

---

**РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ**

---

УДК 621.436

*Д-р техн. наук В.І. Мороз,  
кандидати техн. наук О.В. Братченко,  
О.А. Логвіненко,  
асп. К.В. Астахова*

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ  
МЕХАНІЗМУ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ЛОКОМОТИВНОЇ  
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ ТИПУ Д49**

**Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень у напрямку її вирішення.** Відповідно до основних положень державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки (затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390) і програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012 - 2016 роки (затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2011 р. № 840) одним із пріоритетних напрямків розвитку залізниць є підвищення рентабельності та конкурентоспроможності перевезень. Це обумовлює необхідність забезпечення парків магістральних і маневрових тепловозів надійними та довговічними в експлуатації дизелями, які мають високі показники паливної економічності та екологічності [1].

Перспективним напрямком розробок щодо підвищення експлуатаційних показників тепловозних дизелів поряд з поліпшенням процесів сумішоутворення, згоряння, теплопередачі є удосконалення процесів газообміну, що досягається за рахунок забезпечення ефективного функціонування кулачкових механізмів газорозподілу (КМГР) [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показав, що у вирішенні задачі досягнення високих значень часу-перерізу клапанів і забезпечення потрібних фаз

газорозподілу одна з головних ролей відводиться моделюванню, аналізу і контролю динамічних процесів, які протікають у КМГР [3,4]. Тому при проведенні таких досліджень доцільно використовувати описані в роботі [5] динамічні моделі (ДМ), що у свою чергу потребує визначення відповідних інерційних (зведених мас), жорсткісних (коефіцієнтів жорсткості) та дисипативних (коефіцієнтів демпфірування) параметрів [4].

**Метою статті** є висвітлення особливостей та результатів експериментального дослідження механізму газорозподілу локомотивної енергетичної установки (ЛЕУ) з дизелем 6Д49, спрямованого на визначення основних параметрів динамічної моделі механізмів привода впускних і випускних клапанів.

**Результати експериментального дослідження механізму газорозподілу локомотивної енергетичної установки типу Д49.** В основу дослідження покладена розроблена в Українській державній академії залізничного транспорту експериментально-розрахункова методика з визначення жорсткісних та дисипативних параметрів механізму газорозподілу дизеля типу Д80, яка передбачає створення ударних навантажень з певними характеристиками у визначених зонах механізму привода клапанів з одночасним записом динамічних процесів, що

відбуваються в ланках КМГР у вигляді тензограм загасаючих коливань (ТЗК) [6,7]. Згідно з цією методикою для визначення основних параметрів ДМ привода клапанів локомотивної енергетичної установки з дизелем 6Д49 необхідно було провести тензометрування основних деталей КМГР з метою одержання відповідних ТЗК.

Вирішення такої задачі пов'язане з оснащенням КМГР досліджуваного дизеля, встановленого на випробувальному стенді УкрДАЗТ (рис. 1), відповідними перетворювачами (первинними і проміжними), а

також вимірювальними та реєстраційними приладами.

За результатами проведених авторами попередніх досліджень встановлено, що під час роботи дизеля найбільші пружні деформації, впливаючі на формування динамічних процесів, мають штанги, які і слід розглядати як динамічні зв'язки [7]. Тому однією із задач експериментального дослідження було отримання ТЗК штанг механізмів привода впускних та випускних клапанів.

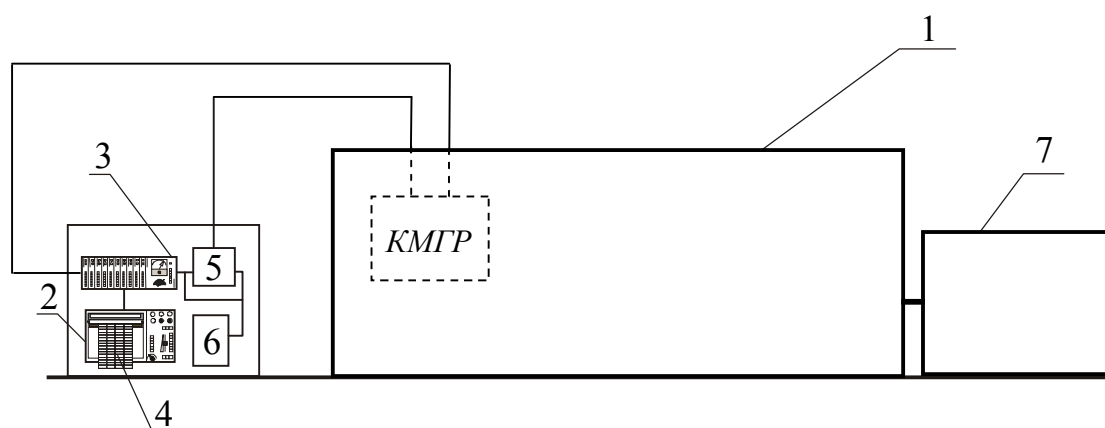


Рис. 1. Схема випробувального стенда дизеля 6Д49:

