

Дніпропетровський державний технічний університет
залізничного транспорту

Пуларія Андрій Луарсавович

УДК 629.4.628.864.01.5

**Підвищення енергоемності поглинаючих апаратів
вантажних вагонів.**

05.22.07 – Рухомий склад залізниць та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук



Дніпропетровськ 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Дніпропетровському державному технічному університеті залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

**Науковий керівник – доктор технічних наук, професор,
Савчук Орест Макарович,
Дніпропетровський державний технічний
університет залізничного транспорту,
завідувач кафедрою вагонів.**

Офіційні опоненти:

**– доктор технічних наук, професор, Дьомін Юрій Васильович,
керівник відділу динаміки і міцності рухомого складу Науково-
Дослідного центру Укрзалізниці при Київському інституті
залізничного транспорту;**

**– кандидат технічних наук, доцент, Крюков Сергій Георгійович,
доцент кафедри будівельної механіки, Дніпропетровського дер-
жавного технічного університету залізничного транспорту.**

**Провідна установа – Харківська державна академія залізничного
транспорту Міністерства транспорту України, кафедра вагонів
(м. Харків) .**

Захист дисертації відбудеться 28 11 2000 р. о. 14 год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському
державному технічному університеті залізничного транспорту (ДІІТ)
за адресою : 49010, м.Дніпропетровськ , вул. Академіка Лазаряна 2 , ауд.314.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці **університету.**

Жуковицький І.В

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми

Поглинаючі апарати як відповідальні частини рухомого складу забезпечують захист вагонів і вантажів від надмірних перевантажень при ударах під час маневрових робіт, а також при перехідних режимах руху поїздів. Це особливо важливо у зв'язку з підвищенням швидкостей руху поїздів, інтенсифікацією маневрових операцій.

У сучасних умовах експлуатації потрібно забезпечити безпечне зіткнення вагонів на сортувальних гірках при швидкостях до 12 км/год.

Рішення цієї проблеми можна досягти по двох напрямках. Перше застосування високоенергоємних еластомірних поглинаючих апаратів на спеціалізованому рухомому складі для перевезення небезпечних і особливо цінних вантажів. Проте висока вартість цих апаратів робить неможливим їх масове застосування. Тому дуже актуальним і перспективним є другий напрямок – розробка поглинаючих апаратів із використанням нових, нетрадиційних енергопоглинаючих елементів, зокрема – зернистого середовища.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Обраний напрямок досліджень можливості застосування зернистого середовища в поглинаючих апаратах рухомого складу залізниць виконувався по планах наукової роботи Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту, затвердженому Міністерством транспорту України у 1993 р. (тема 33.00.93).

Мета і задачі досліджень.

Метою роботи є оцінка можливості підвищення енергоємності поглинаючих апаратів рухомого складу залізниць України за рахунок застосування в них зернистого середовища.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити конструкцію макетного зразка фрикційного енергопоглинаючого пристрою із зернистим середовищем;
- провести дослідження макетного зразка;

Дніпропетровський
інститут інженерів
залізничного
транспорту
БІБЛІОТЕКА

6069a

- розглянути конструкції поглинаючих апаратів різних типів і вибрати апарат для розміщення зернистого підсилювача;
- розробити математичну модель поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем та провести оптимізацію параметрів моделі за методом найменших модулів;
- виконати дослідження складу і властивостей середовища, яке застосовується в енергопоглинаючому пристрої;
- розробити конструкцію і виготовити дослідні зразки поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем;
- виконати експериментальні дослідження дослідних зразків поглинаючих апаратів під час маневрової роботи;
- провести теоретичні дослідження поведінки динаміки поїздів різної маси, обладнаних поглинаючими апаратами із зернистим підсилювачем.

Об'єкт досліджень.

Поглинання енергії при дії поведінкових сил на вагон в умовах експлуатації.

Предмет дослідження.

Поглинаючі апарати вантажних вагонів з зернистим середовищем у якості енергопоглинаючого елемента.

Методи досліджень.

Чисельно-аналітичний – оцінка конструкції та роботи поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем. Експериментальний – перевірка працездатності та характеристик нового поглинаючого апарату. Статистичний – визначення параметрів математичної моделі.

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше розроблена математична модель поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем дозволила виконати дослідження роботи цього апарату при різних вихідних характеристиках, та вибрати оптимальні параметри підсилювача. У підсумку була обґрунтована принципова схема пружино – фрикційного поглинаючого апарату із високою стабільністю характеристик, що дозволяє підвищити швидкість зіткнень чотирьохвісних вагонів до 12 км/год.

