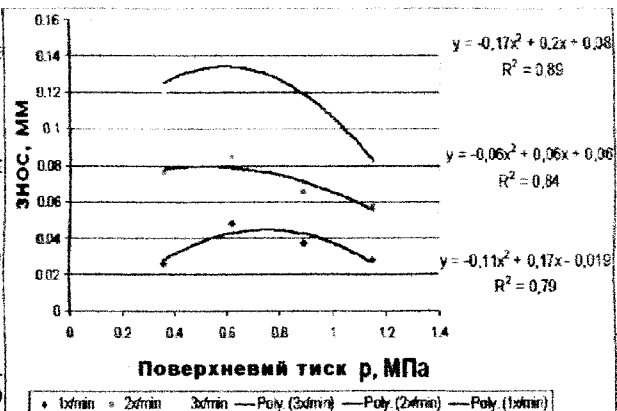


Рис. 4. Середній знос накладок «COSID-801» при різних робочих режимах гальма.

Якщо робота тертя постійна і змінюємо тільки поверхневий тиск, змінюється температурний режим, а це – причина того, що знос накладок змінюється в діапазоні $\pm 36,6\%$ для «ЕМ-1» і $\pm 25,4\%$ для «COSID-801». Дослідження вказує, що зносостійкість накладки «COSID-801» вдвічі вище зносостійкості «ЕМ-1». Середня інтенсивність зносу була $6 \cdot 10^{-9} \text{ мм} \cdot \text{Дж}^{-1}$ («COSID-801») і $12 \cdot 10^{-9} \text{ мм} \cdot \text{Дж}^{-1}$ («ЕМ-1»).

Тривалість одного експерименту – 6 годин. Загальна робота тертя під час експерименту змінювалась, якщо змінювали частоту гальмування (рис. 5).

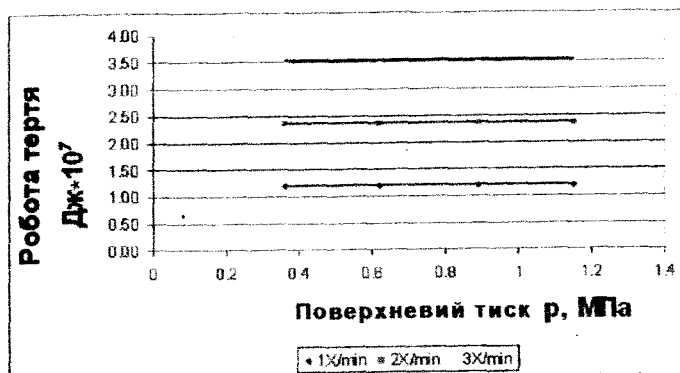


Рис. 5. Загальна робота тертя під час експерименту.

Температура термічного балансу встановлюється приблизно впродовж 90 хвилин. Рисунок 16 і 17 показують температуру фрикційних накладок з початку експерименту до встановлення температурного балансу, якщо поверхневий тиск $p = 1,15$ МПа.

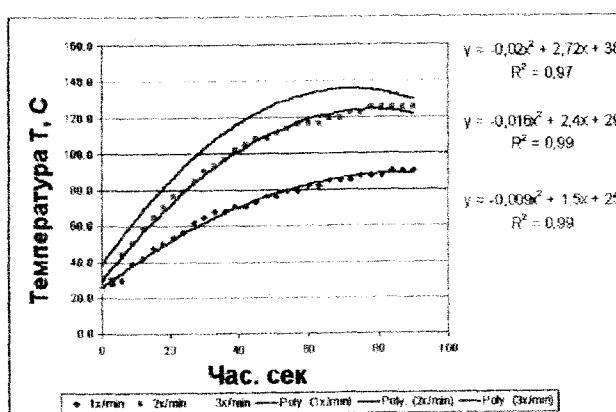


Рис. 6. Температура накладок «ЭМ-1» до встановлення термічного балансу

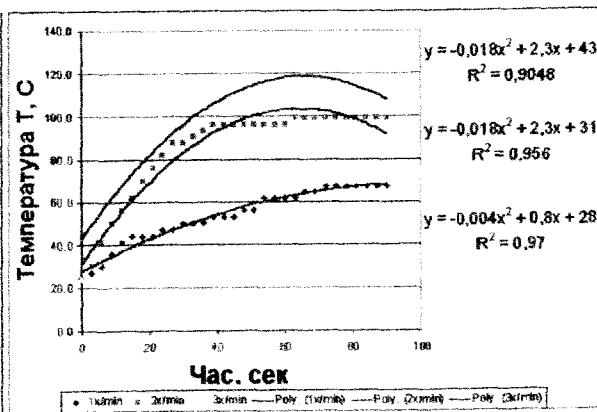


Рис. 7. Температура накладок «COSID-801» до встановлення термічного балансу

Експеримент вказує, що для кожного режиму гальмування характерна певна шорховатість поверхні. Поступове зниження коефіцієнта тертя асбофрикційних накладок «ЭМ-1» залежно від температури пояснюємо збільшенням пластичних деформацій і посиленням мастильної дії в'язкого матеріалу накладок (смоли).

