



УДК 631.372:629.366

ПІДВИЩЕННЯ НАЧІПОЗДАТНОСТІ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Шкарівський Г.В., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Оляднічук Р.В.

Уманський національний університет садівництва,

Погорілий С.П.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Тел.: (067) 185-83-38

Анотація – викладено результати досліджень щодо вирішення проблеми підвищення начіпоздатності тракторів виробництва ВАТ «ХТЗ».

Ключові слова – трактор, начіпоздатність, начіпний пристрій, вантажопідйомність.

Постановка проблеми. Економічні показники використання мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) сільськогосподарського призначення істотно залежать від умов їх агрегування з машинами і знаряддями і багато в чому визначають межі доцільності їх використання в технологічному процесі. Намагання вітчизняних виробників МЕЗ іти в ногу з закордонними фірмами призвело до декларування і розробки начіпних пристроїв тракторів підвищеної вантажопідйомності, що не завжди погоджується з дотриманням безпечних умов праці. З названих причин цьому питанню приділяється особлива увага при обґрунтуванні конструкційних та експлуатаційних параметрів енергозасобів пріоритетних конструкцій, що є складовою частиною державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі.

Аналіз останніх досліджень. Можливість створення на базі трактора агрегату певної конструкції оцінюється забезпеченням вимог щодо агрегування, одними з найбільш важливих серед яких є вантажопідйомністю начіпного пристрою та дотриманням вимог безпеки праці.

З технічних характеристик тракторів ХТЗ серій 160 та 170 відомо, що вантажопідйомність їх задніх начіпних пристроїв складає 4500 кг, а переднього начіпного пристрою для тракторів типу ХТЗ-16131 – 1500 кг [1, 2].

Вимоги безпеки праці для тракторів, стосовно їх начіпоздатності, можуть зводитись до забезпечення задовільної керованості агрегатом і визначаються перерозподілом навантажень між двома осями трактора, одна з яких керована. Дослідженню питань забезпечення задовільної керованості агрегатом на базі МЕЗ присвячено багато робіт, крім того, основні положення щодо забезпечення керованості регламентовані стандартом. Аналіз нормативних документів і цих робіт дозволив окреслити вимоги як до керованості, так і до вантажопідйомності начіпних пристроїв. Основні положення названих робіт приведені нижче.

Навантаження на керовану вісь самохідного шасі (для якого передбачено істотне довантаження масою вантажу до 1 т для Т-16МГ) не повинно бути меншим 20% загальної маси [3, 4].

З роботи [4] можна зробити висновок, що для забезпечення задовільної керованості машинно-тракторним агрегатом (МТА) навантаження на осі керованих коліс повинно бути не менше 20% експлуатаційної маси енергозасобу, тобто

$$Y_{\text{пст}} \geq 0,2 \times G_T, \quad (1)$$

де $Y_{\text{пст}}$ - навантаження на вісь передніх коліс, кН.;

$0,2$ - коефіцієнт мінімального завантаження передньої осі;

G_T - експлуатаційна вага енергозасобу, кН.

З метою встановлення походження приведеного вище співвідношення (1) проводився інформаційний пошук, який дозволив встановити існування ще кількох достатньо обґрунтованих варіантів оцінки начіпоздатності. Стосовно виразу $Y_{\text{пст}} \approx 0,2 \times G_T$, то у праці [5] відзначено, що він характерний лише для самохідного шасі, оскільки вважається, що при розміщенні на рамі шасі начіпних машин, або іншого вантажу центр ваги агрегату зміститься вперед, збільшуючи, тим самим, розмір $Y_{\text{пст}}$.

