

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ: ПРОГНОЗУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ

УДК 006.3/620; 629

[https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-2-38\(52\)-1](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-2-38(52)-1)

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ БЕЗПЕКИ ТРАКТОРІВ СТОСОВНО ГАЛЬМУВАННЯ

Коробко А., д-р техн. наук, проф., провідний науковий співробітник,
<https://orcid.org/0000-0002-6618-7790>, e-mail: ak82andrey@gmail.com,

Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Халін С., д-р екон. наук, доц.,
<https://orcid.org/0000-0002-7510-5056>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Панченко О.,
<https://orcid.org/0009-0009-8385-4645>, e-mail: pancsasha@gmail.com
ДП “Київоблстандартметрологія”

Анотація

Мета дослідження: обґрунтування методики впровадження вимог до гальмівних систем сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів та методів їхніх випробувань.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження є вивчення, аналіз, порівняння, узагальнення та оцінювання нормативно-правових актів Європейського Союзу стосовно установлення вимог до систем гальмування сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів.

Результати дослідження. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 формує нормативну основу ЄС для забезпечення належного рівня гальмівної безпеки тракторів, гармонізуючи вимоги до конструкції, випробувань і процедур затвердження типу з метою зниження ризиків аварійності та підвищення безпеки експлуатації. В Україні активно гармонізуються міжнародні стандарти, що полегшує імплементацію європейських вимог. Гармонізація стандартів, на які є посилання в Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68, в Україні забезпечена шляхом прийняття відповідних національних стандартів, що дає змогу уніфікувати вимоги до гальмівних систем, повністю враховані вимоги до з'єднань, муфт, інтерфейсів. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 виконує інтеграційну функцію, узгоджуючи вимоги з міжнародними стандартами ISO (вимірювання, електроніка, безпека тощо), правилами ЄЕК ООН (UN ECE R13) для дорожніх і стендових випробувань. Ключові етапи випробувань за Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68: аналізування функційної безпеки, інструментальні вимірювання параметрів гальмівного приводу, дорожні й стендові випробування ефективності гальмування.

Висновок. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 є ключовим нормативним актом у сфері безпеки сільськогосподарських і лісових транспортних засобів. Він установлює уніфіковані вимоги до гальмівних систем, враховує сучасні технології (ABS, EBS, електронні системи контролю тощо), визначає перехідні періоди для поступового відходу від застарілих систем, гармонізує законодавство ЄС з міжнародними стандартами. Наслідком упровадження Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 в Україні для виробників є необхідність модернізації виробничих процесів і розробки нових моделей транспортних засобів, що, відповідно, потребує додаткових інвестицій. Водночас довгострокові вигоди включають підвищення конкурентоспроможності продукції на міжнародних ринках. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 повністю забезпечений гармонізованими в Україні стандартами. Алгоритм випробувань, визначений цим документом, за-

безпечує єдиний, однак диференційований підхід до оцінювання гальмівної безпеки транспортних засобів категорій T, C та R з урахуванням їхніх конструктивних і експлуатаційних особливостей. Застосування наведеного алгоритму дає випробувальним лабораторіям змогу системно перевіряти ефективність, надійність і функціональну безпеку гальмівних систем у межах процедур затвердження типу.

Ключові слова: технічний регламент, стандарти, сертифікація, затвердження типу, гальмівні властивості, випробування, метод, трактор.

Вступ. Нормативно-правова система Європейського Союзу (ЄС), що регулює питання функціональної безпеки й ефективності гальмування сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів, ґрунтується на засадах нового та глобального підходів до технічного регулювання. Вона встановлює обов'язкові вимоги до конструктивних рішень, експлуатаційних параметрів і процедур оцінювання відповідності таких транспортних засобів із метою гарантування належного рівня безпеки дорожнього руху й охорони праці.

Одним із перших нормативних документів, що встановлював узгоджені вимоги щодо гальмівних пристроїв тракторів для затвердження типу у країнах Європейського Союзу, включно з вимогами до конструкції, встановлення та випробувань гальмівних систем, була Council Directive 76/432/EEC від 6 квітня 1976 р. [Council, 1976]. Директива була чинною до 2015 р. і стала основою для сучасних вимог до гальмівних систем тракторів.

У 2015 р. був прийнятий і введений у дію новий регламент Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 [Commission 2015/68, 2015], що встановлює специфічні технічні вимоги щодо гальмівних систем, їхніх випробувань, показників безпеки та критеріїв оцінки для затвердження типу тракторів та їхніх причепів у ЄС.

Дослідженню безпеки тракторів стосовно гальмування приділяється значна увага і науковою спільнотою. Зокрема, класичною є наукова робота, де розглядаються результати випробувань гальмування тракторів із причепами, побудовані рівняння максимуму уповільнення і аналізуються практичні дані з випробувань [Dwyer, 1970].

