

УДК 631.37

МЕТОДИКА ВИБОРУ КОЕФІЦІЄНТА КІНЕМАТИЧНОЇ НЕВІДПОВІДНОСТІ В ПРИВОДІ КОЛІС МЕЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ 1,4-3

Надикто В.Т., д.т.н., чл.-кор. НААНУ

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-06-94,

E-mail: imesh@zp.ukrtel.net

Анотація – викладено методику вибору коефіцієнта кінематичної невідповідності в приводі коліс модульного енергетичного засобу (МЕЗ) тягового класу 1,4-3 в залежності від вертикального навантаження на колеса технологічного модуля та тиску повітря в шинах його рушіїв.

Ключові слова – МЕЗ, енергетичний модуль (ЕМ), технологічний модуль (ТМ), кінематична невідповідність, синхронний вал відбору потужності (ВВП), тиск, рушій

Проблема. МЕЗ перемінного тягового класу 1,4-3 (рис. 1) має блокований привід заднього мосту енергетичного та мосту технологічного модулів, для яких існує кінематична невідповідність колових швидкостей коліс (K_v). Взагалі існування останньої погіршує тягові показники енергетичного засобу.

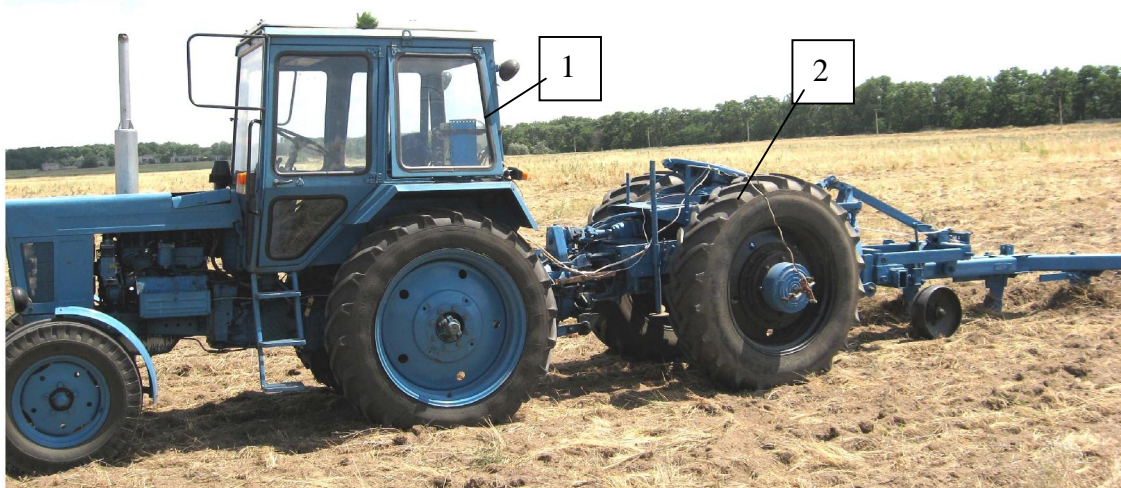


Рис. 1. МЕЗ перемінного тягового класу 1,4-3:
1 – енергетичний модуль; 2 – технологічний модуль.

Водночас, в реальних умовах експлуатації сільськогосподарського МТА із-за перемінного характеру вертикального навантаження на мостах МЕЗ строге кінематичне погодження швидкостей його коліс ($Kv=1$) практично неможливе. У зв'язку з цим конструктори закладають таку значину Kv , яка б забезпечувала енергетичному засобу досить високі тягові показники при найменших витратах потужності. При цьому приймають до уваги той факт, що зчіпні властивості коліс, які відстають, використовуються в меншій мірі по відношенню до тих, що забігають [1].

У МЕЗ найбільше тягове зусилля можуть розвивати (і, як показує практика, розвивають) колеса технологічного модуля. Тому вони як по відношенню до передніх, так і по відношенню до задніх коліс енергетичного модуля повинні забігати.

Виходячи із цього, під коефіцієнтом кінематичної невідповідності приводу ТМ (Kv) бути розуміти відношення колових швидкостей його коліс (V_M) і задніх коліс енергетичного модуля (V_T):

$$Kv = V_M/V_T,$$

$$\text{або} \quad Kv = n_M \cdot r_M / n_T \cdot r_T, \quad (1)$$

де n_M , n_T і r_M , r_T - частота обертання та статичні радіуси коліс технологічного і енергетичного модулів МЕЗ відповідно.

Величину n_M можна представити наступним чином [2]

$$n_M = 2 \cdot \pi \cdot N_s \cdot r_T \cdot n_T \cdot i_{тр}, \quad (2)$$

де N_s - кінематична характеристика синхронного валу відбору потужності енергетичного модуля МЕЗ; r_T - статичний радіус кочення коліс ТМ; $i_{тр}$ - передаточне число приводу коліс технологічного модуля МЕЗ.

