

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРАКТОРА, З ГІДРООБ'ЄМНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ

Шептун С.Ю. к.т.н., асистент

Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна

Швидкість руху МТА - один з найважливіших параметрів, що впливає на показники ефективності використання машини. Виходячи з економічних вимог, оптимальною умовимося вважати таку швидкість, на якій при дотримання всіх агротехнічних вимог до якості виконуваної операції досягається максимальна продуктивність при мінімальній витраті палива. Отже, швидкість оптимальна, якщо

$$\Psi = W/G = \max \quad (1),$$

де G — миттєва витрата палива;

W — продуктивність тракторного агрегату в даний момент часу.

При цьому:

$$W = \beta V \varepsilon \tau v \quad (2),$$

де V — Ширина захоплення;

v — розрахункова швидкість;

β, ε, τ — коефіцієнти використання відповідно ширини захоплення, швидкості, часу.

Якщо значення $\beta, V, \varepsilon, \tau$ вважати незмінними для заданого агрегату працюючого на полі з постійними фізико-механічними характеристиками, то співвідношення (2) можна представити як $W = kv$, де $k = \beta V \varepsilon \tau = \text{const}$. Тоді:

$$\Psi = kv/G = \max \quad (3).$$

Нехай потрібно підтримувати таку швидкість МТА, щоб питома витрата палива g_e двигуна була мінімальна:

$$g_e = \frac{G}{N_e} = \frac{G}{v P_k \eta_b} = \min, \quad (4)$$

де N_e — ефективна потужність двигуна;

P_k — дотична сила тяги;

η_b — (ККД) рушії.

Якщо ідеалізувати умови роботи (рух по рівній горизонтальній ділянці дороги з постійними фізико-механічними характеристиками) і вважати, що P_k, η_b — величини постійні, тобто, $\frac{1}{(P_k \eta_b)} = \text{const}$, то оптимальна швидкість руху МТА з урахуванням мінімальної питомої витрати палива відповідає точці екстремуму з

мінімумом функції $G/v = \min$, або з максимумом функції v/G , тобто відповідає співвідношенню (3). Таким чином, співвідношення (3) - умова не тільки оптимальної продуктивності, але і мінімальної питомої витрати палива МТА. Воно є критерієм оптимізації. Так як в реальних умовах тяговий опір МТА і КПД рушії змінюється, положення екстремальної точки $v/G = \max$ теж безперервно змінюється.

Підтвердженням правильності викладених висновків можуть служити роботи, під час яких виявлено, що максимуму продуктивності орного агрегату, як правило, відповідає мінімальна витрата палива на одиницю роботи. Підтримуючи роботу агрегату в режимі постійної потужності $N = \text{const}$, потрібно також враховувати вимоги до паливної економічності трактора. При цьому для реалізації умови (3) необхідно варіювати швидкісним режимом за допомогою передавального відношення Z гідروоб'ємної передачі (ГОП) і положення важеля x_p який задається органом регулятора двигуна. З цього виходить, що режим $N = \max$ не можна оптимізувати з позицією паливної економічності, при $G = \text{const}$. Робота МТА в режимі $v = \text{const}$ також може бути оптимізована по витраті палива, якщо завантаження двигуна при встановленій швидкості руху не є граничною. Для виконання викладених режимів МТА розроблено автоматичний пристрій. Він складається з крокової системи, яка самоналаштовується (СНС), що здійснює пошук максимуму функції Ψ , і двох наступних систем, що підтримують режим $v = \text{const}$ і $N = \max$. СНС виконує пошук екстремуму методом Гаусса - Зейделя або методом градієнта.

Метод Гаусса - Зейделя забезпечує пошук екстремуму послідовно по кожному з регулюючих впливів. Спочатку визначається положення екстремуму $d\Psi/dv = 0$, при $G = \text{const}$, потім, зафіксувавши знайдене значення v , шукають значення G , при якому $d\Psi/dG = 0$, далі цикл повторюється.

