

# АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ



УДК 629.3.017.5

- © В.Б. Агєєв, канд. техн. наук,
- © Ю.В. Бабін,
- © З.А. Зарецький,
- © О.С. Лесик (ДП “ДержавтогрансНДІпроект”)

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ СПРАЦЬОВУВАННЯ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Анотація.** Розглянуто методичні та технічні особливості визначення тривалості спрацьовування робочої гальмівної системи колісних транспортних засобів залежно від типу гальмівного приводу та вимог нормативних документів.

**Ключові слова:** гідравлічний гальмівний привод, колісний транспортний засіб, пневматичний гальмівний привод, робоча гальмівна система, тривалість спрацьовування.

**Аннотация.** Рассмотрены методические и технические особенности определения продолжительности срабатывания рабочей тормозной системы колесных транспортных средств в зависимости от типа тормозного привода и требований нормативных документов.

**Ключевые слова:** гидравлический тормозной привод, колесное транспортное средство, пневматический тормозной привод, рабочая тормозная система, продолжительность срабатывания.

**Annotation.** The article discusses methodological and technical features of determination of the duration of operation of the service braking system of wheeled vehicles, depending on the type of brake actuator and regulatory requirements.

**Keywords:** hydraulic brake actuator, wheeled vehicle, pneumatic brake actuator, braking system, the duration of response.



### Вступ

Ефективність дії робочої гальмівної системи (далі – РГС) колісних транспортних засобів (далі – КТЗ) залежно від методу випробувань визначається за такими параметрами: гальмівний шлях, середнє значення граничного сповільнення, тривалість спрацьовування (метод дорожніх випробувань) або загальна питома гальмівна сила, коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил коліс осі та тривалість спрацьовування (метод стендових випробувань), тобто загальним параметром для цих двох методів є тривалість спрацьовування РГС.

Вибір метода визначення тривалості спрацьовування РГС залежить від таких факторів, як статус КТЗ (новий або такий, що був в експлуатації), застосований метод випробувань КТЗ (дорожній або стендовий), тип гальмівного привода (гидравлічний або пневматичний), потреба використання спеціального обладнання та програмного забезпечення (рис. 1).

У нормативних документах, в яких наведено вимоги щодо визначення тривалості спрацьовування [1, 2], відсутній детальний опис деяких елементів методики, а для нових КТЗ із гидравлічним приводом чітко не вказаний метод [1], що ускладнює на практиці розробку відповідного обладнання та реалізацію вимог зазначених нормативних документів.

### Основна частина

Загалом тривалість спрацьовування РГС – це проміжок часу від початку прикладання зусилля на орган керування до моменту досягнення усталеного [2] чи нормативного [1] значення гальмівної сили (тиску в гальмівному циліндрі/камері) колеса, що перебуває у найгірших умовах, або сповільнення КТЗ (залежно від методу визначення тривалості спрацьовування РГС).

Метод стендових випробувань (рис. 2) застосовується під час випробувань КТЗ, що були в експлуатації, а також може використовуватись для нових КТЗ із гидравлічним приводом. У стандарті [2] відсутній детальний опис цього метода, а тільки зазначено, що його реалізація здійснюється за допомогою роликів гальмівного стенда. На гальмівному стенді визначення тривалості спрацьовування РГС здійснюється у два кроки. На першому кроці, під час плавного прикладання зусилля до органу керування (протягом 2-3 с) визначаються та запам'ятовуються максимальні гальмівні сили коліс однієї осі. На другому кроці, у режимі аварійного гальмування (час досягнення нормативного значення зусилля на органі керування не повинен перевищувати 0,2 с), визначається тривалість спрацьовування РГС для кожного колеса тієї ж самої осі, що дорівнює проміжку часу від початку прикладання зусилля на орган керування до досягнення 90% значення меншої гальмівної сили, отриманої на першому кроці. Зменшення цього значення гальмівної сили на 10% зумовлено нестабільністю характеристик гальмівних механізмів і, як наслідок, можливим зменшенням гальмівних сил, визначених у режимі аварійного гальмування.

Описаний алгоритм визначення тривалості спрацьовування РГС реалізований у новому програмному забезпеченні роликів гальмівних стендів СТ-2 та “Брекон”, розробленому ДП “ДержавтотрансНДІпроект”. На рис. 2 представлено фрагмент роздруковки результатів випробувань КТЗ на гальмівному стенді СТ-2. Пунктирні лінії на графіках вказують точки, у яких обчислені значення тривалості спрацьовування РГС для кожного колеса однієї осі КТЗ.

