



УДК 631.55 : 631.6

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАГІНКИ ДЛЯ РУХУ ЗБИРАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПО ПІВКОЛУ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ НИМ БЕЗПЕТЛЬОВИХ ПОВОРОТІВ НА ПОЛІ, ЗРОШУВАНОМУ МАШИНОЮ КРУГОВОЇ ДІЇ

Шульга О.В., аспірант*,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (80619) 42-12-65; e-mail: aleksschulga@mail.ru

Анотація – в статті наведена методика визначення оптимальної/раціональної ширини загінки для роботи збирального агрегату по півколу при здійсненні ним безпетльових поворотів на полі, зрошуваному машиною кругової дії.

Ключові слова – зрошуване поле, збиральний агрегат, продуктивність, безпетльовий поворот, ширина загінки, питома витрата часу, робочий хід, правосторонній поворот, лівосторонній поворот, швидкість руху.

Постановка проблеми. Степова зона Півдня України належить до найбільш посушливих регіонів України. Внаслідок нерівномірного розподілу опадів вона відноситься до зони ризикованого землеробства. Тому штучне зволоження ґрунту шляхом зрошування в період засухи є одним з основних напрямків сучасного землеробства.

На 2012 рік загальна площа зрошуваних земель в Україні складала 700 тис. га. На більшій частині цих земель для їх поливу використовують дощові машини кругової дії «Фрегат» типу ДМ-454-100 та ДМУ-Бнм-463-72. Ці машини являють собою водовідний трубопровід, встановлений на колісних опорах, який обертається по колу навколо гідранта, розташованого в центрі поля площею до 100 га. При багаторазовому русі цих машин, в процесі зрошування, по слідах опорних коліс, утворюються колії, ширина яких сягає 28...45см, а глибина 15-32см. Ці колії створюють значну перешкоду для подальшої роботи зернозбиральних агрегатів, рух яких традиційно відбувається в прямолінійному напрямку. При багаторазовому перетині цих колій ходові системи та вузли збиральних машин зазнають значних динамічних навантажень. Сильні поштовхи викликають передчасний знос несучих елементів ходових систем агрегатів та частого виходу їх з ладу. Також знижується рівномірність зрізу рослин та забивається різальний апа-

* Науковий керівник – чл.-кор. НААН України Надикто В.Т.

© інженер Шульга О.В.

рат. Внаслідок цього знижується швидкість, а значить і продуктивність збиральних машин [1]. Це призводить до збільшення строків збирання зернових культур, що є явищем вкрай небажаним, особливо для посушливих умов степу України.

Аналіз останніх досліджень. Питанню руху зернозбиральних агрегатів на зрошуваних полях присвячені праці Надикти В.Т., Черепухіна В.Д., Рязанцева А.І., Цимбаленка С.В., Сапункова А.П., та Єгорова Ю.І. Були розроблені та впроваджені спеціальні зарівнювачі колій від слідів ДМ «Фрегат»[9]. Проблема колії на полях від зрошувальних машин є актуальною і нині.

Одним із найефективнішим рішенням цієї проблеми було запропоноване Надикто В.Т. та Черепухіним В.Д. Основна ідея полягає у використанні непрямої лінійного руху зернозбиральних агрегатів на зрошуваному полі[1]. Тобто рух жнивального агрегату здійснюється по спіралі, якщо дощувальна машина переведена на іншу позицію. Або по півколу чи розімкненому колу, якщо зрошувальна машина знаходиться в полі (рис.1).

