

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА:
ІНСТРУМЕНТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА
ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Міністерство освіти і науки України
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
Український державний університет науки і технологій**

**ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА:
ІНСТРУМЕНТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА
ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Збірник наукових праць
за матеріалами Всеукраїнської інтернет-конференції
1-2 березня 2024 р.**

(Лист ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» №21/08-57 від 12.01.2024 р.)

Дніпро
2024

Організатори конференції:

кафедра економічної інформатики

Українського державного університету науки і технологій;

Університет імені Альфреда Нобеля;

Національний університет «Запорізька політехніка»

Склад редакційної групи:

Л.М. Савчук, Л.М. Бандоріна, Л.І. Лозовська, К.О. Удачина

Економічна кібернетика: інструменти і методи дослідження та організації економічних процесів : збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської інтернет-конференції, м. Дніпро, 1-2 березня 2024 р. Дніпро : УДУНТ, 2024. 219 с.

Збірник наукових статей за матеріалами Всеукраїнської інтернет-конференції, присвяченої вивченню, розробці та використанню інструментів і методів дослідження та організації економічних процесів, науково-практичному опрацюванню результативного застосування сучасних комп'ютерних технологій та вирішенню проблем управління соціально-економічними системами.

Матеріали збірника будуть корисними науковцям, аспірантам, що займаються дослідженнями проблем у сфері економіко-математичного моделювання, розробки та використання комп'ютерних систем та інформаційних технологій в бізнесі, а також практичним працівникам.

Матеріали подано в авторській редакції.

Відповідальність за дотримання норм авторського права, за зміст і достовірність матеріалів несуть автори.

ЗМІСТ

КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ, ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ В ОСВІТІ, НАУЦІ, ТЕХНІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ

Бандоріна Л. М., Климкович Т.О., Хрущова О.В. КОНЦЕПЦІЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МОДУЛЮ УПРАВЛІННЯ АСОТИМЕНТОМ ТОВАРІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МАРКЕТИНГОВОЇ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ ПІДПРИЄМСТВА	6
Жуковський Д.М. ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У АНАЛІТИЦІ ПОКАЗНИКІВ ВЕБ-РЕСУРСІВ	13
Levkovets N.P. DIGITAL TECHNOLOGIES IN CASH ACCOUNTING AT THE ENTERPRISE	19
Лозовська Л.І., Терещенко Е.В. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КОМБІНАЦІЇ РЕСУРСІВ В УМОВАХ РИЗИКУ НЕДОПОСТАВКИ	24
Monia A.G., Vychkova D.M. COMPARATIVE MATHEMATICAL ANALYSIS OF TRANSMISSION AND AXIAL DISC BRAKES	32
Нетикша К., Лебідь О. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ПРЕДМЕТА «ІНФОРМАТИКА» У СТАРШИХ КЛАСАХ	38
Усенко М.П., Бандоріна Л.М. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ БІЗНЕСУ КРИЗЬ ПРИЗМУ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	43

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКИ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Будяков Г.В. ТЕОРІЇ СТАНОВЛЕННЯ ІТ-АУТСОРСИНГУ	50
Лубенець Д.Є., Коряшкіна Л.С. ВИКОРИСТАННЯ GIS ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ГУМАНІТАРНОЇ ЛОГІСТИКИ	55
Підгорна К.Д., Удачина К.О., Підгорний В.О. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛУ: АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ	61
Савчук Р.В., Кошевий М.В. КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БІЗНЕС АНАЛІЗУ	70
Ярмоленко Л.І., Байматов Р.В. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ	75

ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Андрос С.В. СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК СИСТЕМИ ФІНАНСОВО-КРЕДИТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ	85
Бандоріна Л.М., Жмуренко В.Г., Завгородній К.О., Завгородня О.О. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ	90
Бушуєв М.Б., Петренко В.О., Фонарьова Т.А. НАПРЯМИ ІНВЕСТИЦІЙ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КАПІТАЛ ПІДПРИЄМСТВА З НАДАННЯ ІНЖИНІРИНГОВИХ ПОСЛУГ	95
Nilorme T. MANAGEMENT OF ENERGY EFFICIENCY PROJECTS AT ENTERPRISES..	100

COMPARATIVE MATHEMATICAL ANALYSIS OF TRANSMISSION AND AXIAL DISC BRAKES

Monia A.G.