Метод дорожніх випробувань (рис. 3) використовується для визначення тривалості спрацьовування



Рис. 1. Застосування методів визначення тривалості спрацьовування РГС

11.10.2011		Результати випробувань - ПОЗИТИВНІ							
Параметр	Норматив	Результати випробувань							
		Вісь 1		Вісь 2		Вісь 3		Вісь 4	
		Ліве	Праве	Ліве	Праве	Ліве	Праве	Ліве	Праве
Робота ГС	$P_{Г0}, \text{кН}$	0,3	0,3	0,1	0,2	---	---	---	---
	$P_{Г1}, \text{кН}$	4,5	4,6	3,4	3,8	---	---	---	---
	$P_{Г2}, \text{кН}$	0,886	0,070	0,290	---	---	---	---	---
	$\tau_{сп}, \text{с}$	0,5	0,08	0,09	0,22	0,12	---	---	---
СГС	$K_{\text{н}}$ , %	30	3	10	---	---	---	---	---
	$\gamma_r$	0,5	---	0,68	---	---	---	---	---
	$P_{Г1}, \text{кН}$	---	---	2,4	2,7	---	---	---	---
	$P_{Г2}, \text{кН}$	0,588	---	0,217	---	---	---	---	---
	$\gamma_r$	0,18	---	0,21	---	---	---	---	---
$M_0, \text{кг}$	---	1545	---	906	---	---	---	---	
								2451	

ГС – гальмізна система; СГС – отокінзова гальмізна система;  $P_{Г0}$  – зусилля на прокручування незгальмованих коліс осі;  $P_{Г1}$  – гальмізна сила колеса;  $P_{Г2}$  – зусилля на гальмізній педалі;  $\tau_{сп}$  – тривалість спрацювання;  $K_{\text{н}}$  – коефіцієнт осьової нерівномірності;  $\gamma_r$  – питоме гальмізна сила;  $M_0$  – маса КТЗ;  $p_0$  – тиск у приладі ГС.

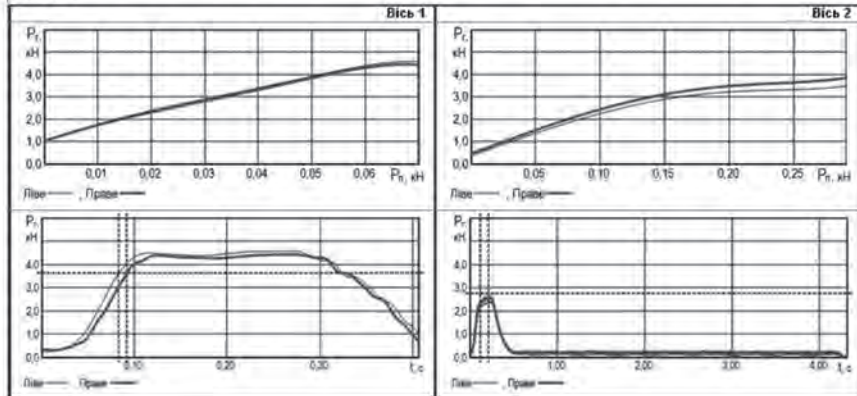


Рис. 2. Результати визначення тривалості спрацювання РГС методом стендових випробувань

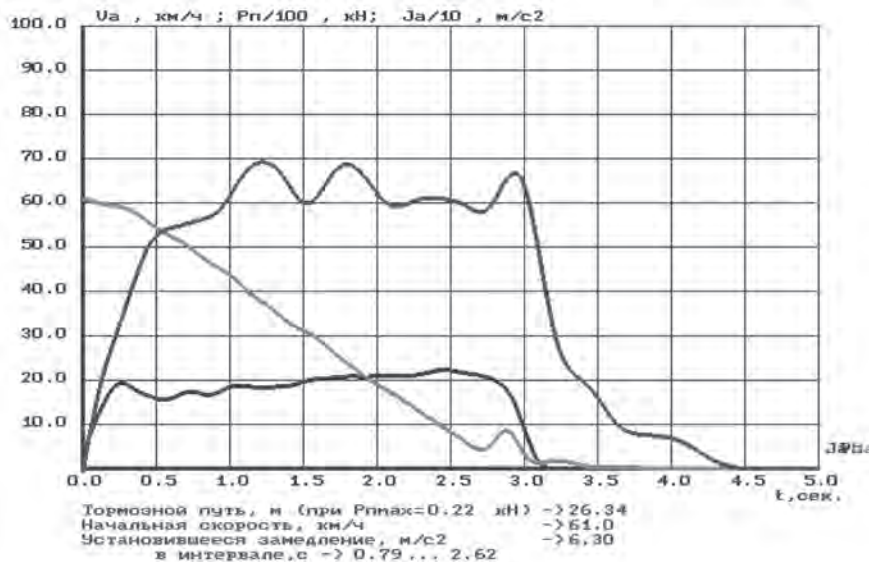


Рис. 3. Результати визначення тривалості спрацювання РГС методом дорожніх випробувань