У Сполучених Штатах Америки свого часу був запроваджений стандарт SAE J1041_199110 [SAE, 1973]. Він містить визнані у міжнародній практиці процедури випробувань і критерії оцінки гальмівних властивостей сільськогосподарських тракторів, і його можна широко застосовувати у наукових дослідженнях.

Результати узагальнення сучасних наукових досліджень, присвячених випробуванням і оцінюванню гальмівних систем сільськогосподарських тракторів, свідчать, що проблема гальмівної безпеки залишається актуальною як для України, так і для більшості країн світу [Kamiński & Czaban, 2012; Лебедев та інш., 2018; Borawska, 2019; Kashkanov etc, 2022; Лебедев, 2022; Kamiński & Czaban, 2025]. Трактори та інші сільськогосподарські й лісгосподарські транспортні засоби, які експлуатуються переважно у змінних дорожніх умовах і часто працюють із причіпними машинами, характеризуються підвищеними ризиками втрати керованості та зниження ефективності гальмування.

За даними наведених публікацій, ключовими чинниками, що впливають на рівень гальмівної безпеки тракторів, є конструктивні особливості гальмівних систем, технічний стан їхніх елементів, час спрацювання та стабільність гальмівних характеристик під навантаженням. Експериментальні та модельні випробування свідчать, що відхилення параметрів гальмування від нормативних значень може суттєво збільшувати гальмівний шлях і погіршувати курсову стійкість, особливо під час екстреного гальмування або роботи в агрегаті з причепами.

Варто відзначити роботу [Афанасьєва, 2022], де ґрунтовно розглядаються

перспективи впровадження оновлених європейських норм щодо гальмівних систем сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів. Однак це дослідження базується на відображенні означених норм на Технічний регламент [Технічний ..., 2011], чинність якого добігає кінця.

Таким чином, результати наукових досліджень підтверджують необхідність системного підходу до випробувань гальмівних систем тракторів, упровадження уніфікованих процедур типових і приймальних випробувань, а також гармонізації національних вимог із міжнародними стандартами та регламентами з метою підвищення рівня гальмівної безпеки та зниження аварійності у процесі експлуатації сільськогосподарської техніки.

Постановка завдань. Метою дослідження є обґрунтування методики впровадження вимог до гальмівних систем сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів та методів їхніх випробувань. Для досягнення поставленої методи необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити простежуваність стандартів, на які є посилання у Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 до національних стандартів;
- дослідити основні етапи і види випробувань, передбачених вимогами Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68.

Методи і матеріали. На виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [Угода, 2014] має бути досягнута повна відповідність Технічних регламентів України з відповідними законодавчими технічними актами ЄС, у тому числі в галузі сільськогосподарських і лісгосподарських тракторів, причепів і причіпних машин. Запровадження в Україні норм технічної безпеки європейського рівня буде сприяти підвищенню безпечності та конкурентоспроможності вітчизняних транспортних засобів.

Наразі основним рамковим нормативним документом ЄС, що регламентує

вимоги до гальмівних систем тракторів, є Regulation (EU) № 167/2013 [Regulation 167, 2013]. Він є складовою частиною оновленого європейського технічного законодавства в сфері сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів [Commission 1322, 2014; Commission 68, 2015; Commission 208, 2015; Commission 504, 2015; Commission 985, 2018]. На основі документу [Regulation 167, 2013] в Україні розроблено і введено в дію Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів [Технічний ..., 2024]. Водночас на основі [Commission 68, 2015] розроблено проект «Вимог до системи гальмування для затвердження типу сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів» [Проект, 2025], які зараз є на етапі публічного обговорення.

Методи досліджень полягали у вивченні, аналізі, порівнянні, узагальненні та оцінюванні даних стосовно установлення вимог до систем гальмування сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів.

Результати. Система правового регулювання Європейського Союзу у сфері безпеки сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів, зокрема гальмівної безпеки тракторів базується на сукупності регламентів і директив, що встановлюють обов'язкові вимоги до конструкції гальмівних систем, їхніх експлуатаційних характеристик, а також гармонізовані процедури випробувань і оцінювання відповідності.

Базовим нормативно-правовим актом у цій сфері є Regulation (EU) № 167/2013 від 5 лютого 2013 р., який визначає загальні правила затвердження типу та ринкового нагляду за сільськогосподарськими і лісгосподарськими транспортними засобами. У межах цього Регламенту сформовано рамкові положення щодо:

- класифікації транспортних засобів категорій T, C, R і S;
- встановлення вимог до функціональної безпеки, у тому числі ефектив-

ності й надійності гальмівних систем;

— процедур затвердження типу ЄС і проведення відповідних випробувань.

