

Лебедєв 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;

Подлесний Анатолій Володимирович, здобувач PhD кафедри агроінжинірингу, Сумський національний аграрний університет, podlesnyjanatolij85@gmail.com

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАКТОРІВ

Експлуатаційно-технологічні показники трактора визначаються в основному його працездатністю, тобто його станом, при якому значення всіх його параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції відповідають встановленим вимогам. У зв'язку з цим обґрунтування методів оцінки працездатності тракторів із забезпеченням стабільності функціональних показників за швидкістю руху, стійкістю напрямку руху і гальмування [1, 2] дозволить підвищити ефективність їх роботи під час експлуатації.

Відомі методи оцінки працездатності тракторів базуються в основному на нормативних матеріалах визначення допустимого відхилення параметрів технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу його агрегатів. При цьому технічний стан трактора оцінюється в процесі діагностування сукупністю якісних і кількісних характеристик його властивостей, що розглядаються в певних умовах експлуатації. На кінцевому етапі діагностування визначається технічний стан трактора, його агрегатів і систем [3]. При цьому немає можливості оцінити взаємозв'язок технічного стану трактора з його функціонуванням, тобто працездатністю. Основними кількісними характеристиками слугують встановлені допуски на рівень і точність настроювання по контрольованому (технологічному, енергетичному, техніко-економічному, технічному) параметру, а також контрольні допуски, що визначають граничні межі параметрів, перевищення яких в процесі експлуатації призводить до втрати працездатності трактора (ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1, 2005).

Для оцінки ефективності функціонування, тобто працездатності технічних систем, зокрема рухомих об'єктів і технологічних процесів, ефективно використовується метод зміни стану, заснований на понятті стану [3]. За даним методом за стан системи у момент часу t_0 прийнятий такий мінімальний набір відомостей про поведінку системи, інформації якого разом з деякою вхідною функцією $U(t)$, заданої для інтервалу часу $t_0 \leq t \leq t_k$, $t_k \geq 0$. Нестабільність параметрів стану систем трактора обумовлена, в основному, зносом, порушенням регулювань, тощо, їх елементів, що призводять до несправного стану трактора. При кваліметричному оцінюванні трактора [3] і його елементів необхідно вимірювати значення показників його стану з необхідною точністю, яка оцінюється за різницею вихідного сигналу при початковому значенні параметру системи $\beta = 0$ і деяким його відхиленням $\beta = \beta_i$ від номінального стану. Суттєва особ-

лівість вимірювання працездатності трактора не отримала належного висвітлення в технічній літературі.

Рішення проблеми впливу нестабільності технічного стану трактора на його експлуатаційні властивості висвітлена у ряді робіт закордонних видань [4], в яких визначається перспективність досліджень у напрямку підвищення працездатності трактора за нестабільних параметрів стану.

На трактор при виконанні технологічного процесу діють на вході вектора-функції управління $u(t)$ і збурення $F(t)$, на виході – вектор-функція динамічних властивостей трактора $w(t)$, яка визначається нестабільністю функціональних показників: $v(t)$ – швидкості руху; $y_n(t)$ і $y_m(t)$ – стійкості напрямки руху і гальмування (рис. 1).