Із збільшенням температури знижуються механічні властивості матеріалу (y_B) при розтягненні, стисненні і зсуві, тому що термохімічні процеси змінюють структуру матеріалу. Знос росте лінійно з ростом температури. Це пояснюється руйнуванням матеріалу – в'язка речовина (смола) та інші речовини окислюються і вигорають.

Висновки. 1. Якщо робота тертя постійна і змінюється тільки поверхневий тиск, то змінюється температурний режим і це – причина того, що знос накладок змінюється в діапазоні $\pm 36,6\%$ для «ЭМ-1» і $\pm 25,4\%$ для «COSID-801».

2. Зносостійкість накладки «COSID-801» вдвічі вища зносостійкості «ЭМ-1». Середня інтенсивність зносу 6×10^{-9} мм · Дж⁻¹ «COSID-801» і 12×10^{-9} мм · Дж⁻¹ «ЭМ-1». Приріст зносу пропорційний приросту температури.

3. У діапазоні температур від 20...140°C коефіцієнт тертя лінійно зменшиться для асбофрикційної накладки «ЭМ-1» ($f = -0,0007T + 0,3$) і лінійно збільшиться для «COSID-801» ($f = 0,008T + 0,254$). Величина коефіцієнта тертя $f = 0,26...0,23$ для асбофрикційної накладки «ЭМ-1» і $f = 0,27...0,35$ для накладки «COSID-801» (в парі зі сталевим диском Ст. 45).

4. Шорховатість поверхні R_a фрикційних накладок «ЭМ-1» лінійно залежить від поверхневого тиску P .

Список використаних джерел:

1. Тормозные устройства: Справочник /М.П. Александров, А.Г. Лысяков, В.Н. Федосеев, М.В. Новожилов. Под общ. ред. М.П. Александрова. – М.: Машиностроение, 1995. – 312 с.
2. E. Richard Booser. CRC Handbook of Lubrication (Theory and Practice of Tribology). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. – 689 p.
3. М.П. Александров. Тормозные устройства в машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. – 675 с.
4. Германчук Ф.К. Долговечность и эффективность тормозных узлов. М.: Машиностроение, 1973. – 178 с.
5. Задачи нестационарного трения в машинах, приборах и аппаратах /Сб. тр. под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Наука, 1998. – 247 с.
6. Износостойкость /Сб. тр. под ред. Р.М. Матвеевского. – М.: Наука, 1975. – 191 с.
7. Научные принципы и новые методы испытаний материалов для узлов трения /Сб. тр. под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Наука, 1998. – 207 с.
8. Форнальчик Є.Ю., Олісевич М.С., Мастикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник /За загальною ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

Аннотация. Проанализированы закономерности характеризующие процесс трения в фрикционной паре, которая состоит с стального диска и фрикционной накладкой. Исследованы два вида накладок – «ЭМ-1» ГОСТ 15960 (Россия, асбофрикционные) и «COSID-801» (Германия).

Ключевые слова: накладка, дисковые тормоза, трение, торможение, износ, нагрев.

Summary. In clause laws, which describe process friction in frictional pairs from a steel disk (Item 45) and a frictional overlay are analysed. To investigate a kind of overlays «ЭМ-1» GOST 15960 (Russia) and «COSID-801» (Germany, with a shaving metal a filler).

Key words: Braking, overlay, heating, deterioration, friction

УДК 63.658.26(035.5)

А.М. Божок, доцент,

В.В. Майсус, старший викладач ПДАТУ

ОБІГРІВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТЕПЛОТОЮ АВТОТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ

Представлено функціональну схему обігрівання виробничих приміщень теплотою автотракторних дизелів при їх прогріванні, обслуговуванні та обкатці. Наведено результати досліджень і дано рекомендації щодо визначення основних технологічних і конструктивних параметрів димовідвідного тракту і теплообмінного апарату.

Ключові слова: приміщення, дизель, димові гази, теплоємність, теплота, втрати теплоти, димовідвідний тракт, теплообмінний апарат, навколишнє середовище, калорифер.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Із загальної кількості теплоти, що вводиться з паливом в циліндри дизельних двигунів внутрішнього згоряння (дизелів), більшу частину становлять втрати [1]. До них відноситься теплота в охолоджуюче середовище, з димовими газами (ДГ) і неврахована. На дизелях сучасних мобільно-енергетичних засобів (МЕЗ) відсутні штатні пристрої повного використання цих втрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Відомі пристрої часткового використання теплоти ДГ в газових турбінах, обігріванні салонів, регенерації та для інших цілей застосовуються лише на деякого типу дизелях і МЕЗ спеціального призначення. Однак більш ефективного використання теплових втрат можна досягти при прогріванні, обслуговуванні та обкатці дизелів, а також при виконанні ними технологічних процесів в стаціонарних умовах експлуатації.

Мета дослідження: розробити і дослідити пристрій для обігрівання виробничих приміщень теплотою ДГ автотракторних дизелів при їх прогріванні, обслуговуванні та обкатці.

© А.М. Божок, В.В. Майсус, 2008