PhD, associate professor,

associate professor of the Department of Economic Informatics

Ukrainian State University of Science and Technology

Dnipro, Ukraine

Bychkova D.M.

specialty 122 – Computer Science, 2nd year

Ukrainian State University of Science and Technology

Dnipro, Ukraine

Abstract. A comparative analysis of axial and transmission disc-and-pad brakes was carried out.

Keywords: *axial disc brake, transmission disc brake, braking torque, clutch failure.*

Introduction. Disc brakes have proven to be a reliable means of braking rail vehicles of public transport (trams and subway cars). They are also well suited for high-speed trunk railway transport. However, only some mining locomotives are equipped with disc brakes. The first experiments with the use of disc brakes located on the axle of a pair of wheels of mine electric locomotives [1] showed their advantages over wheel-pad brakes. This is, first of all, the possibility of smooth adjustment of the braking torque at the command of the locomotive driver (braking force is directly proportional to the force of pressing the pads against the disc), and secondly, the relative constancy of the coefficient of friction of the brake pad sliding on the disc (the disc is much less prone to the influence of the mine atmosphere and aggressive mine waters, than a locomotive wheel). Thirdly, the coefficient of friction in the brake disc-pad pair and the power developed can be much higher (more than 50%), because this type of brake has much more possibilities in the choice of friction pair materials than the wheel-pad brake. Modern brake discs are made not only of

steel, but also of cast iron, aluminum silicon carbide reinforced, and carbon-ceramic composites.

The only existing mining locomotive equipped with a disc brake is the E10 articulated electric locomotive [2], equipped with a disc brake installed on the drive motor shaft of the traction section (transmission). This arrangement of the disc brake has already been sufficiently studied, and technical solutions have been proposed that increase the efficiency of its operation [3]. However, in order to ensure the necessary safety [4] in case of destruction of transmission elements (keys, splines, clutches or gears) when moving along sections of the track with a longitudinal slope from 5 to 50 ‰, the braking elements of the mine locomotive must be located on the wheel pair. From this point of view, the axial disc-pad brake is superior to the axial one. In work [5], studies of axial and transmission disc brakes of a mine locomotive were carried out.

The purpose of this work is a comparative study of axial and transmission disc-pad brakes. The task of the work is the theoretical determination of the braking torque and the force of pressing the pads against the disk in different braking modes, as well as the determination of the area of optimal operating modes of the indicated brakes.

Main part. The modernized E10 articulated cable electric locomotive has multiple redundancy of braking systems by installing several parallel working brakes of different types on it.

In addition to magnetic rail and gravity rail brakes, wheel-pad and disc brakes are also installed, which create a braking moment, which is translated into braking force through the coupling of the wheel with the rail. Additional efficiency is added by the use of drum-type sandboxes, which guarantee the forced supply of sand of almost any humidity under the wheels of a moving locomotive. A transmission disc brake is located on the drive electric motor shaft of the running bogie. Axial disc brakes are installed on the wheel pairs, and wheel-pad brakes are installed on each wheel of the locomotive.

Multiple backup of braking systems is also necessary because the locomotive usually transports empty wagons uphill, and transports loaded warehouses on the slope. Naturally, on protracted descents with a slope of more than 5‰, braking of the train is not carried out by the engine, but by the brakes. The presence of many brake systems allows you to avoid their overheating by simultaneously using one or more types of brakes as necessary.