Безпосередньо вимоги до гальмівних систем тракторів деталізовано в Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68, який конкретизує технічні й експлуатаційні показники гальмування, вимоги до робочої, стоянкової та аварійної гальмівних систем, а також методи їхніх випробувань для підтвердження відповідності встановленим критеріям безпеки. Зазначений делегований регламент забезпечує уніфікацію підходів до оцінювання гальмівної ефективності та стабільності транспортних засобів за різних режимів руху й навантажень.

Таким чином, у поєднанні з рамковими положеннями Regulation (EU) № 167/2013, Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 формує нормативну основу ЄС для забезпечення належного рівня гальмівної безпеки тракторів, гармонізуючи вимоги до конструкції, випробувань і процедур затвердження типу з метою зниження ризиків аварійності та підвищення безпеки експлуатації.

У частині гальмівних систем означені технічні регламенти містять загальні вимоги до наявності та працездатності робочих і стоянкових гальм, однак не повною мірою відображають сучасні підходи ЄС до нормування показників ефективності гальмування та функціональної безпеки.

Окрім технічних регламентів, в Україні діє обмежена кількість національних стандартів, гармонізованих із європейськими та міжнародними, які безпосередньо чи

опосередковано застосовуються під час випробувань гальмівних систем. Зазначені стандарти переважно регламентують:

— методи вимірювання швидкості, сповільнення та гальмівного шляху;

— вимоги до засобів вимірювальної техніки, що використовуються під час дорожніх і стендових випробувань;

— загальні принципи безпеки машин і транспортних засобів.

Водночас більшість таких стандартів є загальними і не містять спеціалізованих методик випробувань гальмівних систем саме сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів у розумінні Regulation (EU) № 167/2013 та Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68.

Певну роль у гармонізації відіграють правила ЄЕК ООН, які застосовуються в Україні в межах міжнародних зобов'язань. У сфері гальмівних систем найбільш релевантними є правила ЄЕК ООН R 13, що встановлюють вимоги до гальмування транспортних засобів і причепів. Однак їхнє застосування щодо сільськогосподарської техніки є частковим і не забезпечує повного охоплення специфічних умов експлуатації таких транспортних засобів.

Аналіз чинної нормативної бази свідчить, що запропонований до обговорення документ [Проект, 2025] гармонізований із Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 і:

— встановлює нормовані показники ефективності гальмування;

— регламентує процедури дорожніх і стендових (за потреби) випробувань;

— визначає критерії функціональної безпеки гальмівних систем;

Таблиця 1 – Простежуваність стандартів, на які є посилання у Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68, до національних стандартів

Стандарт, застосовуваний у 2015/68	Сфера застосування у 2015/68	Еквівалентний національний стандарт
1	2	3
Гідравлічні системи та випробування тиском		
ISO 1402:1994	Визначення випробувального тиску гальмівних гідравлічних магістралей	ДСТУ ISO 1402:2009 Рукави гумові й пластмасові та рукави укомплектовані. Методи гідростатичного випробування