РГС КТЗ, що були в експлуатації, та нових КТЗ із гідравлічним гальмівним приводом.

За цим методом [1, 2] здійснюється аварійне гальмування КТЗ зі встановленої швидкості при зусиллі на органі керування робочою ГС, що не

повинне перевищувати нормативне значення, яке залежить від категорії КТЗ. При гальмуванні час досягнення усталеного значення зусилля на органі керування не повинен перевищувати 0,2 с. За результатами гальмування тривалість спрацювання РГС обчислюється як час від початку натискання на орган керування до моменту, коли сповільнення КТЗ досягне усталеного (для КТЗ, що були у користуванні) або нормативного (для нових КТЗ) значення.

Для реалізації цього метода необхідно забезпечити одночасне вимірювання та запам'ятовування у реальному часі масивів даних швидкості та сповільнення КТЗ, зусилля на органі керування РГС. У ДП “Державто-трансНДІпроект” розроблено та використовується універсальний бортовий вимірювальний комплекс БИК-1, що забезпечує проведення дорожніх випробувань КТЗ в автоматизованому режимі на відповідність вимогам більшості стандартів, чинних в Україні. На рис. 3 фрагмент роздруківки результатів випробувань РГС, отриманих за допомогою комплексу БИК-1.

Найбільш докладно у нормативних документах описано метод випробувань за додатком 6 ДСТУ UN/ECE R13-09 (рис. 4), який використовується для визначення тривалості спрацювання РГС нових КТЗ із пневматичним гальмівним приводом. Його реалізація потребує застосування спеціальних апаратних та програмних засобів, які відрізняються між собою залежно від категорії КТЗ.

Для КТЗ категорій М та N суть метода міститься у побудові залежності тиску в гальмівній камері від темпу натискання на орган керування РГС (при однаковому початковому тиску

