

ВПЛИВ РОЗМІЩЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВОГО МОДУЛЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО АГРЕГАТУ НА ПОКАЗНИКИ ЗЧЕПЛЕННЯ РУШІЇВ З ПОВЕРХНЕЮ КОЧЕННЯ

Макаренко М.Г., Макаренко О. М., Кулаков Ю. М.

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. Петра Василенка*

Розглядається вплив розміщення в агрегаті енергосилового модуля з ведучими колесами, що мають диференціальний чи жорсткий зв'язок, на граничний кут схилу по умовам зчеплення рушіїв з поверхнею кочення.

Вступ. Необхідність проведення польових робіт в стислі агротехнічні терміни вимагає застосування високопродуктивних агрегатів на базі тракторів підвищеного тягового класу з ефективною потужністю двигуна 200...300 к.с. і більше. Для підвищення рентабельності сільськогосподарського виробництва необхідно не тільки підвищувати урожайність культур, а і зменшувати затрати на їх вирощування. Одним із напрямків зменшення експлуатаційних затрат є використання для механізації технологічних процесів універсального енергонасиченого агрегату, створеного жорстким з'єднанням енергосилового і технологічних модулів.

При побудові такого агрегату вирішуються перш за все агротехнологічні вимоги. При цьому технологічні модулі відносно енергосилового можуть бути розміщені попереду, позаду, збоку, зверху чи знизу [3].

Однак, при цьому ведучими колесами у створеного агрегату можуть бути передні, задні або усі колеса. Важливим є також питання, яким чином з'єднуються ведучі колеса: диференціальним зв'язком чи жорстким блокуванням. Особливо вплив цих чинників збільшується при русі блочно модульного агрегату по схилу, оскільки відбувається перерозподіл нормальних навантажень не тільки між колесами різних ведучих та ведених осей, а також і між ведучими колесами однієї осі.

Аналіз публікацій. Аналіз засобів поліпшення тягово-зчіпних властивостей агрегатів дозволив зробити припущення про те, що диференціація маси тягово-енергетичного засобу залежно від тягового навантаження дозволить підвищити ефективність роботи агрегату.

Проблему взаємозв'язаного вибору маси, швидкості і потужності двигуна машин відповідно до характеру і суті технологічного процесу поставив основоположник землеробської механіки професор В.П. Горячкин. Вивченням впливу маси трактора на його енергетичні показники І.П. Ксєневич, Г.М. Кутьков і інші учені [1, 2, 3].

Мета і постановка задачі. Метою дослідження є вирішення проблеми підвищення ефективності використання тягово-енергетичних засобів (ТЕЗ)

високих тягових класів шляхом диференціації їх маси при виконанні різних за енергоємністю робіт.

Вирішення задачі. Аналіз енергетичних і агротехнічних показників МТА показав, що при використанні агрегатів з ТЕЗ підвищеного тягового класу виникає проблемна ситуація. Перш за все ТЕЗ повинен мати досить значні нормальні реакції від ґрунту на ведучі колеса для реалізації високої потужності, що забезпечить його використання з широкозахватними та комбінованими сільськогосподарськими машинами (СГМ) при виконанні енергоємних технологічних операцій.

При розробці блочно-модульного агрегату слід враховувати не тільки агротехнологічні вимоги, а також проводити аналіз його роботи по критерію зчеплення рушіїв з поверхнею кочення, особливо при русі по схилу [2].

Кути схилу, на яких може працювати блочно-модульний агрегат по умовам зчеплення його рушіїв з поверхнею кочення залежать від наступних факторів: стану поверхні схилу, конструкції і типу рушіїв, а також від схеми з'єднання рушіїв між собою [3].

Безліч структурних схем компоновок блочно-модульних агрегатів можна звести до схем з передніми, задніми ведучими колесами, або приводом на усі колеса з включеними або заблокованими диференціальними механізмами між ними.

Розглянемо роботу блочно-модульного агрегату з передньо- і задньоприводними колесами, з приводом на всі колеса, з включеними і заблокованими диференціальними механізмами між ведучими колесами:

а) машина з передніми ведучими колесами, міжколісний диференціал не блокований.

В цьому випадку, як видно із схеми на рис. 1, найбільш розвантаженим є ведуче колесо *Б*, яке знаходиться в верхній частині схилу, і тому за умови, що коефіцієнт $\varphi_{зч}$ для обох ведучих коліс однаковий (в подальшому це допущення може прийматись і для інших випадків), тягове зусилля $T_{зч}$, яке може бути реалізоване кожним ведучим колесом, буде дорівнювати силі зчеплення $T_{зч,Б}$ колеса *Б*.