Статичний радіус кочення коліс ТМ (r_M) - це різниця між вільним радіусом шини (r_B) і величиною її угину (h), який утворюється під дією конкретного вертикального навантаження

$$r_M = r_B - h. \quad (3)$$

Угин шини колеса технологічного модуля МЕЗ можна знайти із відомої формули Р.Хедекеля [3]

$$h = M_M \cdot g / [2 \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot (2 \cdot V_{ш} \cdot r_B)^{1/2}], \quad (4)$$

де M_M - маса ТМ; ρ_M , $V_{ш}$ - тиск повітря та ширина профілю шини технологічного модуля.

Після підстановки (2), (3) та (4) в (1), отримаємо

$$Kv = 2 \cdot \pi \cdot N_s \cdot i_{тр} \cdot (r_B - M_M \cdot g / [2 \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot (2 \cdot V_{ш} \cdot r_B)^{1/2}]). \quad (5)$$

Синхронний ВВП енергетичного модуля МЕЗ характеризується числом обертів його хвостовика на 1 м пройденого шляху. Звідси випливає, що характеристика N_s залежить від радіусу кочення (r_T) коліс ЕМ. Особливо це стосується задніх рушіїв, оскільки вони є постійно привідними.

В свою чергу, радіус кочення колеса залежить від вертикального навантаження, яке припадає на нього, та від тиску повітря в шині (ρ_T). Взаємозв'язок між кінематичною характеристикою N_s і параметром ρ_T визначали експериментальним шляхом.

Методика. Під час проведення лабораторно - польових досліджень енергетичний модуль МЕЗ рухався по рівній ділянці на одній і тій же передачі з постійною швидкістю. Тиск повітря в задніх шинах ЕМ змінювали в діапазоні 0,060 - 0,160 мПа у двократній повторності.

В кожному досліді реєстрували число обертів заднього колеса ЕМ (n_T) та число обертів хвостовика синхронного ВВП ($n_{ВВП}$). Для реєстрування n_T і $n_{ВВП}$ використовували струмознімачі (рис. 2), електричні сигнали яких фіксували з допомогою лічильників СБ-100М.

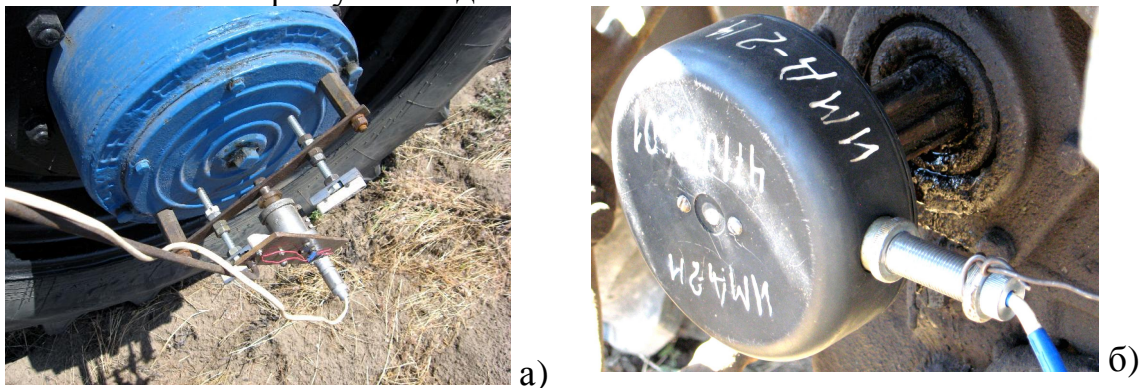


Рис. 2. Струмознімачі для реєстрації числа обертів задніх коліс (а) і синхронного ВВП (б) енергетичного модуля МЕЗ.

Радіус кочення задніх коліс ЕМ МЕЗ визначали наступним чином. На шину одного із рушіїв наносили кольорову позначку, яка могла залишати слід після контакту з поверхнею шляху. Після проходження ЕМ заміряли відстань (L_k) між першим та N -м слідами позначки. Шуканий параметр розраховували по формулі

$$r_T = L_k / [2 \cdot \pi \cdot (N - 1)].$$

Кінематичну характеристику синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ (N_s) знаходили із наступної залежності

$$N_s = n_{ВВП} \cdot (N - 1) / (L_k \cdot n_T).$$

Результати. В результаті аналізу отриманих даних встановлено, що із збільшенням тиску в шинах задніх коліс енергетичного модуля ρ_T частота обертання синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ (N_s) зростає (рис. 3).

