



УДК 631.31

АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАХВАТУ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

*Лопотяк Д.М., магістрант
Дніпропетровського державного аграрного університета*

Анотація: В роботі запропонована методика оптимізації робочої ширини захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату. Оптимізацію виконано з точки зору мінімуму приведених витрат на обробіток ґрунту.

Ключові слова: ширина захвату, продуктивність, прямі витрати, коефіцієнт використання часу зміни

Постановка проблеми. Підвищення продуктивності агрегата можна досягти в основному за рахунок збільшення ширини захвату (V_P), робочої швидкості (V_P) і коефіцієнта використання робочого часу зміни (τ). Можливості підвищення робочої швидкості комбінованого ґрунтообробного агрегату при існуючих конструктивних і технологічних його схемах практично вичерпані. Між шириною захвата і коефіцієнтом використання робочого часу зміни існує відомий зв'язок, який не дозволяє довільно встановлювати ширину захвата. Проте окрім τ на оптимальне значення V_P впливають ще ряд показників, характер впливу яких ще недостатньо вивчено. Тому об'єктом наших досліджень були фактори, що визначають оптимальне значення ширини захвата.

Аналіз останніх досліджень. Вирішення даної проблеми пов'язане з необхідністю створення загальної моделі функціонування агрегата з урахуванням максимально ширшого кола вхідних даних. Робота була започаткована у Всесоюзному науково-дослідному інституті кукурудзи в 1986 році і продовжена у Інституті зернового господарства УААН (м.Дніпропетровськ) та Дніпропетровському державному аграрному університеті. З щорічних звітів з науково-дослідної роботи вказаних інститутів встановлено, що за критерій оптимізації треба приймати мінімізацію прямих витрат на гектар.

Мета роботи – виявлення комплексного впливу природно-виробничих факторів і основних робочих параметрів ґрунтообробних агрегатів на показники їх використання.

Основна частина. Продуктивність збирального агрегата можна представити у вигляді

$$W = V_P \cdot V_P \cdot \tau = V_P \cdot V_P \cdot \frac{T_P \cdot (1 - \tau_0)}{T_P + T_X} = V_P \cdot V_P \cdot \frac{V_X \cdot S_P \cdot (1 - \tau_0)}{V_X \cdot S_P + V_P \cdot S_X}, \quad (1)$$

де V_P – робоча ширина захвата, м; V_P – робоча швидкість, м/с; τ – коефіцієнт використання часу зміни; T_P , T_X – відповідно робочий час зміни і час холостих переїздів, год; S_P , S_X – відповідно сумарна довжина робочого і холостого ходів, м; V_P , V_X – швидкість агрегата робоча і на переїздах, м/с; τ_0 – коефіцієнт, що враховує втрати часу по причині простоїв.

$$\tau_0 = \frac{T_0}{T_P + T_X + T_0}, \quad (2)$$



де T_0 – час простоїв, год;

Довжина робочого і холостого ходів може бути визначена виходячі з аналізу схеми розмітки плантації і схеми руху агрегата. При русі агрегата по колу

$$S_P = \frac{F - 4 \cdot E^2}{B_P}, \quad S_X = \frac{C + 2 \cdot E}{B_P} \cdot L_X, \quad (3)$$

де F – площа поля (загонки), E – ширина поворотної полоси, L_X – довжина шляху одного поворота, C – ширина поля (загонки).

Введемо позначення

$$E = K_E \cdot B_P; \quad L_X = K_X \cdot E = K_X \cdot K_E \cdot B_P, \quad (4)$$

де K_E – коефіцієнт пропорційності між шириною захвата агрегата і шириною поворотної полоси (характеризує “поворотливість” агрегата), K_X – коефіцієнт пропорційності між шляхом поворота і шириною поворотної полоси.