The disc transmission brake has several advantages over the axial one:

a) increase of the braking torque on the wheel pair due to the gear ratio of the axial gearboxes and the possibility of installation directly on the shaft of the drive motor;

b) the possibility of using brake discs of relatively large diameter and thickness;

c) the possibility of placement in a place convenient for maintenance;

d) the possibility of generating a braking torque sufficient not only for braking the maximally loaded set of wagons on a track slope of 50 ‰, but also for compensating the traction torque of the drive motor in the event of failure of the start-up control equipment or in case of mistakes by the locomotive driver;

e) installation on the locomotive frame and the convenience of connecting pipelines with brake fluid;

f) the possibility of using conical friction elements and multi-disc brakes.

The disadvantage of the transmission disc brake can be considered, apparently, only its ineffectiveness in case of destruction of transmission elements, which worsens the overall level of safety of the vehicle.

The advantage of the disc axial brake is the only disadvantage of the transmission brake, which is its ability to work on a separate wheel pair in case of destruction of the transmission elements, and the disadvantages are all the advantages of the transmission brake. The presence of the specified shortcomings is determined by spatial limitations on the axle of the wheel pair for placing a powerful axle brake (the locomotive E10 has an internal frame of the traction section). The axial brake has a thinner folded disc (from two sectors fixed on the hub and connected to each other),

shorter and smaller diameter plungers. But even with equal dimensions of the two types of brakes, the transmission creates a 2.73 times greater braking torque M_{inj} on each of the four wheels of the traction section, since the gear ratio of the axial gearbox is 10.93. With uniform distribution of braking torque between wheel pairs and wheels is determined as follows

$$M_{inj} = \frac{M_{id} u_t}{n_j} = \frac{M_{id} 10,93}{2 \cdot 2} = 2,73 M_{id},$$

where M_{id} is the braking torque developed by the disk transmission brake, N·m; n, j – the number of wheel pairs in the traction section and the number of wheels on the wheel pair, respectively; in the locomotive E10 is equal to two.

Using the improved approach [3], for a locomotive with a mass of 12 tons on clear rails, the dependencies of the braking distance were obtained (Fig. 1) and the braking torque on the axial disc brake (Fig. 2) from the speed of the locomotive before the start of braking. A standard application package «Mathematica» was used for calculations.