Продовження таблиці 1

1	2	3
ISO 7751:1991	Класифікація та розрахунок допустимого тиску в гідросистемі	ДСТУ EN ISO 7751:2022* Гумові та пластмасові шланги та шланги в збірці. Співвідношення тиску стійкості та тиску розриву до максимального робочого тиску
ISO 6605:1986	Конструктивні вимоги до елементів гальмівної системи	ДСТУ ISO 6605:2009 Гідроприводи об'ємні. Рукави та рукави армовані. Методи випробування
З'єднання, муфти, інтерфейси		
ISO 16028:2006	Плоскі швидкокороз'ємні муфти	ДСТУ ISO 16028:2004 Об'ємні гідроприводи. Муфти швидкокороз'ємні без виступного елемента для тисків від 20 МПа (200 бар) до 31,5 МПа (315 бар). Технічні умови
ISO 5676:1983	Гідравлічні з'єднання для с/г техніки	ДСТУ ISO 5676:2006 Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори і машини. Гідравлічна муфта гальмівної системи
Контрольні та вимірювальні точки		
ISO 3583:1984	Тестові з'єднання для вимірювання тиску у гальмівних системах	ДСТУ ISO 3583:2013 Колісні транспортні засоби. З'єднання для вимірювання тиску стисненого повітря в пневматичних гальмових системах. Основні параметри
Електричні та електронні інтерфейси гальмівних систем		
ISO 7638:2003	Роз'єми для електричного підключення гальмівних систем (ABS/EBS) тягач-причіп	ДСТУ ISO 7638-1:2014 Колісні транспортні засоби. З'єднувачі для електричного з'єднання тягачів та причепів. Частина 1. З'єднувачі для гальмових систем та ходової частини колісних транспортних засобів із номінальною напругою живлення 24 В. ДСТУ ISO 7638-2:2014 Колісні транспортні засоби. З'єднувачі для електричного з'єднання тягачів та причепів. Частина 2. З'єднувачі для гальмових систем та ходової частини колісних транспортних засобів із номінальною напругою живлення 12 В
ISO 11992-2:2003	Інтерфейс цифрової передачі даних між трактором і причепом (CAN-шина)	ДСТУ ISO 11992-1:2007 Колісні транспортні засоби. Обмін цифровою інформацією щодо електричних з'єднань між тягачами і причепами. Частина 1. Фізичний і каналний рівні. ДСТУ ISO 11992-2:2007 Колісні транспортні засоби. Обмін цифровою інформацією щодо електричних з'єднань між тягачами і причепами. Частина 2. Характеристики сигналів гальмівної системи і ходової частини. ДСТУ ISO 11992-3:2007 Колісні транспортні засоби. Обмін цифровою інформацією щодо електричних з'єднань між тягачами і причепами. Частина 3. Характеристики сигналів устаткування, окрім гальмівної системи і ходової частини
Вимоги до гальмівних систем та процедури випробувань		
UN ECE Regulation R13/R13-H	Регламентований комплекс випробувань гальмівних систем транспортних засобів	Правила ЄЕК ООН R13
* Прийнятий методом підтвердження, мова – англійська		

– забезпечує єдність підходів у процесі затвердження типу та ринкового нагляду.

Далі розглянемо стан гармонізації національних стандартів за для виконання вимог Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 як на першоджерело. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 і [Проект, 2025]. Будемо розглядати через прямі посилання на Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 як на першоджерело.

Таблиця 2 – Матриця «Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 → етап випробувань»

Додаток 2015/68	Опис вимог	Основні етапи випробувань
1	2	3
I. Вимоги, застосовні до конструкції, та встановлення гальмівних пристроїв і гальмівних з'єднань причепів	Конструктивні вимоги до гальмівних пристроїв, елементів, гідравліки, пневматики, з'єднань і сигналізації.	Перевірка конструкції, з'єднань, корозійної стійкості, сигналів
II. Вимоги, застосовні до випробувань і ефективності гальмівних систем і гальмівних з'єднань причепів, а також транспортних засобів, обладнаних ними	Тестові процедури гальмівних систем: Type-O, Type-I, Type-II, Type-III, автоматичне гальмування тощо.	Базові гальмівні випробування (холодні, гарячі, на втрату ефективності)
III. Вимоги, застосовні до вимірювання часу реакції	Вимірювання часу від початку дії досягнення заданої гальмівної сили.	Вимірювання часу реакції різних систем
IV. Вимоги, застосовні до джерел енергії та накопичувачів енергії гальмівних систем і гальмівних з'єднань причепів, а також транспортних засобів, обладнаних ними	Вимоги до джерел енергії (акумулятори, резервуари тиску) та їхня стійкість під навантаженням.	Випробування наповнення/спустошення, стійкість після циклів
V. Вимоги, застосовні до пружинних гальм і до транспортних засобів, обладнаних ними	Вимоги для систем із пружинними гальмами як вторинні/основні.	Функціональні випробування пружинних систем
VI. Вимоги, застосовні до стоянкових гальмівних систем, обладнаних пристроєм механічного блокування гальмового циліндра	Контроль та ефективність механічних parking-гальм із блокуванням циліндру.	Випробування утримання на ухилах, тривале утримання
VII. Альтернативні вимоги щодо випробувань для транспортних засобів, для яких були проведені випробування, еквівалентні випробуванням I типу, II типу або III типу	Альтернативні методики для специфічних транспортних засобів.	Альтернативні випробування відповідно до конструкції
VIII. Вимоги, застосовні до випробувань інерційних гальмівних систем, гальмівних пристроїв і гальмівних з'єднань причепів, а також транспортних засобів, обладнаних ними, що стосуються гальмування	Випробування інерційних гальм.	Кінематичні та силові випробування інерційних гальм
IX. Вимоги, застосовні до транспортних засобів із гідростатичним урухомником та їхніх гальмівних пристроїв і гальмівних систем	Випробування та вимоги для гідростатичних приводів, що взаємодіють із гальмами.	Комбінації гідростатика + фрикційні властивості; стабільність гальм