Метод градієнта передбачає одночасну зміну всіх регулюючих впливів. При дискретній зміні впливів кроку q_v , q_G повинні бути пропорційні відповідним компонентам градієнта:

$$\Delta v = k_1 \frac{d\Psi}{dv}; \Delta G = k_2 \frac{d\Psi}{dG}, \quad (5)$$

де k - коефіцієнти пропорційності;

$$\text{grad } \Psi = k_1 \frac{d\Psi}{dv} + k_2 \frac{d\Psi}{dG}. \quad (6)$$

Завдання досліджень - встановити якісні показники роботи системи, яка самоналаштовується:

$$t_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^2 |\Psi_{i0}|}{q_i} T. \quad (7)$$

де Ψ_0 - координати критерій оптимальності;

q_i - крок регулювання;

T — період повторення кроків

$$D = \frac{\Psi - \Psi_{\text{ср}}}{\Psi} 100\%. \quad (8)$$

де $\Psi_{\text{ср}}$ – середнє відхилення від положення екстремуму.

Випробування автоматичного пристрою проводилося на електронній моделі трактора з ГОП на аналоговій ЕОМ з використанням методу аналого-фізичного моделювання. «Вихідною точкою» для пошуку екстремуму було взято однакове положення важеля подачі палива $x_p = 0,1x_{p0\text{max}}$, (положення x_{p0} відповідає максимальній подачі палива) при опорі зняряддя $M_c = 0,8M_{c\text{max}}$.

Рух системи до максимуму функції Ψ методом Гаусса-Зейделя здійснювалося шляхом впливу на неї, до отримання нульового значення похідної $d\Psi/dv = 0$. Потім впливали на x_p при $Z = \text{const}$ до отримання $d\Psi/dv = 0$. Далі цикл повторювався. Рух системи до екстремуму здійснювалося по кроках, тривалість яких τ_n і частота проходження $f = 1/T$ були визначені заздалегідь за частотними властивостями МТА. При пошуку екстремуму методом градієнта коефіцієнти κ_1, κ_2 підбиралися так, щоб $\Psi_{\text{ср}} \tau_n$ були мінімальними.

Таблиця 1. Результати експериментів

Метод пошуку екстремуму	τ_w с	T , с	q_v м/с	q_G г/с	Кількість шагов	Ψ м/т	$\Psi_{\text{ср}}$ м/т	t_n с	$D\%$
Гаусса-Зейделя	0,15	0,43	0,139	0,173	7	0,297	0,289	1,45	2,5
Градієнт	0,15	0,43	0,139	0,173	4	0,297	0,278	1,0	6,1

Результати експериментів представлені в таблиці. 1. Встановлено, що при видаленні початкової точки від максимуму час пошуку t_n збільшується в першому досліді помітно, у другому незначно.

Список літератури

1. Бондар В. А. нові рішення в гідроприводі тракторів // Промислова гідравліка і пневматика-Вінниця, 2003. – №2. - С. 81-86
2. Лур'є з. Я., Цента Е.Н., Макей В. а. динамічний синтез гідроагрегату навісного обладнання трактора // Промислова гідравліка і пневматика. - Вінниця: ВНАУ. – № 4 (22), 2008. - С. 103-107.
3. Коваленко Н.Я. Економіка сільського господарства. З основами аграрних ринків. Курс лекцій.- М .: Асоціація авторів і видавців. ТАНДЕМ: видаються тельство ЕКМОС, 2009. - 448 с.
4. Кравцов С.А., Захаров Ю.М. Зернове господарство Росії: проблеми і пу ти сталого розвитку С.А.. Кравцов, Ю.М. Захаров//Економіка сільськогосп дарських і переробних підприємств.- 2011. - № 2. - с.- 15 - 18.
5. Організація сільськогосподарського виробництва /Ф.К. Шакіров, В.А. Удалов, С.І. Грядов та ін .; Под ред. Ф.К. Шакірова.- М .: Колос, 2010. - 504с.