1 – дизель 6Д49(8ЧН26/26); 2 – світлопроменевий осцилограф «Н 145»; 3 – тензопідсилювач «Топаз-3»; 4 – паперовий носій з записом тензограм; 5 – блок проміжних перетворювачів (БПП); 6 – компенсаційний блок (КБ); 7 – наванта-жувальний пристрій (тяговий генератор ГС-501А та типова реостатна установка)

У процесі підготовки експерименту згідно з рекомендаціями [8] як первинні перетворювачі використовувались дровоті тензодатчики 2ПКБ-20-200 з одноелементною петльовою решіткою на паперовій основі, тарування яких здійснювалося за допомогою балки рівного опору [9]. Монтаж активних тензодатчиків (АД) здійснювався безпосередньо на штанги приводів впускних та випускних клапанів, а термокомпенсаційних (ТКД) – на компенсаційні елементи, які було виготовлено у вигляді пластин з конструкційного матеріалу, аналогічного матеріалу штанги (сталь 15Х ГОСТ 4543-71). З'єднання АД і

ТКД здійснювались за схемою повного моста (рис. 2).

Для живлення тензодатчиків, а також для посилення вихідного сигналу з датчиків перед надходженням його до гальванометрів світлопроменевого осцилографа використовувались тензопідсилювач «Топаз-3» і прилад «Агат». Як реєструючий пристрій – світлопроменевий осцилограф «Н 145», призначений для одночасної багатоканальної реєстрації електричних величин, що змінюються в часі, і неелектричних величин, перетворених в електричні.

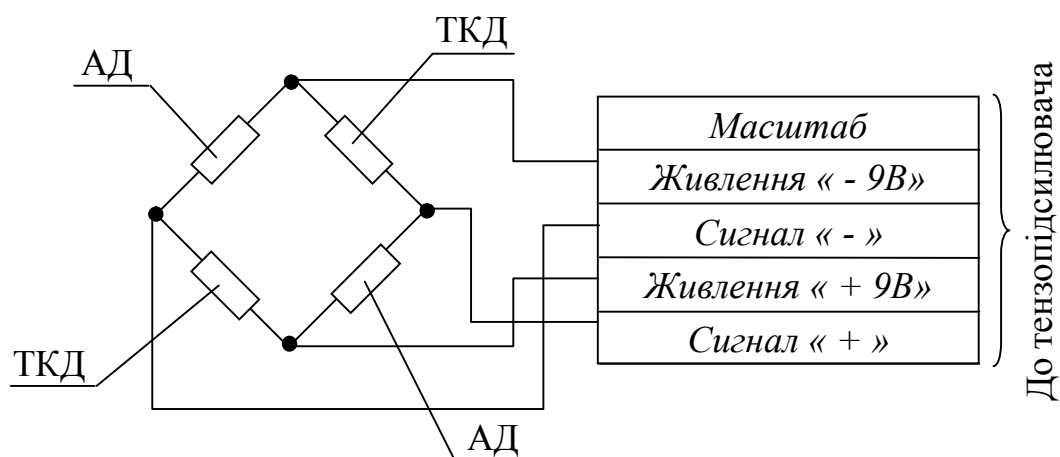


Рис. 2. Схема моста для з'єднання АД і ТКД

Наклеювання АД і ТКД проводилося на спеціально підготовлені поверхні з використанням клею БФ-2 відповідно до рекомендацій [10]. Здійснювалося підключення датчиків до вимірної апаратури (рис. 1).

Як приклад на рис. 3 наведена схема механізму привода випускних клапанів ЛЕУ з дизелем 6Д49, на якій позначені місце встановлення АД і зона здійснення разового ударного навантаження (ЗУН).