Для агрегатів, створених на базі енергозасобів інших конструкцій, відмінних від самохідного шасі (трактори традиційного або інтегрального компонування), де навішування машин на задньому начіпному пристрої веде до розвантаження передньої осі, оскільки в нашому випадку розглядається лише начіпоздатність першого роду [6], залежність (1) можна представити наступним чином [5, 7, 8]:

$$Y_{\text{пст}} \geq (0,30 - 0,35) \times G_T \quad (2)$$

Окремі дослідники [9] стверджують, що навантаження на вісь передніх (керованих) коліс $Y_{\text{Пст}}$ доцільно визначити співвідношенням:

$$Y_{\text{Пст}} \geq 0,2 \times G_A, \quad (3)$$

де G_A - вага машинно-тракторного агрегату, кН.

$$G_A = G_T + G_M, \quad (4)$$

де G_M - вага начіпної машини, кН.

Таким чином залежності (2) і (3) передбачають істотне підвищення вимог до начіпноздатності у порівнянні з вимогами, передбаченими стандартом [10]. Крім того, таке формулювання вимог незручне в користуванні, оскільки начіпні машини мають різну конструкцію та масу, а звідси, як правило, і різний розмір повздожньої координати центра ваги. Це ускладнює оцінку начіпноздатності трактора.

В праці [6] висунута вимога, в основу якої покладені результати дослідження впливу величини коефіцієнта використання запасу повздожньої стійкості трактора на керованість агрегату [11]. Названа вимога враховує координати центра ваги як трактора, так і машини і має вигляд:

$$G_M = \frac{0,4 \times G_T \times l_{\text{ц.в.т.}}}{l_{\text{ц.в.м.}}}, \quad (5)$$

де $0,4$ - кількісне значення коефіцієнта запасу повздожньої стійкості;

$l_{\text{ц.в.т.}}$ - повздожня координата центра ваги трактора, м;

$l_{\text{ц.в.м.}}$ - повздожня координата центра ваги машини, м.

Запропоновані варіанти оцінки начіпноздатності тракторів в результаті будуть давати різні кількісні значення допустимої маси начіпної машини, крім того закони зміни значень також різні, що ускладнює оцінку начіпноздатності на всьому діапазоні можливих значень $l_{\text{ц.в.м.}}$.

Формулювання цілей статті. Оцінити начіпноздатність першого роду тракторів виробництва ВАТ «ХТЗ» за різними методиками та розробити технічні рішення стосовно її підвищення.

Основна частина. Для встановлення природи взаємозв'язку між керованістю і начіпноздатністю розглянемо схему представлену на рисунку 1.