Уперше проведено дослідження властивостей енергопоглинаючого пристрою, що містить зернисте середовище з додаванням

спеціального мастила, дозволило визначити її основні характеристики, необхідні для моделювання й оцінки роботи поглинаючого апарату при різноманітних параметрах середовища і температурних умовах.

Проведений порівняльний розрахунок подовжньої динаміки при перехідних режимах просування вантажних поїздів, обладнаних типовими поглинаючими апаратами ПМК-110А та дослідними апаратами із зернистим підсилювачем, дозволив оцінити вплив останніх на рівень повздовжніх сил у міжвагонних з'єднаннях поїздів різної ваги.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблений, виготовлений і досліджений фрикційний енергопоглинаючий пристрій із зернистим середовищем у якості наповнювача. У результаті була підтверджена можливість застосування зернистого середовища в підсилювачах поглинаючих апаратів.

Фізико - механічні дослідження властивостей зернистого середовища дозволили вирішити питання про його склад, що доцільно застосовувати в підсилювачах поглинаючих апаратів.

Розроблений, виготовлений і випробуваний пластинчастий пружино – фрикційний поглинаючий апарат підвищеної енергоємності із зернистим підсилювачем, що дозволяє підвищити швидкості зіткнення при маневровій роботі і забезпечити цілість вантажів та вагонів.

На підставі результатів виконаних у дисертації досліджень ВАТ Кременчуцький сталеливарний завод планує випуск дослідно – промислової партії поглинаючих апаратів із зернистим підсилювачем, щоб після проведення експлуатаційних випробувань прийняти рішення про впровадження цього апарату в промислове виробництво.

Особистий внесок здобувача.

Розробка конфігурації поршня та корпусу фрикційного енергопоглинаючого пристрою, виготовлення зразків та проведення випробувань [1],[4].

Створення математичної моделі поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем [2].

Дослідження рівня повздовжніх сил у поїздів масою 6000т, обладнаних дослідними поглинаючими апаратами [3].

Проведення досліджень властивостей зернистого середовища з додаванням спеціального мастила. Розробка закріплення зернистого підсилювача у поглинаючому апараті. Проведення випробувань дослідних поглинаючих апаратів та обробка отриманих результатів [5].

Апробація результатів дисертації.

Основні ідеї, положення та результати дисертаційної роботи викладені на кафедрі вагонів ДІІТу, подані й обговорені на другій міжнародній науково – технічній конференції “Актуальні проблеми розвитку залізничного транспорту” Росія, Москва 25 вересня 1996р., першому українсько – польському семінарі молодих вчених Польща, Варшава 29 вересня 1998р. та 10-й міжнародній конференції “Проблеми механіки залізничного транспорту” Україна, Дніпропетровськ 25 травня 2000 р.

Публікації.

Результати дисертації опубліковані в чотирьох статтях у збірниках наукових праць Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту, патенті України № 26863 від 29.12.1999 р. і двох тезах доповідей на міжнародних конференціях.

Структура та зміст дисертації.

Дисертація складається з вступу, чотирьох глав, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації – 151 сторінка, 40 рисунків, 6 таблиць, 108 джерел, 8 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі виконаний огляд конструкцій ударопоглинаючих пристроїв різних типів. У переважній більшості на вантажних вагонах встановлюють пружино - фрикційні поглинаючі апарати, як більш дешеві, прості у виготовленні та експлуатації. Серед них апарат ПМК-110А має дещо кращі характеристики. Проте випробування показують, що навіть у прироблених апаратів ПМК-110А, при швидкостях зіткнення більших за 8,5 - 9,5 км/год цілком вичерпується хід і розмір повздовжніх сил різко зростає, перевищуючи припустимий рівень 2,5 МН. Тому в наш час необхідна роз-

робка більш енергоємних, низької вартості, простих у виготовленні й експлуатації поглинаючих апаратів.

Найбільш вагомими роботами в області дослідження поглинаючих апаратів рухомого складу залізниць є праці таких учених: Лазаряна В.А., Нікольського Л.Н., Блохіна Е.П., Манашкіна Л.А., Кегліна Б.Г. Крайзгура Б.Г., Осипова А.С., Каракашьяна З.О. та інших.

Виконаний також огляд досліджень в області застосування зернистого середовища.