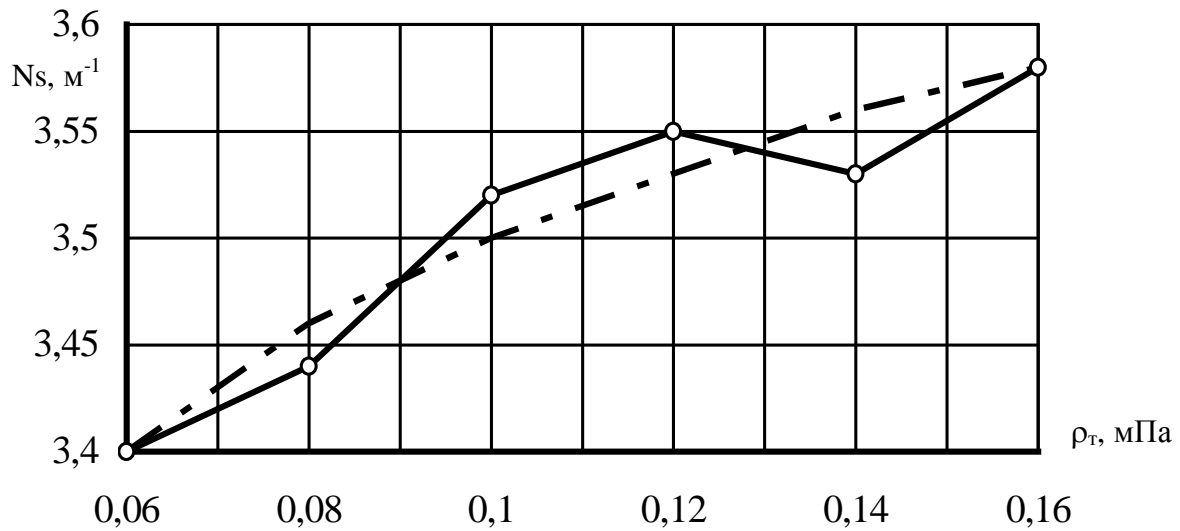


Рис. 3. Залежність частоти обертання синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ від навантаження, що припадає на його задні колеса.

Характер функціональної залежності між цими параметрами задовільно описується рівнянням виду

$$N_s = A + B \cdot \rho_T + C \cdot \sqrt{\rho_T}, \quad (6)$$

де A , B і C - константи апроксимації.

Для умов досліджень $A = 2,82$, $B = -3,04$ і $C = 3,10$. Розбіжність розрахункових (штрих-пунктирна крива на рис.3) та експериментальних даних не перевищує при цьому 1% .

Практична цінність формули (6) полягає в тому, що вона дозволяє визначити величину ρ_T , при якій дійсна значина параметру N_s буде найближчою до тієї, що закладена в конкретну конструкцію модульного енергетичного засобу.

Підставивши (6) в (5) остаточно отримаємо

$$K_v = (17,73 - 19,07 \cdot \rho_T + 19,47 \cdot \rho_T^{1/2}) \cdot [r_B - M_m \cdot g/2 \cdot \pi \cdot \rho_m \cdot (2 \cdot V_{sh} \cdot r_B)^{1/2}] \cdot i_{tr}. \quad (7)$$

Аналіз виразу (7) показує, що менша значина ρ_T зменшує, а більша - збільшує коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями коліс технологічного та енергетичного модулів. В обох випадках це може суттєво погіршити тягово-зчіпні властивості МЕЗ. З метою додержання оптимальної значини K_v тиск повітря в шинах ЕМ (ρ_T) і ТМ (ρ_m) повинен бути взаємно обумовленим. Це дає можливість (приспосовуючись до ґрунтових умов) змінювати ρ_T і ρ_m таким чином, щоб значина коефіцієнта K_v постійно залишалась оптимальною.

Оскільки зміна тиску повітря в шинах коліс енергетичного модуля МЕЗ впливає і на кінематичну характеристику N_s , в реальних умовах експлуатації значину ρ_T доцільніше видержувати постійною, а оптимальну величину K_v встановлювати зміною тиску повітря в шинах коліс ТМ.

Під час експериментального визначення впливу ρ_M на величину K_v тиск повітря в шинах задніх коліс енергетичного модуля макетного зразка МЕЗ був постійним і дорівнював 0,1 мПа. Тиск повітря в шинах коліс технологічного модуля змінювали від 0,08 до 0,16 мПа.

В процесі досліджень реєстрували: частоту обертання задніх коліс енергетичного та коліс технологічного модулів МЕЗ; статичні радіуси кочення задніх коліс ЕМ та коліс ТМ.