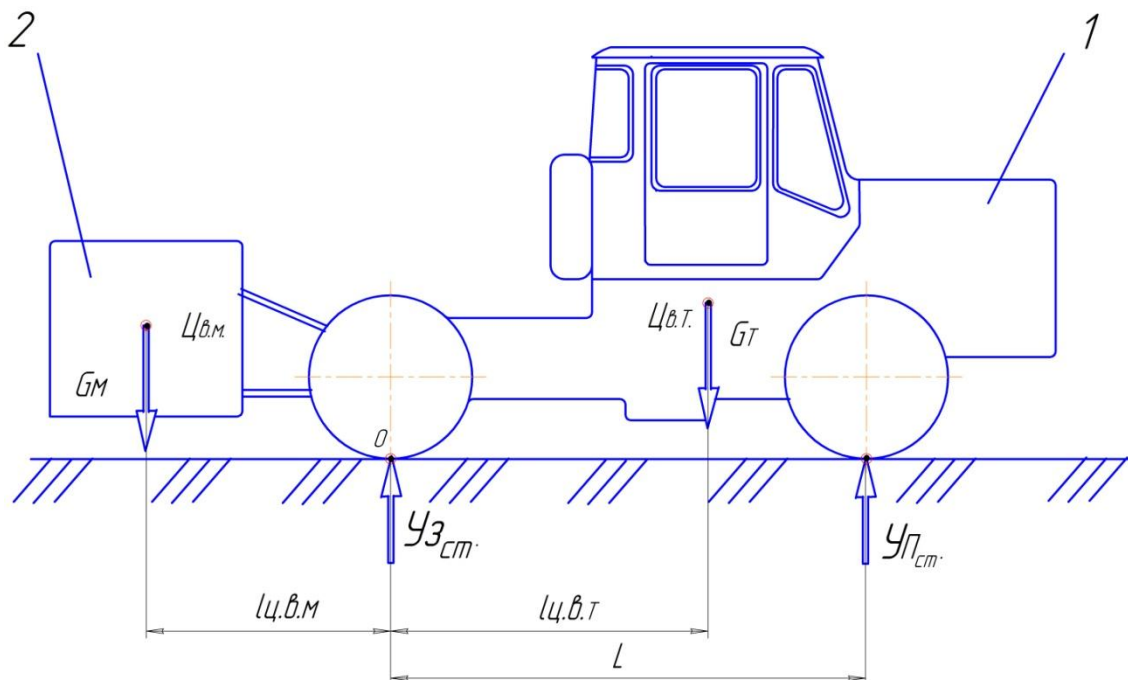


Рис. 1. Розрахункова схема для аналізу взаємозв'язку між керованістю і начіпоздатністю: 1 – трактор; 2 – машина; $\mathbf{Ц}_{в.т.}$ і $\mathbf{Ц}_{в.м.}$ – центр ваги відповідно трактора і машини; $l_{ц.в.т.}$ і $l_{ц.в.м.}$ – позовжжня координата центра ваги відповідно трактора і машини, м; $Y_{пст}$ і $Y_{зст}$ – навантаження на осі відповідно передню і задню, кг; L – база трактора, м.

Складемо рівняння рівноваги відносно т. \mathbf{O} (див. рис. 1).

$$\sum M_{\mathbf{O}} = 0; Y_{пст} \times L + G_{\mathbf{M}} \times l_{ц.в.м.} - G_{\mathbf{T}} \times l_{ц.в.т.} = 0, \quad (6)$$

де $\sum M_{\mathbf{O}}$ - сума моментів відносно т. \mathbf{O} ;

Вирішуючи залежність (6) відносно $Y_{пст}$ отримаємо:

$$Y_{пст} = \frac{G_{\mathbf{T}} \times l_{ц.в.т.} - G_{\mathbf{M}} \times l_{ц.в.м.}}{L}. \quad (7)$$

З отриманої залежності (7) видно, що навантаження на передню вісь керованих коліс пов'язане зворотним пропорційним зв'язком з позовжньою координатою центра ваги та вагою загрегатованої машини оскільки величини $G_{\mathbf{T}}$, $l_{ц.в.т.}$ і L незмінні. Зважаючи на те, що вага машини $G_{\mathbf{M}}$ також незмінна, то навантаження на передню вісь залежить тільки від розміщення центра ваги машини.

Враховуючи те, що

$$Y_{пст} + Y_{зст} = G_{\mathbf{T}} + G_{\mathbf{M}}, \quad (8)$$

звідки

$$Y_{зст} = (G_{\mathbf{T}} + G_{\mathbf{M}}) - Y_{пст}. \quad (9)$$

можна стверджувати, що із збільшенням навантаження на передню вісь, навантаження на задню вісь буде зменшуватись.

В результаті експериментальних досліджень, проведених раніше встановлено регресійні залежності для визначення навантаження на передні колеса тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221 у функції від маси машини та поздовжньої координати центра її ваги:

а) для агрегату на базі трактора ХТЗ-16131:

$$Y_{\text{Пст}} = 7885,39 - 1,01 \times m_{\text{М}} - 1,12 \times l_{\text{Ц.В.М.}}; \quad (10)$$

б) для агрегату на базі трактора ХТЗ-17221:

$$Y_{\text{Пст}} = 7850,99 - 0,96 \times m_{\text{М}} - 0,89 \times l_{\text{Ц.В.М.}}; \quad (11)$$

де $m_{\text{М}}$ - маса агрегатованої машини, кг.