У цілому ряді областей техніки зернистий матеріал грає важливу роль. Дослідженням в області механіки сипучих тіл присвячені праці багатьох учених, як у СНД, так і в далекому зарубіжжі: Г. К. Клейна, М. В. Малишева, М. Рейнера, М. Н. Гольдштейна, Г. Дересевича та інших.

Водночас незаслужено залишилося поза увагою застосування зернистого середовища в енергопоглинаючих пристроях. І хоча, питання створення амортизаторів із зернистим робочим тілом розглянуті А. С. Осиповим, протягом багатьох десятиліть вони усе ще залишаються мало дослідженими.

В другому розділі при розробці конструкції нового енергопоглинаючого пристрою, був описаний проведений патентний пошук. У результаті аналізу літературних і патентних джерел визначені вимоги до конструкції енергопоглинаючого пристрою із зернистим середовищем.

Розроблений фрикційний енергопоглинаючий пристрій, (рис.1) містить корпус, шток із поршнем у середній частині, що проходить крізь нього. Поршень виконаний у вигляді двох усічених конусів із різною конусністю, спрямованих вершинами в протилежні сторони; розташований у корпусі наповнювач у вигляді сталевих кульок і компенсатор зносу наповнювача. Введення в наповнювач мастильного матеріалу забезпечує ефективне змащування усіх фрикційних елементів: сталевих кульок, штока, поршня і внутрішньої поверхні корпуса. За рахунок цього досягається стабілізація силової характеристики пристрою, а також збільшення його надійності і терміна служби. У той же час мастило не витікає з корпуса і не потребує контактних ущільнень. На цей енергопоглинаючий пристрій, був отриманий патент України №26863 від 29.12.1999 р.

Пристрій був підданий теоретичним дослідженням, статичним і копривим випробуванням, результати яких дозволили зробити ви-

сненок про можливість застосування зернистого середовища в поглинаючих апаратах залізничного рухомого складу.

На основі цього енергопоглинаючого пристрою, був розроблений підсилювач для поглинаючого апарату ПМК-110А. Підсилювач, замість внутрішньої пружини, встановлюється в поглинаючий апарат. Щоб уникнути підвищення жорсткості апарату при невеликих силах (режим рушання поїзда, регульовального гальмування), підсилювач вмикається в роботу через 40 мм після початку стиснення апарату. Гасіння енергії відбувається при перетіканні зернистого середовища 1 через кільцевий зазор між поршнем 2 і корпусом 3 підсилювача (рис. 2). Для одержання кращої силової характеристики поршень виконаний у вигляді двох усічених конусів із різною конусністю, спрямованих вершинами в протилежні сторони частина внутрішньої поверхні корпусу і середня частина поршня виконані конічними, що звужуються в напрямку робочого ходу штока і з однаковою конусністю. Внаслідок цього при просуванні штока кільцевий зазор між поршнем і внутрішньою поверхнею корпусу зменшується від максимального, на початку робочого ходу, до мінімального значення, наприкінці, змінюючи при цьому опір просуванню поршня. У результаті жорсткість, опір просуванню поршня, змінюється по експоненті від мінімального до максимального значення. За рахунок того, що кільцевий зазор утворений еквідістантними конічними поверхнями корпусу і середньої частини поршня, підвищується енергоємність пристрою через витрати енергії на просування наповнювача крізь цей зазор.

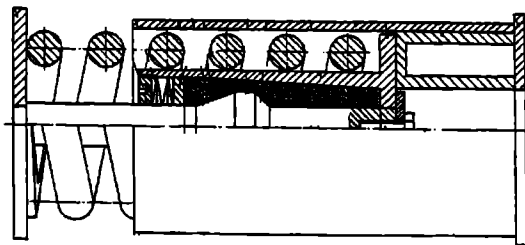


Рис. 1. Фрикційний енергопоглинаючий пристрій

Проведені порівняльні статичні випробування неприроблених типового поглинаючого апарату ПМК-110А та апарату з зернистим

підсилювачем показали, що енергоємність першого апарату склала 35 кДж, а другого – 65 кДж (рис. 3).

Найбільша сила статичного стиснення апарату з підсилювачем перевищила 1300 кН, тоді як в апаратів без підсилювача – тільки 600 кН.

