

льняє вимогам DIRECTIVE 2002/7/EC щодо маневреності. При поворотах на  $90^{\circ}$  і  $180^{\circ}$  причіпні автопоїзди усіх компоновальних схем, на відміну від напівпричіпних схем, майже усі задовольняють вимогам DIRECTIVE 2002/7/EC.

3. Встановлено, що за керованих перших осей другого і третього напівпричепів, у порівнянні із некерованим автопоїздом, габаритна смуга руху за колового руху зменшується на 10...12%, проте усі автопоїзди не задовольняють вимогам щодо маневреності.

### Перелік посилань

1. В.М. Поляков, В.П. Сахно. Триланкові автопоїзди. Маневреність. Київ. Національний транспортний університет. 2013. – 200 с.: іл.

2. G. Leduc. Longer and Heavier Vehicles. An overview of technical aspects. Technical Report EUR 23949 EN, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Luxembourg, 2009.

3. Parallel Design Optimization of Multi-Trailer Articulated Heavy Vehicles with Active Safety Systems/ву Md. Manjurul Islam //University of Ontario Institute of Technology Oshawa, Ontario, Canada, 2013.

4. F. Gottmann, H. Wind, and O. Sawodny. On the influence of rear axle steering and modeling depth on a model based racing line generation for autonomous racing. In IEEE CСТА, pages 846–852, Copenhagen, 2018.

Шемигон Артем Олександрович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Коробко Андрій Іванович, д-р техн. наук., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ak82andrey@gmail.com

### ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧИХ ЯКОСТЕЙ ТРАКТОРІВ

Багато країн, що не є членами ОЕСР, до яких відноситься Україна, частково або повністю використовують Кодекси для випробувань, проведення тендерів або регулювання питання імпорту тракторів. В даному напрямку виконано ряд наукових робіт в Харківській філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, що покладені в основу дослідження технологічної адаптації тракторів. При цьому, трактор, за аналогією із суміжними областями техніки, розглядається як «Система з безліччю елементів, певним чином взаємопов'язаних і утворюють певну цілісність, єдність». Для тракторів під час оцінювання їх тягових властивостей, керованості та стійкості руху, гальмівних властивостей, які є основою їх експлуатаційних якостей, ефективним є метод парціальних прискорень, що базується на розв'язанні зворотної задачі динаміки: за відомого прискорення оцінюються діючі сили. Одночасно необхідно відзначити, що оцінити експлуатаційні властивості трактора не завжди можливо за діючими силами, наприклад енергетичні показники тракторного агрегату. Для розв'язання даної проблеми

необхідна розробка нових методик визначення тягового ККД трактора під час агрегування з сільгоспмашиною, ефективної потужності двигуна, оцінки керованості та стійкості руху тракторного агрегату.

Практика ставить перед наукою необхідність розв'язання проблем системного підходу щодо оцінювання експлуатаційних якостей сільськогосподарських тракторів.

Методологічною основою роботи з оцінювання експлуатаційних якостей сільськогосподарських тракторів є Кодекс 2 ОЕСР, що нормує методики їх випробувань. Визначення тягових показників тракторів виконується методом, що регламентований СОУ УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого 71.2-37-046043090-017:2015 із застосуванням вимірювально-реєстраційного комплексу. Під час оцінювання функціональної точності трактора аналізуються, згідно ДСТУ 7463:2013, показники, що визначають тяговий клас трактора, енергетичні можливості і агрегатованість. Для формування наукової проблеми, визначення мети і постановки задач дослідження використовується аналітичний метод та порівняльний аналіз із результатами експериментальних досліджень.

У доповіді наведено результати досліджень, що спрямовані на розвиток методології системного підходу оцінювання експлуатаційних властивостей сільськогосподарських тракторів у напрямку підвищення їх техніко-економічних і агротехнічних властивостей. Запропоновані нові залежності, які базуються на методі парціальних прискорень, оцінювання тягового-енергетичних показників трактора, його керованості та стійкості руху, гальмівних властивостей. Обґрунтована методика оцінювання динамічних властивостей трактора у складі ґрунтообробного агрегату при несталому режимі його руху на гоні. Запропоновані методи є ефективними під час випробувань машин перемінної маси, вимірювальний комплекс може застосовуватись при дослідженні вібраційних процесів сільськогосподарських машин та дослідженні їх стійкості. Одночасно необхідно відзначити недостатню кількість наукових робіт за методологією вимірювання точності функціонування трактора, наприклад під час оцінювання його експлуатаційних якостей. Під час оцінювання функціональної точності трактора за ДСТУ 7463:2013 прийняті показники, що визначають тяговий клас трактора, енергетичні можливості і агрегатованість. У цьому випадку у відповідності з ДСТУ 2860-94 трактор буде функціонально стійким, при якому значення усіх параметрів, що характеризують його спроможність виконувати задані функції, відповідно до вимог нормативної і технічної документації.

Пропонується оцінювати контрольований функціональний параметр  $x$  трактора залежністю

$$x = x(S, S_{ik}, \dots, S_{nk}, x_{ik}, \dots, x_{nk}, \Delta q_i, \dots, \Delta q_n), \quad (1)$$

де  $S, S_{ik}, \dots, S_{nk}$  – функціональний параметр трактора (тягове зусилля, швидкість руху) та його елементів (двигун, трансмісія, тощо);

$x_{ik}, \dots, x_{nk}$  – відхилення реальних параметрів трактора від номінальних;

$\Delta q_i, \dots, \Delta q_n$  – відхилення реальних параметрів елементів трактора від номінальних.

Беручи за функціональну точність трактора, наприклад при оцінюванні його експлуатаційних якостей, здатність виконувати задані функції з певним ступенем близькості до ідеальної моделі, функціональна похибка трактора за  $x$ ,  $x_n$  поточних і номінальних значеннях функціональних параметрів оцінюється за залежністю  $\Delta x = x - x_n$ . Трактор під час контролю буде справним, якщо кожен з його функціональних параметрів, що характеризують експлуатаційні якості знаходяться в області працездатності  $(a, b)$   $a < x < b$ .

Кодекс 2 ОЕСР нормує методологію випробувань сільськогосподарських тракторів щодо оцінювання їх експлуатаційних якостей за номінального технічного стану. Результатами досліджень, що наведені у даній статті, доведено, що відхилення реальних функціональних параметрів від номінальних істотно впливають на експлуатаційні якості трактора. Необхідно виконання наукових досліджень у даному напрямку.

Котова Юлія Миколаївна, студентка, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Якимовський Андрій Станіславович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Коробко Андрій Іванович, д-р техн. наук., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, ak82andrey@gmail.com

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ВИПРОБУВАНЬ**

У доповіді запропоновано альтернативний (до показників повторюваності і відтворюваності) спосіб оцінювання співпадіння результатів вимірювань під час виконання процедури забезпечення якості випробувань у лабораторії, що засновано на безпосередньому використанні невизначеності вимірювання.

Методи випробувань реалізуються шляхом вимірювання значень певних параметрів за визначеною методикою і з використанням регламентованих засобів вимірювальної техніки. Безумовно, як методика, так і засоби вимірювальної техніки мають похибки. У зв'язку з цим, результати експериментальних досліджень, що отримані в умовах відтворюваності або повторюваності, будуть різнитись між собою. Це обумовлено впливом випадкової, систематичної і методичної похибок.

Розглядаючи масив значень величин, що отримані різними методами, як незалежні випадкові величини, необхідно визначати ймовірність їх сумісного прояву, враховуючи значення інтервалів у яких може знаходитись дійсне значення вимірюваної величини, що і є критерієм співставності результатів. Таке дослідження є правомірним за умови нормального розподілення випадкових величин.

В якості показника для оцінювання співпадіння результатів вимірювання отриманих різними методами пропонується показник, що визначається відношенням різниці середніх значень ( $\Delta\mu$ ) до спільної невизначеності їх вимірюван-