

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОГО ТРАКТОРА В АГРЕГАТІ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ МАШИНОЮ ЗМІННОЇ МАСИ

Шуляк М.Л., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

Розглянуто питання підвищення ефективності експлуатації МТА з урахуванням використання сільськогосподарських машин змінної маси, за рахунок переходу двигуна трактора на частковий швидкісний режим.

Вступ. Підвищення енергонасиченості тракторів і розвинення технологій виробництва сільськогосподарських культур привело до випередження зростання маси технологічної частини МТА стосовно зростання маси трактора, що робить неможливим його подальше використання як тягача і потребує нових напрямків використання потужності його двигуна.

Одним з напрямків реалізації потенційних можливостей двигуна трактора є використання його потужності для приводу активних робочих органів сільськогосподарської машини.

Мета роботи. Розглянути питання підвищення ефективності експлуатації енергонасиченого трактора в агрегаті з сільськогосподарською машиною змінної маси.

Аналіз публікацій. Як відомо збільшена потужність трактора може бути реалізована в швидкісних, широкозахватних та комбінованих агрегатах. Проте при роботі таких агрегатів виникають швидкісні і тягові «бар'єри», які важко подолати. На шляху підвищення швидкості руху МТА лежать агротехнологічні і фізіологічні обмеження [1].

Більшість закордонних фірм поставляють на ринок трактори з енергонасиченістю $E_t = 1,715$ кВт/кН. Вітчизняні трактори хоч і поступаються за енергонасиченістю закордонним моделям, але в основному перевищують еталонні показники, найбільшу енергонасиченість мають трактори КИЙ-14102 ($E_t = 2,02$ кВт/кН) і ХТА-200 «Слобожанец» ($E_t = 2,1$ кВт/кН) [2].

У сільськогосподарських тракторів 30-60 % часу роботи приходиться на режими, при яких експлуатаційне навантаження дизелю не перевищує 60 – 70% повного при номінальній частоті обертання [3]. Окрім того, значну частину часу (50%) двигун робить при положенні органів керування регулятора частоти обертання, що відповідають частковій подачі палива, та на холостому ході. В роботі Вгорова Б.А [4] відзначено, що ступінь використання потужності двигуна при виконанні трактором окремих операцій з їх річного набору різна і залежить від специфіки робіт, що виконуються. У реальних умовах експлуатації тракторів розподіл робіт зі ступеня завантаження залежить від типорозміру трактора, набору машинознарядь до нього та умов експлуатації (табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл річної зайнятості за часом тракторів і ступінь завантаження двигунів

Види робіт	трактори	
	Т-150К, двигун СМД-62	МТЗ-80/82, двигун Д-240
Внесення добрив і хімікатів	14/40	9/46,5
Транспорт	55/45,3	23/45
Посів і посадка	4/703	4/55,6
Догляд за посівом	-	15/56,6
Збирання	-	22/69,0
Ґрунтообробка	27/83,5	27/79,8
Разом	100	100

Велику частку в балансі часу займають відносно малоенергоємні роботи, властиві с/г виробництву (транспортні та допоміжні). Для двигуна, що працює на дизельному паливі, ці питання вивчалися в роботах Варварова Л.М., Гольверка А.А., Взорова Б.А., Молчанова, було досягнуте суттєве зниження витрати палива двигуном за рахунок зниження частоти обертання колінчатого валу двигуна (часткові швидкісні режими) та маневрування скоростями трансмісії трактору.

Основна частина. По тяговій характеристиці трактора можна визначити витрату палива лише для окремих швидкісних і навантажувальних режимів, що співпадають з роботою на окремій передачі.

Визначити витрату палива по всьому полю тягової характеристики та між передачами неможливо. В той час при технічному нормуванні механізованих робіт необхідно знати витрату палива в будь-якій точці тягової характеристики. Зараз це робиться методом екстраполяції, що трудомістко і пов'язане з великими помилками. При застосуванні сільськогосподарських машин змінної маси завантаження двигуна зменшується під час роботи, як відомо це викликає погіршення показників паливної економічності і знижує ефективність роботи МТА в цілому.