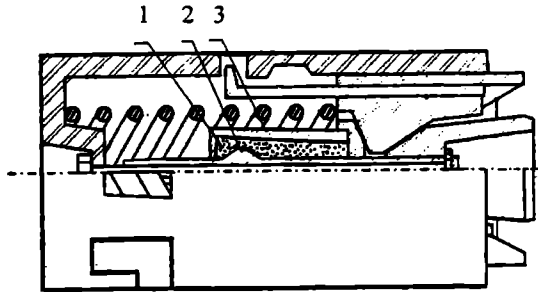


Рис.2. Дослідний поглинаючий апарат, із зернистим підсилювачем:

1 - середовище; 2 - поршень; 3 - корпус підсилювача.

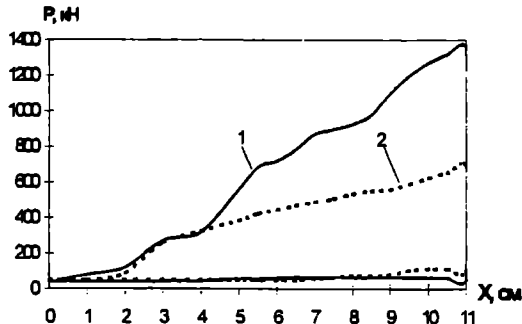


Рис.3. Статичні силові характеристики:

- 1- дослідний поглинаючий апарат із зернистим підсилювачем;
- 2- типовий поглинаючий апарат ПМК-110А.

Після стиснення апаратів на 40 мм, коли в роботу включається зернистий підсилювач, спостерігалось збільшення сили стиснен-

ня Р при однаковому ході x в дослідного порівняно з типовим поглинаючого апарату.

Надалі були проведені ударні випробування дослідних зразків поглинаючих апаратів, із зернистим підсилювачем. Випробування проводилися шляхом нанесення ударів в автозчіпку випробуваного вагона вагоном, що набігає, роль якого виконував навантажений піввагон. Випробуваний вагон був встановлений у підпірної стінки. Усього було проведено 37 зіткнень із швидкостями від 4,6 км/год до 12,8 км/год.

Частина даних подана в табл. 1.

Таблиця 1
Результати ударних випробувань дослідного апарату.

| Швид- кість зіткнен- ня v , км/год | Макси- мальне зусилля T_m , кН | Макси- мальне сти- снення x_{max} , мм | Енергое- мність $\Delta\mathcal{E}$, кДж | $\Delta\mathcal{E}$, кДж | Z , % |
|--|---|---|---|------------------------------|---------|
| 6 | 664,5 | 84,8 | 21 | 4,5 | 27 |
| 7,2 | 1208 | 97,5 | 31,32 | 8 | 35 |
| 9 | 1634 | 99,6 | 45,9 | 14,4 | 46 |
| 10,2 | 1204 | 96,9 | 32,8 | 12,5 | 62 |
| 12 | 1983 | 100,2 | 41,7 | 19,3 | 86 |
| 12,8 | 1990 | 102,9 | 46,6 | 18 | 63 |

Тут $\Delta\mathcal{E}$ - різниця між енергоемностями дослідних і типових поглинаючих апаратів, випробуваних в однакових умовах;

Z - збільшення енергоемності типового поглинаючого апарату після розташування на ньому зернистого підсилювача.

Виконано порівняння отриманих даних із результатами випробувань поглинаючих апаратів ПМК-110А, що проводилися ДІІТом у 1989 р.

З табл. 1 можна побачити, що при швидкостях зіткнення від 6 до 12,8 км/год енергоемність поглинаючого апарату ПМК-110А після розташування на ньому зернистого підсилювача збільшується в середньому на 51 %.

У третьому розділі проведено дослідження властивостей зернистого середовища, що складається зі сталевого дробу середнім ді-

аметром 1,7 мм, покритого пластичним мастилом із протизносними та протизадирними добавками.

Проведений аналіз упаковування зерен сталевого дробу у середині підсилювача показав, що при засипанні їх в апарат упаковування має вид простий кубічний і кубічно - тетраедальний, а після ушільнення упаковування набуває виду пірамідального і тетраедального. Середовище має щільність $5,61 \text{ г/см}^3$ Кут внутрішнього тертя ϕ , визначений після випробувань на зрізному приладі ДІІТу, складає 30° і збільшується на 9° при зменшенні вмісту мастила на 75%. Пенетрація зернистого середовища склала 29,7 одиниць при температурі $+20^\circ\text{C}$ і 26 одиниць при температурі -30°C , що свідчить про малу залежність властивостей середовища від температури.

У четвертому розділі розроблена математична модель роботи пластинчастого поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем.