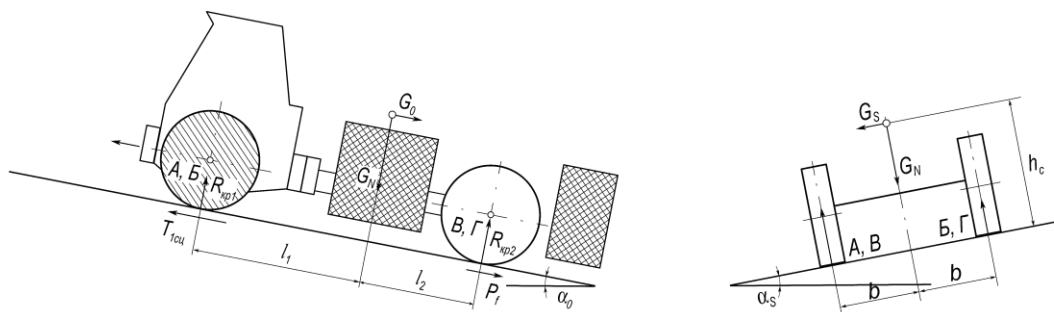


Рис. 1 - Схема сил, що діють в подовжній вертикальній площині при русі по схилу блочно-модульного агрегату з передніми ведучими колесами

Отже, сумарне тягове зусилля на обох ведучих колесах

$$T_{зч1} = 2T_{зчБ} = 2R_Б \varphi_{зч},$$

де R_B – нормальна реакція поверхні кочення на колесі Б.

Виразимо реакцію R_B через коефіцієнт перерозподілу ξ_B : $R_B = \frac{1}{2} G \xi_B$ і з урахуванням виразу коефіцієнта ξ_B , що має вигляд $\xi_B = \frac{l_2}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_s \pm \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_2}{L} \frac{h_c}{b} \cos \alpha_0 \sin \alpha_s$ отримаємо:

$$T_{зч} = G \varphi_{зч} \left(\frac{l_2}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_s - \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_2}{L} \frac{h_c}{b} \cos \alpha_0 \cos \alpha_s \right). \quad (1)$$

З іншого боку, сума проєкцій всіх сил, діючих на блочно-модульний агрегат при сталому русі, виражається рівнянням:

$$T_{зч} - G \sin \alpha_0 - G f_k \cos \alpha_0 \cos \alpha_s = 0. \quad (2)$$

Замінюючи в цьому рівнянні $T_{зч}$ за виразом (1), після перетворення знаходимо граничне значення подовжнього кута схилу $\alpha_{0\varphi}$, на якому може працювати блочно-модульний агрегат по умові зчеплення його рушіїв з поверхнею кочення:

$$\operatorname{tg} \alpha_{0\varphi} = \frac{\frac{l_2}{L} \varphi_{зч} \left(\cos \alpha_s - \frac{h_c}{b} \sin \alpha_s \right) - f_k \cos \alpha_s}{1 + \frac{h_c}{L} \varphi_{зч}}. \quad (3)$$

б) блочно-модульний агрегат із задніми ведучими колесами: міжколісний диференціал не блокований (рис. 2).

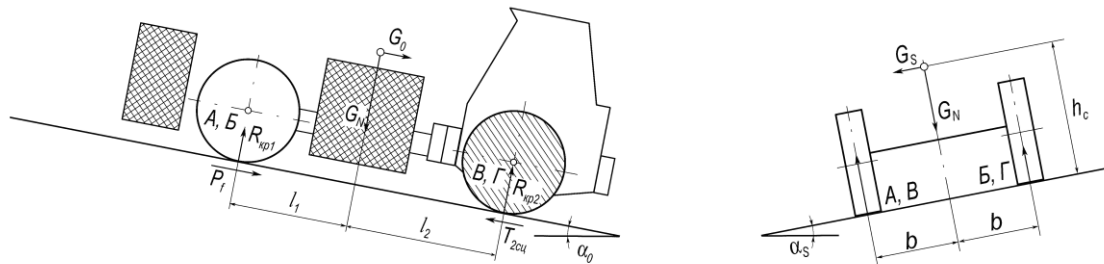


Рис. 2 - Схема сил, що діють в подовжній вертикальній площині при русі по схилу блочно-модульного агрегату із задніми ведучими колесами

В цьому випадку з двох задніх коліс найбільш розвантаженим є колесо Г, яке знаходиться на верхній частині схилу, тому:

$$T_{зч} = 2R_G \varphi_{зч} = G \xi_G \varphi_{зч}$$

або з урахуванням виразу ξ_G , що має вигляд

$$\xi_G = \frac{l_1}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_s + \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_1}{L} \frac{h_c}{b} \cos \alpha_0 \sin \alpha_s,$$

$$T_{зч} = G \varphi_{зч} \left(\frac{l_1}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_s + \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_1}{L} \frac{h_c}{b} \cos \alpha_0 \sin \alpha_s \right) \quad (4)$$

Підставляючи цей вираз $T_{3ч}$ в рівняння (2), після перетворень, знаходимо:

$$tg \alpha_{0\varphi} = \frac{\frac{l_1}{L} \varphi_{3ч} \left(\cos \alpha_S - \frac{h_c}{b} \sin \alpha_S \right) - f_{\kappa} \cos \alpha_S}{1 - \frac{h_c}{L} \varphi_{3ч}} \quad (5)$$

$$tg \alpha_{0\varphi} = \frac{2 \frac{l_2}{L} \varphi_{3ч} \left(\cos \alpha_S - \frac{h_c}{b} \sin \alpha_S \right) - f_{\kappa} \cos \alpha_S}{1 + 2 \frac{h_c}{L} \varphi_{3ч}}. \quad (6)$$