Експериментально отримані дані задовільно узгоджується з теоретичними, знайденими із виразу (7). Розрахунки проводили при наступних вихідних даних: $\rho_T=0,1$ мПа; $r_b=0,84$ м; $M_M=2500$ кг; $V_{ш}=0,43$ м; $i_{тр} = 0,06$. В діапазоні тиску повітря в шинах коліс технологічного модуля МЕЗ 0,08...0,12 мПа розбіжність аналітичної та натурної кривих не перевищує 1% (рис. 4).

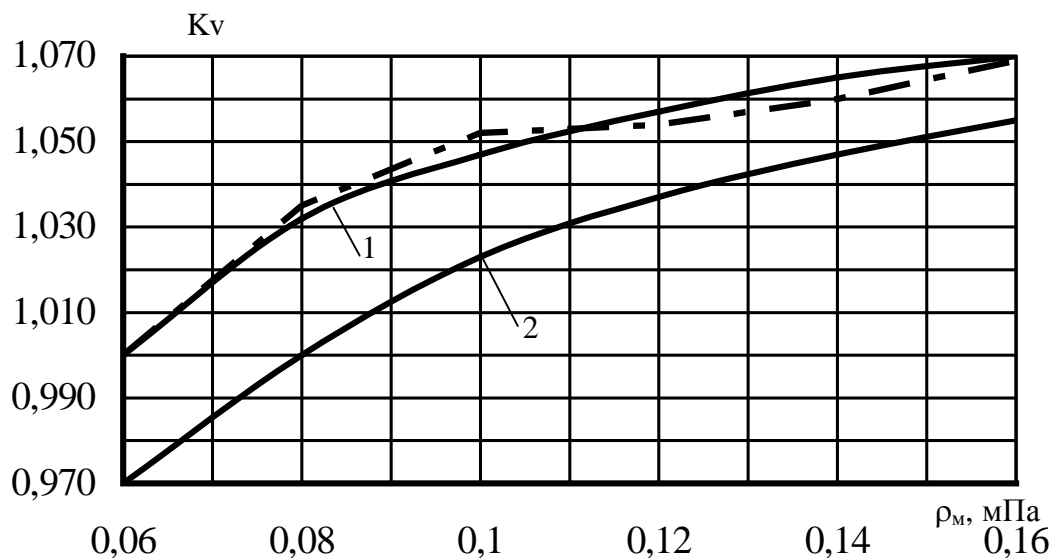


Рис. 4. Теоретичні (—) та експериментальна (- - -) залежності K_v від тиску повітря в шинах технологічного модуля МЕЗ:
1- $M_M = 2500$ кг; 2- $M_M = 3500$ кг.

Із аналізу рис. 4 випливає, що із збільшенням тиску повітря в шинах технологічного модуля коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі його коліс зростає і навпаки.

Збільшення маси ТМ шляхом його баластування приводить до зменшення K_v (рис. 4, крива 2). Причому, майже рівномірно у всьому діапазоні зміни величини ρ_M .

Висновки. Дослідженнями встановлено, що оптимальна значина коефіцієнта кінематичної невідповідності в приводі коліс технологічного модуля МЕЗ має дорівнювати 1,03 [2]. Для забезпечення цієї вимоги тиск повітря в шинах ТМ за відсутності його баластування має становити 0,08 мПа (див. рис. 4, крива 1). Якщо ж його експлуатаційна маса буде збільшена до 3500 кг, то величина ρ_m повинна бути збільшена до 0,11 мПа (рис.4, крива 2). А при довантаженні коліс технологічного модуля й наявною вертикальною складовою тягового опору технологічної частини агрегату, цей параметр повинен бути ще більшим, що обов'язково треба враховувати при агрегуванні МЕЗ.

Література.

1. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля / Д.А. Чудаков. - М.: Сельхозгиз, 1962. - 312 с.
2. Надькто В.Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств / В.Т. Надькто. – Мелитополь: КП «ММД». – 2003. – 240 с.

МЕТОДИКА ВЫБОРА КОЭФФИЦИЕНТА КИНЕМАТИЧЕСКОГО НЕСООТВЕТСТВИЯ В ПРИВОДЕ КОЛЕС МЭС ТЯГОВОГО КЛАССА 1,4-3

Надькто В.Т.

Аннотация - приведена методика выбора коэффициента кинематического несоответствия в приводе колес модульного энергетического средства (МЭС) тягового класса 1,4-3 в зависимости от вертикальной нагрузки на колеса технологического модуля и давления в шинах его толкателей.

A METHOD CHOICE COEFFICIENT OF KINEMATICS DISPARITY IS IN DRIVE WHEELS OF MPM HAULING CLASS 1,4-3

V. Nadykto

Summary

The method choice coefficient of kinematics disparity is expounded in the occasion of wheels module power mean (MPM) hauling class 1,4-3 depending on the vertical loading on the wheels of the technological module and pressure of air in the tires of his wheels.