Математичну модель апарату можна подати у виді:

$$P(x) = \begin{cases} \psi_{1H} \cdot i \cdot c(x + x_0), & \text{при } x < a, \\ \psi_{2H} \cdot i \cdot c(x + x_0), & \text{при } a \leq x < b, \\ \psi_{2H} \cdot i \cdot c(x + x_0) + P_y, & \text{при } b \leq x < x_{\max}, \\ \psi_{1P} \cdot i \cdot c(x + x_0), & \text{при } x \in [x_{\max} - a, x_{\max}], \\ \psi_{2P} \cdot i \cdot c(x + x_0), & \text{при } x_{\max} - a \leq x < x_{\max} - b, \\ \psi_{2P} \cdot i \cdot c(x + x_0) - P'_y, & \text{при } x \leq x_{\max} - b. \end{cases} \quad (1)$$

де ψ_{1H} , ψ_{2H} коефіцієнти передачі при стисненні до і після вмикання в роботу рухомих пластин;

ψ_{1P} , ψ_{2P} - коефіцієнти передачі при віддачі до і після вмикання в роботу рухомих пластин;

i - коефіцієнт передачі при відсутності тертя;

c - жорсткість пружин поглинаючого апарату;

x - хід апарату;

x_0 - розмір початкового затягування;

x_{\max} - максимальне стиснення апарату;

P_y - сила опору зернистого підсилювача при стисненні;

P'_y - сила опору зернистого підсилювача при віддачі;

а – конструктивний зазор, після вибирання якого включаються в роботу рухомі пластини;

б – конструктивний зазор, після вибирання якого включається в роботу зернистий підсилювач.

У зв'язку з тим, що в пластинчастих поглинаючих апаратах, вмикання в роботу фрикційних клинів і рухомих пластин відбувається не одночасно, силова характеристика даного апарату складається із шести ділянок (рис. 4).

Виходячи з особливостей конструкції зернистого підсилювача і приймаючи до уваги те, що по своїх властивостях він близький, як до фрикційного так і до гідравлічного амортизатора силу опору зернистого підсилювача при стисненні та при віддачі отримуємо по формулам:

$$P_y = \frac{\tau \cdot \omega \cdot \rho \cdot F_n \cdot v^2}{A \cdot n}, \quad (2)$$

$$P'_y = \frac{\tau' \cdot \omega \cdot \rho \cdot F_n \cdot v^2}{A \cdot n}, \quad (3)$$

де τ – тангенс кута вхідного конуса поршня підсилювача при навантаженні;

τ' – тангенс кута вхідного конуса поршня підсилювача при віддачі.

ρ – щільність середовища, кг/см^3 ;

F_n – площа поверхні поршня і штока, що знаходиться у контакті із середовищем, см^2 ;

v – початкова швидкість зіткнення, см/сек ;

ω – коефіцієнт, що характеризує середовище;

n – коефіцієнт зміни кільцевого зазору між поршнем і стінкою корпусу підсилювача;

A – коефіцієнт переведення розмірностей, $A=100$.

Базуючись на даних випробувань проведених ДІІТом залежність $\omega(x, v)$ можна викласти в таким чином

$$\omega(x, v) = e^{u_1 + u_2 \cdot x + u_3 \cdot v} \quad (4)$$

де u_1, u_2, u_3 – параметри моделі.

Оптимізацію цих параметрів проводимо за методом найменших модулів. Вибір цього методу обумовлюється тим, що він має певну робастність в порівнянні з іншими методами, наприклад методом найменших квадратів, тобто дослідні значення, що різко відрізняються по розміру від основного масиву даних, не роблять впливу на апроксимуєму криву.

Результати моделювання порівнювались із дослідними даними, розбіжність складала в середньому 4,9% для різних швидкостей зіткнення.

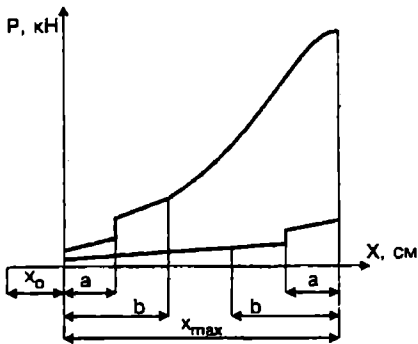


Рис. 4 Силова характеристика дослідного поглинаючого апарату.