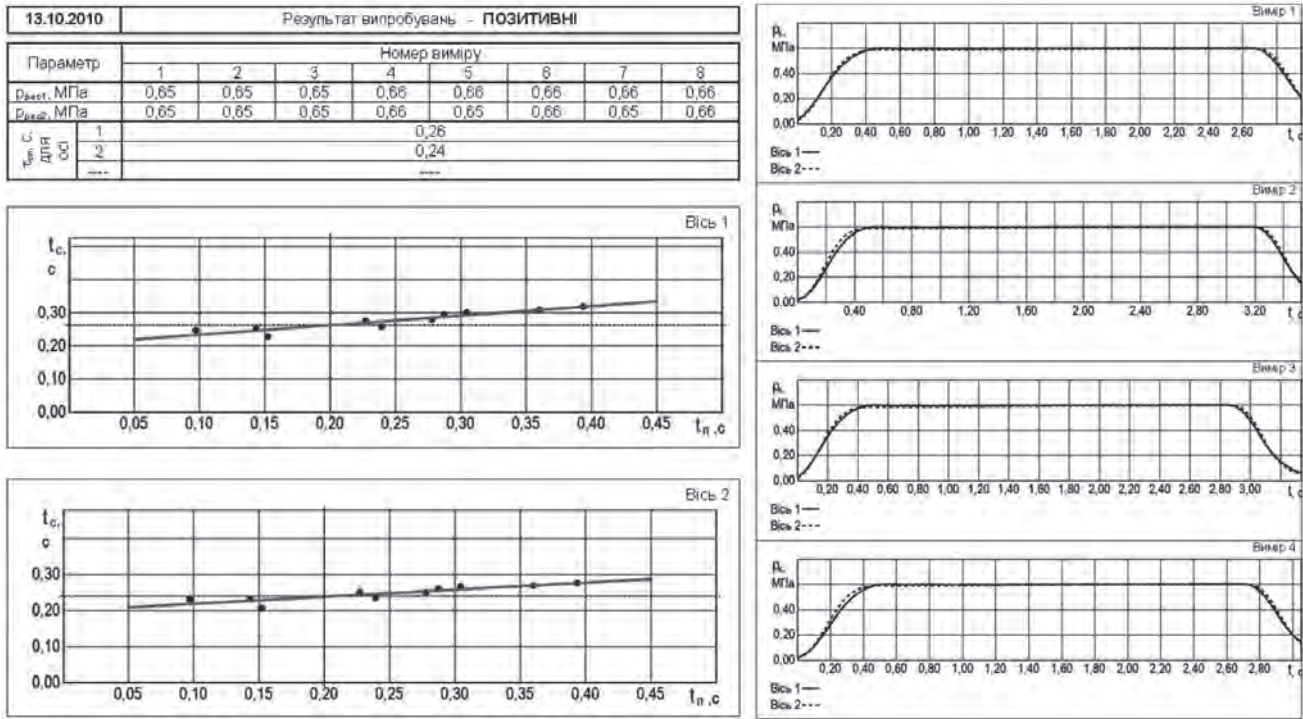


Рис. 4. Результати визначення тривалості спрацьовування РГС за ДСТУ UN/ECE R13-09

у відповідному ресивері) з наступним обчисленням тривалості спрацьовування РГС для темпу натискання на орган керування РГС, що дорівнює 0,2 с.

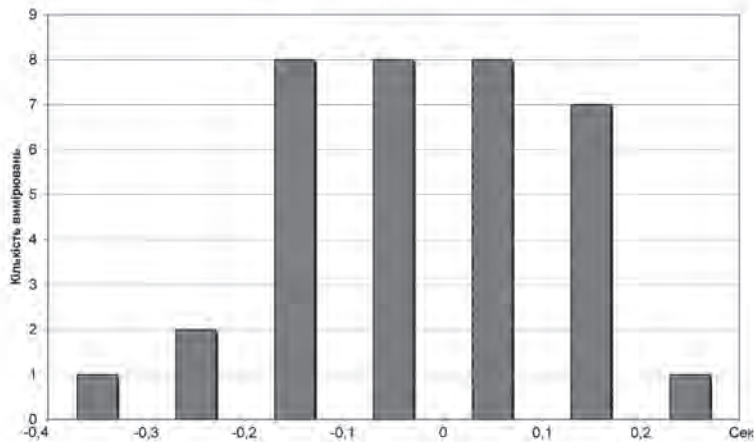
У ДП “ДержавтотрансНДІпроект” для реалізації цього метода розроблено універсальний датчик положення органа керування РГС, конструкція якого забезпечує можливість легкого монтування на різних моделях КТЗ, а також спеціальне програмне забезпечення, що дає змогу обчислювати час переміщення органа керування РГС від початкового до кінцевого положення з одночасним запам’ятовуванням даних від датчиків тиску, встановлених у гальмівній камері та відповідному ресивері. Особливістю розробки є можливість одночасного визначення в автоматичному режимі тривалості спрацьовування для чотирьох осей КТЗ, що спрощує процедуру випробування та значно скорочує час його проведення. В якості приклада на рис. 4 наведений фрагмент роздруківки з результатами визначення тривалості спрацьовування РГС для двох осей КТЗ категорії М<sub>3</sub>, яка автоматично генерується за допомогою розробленого програмного забезпечення.

Визначення тривалості спрацьовування нових КТЗ категорії О здійснюється без використання тягача за допомогою спеціального пристрою: імітатора гальмівної системи тягача, повні вимоги до якого наведено у додатку 6 ДСТУ UN/ECE R13-09. За цим методом тривалість спрацьовування – це

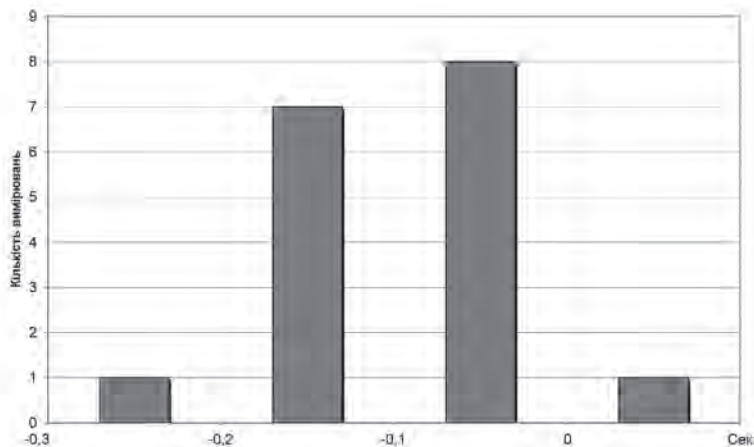
проміжок часу від моменту досягнення тиску на з’єднувальній головці магістралі керування причепа (напівпричепа) значення 65 кПа до моменту досягнення тиску в гальмівній камері значення 490 кПа при тиску в магістралі живлення 650 кПа. Як правило, виготовлення імітатора тягача не викликає труднощів, а потребує тільки чіткого виконання рекомендацій, наведених в [1].

