

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУВАННЯ ПЛУГА ПРИ СИЛОВОМУ АНАЛІЗІ ЙОГО РОБОТИ

Савчук В.Р., здобувач вищої освіти ОС «Магістр»

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

При роботі плуга на кожен його корпус діють елементарні сили опору ґрунту. Дослідження показують, що вони не приводяться до однієї рівнодіючої сили, а приводяться до динами. Причому визначити теоретично величину і напрям головного вектора і головного моменту при сучасному стані теорії плуга не є можливим [1].

Тому сили, що діють на корпус плуга, представляють у трьох координатних площинах - площинними силовими характеристиками. При цьому визначають величину і напрямок складових головного вектора шляхом просторового динамометрування за допомогою спеціальної лабораторної установки.

Вихідною силою при визначенні складових головного вектора елементарних сил опору ґрунту, прикладених до робочої поверхні плужного корпусу, є повздовжня складова R_x . [3]

У горизонтальній площині проєкції хоу ця сила (R_x) проходить паралельно стінці борозни на відстані, рівній $0.4b$. Значення її може бути визначене за формулою:

$$R_x = \frac{P - fG}{n} = kab + xabV \quad (1)$$

де P - тяговий опір плуга;

f - коефіцієнт опору плуга проходженню в борозні;

G - вага плуга;

n - число корпусів;

k - питомий опір ґрунту;

a - глибина оранки;

b - ширина захвату корпусу;

x - коефіцієнт швидкісного опору;

V - швидкість оранки.

Так як горизонтальна складова R_{xy} головного вектора відхилена від нормалі до леза лемеша на кут тертя ковзання j ґрунту по сталі, то тоді [2]:

$$R_{xy} = \frac{R_x}{\sin(j + g_o)} \quad (2)$$

де g_o - кут між лезом лемеша і стінкою борозни.

Сила, що притискає корпус плуга до стінки борозни, виражається залежністю:

$$R_y = R_x \operatorname{ctg}(j + g_o) \quad (3)$$

Якщо вважати, що польові дошки плуга навантажені тільки поперечними горизонтальними силами, то сила тертя польових дошок об стінки борозен може бути визначена за формулою:

$$F = f_1 R_y \quad (4)$$

Де f_1 - коефіцієнт тертя ковзання сталі по ґрунту. Він визначається за допомогою лабораторної установки.

У поздовжньо - вертикальній площині на корпус діє сила R_{zx} , що утворює з віссю x кут γ . Величина цього кута залежить від властивостей ґрунту, гостроти леза лемеша та глибини оранки.

Якщо лезо лемеша гостре і дно борозни ущільнене не сильно, то γ має позитивний знак і знаходиться в межах до 12° , при цьому відстань r_{zx} від носка лемеша до лінії дії сили R_{zx} приймають рівним половині глибини оранки.

Якщо ж лезо лемеша тупе і дно борозни сильно ущільнене, то кут γ має від'ємне значення і може досягати мінус 12° , відстань r_{zx} при цьому приймається рівною одній третій глибини оранки. Силу визначають по формулі:

$$R_{zx} = \frac{R_x}{\cos \gamma} \quad (5)$$

Вертикальна складова R_z сили R_{zx} відноситься до направляючої наступних сил: позитивно спрямованих на робочу поверхню лемеша в поліці; ваги ґрунту, що впливає на поверхню лемеша і поліці; негативно спрямованих (знизу вгору) опорів ґрунту, прикладених до потилиці леза лемеша й ін.

$$R_z = R_x \tan \gamma \quad (6)$$

У поперечно-вертикальній площині yoz (вид спереду) на корпус діє сила R_{zy} , що утворює з віссю кут $\delta = \pm 45^\circ$.

$$R_{zy} = \sqrt{R_y^2 + R_z^2} \quad (7)$$

Відстань r_{zy} від носка лемеша до лінії дії сили R_{zy} приймають рівною половині глибини оранки при додатному значенні кута δ , а при від'ємних значеннях кута δ - приймають рівний третій частині глибини оранки.

Величина, напрям і точки прикладання сил R_{xy} , R_{zx} , R_{zy} , що діють на корпус плуга у відповідних площинах проєкцій, є середніми, що зв'язано з мінливістю фізико-механічних властивостей ґрунту і нерівномірністю мікрорельєфу в межах навіть одного поля.

При побудові силового багатокутника слід мати на увазі те що дві сили, величини яких невідомі, а відомі лише їхні напрямки, повинні складатися останніми.

У поздовжньо-вертикальній площині (рис. 1.) на плуг крім раніше відзначених сил G , R_{zx} , F , R_d діють реакції ґрунту на опорне колесо Q , і сила тяги трактора P_{zx} , спрямована в протилежну сторону рівнодіючої всіх сил опору ґрунту руху плуга R_4 . Сили Q і R_4 є невідомими. Тому складемо їх останніми. При цьому будемо мати на увазі, що реакція Q , проходить через вісь колеса під кутом $m(10^\circ)$ до вертикалі, тому при визначенні сили R_{zx} по формулі 5 варто враховувати заданий кут γ .