Продовження таблиці 2

1	2	3
X. Вимоги, застосовні до аспектів безпечності комплексних електронних систем керування транспортними засобами	Безпека ЕБУ, електронних контролерів, вплив полів і захист даних.	Аналіз відмов, EMC тести, захист даних
XI. Вимоги і процедури випробувань, застосовні до антиблокувальних гальмівних систем і до транспортних засобів, обладнаних ними	ABS — логіка, вимоги, світлова індикація та динамічні випробування.	Динамічні випробування, вимірювання сигналів
XII. Вимоги, застосовні до EBS транспортних засобів із пневматичними гальмівними системами або транспортних засобів із обміном даними через контакти 6 і 7 з'єднувача ISO 7638 і до транспортних засобів, обладнаних такими EBS	Електронна система гальм, повідомлення по ISO 11992 через ISO 7638.	Випробування на передачу даних, відповідність сигналів
XIII. Вимоги, застосовні до гідравлічних з'єднань однолінійного типу та до транспортних засобів, обладнаних ними	Гідравлічні одно-лінійні з'єднання: тиск, безпека переходів, обмеження застосування.	Випробування під тиском, витоки, циклічна стійкість

2015/68 (далі — 2015/68) прямо посиляються на окремі міжнародні стандарти ISO (наприклад, щодо роз'ємів, CAN-комунікації тощо). У таблиці 1 наведено простежуваність стандартів, на які є посилання у 2015/68 до національних стандартів.

Отже, Україна активно гармонізує міжнародні стандарти, що полегшує імплементацію європейських вимог. Гармонізація стандартів, на які є посилання в 2015/68, в Україні забезпечена через прийняття відповідних національних стандартів, що дає змогу уніфікувати вимоги до гальмівних систем.

Далі проаналізуємо 2015/68 з позиції орієнтації на його практичне застосування й випробувальною лабораторією (табл. 2).

Аналіз таблиці 2 свідчить, що 2015/68 виконує інтеграційну функцію, безпосередньо пов'язуючи вимоги з:

- міжнародними стандартами ISO (вимірювання, електроніка, безпека тощо);
- правилами ЄЕК ООН (UN ECE R13) для дорожніх і стендових випробувань.

В Україні забезпечена гармонізація: повністю виконані вимоги до з'єднань, муфт, інтерфейсів.

Ключові етапи випробувань, які безпосередньо впливають із табл. 2:

- аналіз функційної безпеки;
- інструментальні вимірювання параметрів гальмівного приводу;
- дорожні й стендові випробування ефективності гальмування.

Обговорення. Основними цілями гармонізації в Україні 2015/68 є такі:

- створення єдиної нормативної бази для випробувань і затвердження типу гальмівних систем сільськогосподарських та лісогосподарських транспортних засобів;
- врахування сучасних технологій (гідростатичні приводи, ABS, EBS, інерційні системи);
- поступова відмова від застарілих рішень, зокрема однопровідних гідравлічних гальмівних систем (виробники не встановлюють гідравлічні з'єднання однолінійного типу на нові тягачі після 31 грудня 2024 р.);
- узгодження вимог із міжнародними стандартами, зокрема UNECE R 13.

Таким чином, 2015/68 підвищує рівень безпеки і водночас зменшує технічні бар'єри в торгівлі.

2015/68 визнає та регламентує сучасні рішення: гідростатичні приводи, інерційні гальмівні системи, антиблокувальні системи (ABS), електронні гальмівні сис-

теми (EBS), складні електронні системи керування, що відповідають стандартам Annex 18 UN ECE 13. Ці положення дали змогу інтегрувати інноваційні технології у сферу сільськогосподарської техніки.

Значення 2015/68 для українських виробників:

— чіткі вимоги спрощують процедуру затвердження типу;

— можливість використовувати результати випробувань за стандартом UN ECE Regulation № 13 знижує витрати на сертифікацію;

— стимулюється розвиток інноваційних і безпечніших рішень у сфері гальмівних систем;

— з 31 грудня 2029 р. (згідно з [Проект, 2025]) — заборона однопровідних гідрав-

Таблиця 3 – Узагальнений алгоритм випробувань гальмівних систем для випробувальної лабораторії