З метою дослідження повздовжніх сил у міжвагонних з'єднаннях поїздів різної ваги, обладнаних типовими поглинаючими апаратами ПМК-110А і дослідними поглинаючими апаратами із зернистим підсилювачем, був проведений розрахунок із використанням пакета прикладних програм "Поїзд", розробленого галузевою науково – дослідною лабораторією динаміки і тривкості рухомого складу ДІІТу. Для виконання розрахунків даний пакет був змінений і адаптований під сучасні комп'ютери.

У режимі рушання в поїздів масою 6000 т повздовжні сили зростають до вісімнадцятого міжвагонного з'єднання, а потім стабілізуються. Максимальні повздовжні сили досягали 400 кН у поїзда зі типовими поглинаючими апаратами, ПМК-110А і 390 кН у поїзда з дослідними апаратами.

У режимі повного службового гальмування максимальні повздовжні сили досягали 725 кН у поїзда з типовими поглинаючими апаратами, у п'ятдесят другому міжвагонному з'єднанні і 700 кН у

поїзда з дослідними апаратами в п'ятдесят третьому міжвагонному з'єднанні.

У режимі екстреного гальмування розмір максимальних повздовжніх сил у поїздів масою 6000 т складав 2450 кН у поїзда зі типовими поглинаючими апаратами, у сорок четвертому міжвагонному з'єднанні і 1550 кН у поїзда з дослідними апаратами в сорок дев'ятому міжвагонному з'єднанні.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дисертаційної роботи автором отримані нові науково обгрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що у сукупності є корисними для подальшого розвитку методів розрахунку, проектування і дослідження нових типів поглинаючих апаратів залізничного рухомого складу.

Основні результати роботи полягають у такому:

1. Збільшення енергоємності поглинаючих апаратів із використанням нових нетрадиційних енергопоглинаючих елементів, зокрема – зернистого середовища.

2. Запропоновано конструкцію фрикційного енергопоглинаючого пристрою, із зернистим середовищем у якості наповнювача. Зменшення кільцевого зазору між корпусом і поршнем під час стиснення даного пристрою дозволяє збільшити опір просуванню поршня і поліпшити силову характеристику. Завдяки введенню до складу наповнювача пластичного мастильного матеріалу, з протизносними та протизадирними добавками, стабілізується силова характеристика, збільшується надійність і термін служби пристрою.

3. Розроблено і виготовлено макетний зразок фрикційного енергопоглинаючого пристрою із зернистим середовищем. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження пристрою, що дозволили зробити висновок про можливість застосування його в поглинаючих апаратах рухомого складу. На підставі аналізу різноманітних типів поглинаючих апаратів, які застосовуються на рухомому складі залізниць, для розміщення зернистого підсилювача був обраний пластинчастий пружино фрикційний поглинаючий апарат ПМК-110А.

4. Запропоновано математичну модель пластинчастого пружино фрикційного поглинаючого апарату із зернистим підсилювачем, що відбиває процеси, які виникають при роботі апарату з достатньою достовірністю. Модель дозволяє визначити вплив змін пара-

метрів апарату на його силову характеристику. Розбіжність між дослідними даними та даними моделювання не перевищують 5%.

5. Обґрунтовано склад і властивості середовища, що застосовується у фрикційному енергопоглинаючому пристрої. Це середовище можна віднести до зернистих із середнім діаметром часток (сталевий дріб) 1,7 мм, взаємне розташування зерен відповідає пірамідальному і тетраедальному упаковуванню. Середовище має щільність $5,61 \text{ г/см}^3$, кут внутрішнього тертя складає 30° і збільшується на 9° при зменшенні вмісту мастила від 60 г до 15 г на 1 кг сухих часток. Зниження температури до -30°C незначно впливає на властивості середовища.

6. Розроблено пружино - фрикційний поглинаючий апарат із металокерамічними поверхнями тертя і зернистого підсилювача шляхом модернізації апарату ПМК-110А, виготовлено два дослідних зразки таких апаратів, проведені статичні, копрові та ударні випробування цих апаратів.

7. Порівняльні статичні випробування дослідних зразків нових поглинаючих апаратів, і типових - ПМК-110А показали, що енергоємність дослідних апаратів склала 65 кДж, а типових 35 кДж. Зважаючи на те, що фрикційні частини апаратів були неприроблені, це свідчить про істотний вплив зернистого підсилювача на підвищення енергоємності.

8. Ударні випробування поглинаючих апаратів із зернистим підсилювачем, проведені при швидкостях зіткнення від 4,8 км/год до 12,8 км/год, показали, що енергоємність дослідних поглинаючих апаратів, більше чим у типових ПМК-110А в середньому на 51%.

