

ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ БАЛАСТУВАННЯ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Філоненко О.Р., магістрант,

Кувачов В.П., к.т.н., доцент

e-mail: kuvachoff@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі розглянуто можливості баластування колісних тракторів за мовою екофільності шини з урахуванням тиску повітря в ній. Досліджено вплив тиску в шинах на потенційно можливу масу баласту колісного трактора.

Постановка проблеми. Відомо, що з позиції правильного баластування колісних тракторів, визначену масу баласту завжди слід перевіряти на відповідність умові екофільності шини [1]. Остання залежить від тиску повітря в ній. Нерідко значення цього параметру недооцінюють та не враховують при визначенні маси баласту, наприклад [2,3]. Проте більшість сучасних тракторів оснащують системами зміни тиску повітря в шині. Тому розв'язання проблематики баластування колісних тракторів за умов екофільності шини при зміні тиску повітря в ній є актуальною науково-практичною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [4] автор звертає увагу на залежність взаємозв'язку оптимального баласту і тиску повітря в шинах трактора від типу і розмірів трактора; типу, розмірів і кількості шин; типу ґрунту і ґрунтових умов; тягового опору, який обумовлений типом, шириною і робочою глибиною роботи ґрунтообробного знаряддя. За відсутності будь яких математичних залежностей ним пропонується покроковий алгоритм дій для визначення оптимальності вказаних параметрів. Зокрема вказується, що для встановлення потрібного рівня тиску в шинах слід звернутися до діаграми навантажень тиску повітря в шинах, за даними виробника конкретної марки шин.

В роботі [1] проф. В.Т. Надикто більш конкретно математично формалізована умова екофільності шини у вигляді:

$$\frac{N_{\text{аф}} < P_{\text{аф}}}{F_{\text{ш}}} < [Q_{\text{оа}}], \quad (1)$$

де $N_{\text{еш}}$ – експлуатаційне навантаження на рушій, Н;

$P_{\text{вш}}$ – допустима вантажопідйомність шини, Н;

$F_{\text{оп}}$ – площа опорної поверхні шини, м²;

$[Q_{\text{тг}}]$ – допустимий питомий тиск на ґрунт, Па.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є розробка методології визначення маси баласту колісного трактора за умов екофільності шини в контексті впливу тиску повітря в ній, як вхідного параметру.

Основна частина. В умові екофільності шини колісного трактора за рівнянням (1) врахуємо відшукування масу баласту $M_{\text{б}}$, яка, помножена на прискорення вільного падіння g , є складовою до статичного навантаження на рушій $N_{\text{ек}}$. В результаті умову (1) представимо системою двох нерівностей:

$$\left. \begin{aligned} (N_{\text{ае}} + M_{\text{а}} \cdot g) < P_{\text{аф}} ; \\ \frac{(N_{\text{ае}} + M_{\text{а}} \cdot g)}{F_{\text{ш}}} < [Q_{\text{оа}}] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де $N_{\text{ек}}$ – статичне експлуатаційне навантаження (без баласту) на рушій, Н;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Зрозуміло, що опорна поверхня шини $F_{\text{оп}}$ другої нерівності системи (2) є функцією від тиску повітря в ній. Залежність для її визначення для колісного енергетичного засобу має вигляд [1]:

$$F_{\tilde{r}} = \pi \cdot Hz \cdot \sqrt{(D - Hz) \cdot (B - Hz)}, \quad (3)$$

де $Hz = (N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g) / \pi \cdot \rho_w \cdot \sqrt{D \cdot B}$ - глибина колії, яку утворює рушій, м;

D – статичний діаметр шини, м;

B – ширина профілю шини, м;

ρ_w – тиск повітря в шині, Па.

Допустима вантажопідйомність шини $P_{\text{вш}}$ першого рівняння системи (2), за ГОСТ 7463-2003 також є функцією від тиску повітря в ній. Причому, аналіз даних табл. Б.1 вказаного стандарту, щодо норм навантажень на шини при різному внутрішньому тиску, дозволив з високою точністю апроксимувати вказану взаємозалежність параметрів лінійним рівнянням:

$$D_{\hat{a}\phi} = \hat{A} \cdot \rho_w + \hat{A}, \quad (4)$$

де A і B – постійні коефіцієнти, які залежать від типорозміру шини.

