

основанием для дальнейших исследований. С целью практически полного исключения уплотняющего воздействие на почву ходовых систем машин в плодородной (агротехнической) зоне поля рекомендуется использовать регуляторы для корректировки нормальной вертикальной нагрузки на опорных колесах сельскохозяйственной машины или орудия, работающих по принципу известных увеличителей сцепного веса.

УДК 631.37

НОВА МЕТОДИКА КОМПЛЕКТУВАННЯ ТЯГОВО-ПРИВОДНИХ ГРУНТОБРОБНИХ АГРЕГАТІВ З ТРАКТОРАМИ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОНЦЕПЦІЇ

Кюрчев В.М., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент

НААН України, **Кувачев В.П.**, кандидат технічних наук, доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Поява абсолютно нових енергонасичених тракторів тягово-енергетичної концепції потребує сьогодні не тільки нових принципів їх агрегування, а і методики комплектування агрегатів на їх основі.

Останнім часом в науковій літературі пропонується нова методика здійснювання розрахунків з комплектування машинно-тракторних агрегатів на основі наявної технічної інформації з чіткою послідовністю інженерних розрахунків. Але у зазначеній літературі питання комплектування ґрунтообробних агрегатів з тяговими і приводними робочими органами на основі енергонасичених тракторів тягово-енергетичної концепції розглядаються тривіально і дуже поверхнево.

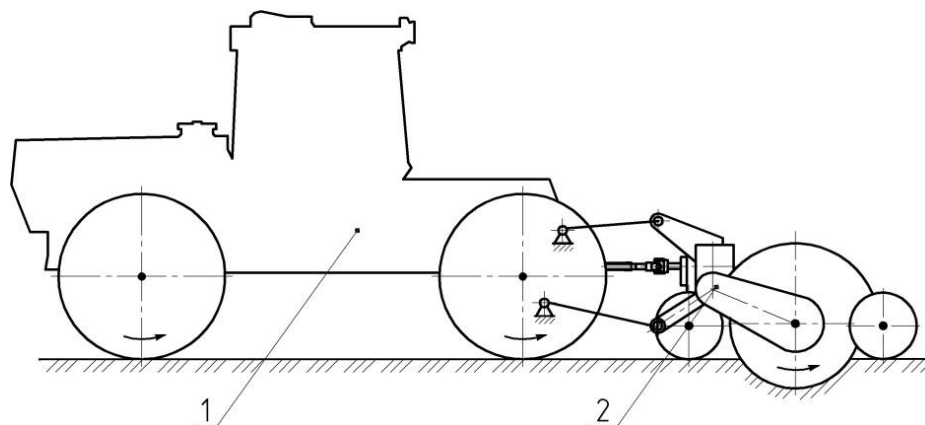


Рис. 1. Тягово-привідний ґрунтообробний машинно-тракторний агрегат:
1 – енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції; 2 – сільськогосподарська машина з тяговими і приводними робочими органами.

Мета досліджень полягає в підвищенні ефективності комплектування ґрунтообробних агрегатів з тяговими і приводними робочими органами на основі енергонасичених тракторів тягово-енергетичної концепції.

При виконанні дослідження використані методи теорії трактора, машиновикористання, польових експериментальних досліджень, статистичні методи обробки результатів досліджень, а також методи складання програм та числових розрахунків на ПК. В основу методики комплектування ґрунтообробних агрегатів з приводом активних робочих органів сільськогосподарських машин від вала відбору потужності енергонасиченого трактора (рис. 1) покладемо статистичний енергетичний баланс останнього.

В результаті досліджень отримано математичну модель реалізації в агрегаті з тяговими і приводними робочими органами корисної потужності енергонасиченого трактора, що в конкретних умовах роботи забезпечить максимальну продуктивність і мінімальну витрату палива:

$$\left. \begin{aligned}
 N_a &= N_e \cdot \eta_m (1 - \delta) - f \cdot GV \geq N_{un}; \\
 N_{\mu pl} &= GV (\lambda \mu - f) - N_e \cdot \eta_m \cdot \delta \geq N_{pl}; \\
 N_{un} &= N_{PTO} \pm N_{pl}; \\
 N_{pl} &= k_0 \left[1 + (V - V_0) \frac{\Delta c}{100} \right] B_{un} \cdot V; \\
 N_{PTO} &= k_{PTO} \cdot B_{un} \cdot V \leq [N_{PTO}^m]; \\
 W &= 0.36 B_{un} \cdot V \rightarrow \max; \\
 \eta_t &= \frac{N_{pl}}{N_e - N_{PTO}} \rightarrow \max; \\
 \eta &= \frac{N_{pl} + N_{PTO}}{N_e} \rightarrow \max; \\
 q &= \frac{10^{-3} q_e \cdot N_e}{W} \rightarrow \min.
 \end{aligned} \right\} (1)$$

В системі рівнянь (1) прийнято наступне позначення: N_a – корисна (активна) потужність, яка може бути реалізована енергонасиченим трактором для виконання технологічного процесу в складі машинно-тракторного агрегату, кВт; N_e – ефективна потужність двигуна трактора, кВт; $N_{\mu pl}$ – потужність, що обумовлена зчїпними властивостями трактора, кВт; N_{pl} – тягова потужність машинно-тракторного агрегату; N_{un} – потужність, яка необхідна для роботи тягово-привідного агрегату, кВт; N_{PTO} – потужність, яка витрачається на активний привід робочих органів тягово-привідного агрегату, кВт; G – вага трактора, кН; V – робоча швидкість руху агрегату, км/год; B_{un} – ширини захвату агрегату, м; η_m – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора; f – коефіцієнт опору коченню коліс трактора; δ – коефіцієнт буксування рушіїв трактора; k_0 – питомий тяговий опір сільськогосподарської машини (кН/м) при еталонній швидкості руху $V_0 = 5$ км/год; Δc – темп зростання питомого тягового опору, %; k_{PTO} – питома потужність, яка витрачається на привід