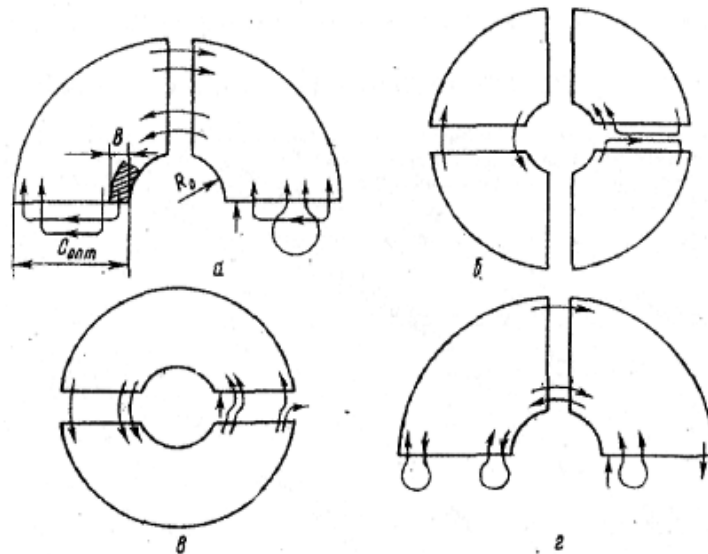


Рис.1. Схема руху збирального МТА на зрошуваних полях: а,г – по півколу; б – по розімкненому колу; в – по спіралі.

При цьому в якості оцінювального параметру продуктивності вони пропонують розглядати коефіцієнт робочих ходів, який являє собою функцію, аргументом якої є відношення сумарних довжин шляху агрегату на поворотній смузі ($\sum L_x$) та на робочому ході ($\sum L_p$) [1].

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{\sum L_x}{\sum L_p}} \quad (1)$$



Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є визначення оптимальної/раціональної ширини заїмки для роботи збирального агрегату по півколу при здійсненні ним безпетльових поворотів на полі, зрошуваному машиною кругової дії.

Основна частина. Методика визначення оптимальної/раціональної ширини заїмки ($C_{\text{опт}}$) для роботи збирального агрегату на полі, зрошуваному машиною кругової дії, відрізняється від загальноприйнятих. Водночас, концептуальний підхід для розв'язання цього питання один і той же. Суть його дуже проста і полягає в наступному: величина $C_{\text{опт}}$ має бути такою, щоб питомі витрати часу на повороти МТА були б мінімальними.

Згідно з ГОСТ 24055-88 такі питомі витрати часу (τ_{21}) тим чи іншим машинно-тракторним агрегатом можна знайти із наступного виразу

$$\tau_{21} = \frac{10T_{21} \cdot W_0}{L_{\Gamma} \cdot V_p},$$

де T_{21} – середня значина часу поворотів агрегату, год.;

W_0 – продуктивність машинно-тракторного агрегату за 1 год. основного (чистого) часу, га/год.;

L_{Γ} – довжина гону поля, км;

V_p – робоча ширина захвату МТА, м.

Та як показує аналіз, вираз для визначення величини τ_{21} є недовірним. Нами пропонується представити його у наступному вигляді

$$\tau_{21} = \frac{T_{21} \cdot W_0}{L_{\Gamma} \cdot V_p \cdot n}, \quad (2)$$

де n – кількість проходів збирального агрегату на робочій ділянці.

Причому, у виразі (2) величину T_{21} пропонується виражати у секундах, продуктивність W_0 – у $\text{м}^2/\text{с}$, а довжину гону L_{Γ} – у метрах.

Далі відзначимо, що середню значину часу одного повороту можна розрахувати, знаючи сумарну ($\sum L_x$, м) довжину шляху та середню швидкість руху (V_p , м/с) агрегату на поворотній смузі

$$T_{21} = \sum L_x / V_p \quad (3)$$

Основну продуктивність роботи МТА пропонується визначати так

$$W_0 = V_p \cdot V_r, \quad (4)$$

де V_r – робоча швидкість руху жнивального агрегату, м/с.