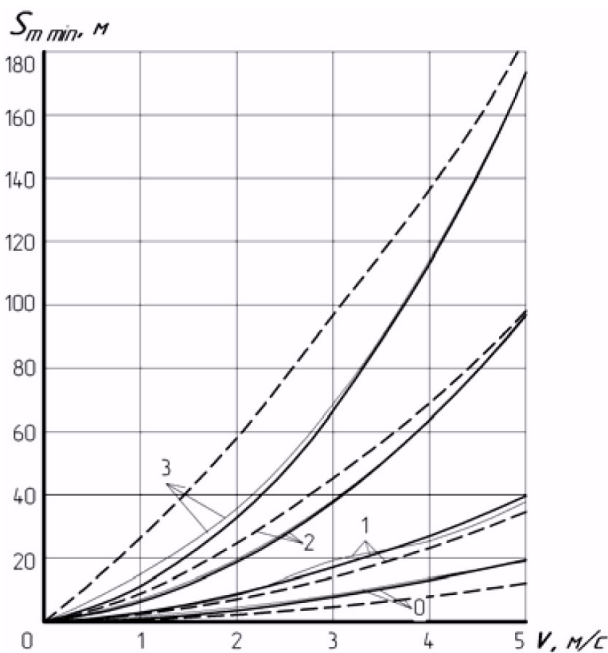


Fig. 1. Dependence of braking distance

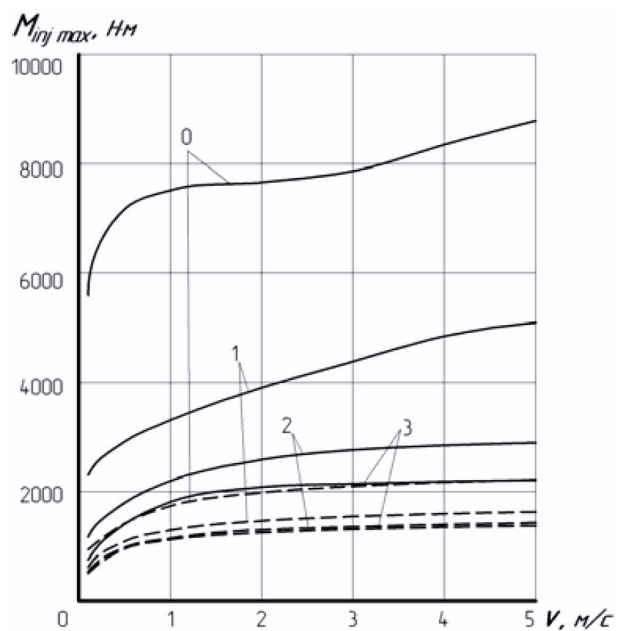


Fig. 2. Dependence of braking torque on speed

In fig. 1, 2 numbers from (1-3) indicate the number of cars transported by a locomotive on a slope of 30 ‰, and zero for the movement of a single locomotive. The main lines correspond to the wheel pairs of the K14 electric locomotive, the dashed lines correspond to the AMD8 electric locomotive (the moments of inertia and stiffness are smaller by two orders of magnitude), and the thin lines are for the intermediate version of the initial data. From the obtained results, it can be seen that, for example, braking of a locomotive with three VH3.3 carriages for a permissible braking distance of 40 m is possible only at a speed of no more than 1.45 m/s.

Conclusions. With equal dimensions of the two types of disc brakes and an even distribution of the braking torque between the wheel pairs, the transmission creates a greater braking torque on each of the four wheels of the traction section due to the gear ratio of the axial gearbox.

Installing a disc brake on the axle of a wheel pair with a central location of the drive gear wheel allows you to change the masses of the half-axles, which means to eliminate self-oscillations that destroy the drive axle under the action of resonant torsional vibrations.

The heavier the rolling stock of the train being transported, or the greater the slope of the track on the descent, the smaller the braking torque can be applied to the wheel pair, to exclude its blocking and clutch failure.

The obtained results show that the smaller the moments of inertia and stiffness of the wheels, half-axles and transmission elements (gear wheels, shafts, etc.), the smaller the braking torque required to stop the locomotive on the same braking path. But the higher the speed of the train before braking, the greater the braking torque should be.

Taking into account the above-mentioned features of disc brakes, multilevel backup of brake systems of heavy mining locomotives operating on track slopes of up

to 50 % should be considered justified and necessary. Such locomotives should have both disc transmission brakes, as more efficient, and disc axle brakes as safer.

References:

1. Taran, I. O., & Novytskyi, O. V. (2014). *Halmivni prystroi shakhtnykh lokomotyviv: monohrafiia*. Natsionalnyi hirnychiy universytet. <https://core.ac.uk/download/pdf/48405061.pdf>
2. Protsiv, V. V., & Honchar, O. Ye. (2010). Dynamichna model halmivnykh system, shcho realizo-vuiut halmivnu sylu v kontakti koleasa ta reiky. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 34(2), 160-171.
3. Monia, A. G. (2019). Mathematical modeling of shaft locomotive braking with a pulsing brake moment for determining the characteristics of its drive. *Hirnycha elektromekhanika ta avtomatyka*, 102, 49-53.
4. Aleksandrov, M. P. (2000). *Vantazhopidiomni mashyny*. Vyscha shkola.
5. Protsiv, V. V., Monia, A. G., & Honchar, O. Ye. (2010). Porivnialni doslidzhennia dyskovykh osovykh ta transmisiinykh halm shakhtnoho lokomotyva. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 4, 98-100.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА:
ІНСТРУМЕНТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА
ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Збірник наукових праць
за матеріалами Всеукраїнської інтернет-конференції
1-2 березня 2024 р.

Відповідальний редактор Л.І. Лозовська
Комп'ютерна верстка Л.В. Мала

Український державний університет науки і технологій

2023