Зважаючи на наявність у чинних нормативних документах декількох методів визначення тривалості спрацьовування РГС, що вказані на рис. 1, доцільно провести порівняння результатів, отриманих за їх допомогою. На рис. 5 наведено результати проведеного порівняння у вигляді гістограм розподілення різниці значень тривалості спрацьовування РГС, отриманих за допомогою розглянутих методів.

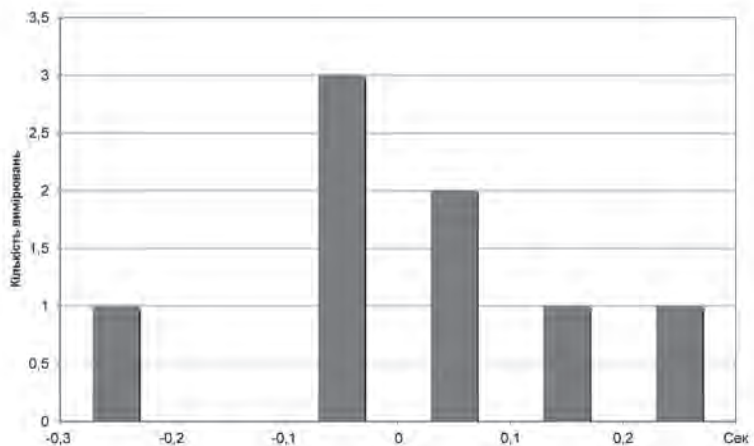
Для КТЗ із гідравлічним гальмівним приводом порівнювались значення, отримані методами дорожніх та стендових випробувань (рис. 5-а). На цій гістограмі знак “плюс” показує, що значення за методом дорожніх випробувань більше аналогічного значення, отриманого методом стендових випробувань, а знак “мінус” – навпаки. Для КТЗ із пневматичним гальмівним приводом порівнювались значення, отримані методом, викладеним у ДСТУ UN/ECE R13-09, та методом дорожніх (рис. 5-б) або стендових (рис. 5-в) випробувань. В обох випадках на цих гістограмах знак “плюс” – значення за ДСТУ UN/ECE R13-09 більше аналогічного значення, отриманого методом



а)



б)



в)

**Рис. 5.** Порівняння результатів визначення тривалості спрацьовування РГС, отриманих за допомогою: а) методів дорожніх та стендових випробувань (КТЗ з гідравлічним приводом); б) методів дорожніх випробувань та за DSTU UN/ECE R13-09; в) методів стендових випробувань та за DSTU UN/ECE R13-09 (КТЗ з пневматичним приводом)

дорожніх або стендових випробувань. Параметри побудованих гістограм вказані у табл. 1.

*Таблиця 1*

**Параметри побудованих гістограм**

Параметри гістограми	Гістограма		
	Рис. 5-а	Рис. 5-б	Рис. 5-в
Середнє квадратичне відхилення, с	0,12	0,07	0,15
Середнє арифметичне, с	-0,05	-0,09	0,03

Результати порівняння значень тривалості спрацьовування РГС, отриманих за допомогою зазначених методів, показують, що вони є близькими, практично не залежать від обраного метода та конструкції РГС, а їхній розбіг визначається похибкою вимірювання засобів вимірювальної техніки та нестабільністю процесу гальмування КТЗ.

**Висновки**

- 1. Параметр** “Тривалість спрацьовування РГС” є загальним для методів, що використовуються згідно з чинними в Україні нормативними документами для оцінки гальмівних властивостей КТЗ.
- 2. Визначення** тривалості спрацьовування РГС потребує застосування спеціальних програмно-технічних засобів, розробка яких здійснена у ДП “ДержавтотрансНДІпроект”.
- 3. Проведені** експериментальні дослідження щодо порівняння результатів визначення тривалості спрацьовування РГС, отриманих різними методами, показали їхню близькість.

**ЛІТЕРАТУРА**

- 1. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002.** Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій М, N і O стосовно гальмування.
- 2. ДСТУ 3649:2010.** Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання.