

машин GSE, але є доцільними за рахунок зниження вартості їх експлуатації та покращення екологічності.

До машин GSE, що залучаються для наземного обслуговування військових літаків, додатково пред'являються вимоги щодо можливості тривалої автономної роботи у відриві від енергомереж, тому модернізацію таких машин слід здійснювати шляхом встановлення гібридних силових установок. Це дає можливість їх роботи з використанням різних джерел енергії, або, за необхідності, з одночасним використанням обох джерел, що збільшує сумарну потужність силової установки.

### Список літератури

1. Подригало М.А. Формування гальмових та динамічних властивостей модульної техніки для аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації / М.А. Подригало, В.М. Краснокутський, В.В. Кириченко // Системи озброєння і військова техніка. –2007. – № 3 (11). – С. 69-73.

Лебедев Анатолій Тихонович, доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри агроінжинірингу  
Сумський національний аграрний університет  
tiaxntusg@gmail.com

Шуляк Михайло Леонідович, доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри агроінжинірингу  
Сумський національний аграрний університет  
m.l.shulyak@gmail.com

Погуляй Володимир Михайлович, здобувач PhD, кафедри агроінжинірингу  
Сумський національний аграрний університет  
m.l.shulyak@gmail.com

## ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАКТОРА ПРИ ЗМІНІ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Одним з основних аспектів успішної експлуатації тракторних агрегатів є забезпечення їх працездатності, яка залежить від різних функціональних параметрів, таких як тягові характеристики, динамічні показники та керованість. Для оцінки технічного стану трактора проводиться діагностика, яка враховує якісні та кількісні характеристики його властивостей. Проте, діагностика не здатна встановити зв'язок між технічним станом трактора та його працездатністю. Функціональна діагностика базується виключно на аналізі робочих операцій, що здійснюються під час експлуатації трактора.

Ефективність функціонування трактора, а отже його працездатність, визначаються експлуатаційними допусками на контрольованими параметрами. Це включає встановлені допуски на рівень та точність налаштування параметрів, а також контрольні допуски, що визначають межі значень параметрів, переви-

щення яких призводить до втрати працездатності трактора. Для оцінки припустимих режимів роботи трактора корисно аналізувати його динамічний стан, зокрема прискорення параметрів за межі встановлених допусків.

Тракторні агрегати відносяться до динамічних систем, математичні моделі яких відображають взаємозв'язок між вхідними та вихідними впливами, а також їх похідними і інтегралами. Динамічні властивості тракторних агрегатів значно залежать від параметрів основних елементів, таких як деталі та агрегати. Контроль технічного стану цих елементів може бути здійснений шляхом аналізу їх динамічних характеристик. Для оцінки динамічних властивостей тракторних агрегатів використовуються аперіодичні, коливальні зв'язки, які враховують як аперіодичну, так і інерційну ланки.

Оцінка поступального руху тракторного агрегату включає значні зміни коефіцієнтів диференційного рівняння, таких як постійна часу та коефіцієнти посилення, що залежать від швидкості руху агрегату та технічного стану його складових елементів.

Оцінка працездатності тракторного агрегату при зміні його технічного стану полягає у визначенні відхилення центру тяжіння реального перехідного процесу від еталонної моделі та його впливу на енергозатрати трактора під час виконання технологічного процесу.

Міжнародний Кодекс стандартів ОЕСД встановлює вимоги до випробувань тракторів, що включають оцінку потужності та витрат палива під час розгону трактора в складі агрегату та при нестабільній частоті обертання двигуна. Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого апробувала динамічні методи аналізу при експериментальних дослідженнях трактора ХТЗ-17224 з метою оцінки його енергозатрат під час розгону під час лущення стерні. Випробування були проведені відповідно до стандарту СОУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого 71.2-37-046043090-017:2015, затвердженого Міністерством агропромислового комплексу та продовольства України.

Результати цих досліджень, порівняні з результатами, отриманими класичними методами, свідчать про доцільність використання динамічного методу оцінки працездатності. Цей метод дозволяє наблизити регульовані параметри до квадратичної інтегральної оцінки реального перехідного процесу тракторного агрегату під час технічного обслуговування, коли параметр стану відхиляється від еталонної моделі.

Оцінка працездатності трактора при зміні його технічного стану полягає у визначенні величини та напрямку відхилення центра ваги реального перехідного процесу від еталонної моделі.

### Список літератури

1. Лебедев А.Т., Лебедев С.А., Коробко А.І. Кваліметрія та метрологічне забезпечення випробувань тракторів. Харків: Вид-во «Міськдрук», 2018, 394с.
2. Метод парциальных ускорений и его приложение в динамике мобильных машин/ Н.П.Артемов, А.Т.Лебедев, М.А.Подригало и др. Под рук. М.А. Подригало. Харьков: Изд-во «Міськдрук», 2012, 220с.

3. Артёмов М.П., Лебедев А. Т., Шуляк М. Л., Кулаков Ю.М. Оцінка тягово-динамічних властивостей на основі прискорення трактора. Інженерія природо користування. 2015. № 1 (3). С. 84 – 89.

4. Шуляк М.Л., Лебедев А. Т., Артёмов М.П., Калінін Є. І. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. № 4. С. 218 – 226.

Абрамов Дмитрій Володимирович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [varan\\_mail@ukr.net](mailto:varan_mail@ukr.net)

Смаль Кирил Сергійович, бакалавр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет [kirillsmal212215@gmail.com](mailto:kirillsmal212215@gmail.com)

### **ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ ЛАНОК РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА МПУС-10**

Процес роботизації виробництва характерний етапністю робіт щодо збільшення рівня автоматизації, яка здійснюється спочатку шляхом роботизації окремих технологічних позицій. Останнім етапом комплексна роботизація з об'єднанням локальних систем керування окремими роботами, роботизованими комплексами, дільницями та лініями в глобальну систему керування від єдиного центрального комп'ютера.

Одним із варіантів роботизації виробництва може бути застосування робота-маніпулятора МПУС-10 з пневматичним приводом та системою керування ЕПК-1030. Промисловий робот МПУС-10 призначений для автоматизації технологічних процесів, де необхідно здійснити захоплення, перенос і установку деталі на технологічне устаткування. Динамічні навантаження ланок маніпулятора впливають як на деталь, що закріплюється у захваті робота, так і на точність позиціонування самого захвата. Для недопущення пошкодження деталі, закріпленої у захваті, або для недопущення втрати деталі із захвату маніпулятора необхідно дослідити швидкості та прискорення ланок маніпулятора під час відпрацювання відповідних команд. Для цього проведено експериментальне дослідження прискорень ланок робота-маніпулятора МПУС-10 (рис. 1).