Тоді, умову екофільності шини (2), з урахуванням (3) та (4), можна записати у вигляді наступної системи двох основних нерівностей і двох додаткових рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} & (N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g) < P_{\hat{a}\phi}; \\ & \frac{(N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g)}{F_{\tilde{r}}} < [Q_{\hat{a}\hat{a}}]; \\ & F_{\tilde{r}} = \frac{(N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g)}{\rho_w \cdot \sqrt{D \cdot B}} \cdot \sqrt{\left[D - \frac{(N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g)}{\rho_w \cdot \sqrt{D \cdot B}} \right] \cdot \left[B - \frac{(N_{\hat{a}\hat{e}} + M_{\hat{a}} \cdot g)}{\rho_w \cdot \sqrt{D \cdot B}} \right]}; \\ & D_{\hat{a}\phi} = \hat{A} \cdot \rho_w + \hat{A}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

В якості прикладу проаналізуємо закономірності зміни максимально-можливої маси баласту M_6 , яка припадає на одиночний рушій трактора ХТЗ-17221, в діапазоні допустимого внутрішнього тиску в його шинах $\rho_w=60...120$ кПа за ГОСТ 7463-2003 для двох варіантів агрофону:

1) агрофон щільністю $0,9$ г/см³ і вологістю $0,4\text{НВ}$ (пухка будова шару ґрунту), де допустимий питомий тиск на ґрунт становить $[Q_{\text{тг}}]=120$ кПа;

2) агрофон щільністю $1,2-1,3$ г/см³ і вологістю не більше $0,7\text{НВ}$ ($\approx 17\%$), тут допустимий питомий тиск на ґрунт становить $[Q_{\text{тг}}]=135$ кПа.

Для трактора ХТЗ-17221 значення необхідних для (5) його параметрів наступні: типорозмір шин 23,1R26, для яких $D=1,6$ м, $B=0,587$, $P_{\text{вш max}}=30,9$ кН при $\rho_w \text{ max}=120$ кПа, значення апроксимованих коефіцієнтів за (4) дорівнюють: $A=0,1322$, $B=15044$; експлуатаційне навантаження на рушій переднього моста $N_{\text{ек п.м.}}=27,3$ кН; заднього – $N_{\text{ек з.м.}}=15,4$ кН.

Розв'язок системи (5) в середовищі Mathcad за вказаними умовами дозволив встановити зони можливого баластування переднього і заднього мостів трактора ХТЗ-17221 (рис. 1).

Аналіз графічних залежностей, представлених на рис. 1, підтверджує факт суттєвого впливу величини тиску в шинах на можливості потенційного баластування трактора. Тиск в шинах визначає зони або «можливого», або «неможливого» баластування трактора. Наприклад, для вимог агрофону за 1 варіантом (див. рис. 1а) баластування трактора неможливе при тиску в шинах його переднього моста $\rho_w=60-90$ кПа і $110-120$ кПа, і для заднього моста – при $\rho_w=115-120$ кПа. При цьому, як збільшення, так і зменшення тиску в шинах відносно його оптимального значення зменшує максимально можливу масу баласту. Пояснити це можна так. При збільшенні тиску в шині за рівнянням (3) зменшується площа поверхні контакту її із ґрунтом. Зрозуміло, при цьому і зменшується і величина потенційно можливої маси баласту. При надто високому тиску в шинах питома навантаження на ґрунт стає ще більшим і перевищує допустимий рівень, що свідчить про неможливість баластування трактора. При зменшенні тиску в шинах навпаки площа опорної поверхні шини за (3) збільшується, а тиск на

грунт зменшується. Але ж при цьому і зменшується допустима вантажопідйомність шини за рівнянням (4). Внаслідок чого зменшується і потенційно можлива маса баласту. При надто малому (але в межах допустимого) тиску в шині експлуатаційне навантаження, що діє на неї перевищує її вантажопідйомність, тому стає неможливим і баластування. Звідси випливає, що використовувати системи для регулювання тиску в шинах баластуємих колісних тракторів слід вкрай обережно, щоб не потрапити в зону, де його баластування стає неможливим.