9. Переваги нових апаратів складаються в тому, що допустима швидкість зіткнення вантажних вагонів дослідними апаратами складає 12 км/год, у той час як із серійними ПМК-110А 9-9,5 км/год. Це дозволяє зменшити час маневрових операцій і забезпечити збільшення цілості вагонів і вантажів.

10. Проведено порівняльний розрахунок повздовжньої динаміки вантажних поїздів, обладнаних типовими поглинаючими апаратами ПМК-110А і дослідними апаратами з зернистим підсилювачем. Виконано порівняння розрахункових даних із результатами випробувань, проведених раніше ДІІТом. Модернізація поглинаючих апаратів зернистим підсилювачем дозволяє знизити для поїзда масою 6000 т розмір повздовжніх сил при русанні в середньому на 2%, повному службовому гальмуванні на 3,5% і при екстреному гальмуванні - на 37%.

Список опублікованих автором робіт в фахових виданнях, у яких освітлені основні положення і результати дисертації:

1. Савчук О.М., Шебанов В.А., Пулария А.Л., Вислогузов В.Т. Разработка новых энергопоглощающих устройств вагонов // Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава железных дорог. – Днепропетровск. – ДИИТ. – 1996. – С.15 – 17.

2. Пулария А.Л. Моделирование работы пластинчатого поглощающего аппарата с зернистой вставкой // Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава железных дорог // Межвуз. сб. научн. тр. / Днепропетровск ДИИТ 1997. – С.7 – 9.

3. Пулария А.Л., Грановская Н.И., Заболотный Н.А. Исследование продольной динамики поезда, оборудованного поглощающими аппаратами с зернистым усилителем / Транспорт // Збірник наукових праць Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту. Випуск 3. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2000. – С. 13–16.

4. Пат. 26863 Україна, МКИ 6 F16F7/01, F16F7/08. Фрикційний енергопоглинаючий пристрій/ О.М. Савчук, В.О. Шебанов, А.Л. Пулария; Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту. – № 94012121; Заявл. 10.01.94, Опубл. 29.12.99, Бюл. №8. – 2с.

Додатково результати дисертації висвітлені в роботах:

5. Савчук О.М., Пулария А.Л. Применение зернистой среды в поглощающих аппаратах подвижного состава / Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава железных дорог // Межвуз. сб. научн. тр. / Днепропетровск ДИИТ 1997. – С.4 – 6.

6. Савчук О.М., Шебанов В.А., Вислогузов В.Т., Пулария А.Л. Демпфер для подвижного состава // Тезисы докладов, II Междунар. конф. "Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта". – Том.1. – М.: МИИТ, 1996. – С. 83.

7. Савчук О.М., Пулария А.Л. Применение зернистой среды в поглощающих аппаратах железнодорожного подвижного состава // Тезисы докладов, X Междунар. конф. "Проблемы механики железнодорожного транспорта" (Динамика, надежность и безопасность подвижного состава). – Днепропетровск: АРТ-Пресс, 2000. – С. 46–47.

АНОТАЦІЯ

Пуларія А.Л. Підвищення енергоємності поглинаючих апаратів вантажних вагонів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів. – Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, Дніпропетровськ, 2000.

Дисертація присвячена питанням теоретичних і експериментальних досліджень можливості підвищення енергоємності поглинаючих апаратів вантажних вагонів за рахунок застосування в них зернистого середовища.

Розроблено і виготовлений фрикційний енергопоглинаючий пристрій, із зернистим середовищем з додаванням мастила в якості наповнювача і на його основі розроблені і виготовлені поглинаючі апарати, із зернистим підсилювачем. Проведено статичні, копрові та ударні випробування цих апаратів. Виконано дослідження середовища, що застосовується в зернистому підсилювачі.

Запропоновано математичну модель пластинчастого пружино – фрикційного поглинаючого апарату, із зернистим підсилювачем, яка із достатньою достовірністю відтворює процеси, що виникають при роботі апарату.

Проведено дослідження повздовжньої динаміки потягів, обладнаних дослідними поглинаючими апаратами, при перехідних режимах руху.

Ключові слова: поглинаючий апарат, зернисте середовище, математична модель, силова характеристика, параметри, випробування.

АННОТАЦИЯ

Пулария А.Л. Повышение энергоемкости поглощающих аппаратов грузовых вагонов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. – Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта, Днепропетровск, 2000.

Диссертация посвящена вопросам теоретических и экспериментальных исследований возможности повышения энергоемкости поглощающих аппаратов грузовых вагонов за счет применения в них зернистой среды.