Етап	Зміст	Посилання 2015/68
1	2	3
Загальні умови (для всіх категорій)		
Нормативна база	Визначення застосовності вимог до гальмівних систем	Article 1; Article 3 Regulation (EU) 2015/68; Regulation (EU) No 167/2013
Ідентифікація ТЗ	Визначення категорії Т, С або R відповідно до рамкового регламенту	Article 4 Regulation (EU) 167/2013
Загальні вимоги до гальмівних систем	Наявність робочої, стоянкової та (за потреби) аварійної гальмівної системи	Annex I p. Section 2
Випробування та оцінка відповідності	Планування та проведення випробувань у межах процедури затвердження типу ЄС	Article 3; Annex II (в цілому)
Категорія Т – колісні трактори		
1	2	3
1	Аналіз конструкції гальмівної системи (робоча, стоянкова, допоміжна; тип приводу)	Annex I, Section 2
2	Оцінювання функціональної безпеки, зокрема електронно-керованих гальмівних систем	Annex X (в цілому)
3	Перевірка відповідності гальмівних характеристик експлуатаційним вимогам (ефективність, стабільність)	Annex II, Section 2
4	Дорожні випробування для підтвердження ефективності робочої гальмівної системи	Annex II, Section 2 (Type-O, Type-I)
5	Випробування стоянкової гальмівної системи (утримання на ухилі)	Annex II, Section 3
6	Перевірка резервної (аварійної) функції гальмування	Annex I, Section 2
Категорія С – гусеничні трактори		
1	Аналіз гальмівних систем кожного борту та їхньої взаємодії	Annex I, Section 2
2	Оцінювання безпечної поведінки системи при відмові одного борту	Annex I, Section 2
3	Перевірка ефективності зупинки й утримання машини без визначення класичного гальмівного шляху	Annex II (загальні вимоги до випробувань)

Продовження таблиці 3

1	2	3
4	Випробування стоянкової гальмівної функції	Annex II, Section 3
Категорія R – причепа та напівпричепа		
1	Перевірка сумісності гальмівної системи причепа з тягачем (пневматика/електрика/Гідравліка)	Annex I, Section 2
2	Оцінювання функціональної безпеки передавання сигналів гальмування	Annex X; Annex XII
3	Ходові випробування у складі транспортного поїзда	Annex II
4	Перевірка автоматичного аварійного гальмування при втраті з'єднання	Annex I, Section 2
5	Випробування стоянкової гальмівної системи причепа	Annex II, Section 3

лічних систем для нових типів транспортних засобів;

Значення 2015/68 для держави:

– зростає рівень безпеки на дорогах і в сільськогосподарських операціях;

– заборонено реєструвати техніку, яка не відповідає вимогам;

– гармонізація правил забезпечує єдиний ринок і полегшує взаємне визнання сертифікатів.

Узагальнений алгоритм випробувань гальмівних систем для випробувальної лабораторії з урахуванням категорій T, C, R та з прямими посиланнями на Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 наведено у таблиці 3. Таблиця може бути безпосередньо використана як основа методики випробувань.

Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 встановлює вимоги до гальмівних систем і їхніх характеристик, однак не містить детальних методик вимірювання (швидкість, дистанція, стенди).

Конкретні процедури випробувань у лабораторній практиці або визначаються технічною службою або запозичуються з гармонізованих стандартів / UN ECE / SAE / ISO, які застосовуються для доведення відповідності вимогам Annex I.

Висновки. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 є ключовим нормативним актом у сфері безпеки сільськогосподарських і лісових транспортних засобів. Він:

– встановлює уніфіковані вимоги до гальмівних систем;

– враховує сучасні технології (ABS, EBS, електронні системи контролю тощо);

– визначає перехідні періоди для поступового відходу від застарілих систем;

– гармонізує законодавство ЄС із міжнародними стандартами.

Наслідком впровадження Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 в Україні для виробників є необхідність модернізації виробничих процесів і розробки нових моделей транспортних засобів, що, відповідно, потребує додаткових інвестицій. Водночас довгострокові вигоди включають підвищення конкурентоспроможності продукції на міжнародних ринках.

Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 повністю забезпечений гармонізованими в Україні стандартами. Алгоритм випробувань, визначений цим документом, забезпечує єдиний, однак диференційований підхід до оцінювання гальмівної безпеки транспортних засобів категорій T, C та R з урахуванням їхніх конструктивних і експлуатаційних особливостей. Застосування наведеного алгоритму дає випробувальним лабораторіям змогу системно перевіряти ефективність, надійність і функціональну безпеку гальмівних систем у межах процедур затвердження типу.

Перелік літератури

Афанасьєва, С. (2022). Перспективи впровадження оновлених європейських норм щодо гальмівних систем сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів. *Техніка і технології АПК*. 1–2 (122–123). 26–31.

Лебедев, А., Лебедев, С., & Коробко, А. (2022). Системний підхід до оцінювання експлуатаційних якостей сільськогосподарських тракторів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробувань нової техніки і технологій для сільського господарства України. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого*. 30 (44). С. 11–21; <https://doi.org/10.31473/2305-5987>

Лебедев, А. Т., Лебедев, С. А., & Коробко А. І. (2018). *Кваліметрія та метрологічне забезпечення випробувань тракторів*. Х. : Вид-во «Міськдрук», 2018. 394 с.