Підставляючи в отримані залежності (10) і (11) співвідношення (1), (2) та (3) і вирішуючи їх відносно $m_{\text{М}}$, отримали залежності для визначення максимально допустимої маси машини, яка може агрегуватися з тракторами від вильоту її центра ваги відносно осі заднього моста для кожного з наведених вище варіантів оцінки начіпноздатності досліджуваних тракторів, графічна інтерпретація яких представлена на рис. 2. Тут же для порівняння також представлена залежність (5), розрахована для тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221.

Представлені на рис. 2 графічні залежності носять наступний зміст. Якщо точка, що знаходиться на перетині показників «маса машини» і «виліт повздовжньої координати центра ваги» знаходиться вище лінії, яка характеризує використовувану при оцінці начіпноздатності вимогу, то дану машину з трактором агрегувати не можна за критерієм збереження керованості, а якщо нижче, або на лінії, то машину з даним трактором можна агрегувати і керованість буде задовільною.

Аналіз отриманих графічних залежностей показав, що оцінка начіпноздатності тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221 проведена за різними розглянутими варіантами різна, чого і варто було очікувати, адже коефіцієнти мінімального навантаження передньої осі у всіх розглянутих варіантах різні. Так максимально допустима маса начіпної машини при вильоті її центра ваги від осі заднього моста на 2125 мм (що включає відстань 610 мм по горизонталі між центром ваги машини і точкою підвісу трактора) визначена для тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221 з використанням співвідношення (1) відповідно складає 3815 та 4337 кг, співвідношення (2) - 2589 та 2934 кг, співвідношення (3) - 3185 та 3589 кг, співвідношення (5) - 2892 та 3144 кг. Всі отримані залежності показують, що із зменшенням відстані $l_{\text{Ц.В.М.}}$ максимально допустима маса машини збільшується.