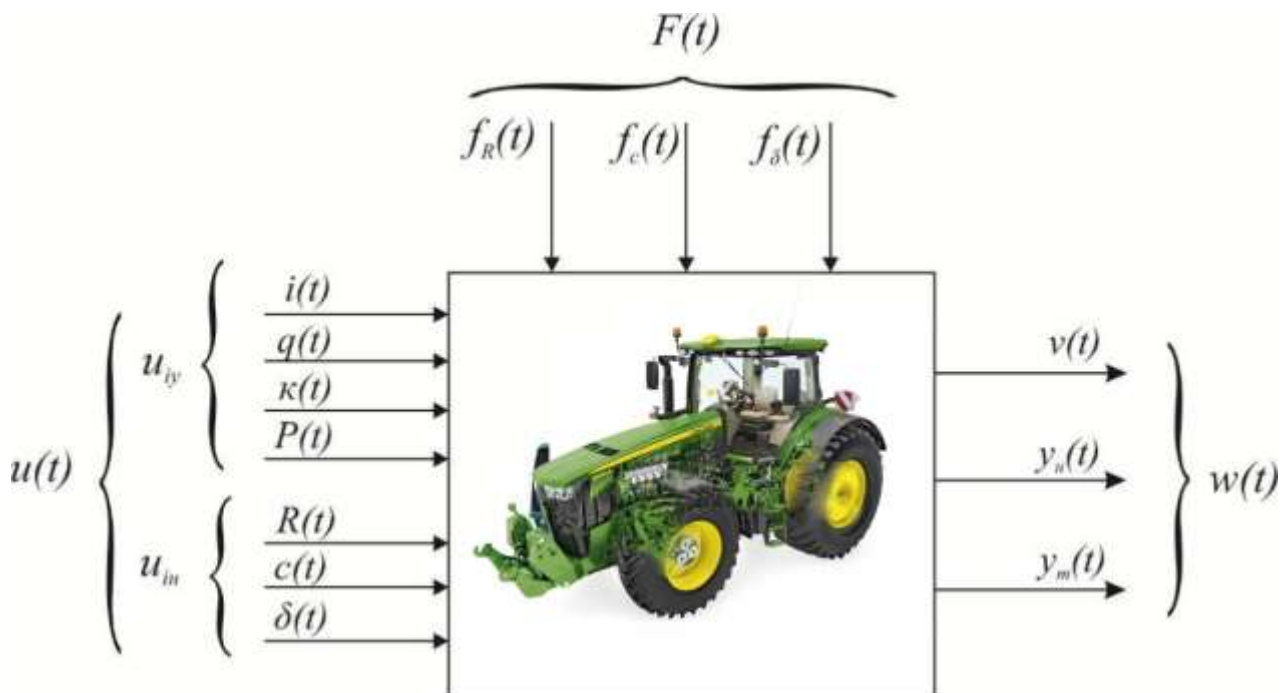


Рисунок 1 – Функціональна схема трактора

На трактор діють як керовані вхідні вектор-функції керування u_{iy} [$i(t)$ – передавальне число трансмісії, $q(t)$ – подача палива у двигун, $\kappa(t)$ – інтенсивність впливу на рульове керування, $P(t)$ – зусилля на органи керування гальмами], так і не керовані u_{in} [$R(t)$ – опір руху, $C(t)$ – рельєф місцевості, $\delta(t)$ – буксування рушіїв]. Збурювання $F(t)$ визначаються в основному некерованими змінними $u_{in}(t)$ внаслідок нестабільності опору руху трактора $f_R(t)$, зміни рельєфу місцевості $f_C(t)$ і нестабільності буксування рушіїв $f_\delta(t)$.

Функціональний показник $v(t)$ характеризується, в основному, вхідними функціями керування $i(t)$ та $q(t)$ і визначає тягово-енергетичні властивості трактора; показники $y_n(t)$ та $y_m(t)$ взаємопов'язані в основному з $v(t)$, керованими $\kappa(t)$, $P(t)$ і некерованими $R(t)$, $C(t)$, $\delta(t)$ вхідними перемінними та направлені на забезпечення безпеки руху трактора.

Трактор буде працездатним якщо його технічний стан забезпечує зміна координат $v(t)$, $y_n(t)$ і $y_m(t)$ у межах, обумовлених нормативно-технічною документацією.

При цьому працездатні всі системи, що входять в нього, а при непрацездатності хоч би однієї системи – трактор непрацездатний. При зміні технічного стану трактора координати $v(t)$, $y_n(t)$ і $y_m(t)$ наближаються до деяких граничних значень, при яких трактор буде непрацездатним, тобто $\bar{x} = (v_i, \dots, v_n; y_{n1}, \dots, y_{nr}, y_{m1}, \dots, y_{mr})$. У цьому випадку вектор \bar{x} буде характеризувати працездатність трактора.

Оцінюючі працездатність трактора критичні значення векторів руху швидкості \bar{v} , прямолінійної стійкості \bar{j} і глибини \bar{z} робочого органу агрегатованої сільгоспмашини зазвичай вибираються за експериментальними даними. Так \bar{v} вибирається виходячи з оптимального завантаження двигуна $x = 0,95$ на енергоємних роботах; вектор \bar{j} оцінюється запасами стійкості прямолінійного руху, наприклад для трактора з шарнірно-зчленованою рамою на оранці, по фазі $\Delta\Phi \geq 1,5^\circ$ і по амплітуді $\Delta L \geq 12$ дБ; вектор \bar{z} обґрунтовується агротехнічними вимогами, наприклад при силовому регулюванні орного агрегату допустимим коефіцієнт варіації для глибини оранки повинен бути не більше $V_{don} \leq 15$ %. Дані нормативи працездатного стану трактора формується при умові відсутності несправностей елементів і збереження його працездатності.

Перелік посилань

1. DSTU 7463:2013. (2013): Silskohospodarska tekhnika. Traktory silskohospodarski. Klasyfikatsiia pokaznykiv. [Agricultural machinery. Agricultural tractors. Classification of indicators]. Kyiv., Natsionalnyi standart Ukrainy. 11 p. (in Ukrainian).
2. OECD, Code 2. (2012): Standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. Organisation for Economic Co-operation and Development, Available at. Paris, France. (URL <http://www.oecd.org>).
3. Лебедев А.Т., Лебедев С.А., Коробко А.І. Кваліметрія та метрологічне забезпечення випробувань тракторів. Харків: Вид-во «Міськдрук», 2018, 394с.
4. Lebedev A, Shuliak M, Khalin S, Lebedev S, Szwedziak K, Lejman K, Niedbała G, Łusiak T. (2023): Methodology for Assessing Tractor Traction Properties with Instability of Coupling Weight. *Agriculture*. 2023; 13(5):977. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050977>