Проект наказу Мінекономіки «Про затвердження вимог до системи гальмування для затвердження типу сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів». (2025). URL: <https://surl.li/ulyjbe> (дата звернення: 12.12.2025).

Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів : Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2024 року № 28. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/28-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 12.12.2025).

Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2011 р. № 1367. (2011). URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/>.

Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : текст міжнародної угоди. Київ, 2014. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення 12.12.2025).

Borawska, E. (2019). Simulation Tests of the Braking Process of an Agricultural Tractor. *Machines. Technologies. Materials*. XIII. 10. 430–432.

Commission Delegated Regulation (EU) 1322/2014 of 19 September 2014 supplementing and amending Regulation (EU) № 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle construction and general requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 of 15 October 2014 supplementing Regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle braking requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles Text with EEA relevance. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission delegated Regulation (EU) 2015/208 of 8 December 2014 supplementing regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle functional safety requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission Implementing Regulation (EU) 2015/504 of 11 March 2015 implementing Regulation (EU) № 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to the administrative requirements for the approval and market surveillance of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Council Directive 76/432/EEC of 6 April 1976 on the approximation of the laws of the Member States relating to the braking devices of wheeled agricultural or forestry tractors. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Dwyer, M. J. (1970). The braking performance of tractor-trailer combinations. *Journal of Agricultural Engineering Research*. Volume 15, Issue 2. 148–162, [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(70\)90086-7](https://doi.org/10.1016/0021-8634(70)90086-7).

Kamiński, Z., & Czaban, J. (2012). Di-

agnosing of the agricultural tractor braking system within approval tests. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 14 (4). 319–326.

Kamiński, Z., & Czaban J. (2025). Stationary Type-Approval Test of the Tractor Pneumatic Braking System for Towed Vehicle Control. *Machines*. 13(3), 217, <https://doi.org/10.3390/machines13030217>.

Kashkanov, A., Kashkanova, A., Podrigalo, M. Korobko, A., et al., (2022). Estimation Parameters of Braking of Vehicles Category M1 at Definition of Circumstances Road Accidents. *SAE Technical Paper*. 2022-01-1166, [doi:10.4271/2018-01-1880](https://doi.org/10.4271/2018-01-1880).

Regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council of 5 February 2013 on the approval and market surveillance of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

SAE International Technical Standard, Braking System Test Procedures And Braking Performance Criteria For Agricultural Tractors. SAE Standard J1041_199110, Revised October 1991, Issued September 1973, https://doi.org/10.4271/J1041_199110.

References

Afanasyeva, S. (2022). Prospects for the implementation of updated European standards for braking systems of agricultural and forestry vehicles. *Agricultural and forestry engineering*. 1–2 (122–123). 26–31.

Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part: text of the international agreement. Kyiv, 2014. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (accessed 12.12.2025).

Borawska, E. (2019). Simulation Tests of the Braking Process of an Agricultural Tractor. *Machines. Technologies. Materials*. XIII. 10. 430-432.

Council Directive 76/432/EEC of 6 April 1976 on the approximation of the laws of the Member States relating to the braking devices

of wheeled agricultural or forestry tractors. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission Delegated Regulation (EU) 1322/2014 of 19 September 2014 supplementing and amending Regulation (EU) № 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle construction and general requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 of 15 October 2014 supplementing Regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle braking requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles Text with EEA relevance. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission delegated Regulation (EU) 2015/208 of 8 December 2014 supplementing regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to vehicle functional safety requirements for the approval of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Commission Implementing Regulation (EU) 2015/504 of 11 March 2015 implementing Regulation (EU) № 167/2013 of the European Parliament and of the Council with regard to the administrative requirements for the approval and market surveillance of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата звернення: 12.12.2025).

Draft order of the Ministry of Economy “On approval of requirements for the braking system for type approval of agricultural and forestry vehicles”. (2025). URL: <https://surl.li/ulyjbe> (date of access: 12.12.2025).

Dwyer, M. J. (1970). The braking performance of tractor-trailer combinations. *Journal of Agricultural Engineering Research*. Volume 15, Issue 2. 148-162, [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(70\)90086-7](https://doi.org/10.1016/0021-8634(70)90086-7).

Kamiński, Z., & Czaban, J. (2012). Diagnosing of the agricultural tractor braking system within approval tests. *Eksploatacja i*

Niezawodnosc – Maintenance and Reliability. 14 (4). 319–326.

Kamiński, Z., & Czaban, J. (2025). Stationary Type-Approval Test of the Tractor Pneumatic Braking System for Towed Vehicle Control. *Machines.* 13(3), 217, <https://doi.org/10.3390/machines13030217>.