Нами було графічно проаналізовано можливі шляхи поворота комбінованого агрегату, на підставі яких прийшли до висновку, що для практичних розрахунків можна сміливо прийняти $K_X = 3$. Тоді, з урахуванням (3) і (4) продуктивність агрегата визначається

$$W = \frac{V_P \cdot V_X \cdot F \cdot (1 - \tau_0) \cdot B_P - 4 \cdot K_E^2 \cdot V_P \cdot V_X (1 - \tau_0) \cdot B_P^3}{2 \cdot K_E^2 \cdot (3 \cdot V_P - 2 \cdot V_X) \cdot B_P^2 + 3 \cdot K_E \cdot V_P \cdot C \cdot B_P + V_X \cdot F} \quad (5)$$

Оптимізацію ширини захвата агрегата виконуємо через мінімізацію прямих витрат на гектар. Прямі витрати складають

$$C_F = \frac{1}{W} \cdot \left[\frac{B_M \cdot \alpha_M}{100 \cdot T_M} + q \cdot u \cdot \frac{f_H}{R_M} + C_{TP} \right], \quad (6)$$

де B_M – балансова вартість машини, грн; α_M – відрахування на амортизацію, технічне обслуговування, ремонт, зберігання, %; T_M – річне нормативне завантаження, год; q – питомі витрати пального, кГ/год; u – комплексна вартість пального, грн/кГ; f_H – номінальне тягове зусилля, кН; R_M – тяговий опір агрегата, кН; C_{TP} – оплата праці з нарахуваннями, грн/год.

Балансові ціни технічних засобів можна виразити через вартість одиниці маси машини у відповідності до категорії складності

$$B_M = k_M \cdot C_M \cdot m_M, \quad (7)$$

де k_M – коефіцієнт, що враховує збільшення вартості від додаткових витрат на доставку і збирання; C_M – середня ціна маси машини, грн/кГ; m_M – маса машини, кГ

Масу машини можна представити як функцію її сцепної ваги. В випадку коли тяговий опір машини відповідає номінальному режиму двигуна, а це є умовою оптимізації параметрів, можна прийняти



$$m_M \cdot g \cdot f_D = R_M, \quad (8)$$

де f_D - коефіцієнт руху у заданих ґрунтових умовах; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Отже

$$m_M = \frac{R_M}{g \cdot f_D} \quad (9)$$

У свою чергу тяговий опір можна виразити через ширину захвата

$$R_M = K_Y \cdot B_P, \quad (10)$$

де K_Y – питомий тяговий опір машини, кН/м.

Підставимо у (6) отримані значення

$$C_F = \frac{1}{W} \cdot \left[\frac{K_M \cdot K_Y \cdot C_M \cdot B_P}{g \cdot f_g} + \frac{q \cdot u \cdot f_H}{K_Y \cdot B_P} + C_{TP} \right] \quad (11)$$

Для знаходження мінімуму прямих витрат у функції ширини захвата потрібно взяти першу похідну від функції (11) по B_P і прирівняти її нулю. У зв'язку зі складністю отриманого рівняння, взяття даної похідної доцільно виконувати на ПЕОМ чисельними методами.

Висновки: В результаті виконаних на ПЕОМ розрахунків встановлено:

1. Оптимальна ширина захвата комбінованого ґрунтообробного агрегату є функцією багатьох параметрів, головніші з яких – параметри плантації, оплата праці, вартісні показники агрегата.
2. Зростання продуктивності суттєво відстає від роста ширини захвата і чим більше зростає ширина захвата, тим тенденція проявляється значніше. Так при збільшенні ширини захвата у 1,2 рази продуктивність зростає у 1,12 рази, а при збільшенні B_P в 1,8 рази – тільки в 1,46.
3. Комп'ютерний аналіз отриманої розрахункової залежності вказує на те, що значення ширини захвата є оптимальним тільки у обмежених певних умовах. Суттєвим обмежуючим чинником при цьому є рівень оплати праці комбайнера. Таким чином, рівняння (11) є аналітичним доведенням того відомого факту, що використання широкозахватних агрегатів на малих площах збільшує собівартість продукції.

Abstract : *The principles of the grounding of an optimal capture bandwidth of harvesters is given. The minimum of the factor costs of harvesting was taken as an optimum criterion.*

ANALYTICAL GROUNDING OF CAPTURE BANDWIDTH OF HARVESTERS

D. Lopotyak