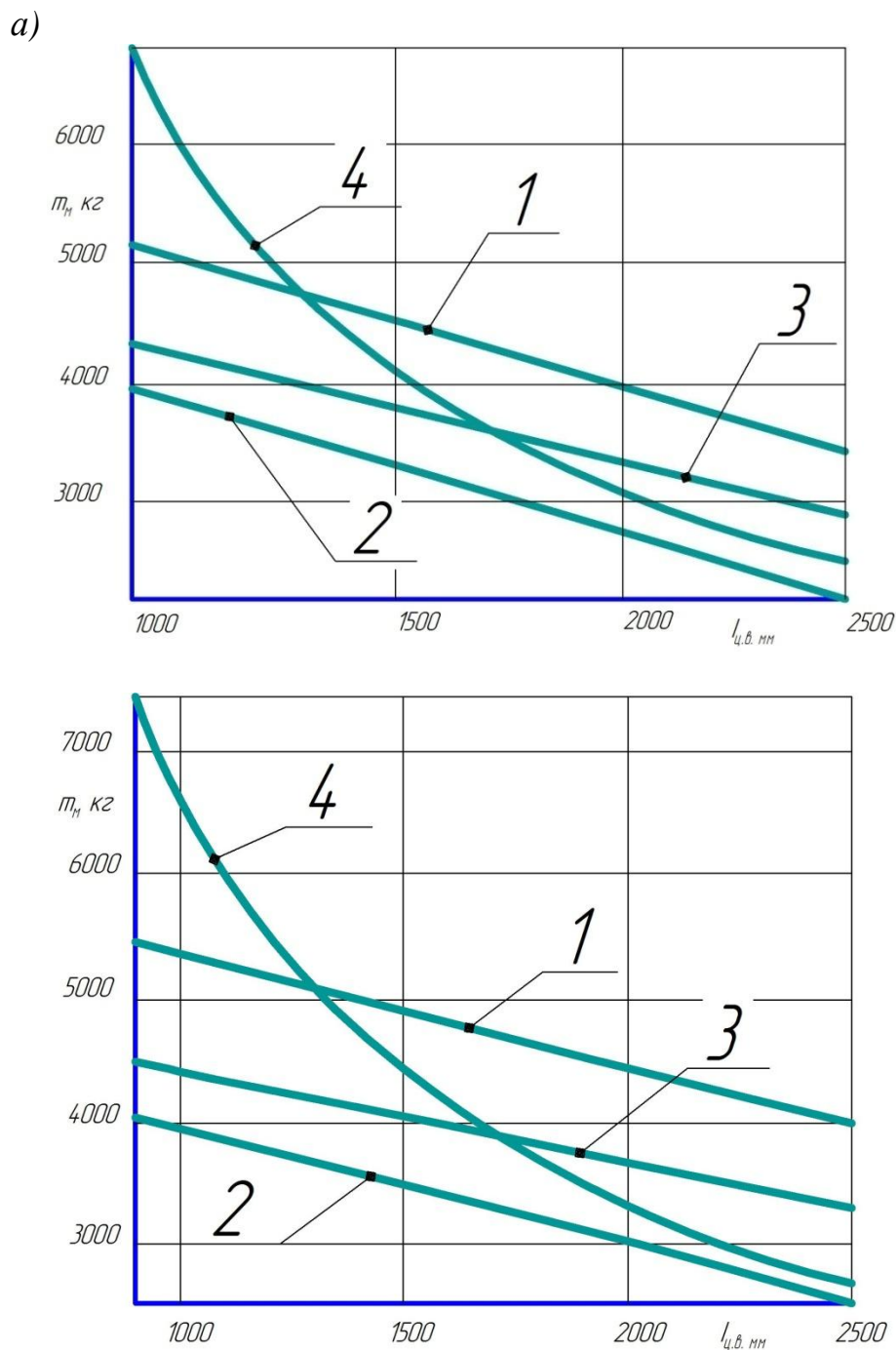


Рис. 2. Варіанти оцінки начіпноздатності першого роду тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221: а – залежності для трактора ХТЗ-16131; б – залежності для трактора ХТЗ-17221; 1 – залежності, отримані з урахуванням співвідношення (1); 2 – залежності, отримані з урахуванням співвідношення (2); 3 – залежності, отримані з урахуванням співвідношення (3); 4 – залежності, отримані з урахуванням співвідношення (5).

Так, для забезпечення задовільної роботи тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221 з машинами масою 4500 кг, що передбачено технічними характеристиками тракторів, відстань $l_{ц.в.м.}$, при використанні вимоги, представлені співвідношенням (1), відповідно повинна складати 1507 та 1949 мм, співвідношенням (2) - 401 та 435 мм, співвідношенням (3) - 703 та 938 мм, і співвідношенням (5) - 1366 та 1485 мм. Таким чином, для отримання однозначної кількісної оцінки начіпноздатності тракторів першого роду за критерієм забезпечення керованості необхідно обґрунтувати додатково або підтвердити достовірність існуючих критеріїв оцінки, користуючись тими дослідженнями, які вже опубліковані, а для підвищення начіпноздатності необхідно зменшити відстань між поперечно-вертикальними площинами розміщення осі заднього моста та центра ваги машини наближенням точки підвісу до осі заднього моста шляхом вдосконалення начіпного пристрою та наближенням центра ваги машини до точки підвісу шляхом вдосконалення конструкції машини.

Найбільш ефективна реалізація наближення робочої машини до осі заднього мосту може бути вирішена за рахунок переносу точок кріплення штатного важільного начіпного пристрою вперед ближче до осі заднього мосту. При цьому необхідно обґрунтувати максимально можливе наближення точки підвісу робочої машини до осі заднього мосту та вантажопідйомність начіпного пристрою.

Зважаючи на те, що вантажопідйомність начіпних пристроїв тракторів ХТЗ-16131 і ХТЗ-17221 складає 4500 кг [1, 2] можна стверджувати, що для безпечної роботи трактора ХТЗ-16131 з навантаженням на передні колеса не менше 20% загальної маси виліт центра ваги машини від осі заднього мосту не повинен перевищувати 750 мм, що неможливо реалізувати для даної конструкції трактора.