Розглянемо підвищення ефективності експлуатації МТА в складі трактора ХТА – 200 – 10 та ПРТ-10

Агротехнічно допустима швидкість для цього агрегату становить 8-10 км/год згідно технічної документації.

Швидкість максимально можлива по завантаженню двигуна, визначається за формулою [5]:

$$V_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{(N_{e_n} \cdot \eta_{N_e} - N_{\text{ВОМ}} / \eta_{\text{ВОМ}}) \cdot \eta_{\text{МГ}} \cdot \eta_{\delta}}{R_M + G \cdot \left(f_T + \frac{i}{100} \right)}, \quad (1)$$

де: N_{e_n} – номінальна потужність двигуна, кВт;

η_{N_e} – коефіцієнт оптимального завантаження двигуна,

$\eta_{N_e} = 0,8 \dots 0,95$;

$N_{\text{ВОМ}}$ – потужність для приводу активних робочих органів;

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – ККД валу відбору потужності,

$$\eta_{\text{вoм}} = 0,94 \cdot 0,96;$$

$\eta_{\text{мг}}$ – ККД трансмісії;

η_{δ} – ККД буксування;

$f_{\text{т}}$ – коефіцієнт опору кочення;

$R_{\text{м}}$ – тяговий опір робочої машини, Н;

i – нахил місцевості, %;

G – вага трактору, Н.

Тяговий опір робочої машини визначається за формулою[5]:

$$R_{\text{м}} = (G_{\text{пр}} + G_{\text{гр}}) \left(f_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right), \quad (2)$$

де: $G_{\text{пр}}$ – конструктивна вага розкидувача органічних добрив, Н; $G_{\text{гр}}$ – вага органічних добрив в кузові розкидувача, Н; $f_{\text{пр}}$ – коефіцієнт опору кочення розкидувача.

Потужність для приводу активних робочих органів знаходимо за формулою[5]:

$$N_{\text{вoм}} = \frac{p \cdot h \cdot b_p \cdot V_p}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (3)$$

де: p – опір органічних добрив подрібненню, кН/м², $p = 250 \dots 500$ кН/м²; h – норма внесення добрив, т/га; b_p – робоча ширина захвату агрегату, м; γ – щільність органічних добрив, т/м³.

Буксування буде дорівнювати[5]:

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (4)$$

Коефіцієнт завантаження двигуна можна визначити[5]:

$$\eta_{N_{ep}} = \frac{N_{ep}}{N_{en}}, \quad (5)$$

де: N_{ep} – ефективна потужність двигуна на робочому режимі, кВт.

Ефективну потужність двигуна визначаємо за формулою[5]:

$$N_{e_p} = \frac{(R_M + P_f + P_a) \cdot V_P}{\eta_{MT} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}}, \quad (6)$$

де: P_f, P_a – сила, що витрачається на переміщення та підйом трактора, Н.

$$(P_f + P_a) = G \cdot \left(f_T + \frac{i}{100} \right). \quad (7)$$

Згідно наведених формул проводимо розрахунки для початкового та кінцевого стану роботи МТА:

$$N_{BOM} = \frac{370 \cdot 40 \cdot 7 \cdot 2,77}{10^4 \cdot 0,9} = 31,98 \text{ кВт.}$$

Під час роботи потужність, що витрачається на привід робочих органів суттєво не змінється.

