



УДК 631.312.4.072.3

ДО ПИТАННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РУХУ ЗАГЛИБЛЕНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА

Кістечок О.Д., асп.¹,*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) – 42-06-94

Анотація – викладено результати аналізу стабільності руху заглибленого фронтального плуга за умови, коли кут нахилу центральної тяги переднього навісного механізму трактора є більшим за кут нахилу нижніх тяг.

Ключові слова – оранка, фронтальний плуг, трактор, передній навісний механізм, заглиблення, стійкість руху.

Постановка проблеми. Зі значним збільшенням випуску енергонасичених тракторів виникає проблема оптимального їх завантаження. Це можливо у випадку використання сільськогосподарських знарядь з різним їх розташуванням відносно трактора: заднім, фронтальним, боковим, змішаним. На сьогодні мало вивченим є фронтальне розміщення знарядь. Актуальним в цьому плані є вивчення питань їх стійкості в поздовжньо-вертикальній площині.

Аналіз останніх досліджень. В статті [1] розглядалося питання аналізу стійкості заглибленого фронтального плуга за умови, коли кут нахилу центральної тяги (α) переднього навісного механізму (ПНМ) трактора є меншим за кут нахилу нижніх тяг (β).

Водночас, другим (і можливо альтернативним) варіантом є таке налагодження ПНМ енергетичного засобу, коли маємо протилежний варіант, тобто $\alpha > \beta$ (рис.1) [2 – 4].

Формулювання цілей статті. Метою даної публікації є аналіз стабільності робочого руху фронтального знаряддя саме при такому його агрегуванні у складі орного МТА.

Основна частина.

Методика. Умова рівноваги плуга у поздовжньо-вертикальній площині в цьому випадку є такою:

$$N_k \cdot (b + \pi C) - R_z \cdot (d + \pi C) - G_{п} \cdot (a + \pi C) - P_f \cdot (CE - h_0) - R_x \cdot (CE - h_{п}) + M_f = 0. \quad (1)$$

Як випливає із аналізу рис.1, відрізок CE можна знайти із виразу:

$$CE = SE - SC.$$

¹ Науковий керівник – Надикто В.Т., д.т.н., член-кореспондент НААН України
© Кістечок О.Д.