Разработано и изготовлено фрикционное энергопоглощающее устройство с зернистой средой и добавлением специальной смазки в качестве наполнителя. За счет добавления смазки достигается стабилизация силовой характеристики устройства, а также увеличение его надежности и срока службы. Устройство было подвергнуто теоретическим исследованиям, статическим и копровым испытаниям, результаты которых позволили сделать заключение о возможности применения зернистой среды в поглощающих аппаратах железнодорожного подвижного состава.

На основе данных полученных в результате испытаний данного устройства разработаны и изготовлены пластинчатые пружинно – фрикционные поглощающие аппараты с зернистым усилителем на базе аппарата ПМК-110А. Проведены статические, копровые и ударные испытания этих аппаратов.

Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о значительном увеличении энергоемкости поглощающих аппаратов после установки на них зернистого усилителя, так при скоростях соударения от 6 до 12,8 км/ч энергоемкость поглощающего аппарата ПМК-110А увеличивается в среднем на 51 %. Существенно увеличивается допустимая скорость соударения у этого же типа поглощающих аппаратов, что ведет за собой повышение сохранности вагонов и грузов при маневровой работе.

Выполнены исследования среды, применяемой в зернистом усилителе, состоящей из стальной дробы средним диаметром 1,7 мм покрытой пластичной смазкой с противоизносными и противозадирными добавками. Проведены измерения и анализ гранулометрического состава среды. Определена плотность среды. Исследована упаковка зерен при различной степени уплотнения. Определен, после испытаний на срезном приборе ДИИТа, угол внутреннего трения для сред с различным содержанием смазки. Исследовано влияние низких температур на свойства среды с помощью пенетromетра.

Предложена математическая модель пластинчатого пружинно – фрикционного поглощающего аппарата с зернистым усилителем. Оптимизация параметров модели проведена по методу наименьших модулей для получения численных значений параметров модели. Данная модель с достаточной достоверностью отражает процессы,

возникающие при работе аппарата, позволяет определить влияние изменений параметров аппарата на его силовую характеристику.

Проведены сравнительные исследования продольной динамики поездов, оборудованных опытными поглощающими аппаратами с зернистым усилителем и поглощающими аппаратами ПМК-110А, при переходных режимах движения: трогании полном служебном торможении и экстренном торможении. Результаты расчетов показали, что при этих режимах величина продольных сил в междувагонных соединениях поездов, оборудованных опытными поглощающими аппаратами, ниже чем у тех которые оборудованы стандартными аппаратами.

Ключевые слова: поглощающий аппарат, зернистая среда, математическая модель, силовая характеристика, параметры, испытания.

ABSTRACT

6069a
A. L. Pulariya Freight cars draft gear capacity increase. – Manuscript.

Dissertation for candidate of technical sciences academic degree competition by speciality 05. 22. 07 – railroad rolling stock and hauling operation – Dnipropetrovsk Technical University of Railway Transport, Dnipropetrovsk 2000.

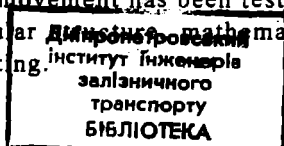
Dissertation is dedicated to issues on theoretical study and experimental investigations of the possibility to increase freight cars draft gear capacity due to use granular structure.

Granular structure frictional energy absorbing device with addition of the special lubricant as stuff has been developed and made draft gears with granular booster have been developed and made on its basis. Static, pile driving and shock testing of those devices has been performed. The structure used in the granular booster has been investigated.

Mathematical model of lamellar spring and friction draft gear with granular booster has been offered it shows the processes arising when the device operates accurately enough.

Longitudinal dynamics of the trains equipped with experimental draft gears during transient state of movement has been tested.

Key words: draft gear, granular mathematical model, power characteristic, parameters testing.



Пуларія Андрій Луарсабович

**Підвищення енергоємності поглинаючих апаратів
вантажних вагонів.**

**Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук**

Підписано до друку 15.09.2000р. Формат 60 × 84 / 16.
Папір для множних апаратів.
Ум.друк.арк. 1. Обл.–вид.арк. 0,8. Зам. № 372
Тираж 100 прим. Безкоштовно.

**Дніпропетровський державний технічний університет
залізничного транспорту**

Адреса університету та дільниці оперативної поліграфії
49010, Дніпропетровськ–10, вул. Академіка Лазаряна, 2.

Сканувала Кам'янська Н.О.