Тяговий опір робочої машини буде постійно змінюватися під час виконання технологічної операцій і становитиме:

$$R_{M1} = (40 + 100) \left(0,12 + \frac{2}{100} \right) = 19,6 \text{ кН,}$$

$$R_{M2} = (40 + 8,9) \left(0,12 + \frac{2}{100} \right) = 6,8 \text{ кН.}$$

Уточнюємо робочу швидкість:

$$V_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{(154 \cdot 0,95 - 31,19 / 0,95) \cdot 0,82 \cdot 0,92}{119,6 + 85,2 \cdot \left(0,12 + \frac{2}{100} \right)} = 2,7 \text{ м/с.}$$

Згідно агротехнічних вимог одним з важливих критеріїв внесення органічних добрив є постійна швидкість руху МТА, тому розраховуємо ефективну потужність двигуна, приймаючи, що швидкість суттєво не зміниться:

$$N_{e_{p1}} = \frac{(19,6 + 85,2 \cdot (0,12 + 2/100)) \cdot 2,7}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{31,89}{0,95} = 146,4 \text{ кВт,}$$

$$N_{e_{p1}} = \frac{(6,8 + 85,2 \cdot (0,12 + 2/100)) \cdot 2,7}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{31,89}{0,95} = 100,57 \text{ кВт.}$$

Тоді коефіцієнт завантаження двигуна становитиме:

$$\eta_{N_{ep1}} = \frac{146,4}{154} = 0,95,$$

$$\eta_{N_{ep2}} = \frac{100,57}{154} = 0,65, \quad (5)$$

Як бачимо з наведеного розрахунку зміна маси сільськогосподарської машини суттєво вплинула на коефіцієнт завантаження двигуна. Проаналізувавши регуляторну характеристику двигуна Д-260, можна стверджувати, що питома витрата палива погіршиться на 18% і становитиме для першого випадку 225 г/кВт · год ; для другого 274 г/кВт · год .

Одним з відомих способів покращення паливної економічності, за рахунок більш повного завантаження двигуна, є перехід на частковий швидкісний режим роботи двигуна та підвищену передачу трансмісії. Цей спосіб широко застосовується при роботі трактора в межах тягової концепції, при переході до тягово-енергетичної концепції, його використання ускладнене, навіть при використанні робочих машин з незмінною масою, залежністю частоти обертання двигуна та ВВП.

Підвищення ефективності експлуатації енергонасичених тракторів за рахунок зміни частоти обертання колінчатого валу двигуна можливе при стабілізації обертів ВВП. Для робочих машин з незмінної масою можливо встановлення допоміжних передаточних ланок, наприклад, механічних або гідромеханічних редукторів, здатних підтримувати потрібні оберти ВВП при постійній частоті обертання колінчатого валу двигуна. Проте для машин змінної маси, під час роботи яких треба кілька разів за одну технологічну операцію змінювати параметри роботи двигуна та трансмісії, потрібно застосовувати більш складні системи стабілізації обертів ВВП, що здатні пристосовуватися до зовнішніх чинників в експлуатації.

Для реалізації цього можливо застосовувати звичайні гідрооб'ємні передачі, проте їх ККД досить низький, порівняно з механічним ВВП, обслуговування більш складне, тому їх використання може зменшити корисний ефект від встановлення оптимальної частоти обертання колінчатого валу трактора. Також слід зауважити, що для вирішення цього питання можливо застосувати механічну безступінчасту передачу або електричну передачу, проте у кожній з них є ряд суттєвих недоліків.

В приводах сучасних тракторів отримали поширення двопотокові гідрооб'ємномеханічні передачі, така передача на ряді режимів її роботи, має більш високий ККД порівняно з гідрооб'ємною передачею [6]. Для трактора «БЕЛАРУСЬ 1221» розроблена двопотокова передача ВВП, потужність двигуна передається в основному через механічну передачу, а необхідна для стабілізації ВВП частка через гідрооб'ємну передачу. Така конструкція дозволяє підвищити ККД передачі в порівнянні зі звичайними гідрооб'ємними ВВП за рахунок застосування механічної передачі.

В зв'язку з поширенням використання в сучасному тракторобудуванні електричних передач та приводів активних органів одним з

найперспективніших рішень проблеми стабілізації частоти обертання ВВП буде застосування комбінованої передачі потужності двигуна до ВВП з використанням електричної передачі.

Висновки

Одним з напрямків підвищення ефективності експлуатації енергонасиченого трактора в агрегаті з сільськогосподарською машиною змінної маси є більш повне завантаження двигуна за рахунок переходу на частковий швидкісний режим.