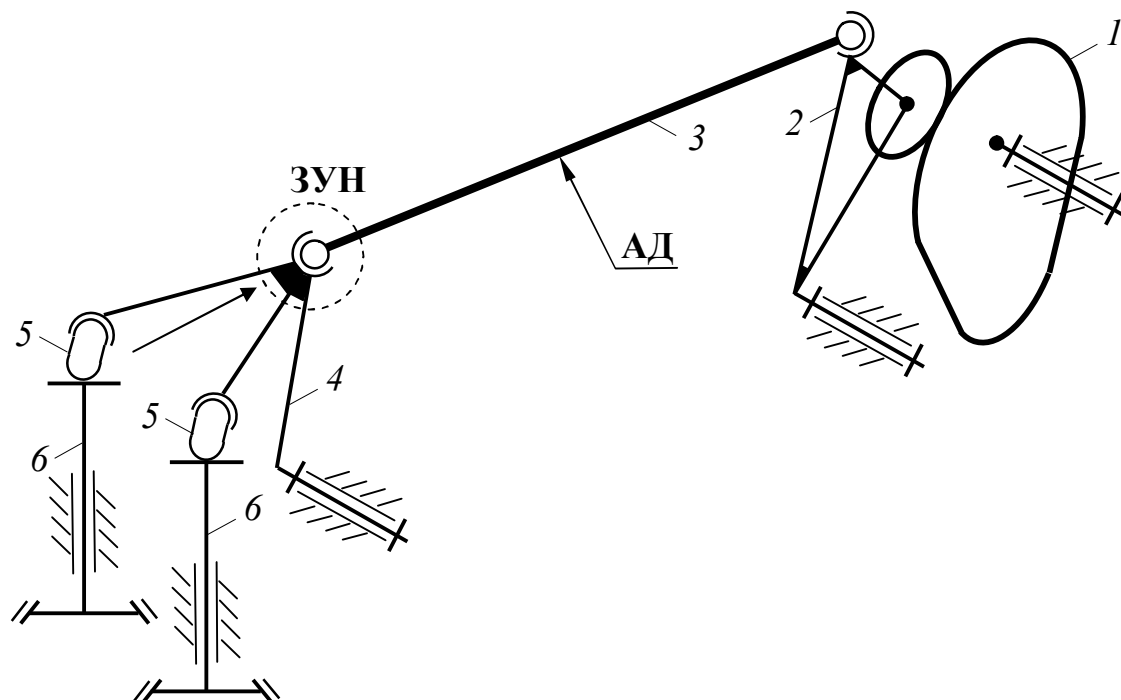


Рис. 3. Схема механізму привода випускних клапанів ЛЕУ з дизелем 6Д49:

- 1 – розподільний вал; 2 – коромисловий роликостовп;
- 3 – штанга; 4 – вилчастий важіль; 5 – гідроштовхачі; 6 – клапани з комплектом пружин; АД – місце встановлення тензодатчиків

Перед проведенням експериментальних досліджень виконувались роботи з підготовки стенда до проведення випробувань, забезпечення потрібного температурного режиму (*прогрів*), відповідного налаштування виміральної і реєструючої апаратури, що використовувалася.

Програмою проведення експериментальних досліджень передбачалася серія випробувань, при проведенні яких у зазначених для приводів впускних і випускних клапанів ЗУН створювались одиничні багаторазово-повторювані ударні

навантаження. Синхронно з ударними навантаженнями здійснювалося вмикання стрічкопротягувального механізму осцилографа з відповідною реєстрацією ТЗК по всіх каналах на універсальний фотопапір УФС, що самопроявляється.

На рис. 4 (як приклад) наведені отримані результати у вигляді ТЗК при окремих дослідях (для привода впускних клапанів – 1-й та 18-й; випускних клапанів – 1-й та 23-й) та усереднених за 25 вимірами.