Довжина гону поля складається із суми робочого ходу агрегату (L_p) і подвоєної ширини поворотної смуги (E_p)

$$L_{\Gamma} = L_p + 2 \cdot E_p.$$



Довжина робочого ходу жнивального МТА в даному випадку може бути знайдена із виразу

$$L_p = \sum L_p / n.$$

Звідси маємо

$$L_r = \sum L_p / n + 2 \cdot E_p. \quad (5)$$

Підставивши вирази (3), (4) і (5) в (2), отримаємо

$$\tau_{21} = \frac{V_p \cdot \sum L_x}{V_{II} \cdot (\sum L_p + 2 \cdot E_p \cdot n)}. \quad (6)$$

При розрахунках експлуатаційних показників роботи того чи іншого машинно-тракторного агрегату досить широко використовують мінімально необхідну ширину поворотної смуги E_{min} . З достатньою для практики точністю її можна знайти із виразу [4]

$$E_{min} = R_a + d_k + E,$$

де R_a – радіус повороту агрегату, м;

d_k, E – кінематична ширина і довжина виїзду МТА відповідно, м.

Радіус повороту асиметричного збирального агрегату залежить від напрямку його здійснення: вправо чи вліво.

Спочатку розглянемо найбільш часто вживаний варіант, за яким маневр МТА на поворотній смузі здійснюється вправо (рис.2). Реалізується він відносно центру повороту (т.Оп, рис.2), який зміщений від осі задніх коліс трактора у поздовжньому напрямку на величину Y_a . Наявність цього конструктивного параметра обумовлена уводом шин задніх рушіїв енергетичного засобу на кут δ_a .

Як впливає з рисунку 2, справедливим є наступний вираз

$$\frac{l / \cos \gamma + b + Y_a}{R_a \cdot \cos \delta_a} = \operatorname{tg} \gamma,$$

де l – довжина сніці жатки ОС, м;

b – відстань від осі задніх коліс трактора до точки причепу жатки, м;

γ – кут повороту жатки відносно точки її причеплення до трактора.