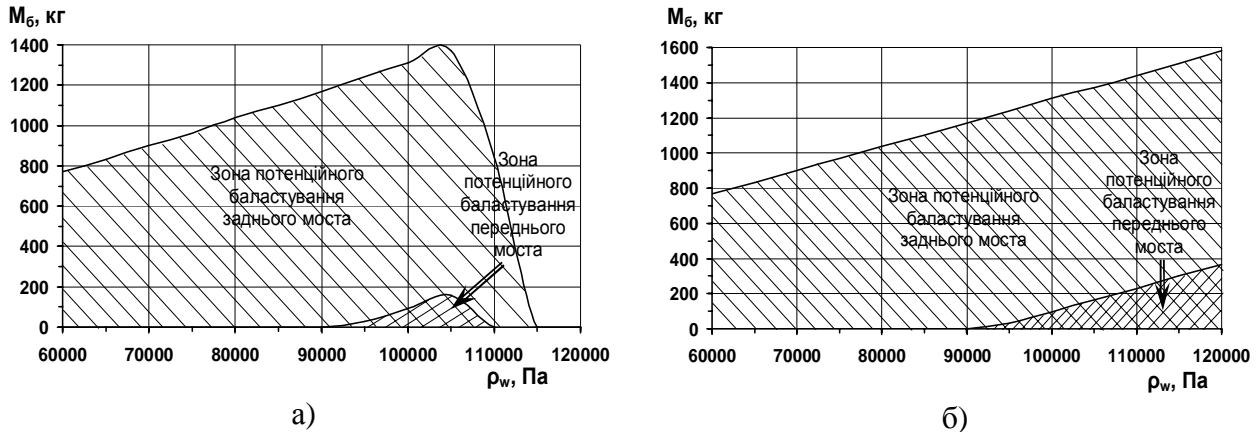


Рисунок 1 - Потенційні можливості баластування переднього і заднього мостів трактора ХТЗ-17221 масою M_b , яка припадає на одиночний рушій, в залежності від тиску повітря ρ_w в шині при допустимому тиску на ґрунт $[Q_{гр}] = 120$ кПа (а) і $[Q_{гр}] = 135$ кПа (б)

Висновок. Проблему баластування колісних тракторів за умов екофільності шини слід розв'язувати з урахуванням тиску повітря в шинах їх рушіїв. Саме цей параметр визначає межі за якими баластування трактора або можливе, або неможливе. Як свідчать результати досліджень тільки оптимальне значення тиску в шині дає змогу реалізувати потенційні можливості баластування конкретного колісного трактора в конкретних умовах його роботи. Встановлено, що зі зміною величини тиску в шині відносно оптимального значення зменшується при цьому і максимально можлива маса баласту. Також слід врахувати і те, що для баластуємих колісних тракторів використовувати системи для регулювання тиску в шинах слід вкрай обережно, щоб не потрапити в зону, де його баластування стає неможливим.

Список використаних джерел.

1. Надикто В.Т. Проблеми баластування колісних тракторів / В.Т.Надикто // Техніка і технології в АПК. - 2013. - №2. - С.7-9.
2. Цукаров А.М. Методика расчёта эксплуатационной массы трактора по ограничению воздействия на почву / А. М. Цукаров // Тракторы и сельхозмашины. – 1998. – № 2. - С.12-14.
3. Селиванов Н.И. Рациональное балластирование энергонасыщенных колесных тракторов разной комплектации // Вестник КрасГАУ. 2016. №8. –С. 123-129.
4. Козлов Д.Г. К вопросу о выборе шин и балластировании трактора при выполнении технологических операций // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. № 3(46)–С.119-125.