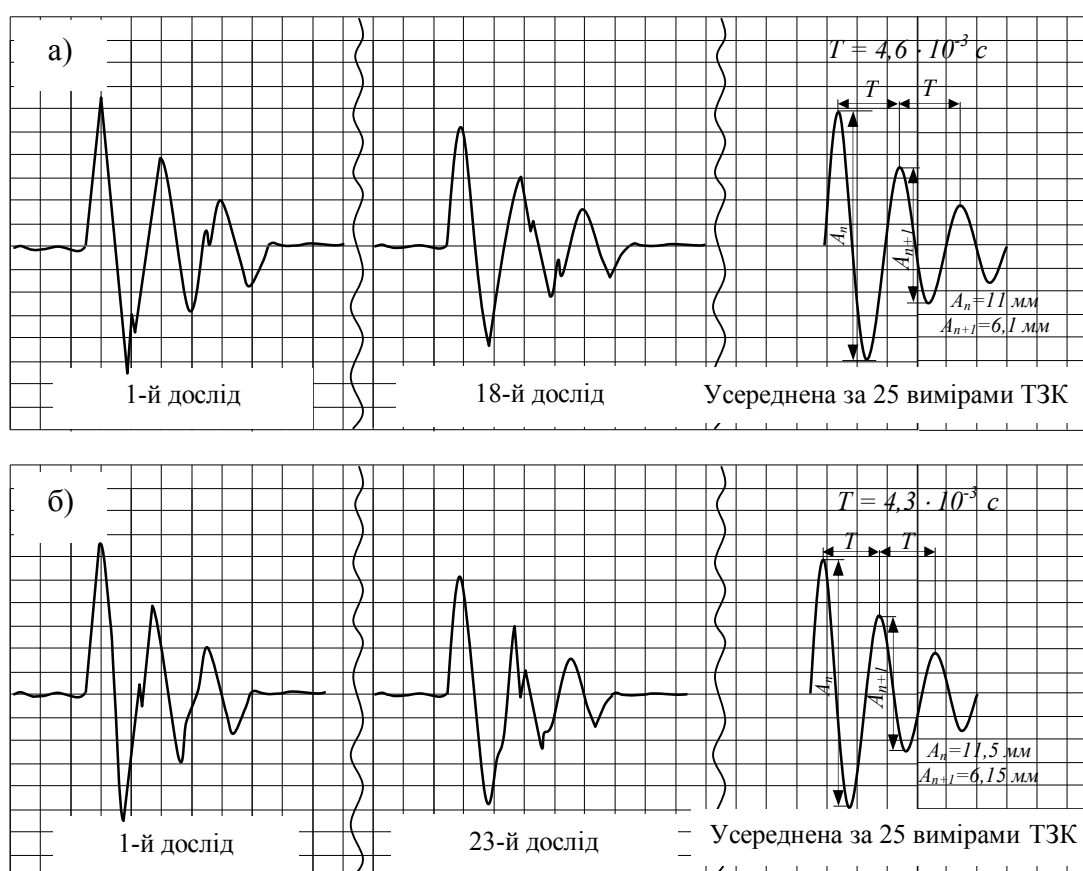


Рис. 4. Фрагменти ТЗК для штанг механізмів привода впускних (а) та випускних (б) клапанів дизеля 6Д49

Наявність отриманих ТЗК дозволила встановити період власних коливань та амплітуди  $A_n$  і  $A_{n+1}$  для визначення декременту загасаючих коливань.

Отримані значення дозволили обчислити [5,6]:

- колову частоту власних коливань

## Рухомий склад залізниць

$$\nu = 2\pi \cdot \frac{1}{T};$$

- зведена до осі клапана жорсткість механізму

$$c_{зв} = \nu^2 \cdot m_{зв} - c_{пр},$$

де  $m_{зв}$  – зведена до осі клапана маса механізму,

$c_{пр}$  – жорсткість комплекту клапанних пружин;

- зведений коефіцієнт демпфірування

$$k_{зв} = \frac{1}{\pi} \ln \frac{A_n}{A_{n+1}}.$$

Основні параметри динамічних моделей механізмів привода впускних і випускних клапанів дизеля типу 6Д49, які визначено за результатами проведених експериментальних досліджень і відповідних розрахунків, наведені нижче в табличному вигляді.

Таблиця

Основні параметри ДМ механізмів привода клапанів дизеля 6Д49

№ з/п	Найменування	Позначення	Розмірність	Величина	
				Привод впускних клапанів	Привод випускних клапанів
1	Зведена до осі клапана маса рухомих деталей механізму	$m_{зв}$	кг	5,31	5,18
2	Частота власних коливань механізму	$\nu$	рад/с	1366	1309
3	Зведена до осі клапана жорсткість ланок механізму	$c_{зв}$	Н/мм	9846	8815
4	Зведений коефіцієнт демпфірування	$k_{зв}$		0,199	0,187
5	Сила попередньої затяжки клапанної пружини	$F_0$	Н	1396	1396
6	Жорсткість клапанних пружин	$c_{пр}$	Н/мм	60,6	60,6

**Висновки і перспективи подальшого використання.** За результатами проведених експериментальних досліджень визначені основні параметри ДМ механізмів привода впускних і випускних клапанів ЛЕУ з дизелями 6Д49. Це дозволяє проводити математичне моделювання динамічних характеристик

механізмів газорозподілу на різних експлуатаційних режимах ЛЕУ.