Експлуатація трактора тягово-енергетичної концепції за умови переходу його двигуна на частковий швидкісний режим неможлива без додаткової стабілізації частоти обертання ВВП, бо це призведе до погіршення якості виконання технологічної операції.

Для машин змінної маси, під час роботи яких треба кілька разів за одну технологічну операцію змінювати параметри роботи двигуна та трансмісії, потрібно застосовувати системи стабілізації обертів ВВП, що здатні пристосовуватися до зміни зовнішніх чинників в експлуатації.

Список використаних джерел

1. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка [Текст] / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос, 1976.– 256 с.
2. Лебедев С.А. Споживчі якості енергонасичених тракторів для рослинництва [Текст] // Техніка і технологія АПК.– 2012.–№ 9.– С. 12 - 16.
3. Володін В.М. Оценка эксплуатационной топливной экономичности тракторных и комбайновых дизелей [Текст] // Тракторы и сельхозмашины. – 1990. № 1. – С. 14-16.
4. Взоров Б.А., Молчанов К.К., Трепененков И.И. Снижение расхода топлива с.-х. тракторами путем оптимизации режима работы двигателей [Текст] // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. № 6. – С. 10-14.
5. Ляхов А.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / А.П. Ляхов; под. ред. Ю.В. Будько // Учебник. – Мн.: Урожай, 1991.– 107 с.
6. Бобровник А.И. Кинематика двухпоточного независимого вала отбора мощности трактора [Текст] / А.И. Бобровник, М.Ф. Аль-Кинани // Агропанорама. – 2013. № 3. – С. 12-16.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ТРАКТОРОВ В АГРЕГАТЕ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МАШИНАМИ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ

Шуляк М.

Рассмотрены вопросы повышения эффективности эксплуатации МТА с учетом использования сельскохозяйственных машин переменной массы, за счет перехода двигателя трактора на частичный скоростной режим.

Abstract

IMPROVING EFFECTIVENESS USE POWER TRACTORS IN THE UNIT WITH VARIABLE MASS AGRICULTURAL MACHINES

M. Shulyak

The problems of improving the operational efficiency of machine-tractor using agricultural machines with variable mass, by moving the tractor engine at partial speed mode.

УДК 629.114

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТОРМОЖЕНИЯ ТРАКТОРА С ДВУХОСНЫМ ПРИЦЕПОМ БЕЗ БЛОКИРОВАНИЯ КОЛЕС

Холодов М.П., аспирант

ХНАДУ

Получена математическая модель процесса торможения тракторного поезда (в составе колесного трактора и двухосного прицепа) на грани блокирования колес. Определены коэффициенты распределения общей тормозной силы тракторного поезда на переднюю, заднюю ось трактора, переднюю и заднюю ось прицепа; с учетом коэффициента устойчивости.

Введение

Наряду с автомобильными перевозками широкое распространение получили и тракторные перевозки. Основной комплекс сельскохозяйственных работ, как в нашей стране, так и в других зарубежных странах выполняется колёсными тракторами, не случайно в структуре тракторного парка экономически развитых стран на долю колёсных тракторов приходится 85-95%. т.к. они наиболее полно отвечают возрастающим требованиям сельскохозяйственного производства. Современные колёсные тракторы более универсальны, чем гусеничные имеют меньшую стоимость и эксплуатационные расходы, более высокие транспортные скорости, которые постоянно растут, что влечет за собой ужесточение требований к тормозным свойствам этих машин. Поэтому динамике торможения тракторных поездов посвящено значительное количество монографий, статей и диссертаций.

В настоящей статье, основываясь на своих ранее проведенных исследованиях, была получена математическая модель процесса торможения тракторного поезда (в составе колесного трактора и двухосного прицепа) на грани блокирования колес. Определены коэффициенты распределения общей тормозной силы тракторного поезда на переднюю, заднюю оси трактора, переднюю и заднюю оси прицепа, обеспечивающие устойчивость тракторного поезда.