За конструктивними особливостями тракторів, основу яких склала конструкція ходової частини, точка підвісу може знаходитися на відстані від осі заднього моста не меншій за 900 мм (враховуючи діаметр колеса, його оперення та кінематику руху точки підвісу при підйомі).

Враховуючи також те, що довжина стандартної нижньої тяги заднього начіпного пристрою тракторів ХТЗ-16131 та ХТЗ-17221 складає 945 мм, доцільно вважати, що точку підвісу машини необхідно розмістити на відстані 900 - 1000 мм від осі заднього мосту, що підтверджується і конструктивними особливостями трактора.

Відповідно до цього була розроблена кінематична схема заднього начіпного пристрою (рис. 3) та конструкторська документація на його виготовлення. Розробка документації відбувалась при використанні програмного комплексу "КОМПАС-5.11" з побудовою 3-D моделі - рис. 4).

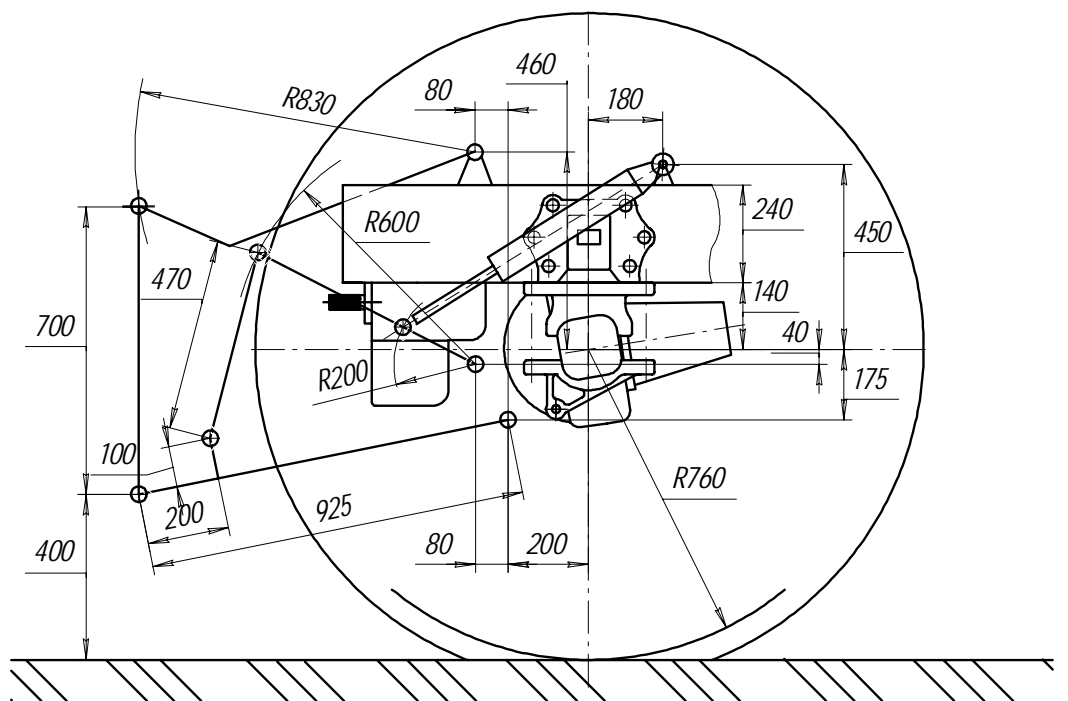


Рис. 3. Кінематична схема заднього начіпного пристрою тракторів ХТЗ з реалізацією наближення точки підвісу до осі заднього моста.