робочих органів від валу відбору потужності, кН; λ – частка експлуатаційної ваги трактора, що припадає на рушій; μ – коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора із ґрунтом; q – мінімальна витрата палива (питома) на одиницю виконуваної роботи, кг/га; q_e – питома витрата палива (номінальна) двигуном трактора, г/кВт·год; W – максимальна продуктивність агрегату за 1 год «чистої» роботи, га/год; η_t і η – максимальний тяговий та повний коефіцієнт корисної дії трактора.

Задача комплектування машинно-тракторного агрегату з тяговими і приводними робочими органами залежить від поставленого завдання. Методика розв’язання останнього має декілька напрямів:

1) для заданого енергонасиченого трактора потрібно підібрати сільськогосподарську машину з тяговими і приводними робочими органами;

2) для заданої сільськогосподарської машини з тяговими і приводними робочими органами потрібно підібрати агрегуючий трактор, який забезпечує максимальну продуктивність агрегату при мінімальних енерговитратах на виконання технологічної операції;

3) при відомому складі ґрунтообробного агрегату з тяговими і приводними робочими органами на основі енергонасиченого трактора необхідно обґрунтувати раціональну швидкість його руху, за якою найбільш повно використовуються ефективна потужність двигуна трактора в заданих умовах експлуатації.

В вирішенні завдань першого напрямку є визначення такої ширини захвату $B_{ин}$ і швидкості руху V агрегату, за яких будуть справедливі умови системи рівнянь (1). У вирішенні задач другого напрямку, перш за все, необхідно аналітично розрахувати діапазони мінімально необхідної експлуатаційної ваги трактора G_{min}, \dots, G_{max} і ефективної потужності $N_{e min}, \dots, N_{e max}$ його двигуна у встановленому діапазоні агротехнічно-допустимих швидкостей V_{min}, \dots, V_{max} руху агрегату, за яких будуть справедливі умови системи рівнянь (1).

Розв’язання задач третього напрямку зводиться до аналітичного визначення такої раціональної швидкості V руху МТА, за якою також будуть справедливі умови наведеної системи рівнянь (1).

Проблему комплектування ґрунтообробних агрегатів з тяговими і приводними робочими органами на основі енергонасичених тракторів тягово-енергетичної концепції слід розв’язувати з урахуванням запропонованої умови реалізації корисної потужності через тягову, визначену зчіпними властивостями трактора, і потужності, яку трактор здатний фактично передати через вал відбору потужності або гідросистему. Використовуючи запропоновану методику, можна вирішувати завдання з комплектування ґрунтообробних агрегатів з тяговими і приводними робочими органами на основі технічної інформації, представленої в характеристиках тракторів і сільськогосподарських

машин, та загальновідомій довідковій літературі з питань машиновикористання в землеробстві. При цьому підлягає подальшому обґрунтуванню припущення, за яким розрахунок потужності на привід робочих органів здійснюється через осереднені значення питомої потужності на одиницю ширини захвата і швидкості руху агрегату.

УДК 517.977.5

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОЇ ШВИДКОДІЇ

Ловейкін В.С., доктор технічних наук, професор (lovvs@ukr.net),

Ромасевич Ю.О., доктор технічних наук, доцент

(romasevichyuriy@ukr.net)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ*

Проблеми оптимального за швидкодією керування технічними системами є досить поширеними. Їх розв'язання дозволяє підвищити продуктивність машин і механізмів із врахуванням обмежень стосовно можливостей реалізації оптимального керування. Загальною проблемою для таких задач є визначення моментів перемикання керування. Авторами пропонується методика для виконання таких розрахунків моментів. Спочатку на основі апріорних даних задається певна величина кількості перемикання керування n , яка в процесі виконання розрахунків зменшується. Ці розрахунки полягають в тому, що розв'язується задача нелінійного програмування:

$$\sum_{i=0}^n t_{\xi} + \sum_{j=1}^k \lambda_j \left(s_j^n \left(\sum_{i=0}^n t_{\xi} \right) - s_{j,T}^n \right) \rightarrow \min, \quad (1)$$
$$\sum_{\xi=0}^i t_{\xi} - \sum_{\xi=0}^{i-1} t_{\xi} \geq 0,$$

де k – кількість фазових координат системи; λ_j – j -тий невизначений множник Лагранжа; $s_{j,T}^n$ – кінцеве значення j -тої фазової координати системи ($j = \overline{1, k}$); t_{ξ} – тривалість ξ -го етапу руху системи від початку керованого процесу до моменту початку i -го етапу руху. При розв'язанні задач (1) деякі з розв'язків будуть нульовими (або близькими до нуля, залежно від точності вибраного для численних розрахунків методу). Необхідно зменшити величину n на кількість нульових (або близьких до нуля) розв'язків задачі (1) і повторити розрахунки. При цьому ті етапи руху системи, тривалість яких рівна нулю (або близька до нуля), не будуть враховані в розрахунках. Це дозволить одержати розв'язок задачі (1), для яких тривалість етапів не будуть нульовими, тобто отримати кінцевий розв'язок задачі оптимальної швидкодії.