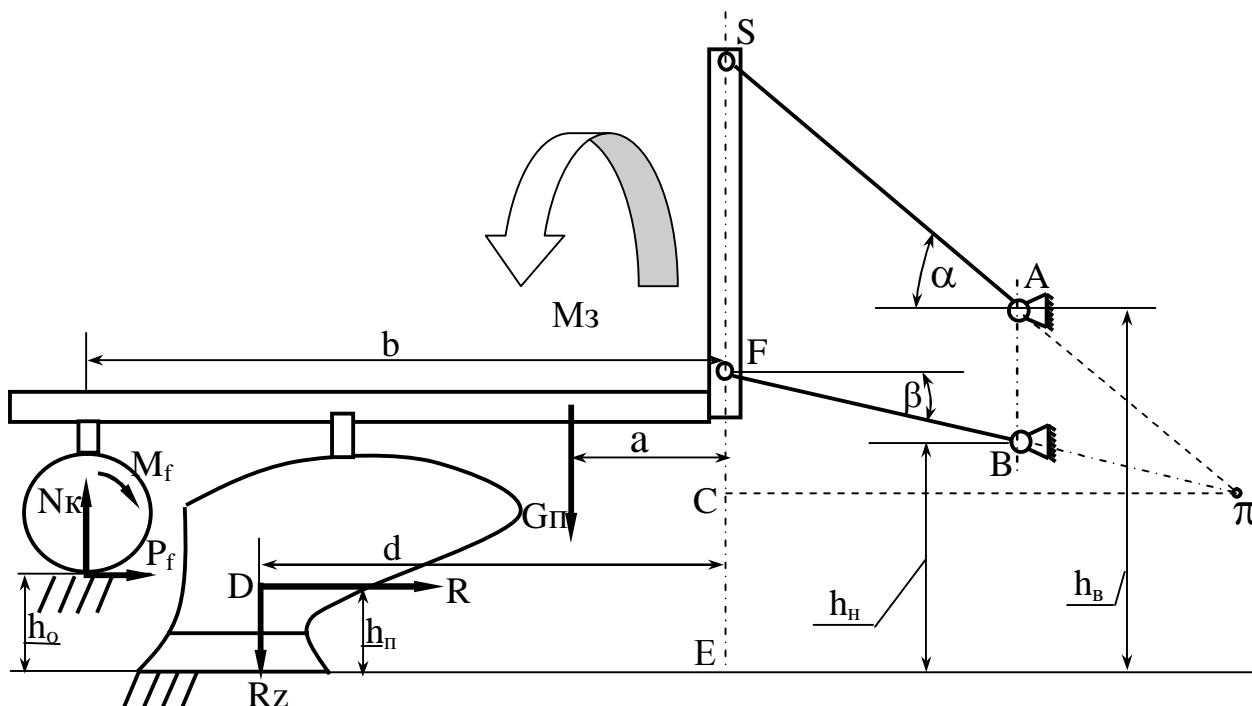


Рис. 1. Схема сил, які діють на фронтальний плуг при $\alpha > \beta$.

В свою чергу

$$\left. \begin{aligned} SE &= h_B + r_B \cdot \sin \alpha; \\ SC &= \pi C \cdot \operatorname{tg} \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де r_B – довжина центральної тяги ПНМ трактора.

В процесі обґрунтування параметрів переднього навісного механізму трактора довжину центральної тяги (r_B) доцільно виразити як функцію від довжини нижніх (r_H). Це із-за того, що параметр r_H при агрегуванні трактора із знаряддями на відміну від параметра r_B залишається постійним.

Для розглядуваного нами варіанту налагодження ПНМ трактора маємо:

$$r_B = r_H \cdot \cos \beta / \cos \alpha. \quad (3)$$

З урахуванням залежностей (2) і (3) маємо:

$$CE = h_B + r_B \cdot \sin \alpha - \pi C \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

Підставивши вираз (4) у (1), після перетворень отримаємо:

$$N_K = \frac{G_{\Pi} \cdot (\pi C + a) + k_0 \cdot Bp \cdot h_0 \cdot [0,2 \cdot (\pi C + d) + h_B - (\pi C - r_H \cdot \cos \beta) \cdot \operatorname{tg} \alpha - h_{\Pi}]}{\pi C + b + [(\pi C - r_H \cdot \cos \beta) \cdot \operatorname{tg} \alpha + h_0 + r_K - h_B] / f_{\Pi}} \quad (5)$$

Причому, у виразі (5) координата πC розраховується наступним чином:

$$\pi C = \frac{h_B - h_H + r_H \cdot (\cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha - \sin \beta)}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}$$

Результати і обговорення. В даному варіанті налагодження ПНМ збільшення кута нахилу його центральної тяги приводить до

зростання вертикальної реакції на опорному колесі фронтального плуга (рис.2).

В кількісному ж вираженні процес зміни динаміки вертикальної реакції на опорному колесі фронтального орного знаряддя суттєво інший. Наприклад, у варіанті $\alpha < \beta$ [1] максимальна значина сили N_k становить 1,24 кН. Натомість, для варіанту $\alpha > \beta$ вона зростає до 6,85 кН, тобто є більшою у 5,5 рази. Певна річ, що максимальні значини реакції N_k досягаються при цьому при різних значинах кутів нахилу центральної та нижніх тяг ПНМ трактора.

Характер впливу інших конструктивно-технологічних параметрів фронтального плуга на величину вертикального довантаження його опорного колеса є наступним. Як впливає із аналізу розрахунків виразу (5), зі збільшенням глибини оранки (h_o) і питомого опору орного знаряддя (k_o) сила N_k хоча і несуттєво, але зростає.