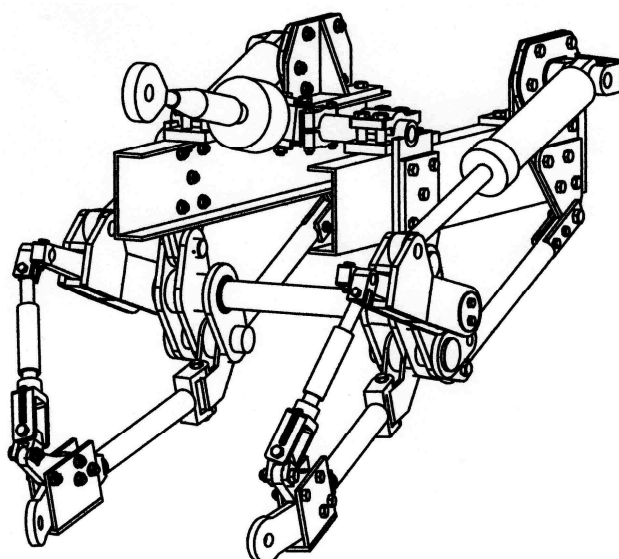


Рис. 4. Тривимірна модель заднього начіпного пристрою трактора типу ХТЗ-16131, яка забезпечує наближення точки підвісу до осі заднього моста і установку кабіни в його зоні.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що для підвищення начіпноздатності необхідно зменшити відстань між поперечно-вертикальними площинами розміщення осі заднього моста та центра ваги машини наближенням точки підвісу до осі заднього

моста шляхом переносу точок кріплення штатного важільного начіпного пристрою вперед ближче до осі заднього мосту з тим, щоб забезпечити виліт точки підвісу на відстань 900-1000 мм від осі заднього мосту, а для отримання однозначної кількісної оцінки начіпноздатності тракторів першого роду за критерієм забезпечення керованості необхідно обґрунтувати додатково або підтвердити достовірність одного з існуючих критеріїв оцінки, що може скласти напрямки подальших досліджень з даного питання.

Література.

1. *Трактор ХТЗ-16131. Инструкция по эксплуатации.*- Харьков: ОАО «Харьковский тракторный завод им. С.Орджоникидзе» – 1999. – 177 с.
2. *Тракторы ХТЗ-17021, ХТЗ-16131, ХТЗ -121, Т-151К. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию* – Харьков: ОАО «Харьковский тракторный завод».- 2001.- 344 с.
3. *Львов Е.Д. Теория трактора / Е.Д. Львов.*- М.: Машгиз, 1952.- 388 с.
4. *ГОСТ 12.2.019-86 Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.*
5. *Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / Д.А. Чудаков, изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1972. – 384 с.*
6. *Трепененков И.И. Навесоспособность сельскохозяйственных тракторов / И.И. Трепененков, Е.И. Титова // Тракторы и сельхозмашины, 1986. - №10. – С. 12-14.*
7. *Гуськов В.А. Теория трактора / В.А. Гуськов. - М.: Машиностроение, 1988. - 376 с, ил.*
8. *Скотников В.Л. Основы теории трактора и автомобиля / В.Л. Скотников, Л.Л. Маценский, А.С. Солонский. - М.: Агропромиздат, 1986. - 383 с, ил.*
9. *Ксенович И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксенович, В.А. Скотников, М.И. Ляско – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с., ил.*
10. *ДСТУ 2189-93. Машины сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки праці.*
11. *Чудаков Д.А. Основы теории сельскохозяйственных навесных агрегатов / Д.А. Чудаков . - М.: Машгиз, 1954. - 175 с.*

ПОВЫШЕНИЕ НАВЕСОСПОСОБНОСТИ ТРАКТОРОВ ХТЗ

Г.В. Шкаровский, Р.В. Олядничук, С.П. Погорельий

Аннотация – изложено результаты исследований относительно решения проблемы повышения навесоспособности тракторов производства ОАО «ХТЗ».

INCREASE THE ABILITY TO BI HUNG TRACTORS KhTP

G. Shkarovsky , R. Olyadnichuk , S. Pogorely

Summary

Set out the results of studies on the decision problem of increasing the production of tractors the ability to bi hung "KhTP".