Сили Q і R_4 визначимо наступним чином. Продовжимо на схемі плуга лінії дії сил Q і R_3 (рис. 1.) Вони перетинаються в точці 4. Точка 4 - точка прикладання рівнодіючої R_4 . Плуг у поздовжньо-вертикальній площині знаходиться в рівновазі, якщо R_4 проходить не тільки через точку 4, але і через миттєвий центр обертання $\rho 1$. По лінії $\rho 1-4$ діє на плуг і сила тяги P_{zx} . Вона по величині дорівнює R_4 . Проведемо у багатокутнику сил через початок вектора G лінію, паралельну лінії $\rho-4$, а з кінця вектора R_d - лінію, відхилену від вертикалі на кут m . Точка перетину цих ліній визначає кінець вектора Q і кінець вектора R_4 .

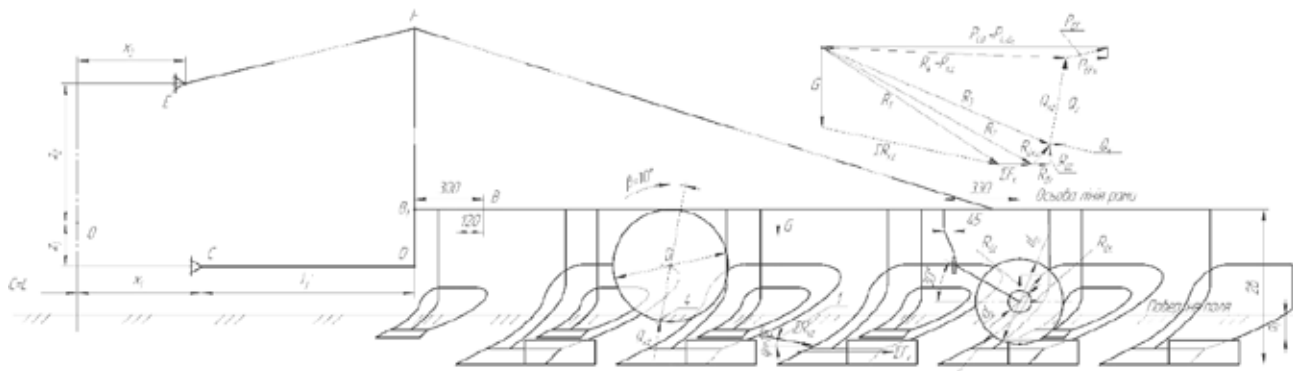


Рис. 1. Схема плуга у поздовжньо-вертикальній площині

З багатокутника сил видно, що величина сили Q залежить від нахилу сили P_4 до горизонту. Нахил сили залежить від положення точки p_1 відносно плуга. Якщо змістити точку верхньої тяги механізму навіски трактора (рис. 2.) вниз, то точка p_2 наблизиться до плуга. Нахил при цьому сили P_4 збільшиться, а реакція Q зменшиться.

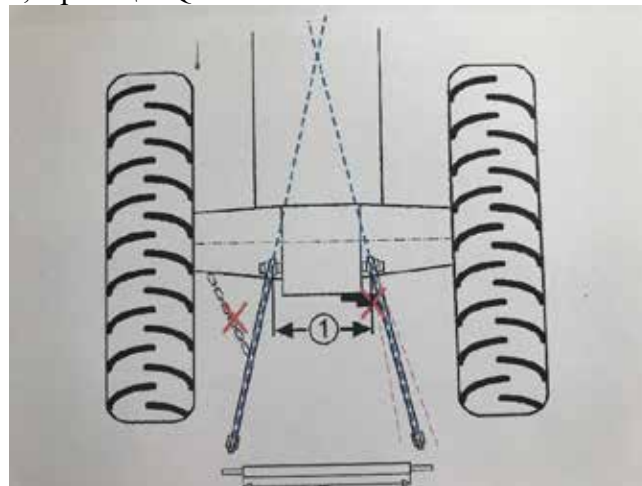


Рис. 2. Механізм навіски трактора

Перерозподіляться при цьому і вертикальне навантаження рушіїв трактора на ґрунт. Деякі колісні трактори обладнані механічними довантажувачами ведучих коліс, тобто пристроєм, що дозволяє переміщати точку верхньої тяги механізму навіски трактора у вертикальному напрямку. При переміщенні її вниз задні колеса трактора довантажуються, а передні розвантажуються, що дозволяє знизити буксування коліс.

Список використаних джерел.

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку.: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
2. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування: Підручник для студентів вищих навчальних закладів із спеціальності «Машини та обладнання с.-г. виробництва» (За ред. М.Г. Черновола). Кн.1. К.: Урожай, 2001. 384с.

Науковий керівник: Засєць М.Л., к.т.н., доц.