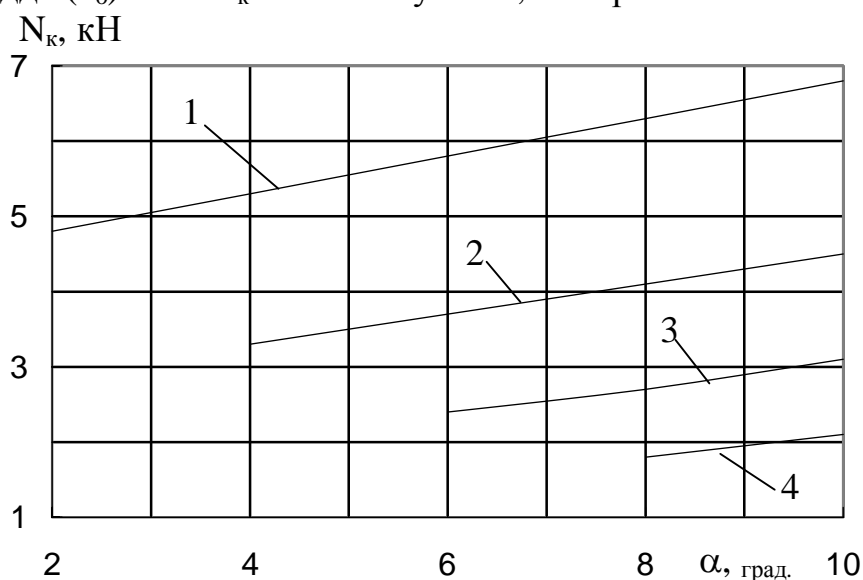


Рис. 2. Залежність вертикальної реакції на опорному колесі плуга від кута нахилу центральної тяги (α) при різних значинах кута нахилу нижніх тяг (β) переднього навісного механізму трактора: 1- $\beta = 0^\circ$; 2 - $\beta = 2^\circ$; 3 - $\beta = 4^\circ$; 4 - $\beta = 6^\circ$

Такий результат є закономірним, оскільки за даної схеми налагодження ПНМ трактора сила R_x є заглиблювальною (див. рис.1), а її значина залежить від добутку зростаючих величин h_o і k_o .

У порівнянні з варіантом налагодження переднього навісного механізму енергетичного засобу за схемою $\alpha < \beta$ установка центральної тяги під більшим кутом, ніж нижні (тобто $\alpha > \beta$) показує, що характер залежностей $N_k = f(b; d)$ є протилежним. Знову ж таки, в кількісному вираженні вплив параметрів b і d є незначним, а тому рекомен-

дації щодо їх вибору є такими ж, як і у варіанті налагодження ПНМ трактора за схемою $\alpha < \beta$ [1].

Протилежним, якщо порівнювати з варіантом $\alpha < \beta$, є і характер зміни вертикального навантаження на колесі плуга в залежності від вертикальних координат установки центральної (h_B) та нижніх (h_H) тяг ПНМ трактора (рис.3).