З урахуванням того, що розглянута конструкція КМГР використовується на всіх V-подібних дизелях Д49, отримані результати доцільно використовувати при проведенні досліджень динаміки механізмів привода клапанів дизелів Д49 інших модифікацій.

### Список літератури

1. Сергиенко, Н.И. Экономическая эффективность модернизации тепловозного парка Укрзалізнички [Текст] / Н.И. Сергиенко, П.С. Скалецкий // Залізничний транспорт України. – 1999. – № 3. – С. 16-17.
2. Мороз, В.І. Оцінка резервів поліпшення експлуатаційних показників тепловозних дизелів типу Д80 за рахунок модернізації механізму привода клапанів [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 41. – С.10-13.
3. Мороз, В.І. Розробка динамічної моделі механізму газорозподілу тепловозного дизеля типу Д80 та методика визначення її пружно-дисипативних параметрів [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип. 46. – С. 21-24.
4. Корчемный, Л.В. Механизм газораспределения двигателя: Кинематика, динамика, расчёт на прочность [Текст] / Л.В. Корчемный. – М.: Машиностроение, 1964. – 211 с.
5. Мороз, В.І. Визначення пружно-дисипативних параметрів динамічної моделі механізму привода клапанів тепловозного дизеля типу Д80 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко // Міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 11. – С. 80-84.
6. Мороз, В.І. Експериментальне визначення пружно-дисипативних параметрів механізму газорозподілу тепловозного дизеля Д80 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 1. – С. 15-18.
7. Основи конструювання і САПР [Текст]: навч. посібник / уклад.: В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.В. Ліньков. – Харків: Нове слово, 2003. – 194 с.
8. Тензодатчики для экспериментальных исследований [Текст] / уклад.: Н.П. Клокова, В.Ф. Лукашик, Л.М. Воробьёва, А.Б. Волчек. – М.: Машиностроение, 1972. – 152 с.
9. Особливості визначення погрешностей тензометрування в дослідженнях механізмів газорозподілу чотиритактних дизелів [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Суранов, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – Вип. 49. – С. 85-90.
10. Тензометрия в машиностроении [Текст]: справ. пособие / под ред. канд. техн. наук Р.А. Макарова. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.

**Ключові слова:** локомотивна енергетична установка, дизель, механізм газорозподілу, динамічна модель, експериментальне дослідження, тензометрування, тензограма, пружно-дисипативні параметри.

### Анотації

У статті розглянуті проблеми дослідження динаміки механізму привода клапанів тепловозних дизелів на основі еквівалентної динамічної моделі, що визначаються складністю отримання її основних параметрів. Наведено опис експериментального дослідження механізму газорозподілу локомотивної енергетичної установки з дизелем 6Д49 та його результати у вигляді тензограм загасаючих коливань. Наведені, визначені за результатами проведених експериментальних досліджень і відповідних розрахунків основні параметри динамічних моделей механізмів привода впускних і випускних клапанів дизеля типу 6Д49.

В статье рассмотрены проблемы исследования динамики механизма привода клапанов тепловозных дизелей на основе эквивалентной динамической модели, которые определяются

сложностью получения её основных параметров. Приведено описание экспериментального исследования механизма газораспределения локомотивной энергетической установки с дизелем 6Д49 и его результаты в виде тензограмм затухающих колебаний. Представлены определённые по результатам проведенных экспериментальных исследований и соответствующих расчётов основные параметры динамических моделей механизмов привода впускных и выпускных клапанов дизеля типа 6Д49.

Problems of the study speakers mechanism of the drive valve locomotive of the diesels are considered in article on base the equivalent dynamic model, which are defined by difficulty of the reception her main parameter. The brought description of the experimental study the timing gear locomotive of power plants with diesel-engine 6Д49 and his result in type tenzogrames fading fluctuations. They are presented, determined on result called experimental studies and corresponding to calculation, the main parameters of the dynamic models mechanism drive inlet and exhaust valve of the diesel-engine the type 6Д49.