Kashkanov, A., Kashkanova, A., Podrigalo, M. Korobko, A., et al., (2022). Estimation Parameters of Braking of Vehicles Category M1 at Definition of Circumstances Road Accidents. *SAE Technical Paper.* 2022-01-1166, doi:10.4271/2018-01-1880.

Lebedev, A. T., Lebedev, S. A., & Korobko A. I. (2018). Qualimetry and metrological safety of testing tractors. Kh.: Publishing house “Miskdruk”, 2018. 394 p.

Lebedev, A., Lebedev, S., & Korobko, A. (2022). A System Approach for Assessing Performance in Agricultural Tractors. *Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine. Collection of scientific papers of the Leonid Pogoriliy Ukrainian Research and Development Institute of Agricultural and Forestry Engineering.* 30 (44). 11-21; <https://doi.org/10.31473/2305-5987>

Regulation (EU) No 167/2013 of the European Parliament and of the Council of 5 February 2013 on the approval and market surveillance of agricultural and forestry vehicles. URL: <http://eur-lex.europa.eu> (дата

звернення: 12.12.2025).

Technical regulations for the approval of agricultural and forestry vehicles: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated January 12, 2024 No. 28. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/28-2024-%D0%B-F#Text> (access date: 12.12.2025).

Technical regulations for type approval of agricultural and forestry tractors, their trailers and interchangeable trailed vehicles, systems, components and individual technical units: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 28.12.2011 No. 1367. (2011). URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/>.

SAE International Technical Standard, Braking System Test Procedures And Braking Performance Criteria For Agricultural Tractors. SAE Standard J1041_199110, Revised October 1991, Issued September 1973, https://doi.org/10.4271/J1041_199110.

Надійшла до редакції 02.03.2026 р.;
переглянуто 09.03.2026 р.;
прийнято до друку 06.04.2026 р.;
опубліковано 29.06.2026 р.

Received 03/02/2026;
revised 03/09/2026;
accepted 04/06/2026;
published 06/29/2026

UDC 006.3/620; 629

IMPLEMENTATION OF EUROPEAN SAFETY STANDARDS FOR TRACTORS CONCERNING THE BRAKING SYSTEM

Korobko A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-6618-7790>, e-mail: ak82andrey@gmail.com,
Kharkiv branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT;
Kharkiv National Automobile and Highway University

Khalin S., Dr. of Econ. Sc., Associate Professor,
<https://orcid.org/0000-0002-7510-5056>
L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Panchenko O.,
<https://orcid.org/0009-0009-8385-4645>, e-mail: pancsasha@gmail.com
SE “Kyivoblstandartmetrology”

Summary

Objective of the study: to substantiate the methodology for implementing requirements for braking systems of agricultural and forestry vehicles and their testing methods.

Methods. The methodological basis of the study is the study, analysis, comparison, summary, and evaluation of European Union regulations establishing requirements for braking systems of agricultural and forestry vehicles.

Results. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 establishes the EU regulatory framework for ensuring an adequate level of braking safety for tractors, harmonizing design requirements, testing, and type approval procedures to reduce accident risks and improve operational safety. Ukraine is actively harmonizing international standards, facilitating the implementation of European requirements. Harmonization of standards referenced in Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 in Ukraine is achieved through the adoption of corresponding national standards, which unifies requirements for braking systems and provides comprehensive coverage of requirements for connections, couplings, and interfaces. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 serves an integrating function, directly linking requirements to international ISO standards (measurement, electronics, safety, etc.) and UNECE regulations (UN ECE R13) for road and bench testing. Key testing stages under Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 include functional safety analysis, instrumental measurements of brake actuator parameters, and road and bench testing of braking performance.

Conclusion: commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 is a key regulatory act in the field of agricultural and forestry vehicle safety. It establishes unified requirements for braking systems, takes into account modern technologies (ABS, EBS, electronic control systems, etc.), defines transition periods for the gradual phase-out of obsolete systems, and harmonizes EU legislation with international standards. The implementation of Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 in Ukraine requires manufacturers to modernize production processes and develop new vehicle models, which accordingly requires additional investment. At the same time, long-term benefits include increased product competitiveness in international markets. Commission Delegated Regulation (EU) 2015/68 is fully supported by standards harmonized in Ukraine. The testing algorithm defined by this document provides a unified yet differentiated approach to assessing the braking safety of vehicles of categories T, C, and R, taking into account their design and operational features. The use of this algorithm allows testing laboratories to systematically verify the effectiveness, reliability, and functional safety of braking systems as part of type approval procedures.

Keywords: technical regulations, standards, certification, type approval, braking properties, testing, method, tractor.