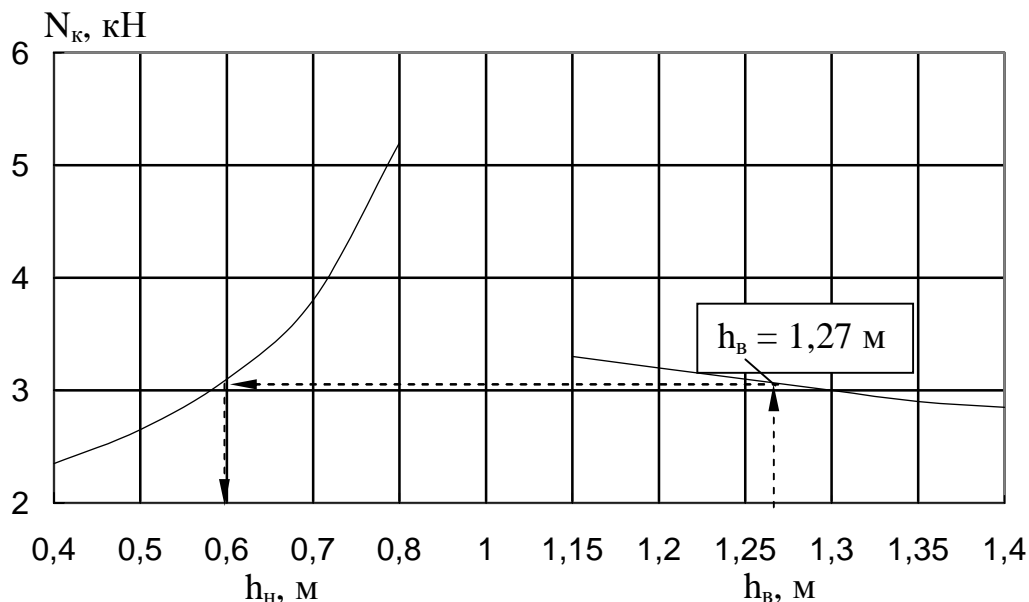


Рис. 3. Залежність вертикальної реакції на опорному колесі плуга від висоти кріплення до трактора нижніх (h_H) та центральної (h_B) тяг фронтального навісного механізму.

Алгоритм визначення раціональних значин цих координат приймаємо таким же, як у попередньому варіанті налагодження переднього навісного механізму. А саме, приймаючи, що $h_B = 1,27$ м, із графіка рис.3 знаходимо координату h_H , яка дорівнює 0,59 м.

Насамкінець визначимо, як залежить величина вертикальної реакції на опорному колесі фронтального плуга від ширини його захвату при різних схемах налагодження переднього навісного механізму

Розрахунки показують, що більш впливом є варіант, коли кут нахилу центральної тяги є більшим за кут установки нижніх тяг ПНМ енергетичного засобу (рис.4).

Особливо різниця в навантаженні колеса орного знаряддя відчутна при збільшенні величини B_p . Так, якщо при застосуванні однокорпусного фронтального плуга вона (різниця N_k) становить 1,8 кН, то у варіанті трикорпусного орного знаряддя ця величина збільшується до 5,5 кН, тобто більше, ніж у три рази.

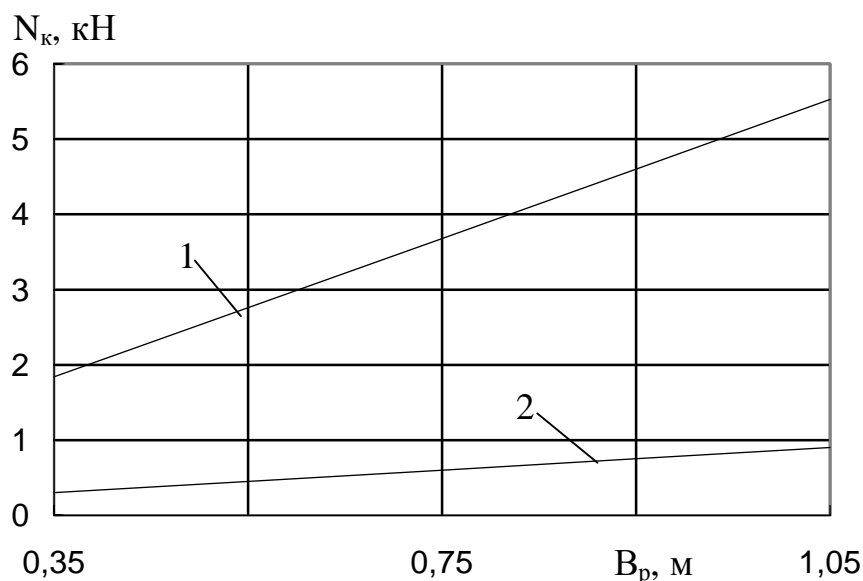


Рис. 4. Залежність вертикальної реакції на опорному колесі фронтального плуга від ширини його захвату при різних налаштуваннях переднього навісного механізму трактора: 1 - $\alpha > \beta$; 2 - $\alpha < \beta$.