в) блочно-модульний агрегат із усіма ведучими колесами: міжосьовий диференціал відсутній, міжколісні диференціали не блоковані.

$$\text{Тут } T_{3ч} = 2R_B \varphi_{3ч} + 2R_{\Gamma} \varphi_{3ч} = (R_B \xi_B + R_{\Gamma} \xi_{\Gamma}) \varphi_{3ч}$$

або

$$T_{3ч} = G \varphi_{3ч} \left[\left(\frac{l_2}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_S - \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_2}{L} \cos \alpha_0 \sin \alpha_S \right) + \left(\frac{l_1}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_S + \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 - \frac{l_1}{L} \cos \alpha_0 \sin \alpha_S \right) \right] \quad (7)$$

Замінюючи в рівнянні (2) $T_{3ч}$ за виразом (6), після відповідних перетворень знаходимо:

$$tg \alpha_{0\varphi} = \varphi_{3ч} \left(\cos \alpha_S - \frac{h_c}{b} \sin \alpha_S \right) \quad (8)$$

д) блочно-модульний агрегат із усіма ведучими колесами: міжосьовий диференціал відсутній, міжколісні диференціали блоковані. В цьому випадку:

$$T_{3ч} = (R_A + R_B + R_B + R_{\Gamma}) \varphi_{3ч} = \left[\frac{1}{2} G(\xi_A + \xi_B) + \frac{1}{2} G(\xi_6 + \xi_2) \right] \varphi_{3ч}$$

або

$$T_{3ч} = G \varphi_{3ч} \left[\left(\frac{l_2}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_S - \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 \right) + \left(\frac{l_1}{L} \cos \alpha_0 \cos \alpha_S + \frac{h_c}{L} \sin \alpha_0 \right) \right]. \quad (9)$$

Підставляючи це значення $T_{3ч}$ в рівняння (2), після перетворення отримаємо:

$$tg \alpha_{0\varphi} = (\varphi_{3ч} - f_{\kappa}) \cos \alpha_S \quad (10)$$

Висновки. З отриманих виразів бачимо, що:

- граничний кут підйому схилу, на якому може працювати блочно-модульний агрегат по умові зчеплення рушіїв з поверхнею кочення, підвищується при подовжньому зміщенні центру мас блочно-модульного агрегату до його ведучих коліс;

- зменшується при збільшенні кута поперечного нахилу (крену) α_S , причому вплив кута α_S буде меншим для машин з низьким розташуванням

центру мас h_c і з більшою колією ходової частини, тобто для машин з більш високою бічною стійкістю проти перекидання;

- зменшується із збільшенням коефіцієнту опору коченню;
- збільшується при блокуванні міжосьових і міжколісних диференціалів;
- за інших рівних умов для блочно-модульних агрегатів із задніми ведучими колесами кут $\alpha_{0\phi}$ дещо більше, ніж для блочно-модульних агрегатів з передніми ведучими колесами, що пояснюється розвантаженням передніх коліс і довантаженням задніх коліс нормальними складовими сили ваги блочно-модульного агрегату при підйомі по схилу.

Список використаних джерел

1. Проектирование, конструирование и расчёт тракторов. Под ред. И.П. Ксеневица. М. Машиностроение, 1991 544 с.

2. Ксеневиц И.П. и др. Проектирование универсально-пропашных тракторов. – Мн.: Наука и техника, 1980.

3. Лысенко А.Н., Макаренко Н.Г. О разработке машинно-тракторного агрегата модульной схемы построения. Роль энергетики и агрегатирования в повышении технического уровня сельскохозяйственных машин. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции 22-24 сентября 1987 г., М.: НПО ВИСХОМ, 1987.

4. Гуськов В.В., Ксеневиц И.П. Качение колеса поперек склона – Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1976, №10.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВОГО МОДУЛЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО АГРЕГАТА НА ПОКАЗАТЕЛИ СЦЕПЛЕНИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ КАЧЕНИЯ

Макаренко Н.Г., Макаренко А. Н., Кулаков Ю. Н

Рассматривается влияние расположения в агрегате энергосилового модуля с ведущими колесами, которые имеют дифференциальную или жесткую связь, на предельный угол склона по условиям сцепления движителей с поверхностью качения.

Abstract

INFLUENCE OF LOCATION OF POWER MODULE OF BLOCK-MODULE AGGREGATE ON INDEXES OF TRIPPING OF DVIZHITELEY WITH SURFACE OF WOUBLING

N. Makarenko, A Makarenko, J. Kulakov

Influencing of location of the energy module with driving-wheels which have differential or hard communication is considered, on the maximum corner of slope on the terms of coupling of wheels with the surface of rolling.