Отриманий результат слід обов'язково враховувати під час аналізу динаміки руху орного агрегату за схемою «push-pull» у горизонтальній площині проєкцій. Справа в тому, що при збільшенні вертикального навантаження на колесі фронтального плуга збільшується сила тертя між вказаним колесом і поверхнею кочення (грунтом). В свою чергу, за наявності керуючого впливу - кута повороту керованих коліс трактора - останній намагається перемістити фронтально навішене знаряддя у поперечному напрямку. І це переміщення певним чином буде залежати саме від того вертикального навантаження, з яким опорне колесо орного знаряддя притискується до поверхні поля. В усякому разі чим воно (навантаження) менше, тим менше потрібно зусилля для поперечного зміщення фронтального плуга.

Висновки. При шарнірному приєднанні фронтального плуга до навісного механізму трактора з кутом нахилу центральної тяги більшим за кут нахилу нижніх (варіант 2) вертикальне навантаження на опорне колесо орного знаряддя є більшим. Якщо при налагодженні ПНМ трактора з кутом нахилу центральної тяги меншим за кут нахилу нижніх (варіант 1) максимальна значина вертикальної реакції на колесі становить 1,24 кН, та у варіанті 2 вона збільшується у 5,5 рази, хоча і досягається при цьому при інших значинах кутів нахилу центральної та нижніх тяг навісного механізму трактора.

Установка центральної тяги ПНМ трактора під більшим кутом, ніж нижні показує, що характер впливу повздовжніх координат центру опору плуга і точки установки опорного колеса на його верти-

кальне довантаження є якісно протилежним, а кількісно – практично однаковим, як і у варіанті 1.

Порівняльний аналіз схем приєднання фронтального плуга свідчить, що у варіанті 2 вертикальне навантаження на його опорне колесо втричі менше, ніж у варіанті 1. Причому ця кількісна перевага залишається незалежною від кількості корпусів передньонавісного орного знаряддя.

Література

1. *Кистечок О.Д.* Умови стабільності руху заглибленого фронтального плуга / *О.Д.Кистечок, В.Т.Надикто* // Науковий вісник ТДАТУ. – 2013.- Вип.3., т.1. [www.nbuu.gov.ua/e-journals/index.html].

2. *Булгаков В.М.* Агрегатування плугів / *В.М.Булгаков, В.І.Кравчук, В.Т.Надикто.* – К.: Аграрна наука. – 2008. – 152 с.

3. *Генов О.І.* Умови заглиблення фронтального плуга / *О.І.Генов, В.Т.Надикто, А.М.Аюбов А.М.* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2003. -Вип.12.- С.16-24.

4. *Надикто В.Т.* Аналіз рівноваги заднього та фронтального плугів у поздовжньо - вертикальній площині / *В.Т.Надикто, О.І.Генов, А.М.Аюбов* // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. - Харків, 2003. - Випуск 21.- С.105-112.

К ВОПРОСУ СТАБИЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЗАГЛУБЛЕННОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА

А.Д. Кистечек

Аннотация – изложены результаты анализа стабильности движения заглобленного фронтального плуга при условии, когда угол наклона центральной тяги переднего навесного механизма трактора является больше угла наклона нижних тяг.

TO QUESTION STABILITY MOTION OF WORKING FRONTAL PLOUGH

A. Kistechek

Summary

The results analysis stability motion of working frontal plough are expounded subject to the condition, when an angle slope of top link of frontal linkage mounting of tractor is more angle of slope lower links.