З урахуванням мализни кута уводу δ_a отриманий вираз можна записати так

$$l / \cos \gamma + b + Y_a = R_a \cdot \operatorname{tg} \gamma. \quad (7)$$

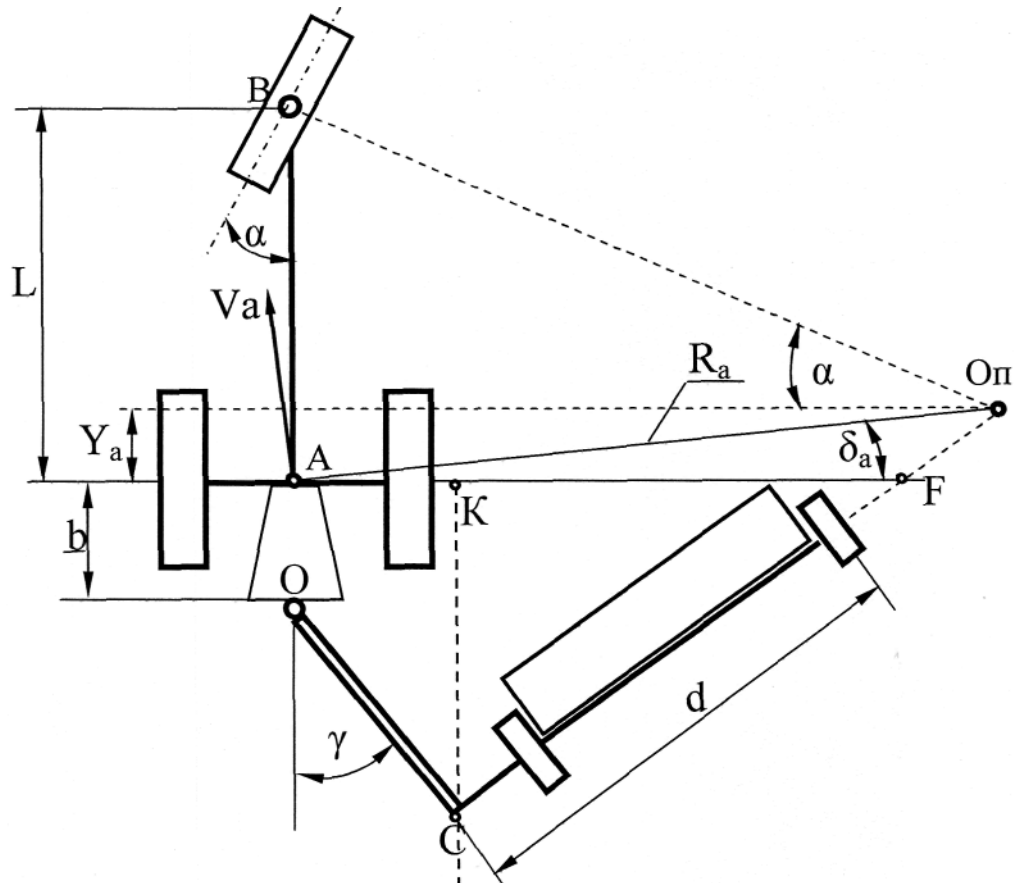


Рис.2. Схема правостороннього повороту асиметричного жнивального агрегату

З іншого боку, як бачимо з рисунку 2, справедливим є і те, що

$$\frac{L - Y_a}{R_a \cdot \cos \delta_a} = \operatorname{tg} \alpha,$$

де L – база трактора, м;

α – кут повороту керованих коліс енергетичного засобу.

З отриманої залежності (враховуючи мализну кута δ_a) виводимо рівняння для визначення величини поздовжнього зміщення центру повороту збирального машинно-тракторного агрегату

$$Y_a = L - R_a \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (8)$$

Далі, підставивши вираз (8) у (7), після перетворень отримаємо формулу для розрахунку правостороннього повороту МТА у такому вигляді

$$R_a = \frac{l / \cos \gamma + b + L}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma} \quad (9)$$



Як показує аналіз виразу (9), мінімальний радіус повороту буде досягнуто за максимальних значин кутів α і γ . Тобто

$$R_a = \frac{l/\cos\gamma_{\max} + b + L}{\operatorname{tg}\alpha_{\max} + \operatorname{tg}\gamma_{\max}} \quad (10)$$

Максимальний кут повороту керованих коліс трактора типу МТЗ становить приблизно 30° . Що стосується аналогічної значини кут повороту жниварки, то вона обмежується наступними міркуваннями. Маневр агрегату на поворотній смузі має бути таким, щоб опорні колеса причіпної жниварки рухались тільки вперед. Як впливає із рис.2, таке можливе, якщо параметр d не перевищуватиме величини CF . Тобто

$$d \leq CF$$

Вказаний відрізок (CF) можна знайти із наступного виразу

$$CF = CK/\sin\gamma_{\max}.$$

В свою чергу

$$CK = l \cdot \cos\gamma_{\max} + b.$$

Звідси знаходимо, що

$$CF = (l \cdot \cos\gamma_{\max} + b)/\sin\gamma_{\max},$$

і

$$d \leq (l \cdot \cos\gamma_{\max} + b)/\sin\gamma_{\max} \quad (11)$$

Для жниварного агрегату у складі трактора тягового класу 1,4 (МТЗ-82) і причіпної валкової жниварки з шириною захвату $B_p = 6$ м маємо: $l = 3,4$ м, $b = 1,45$ м і $d = 6,1$ м.

За таких вихідних даних умова (11) виконується тоді, коли кут повороту жниварки у горизонтальній площині відносно точки її причеплення до трактора не перевищує 42° .

При лівосторонньому маневрі жниварного агрегату (рис.3) мінімальний радіус його повороту розраховується за тією ж формулою (10). Інша справа, що в цьому випадку причіпна машина потенційно може повернутися на кут γ_{\max} , який щонайменше вдвічі перевищує 42° . В результаті мінімальний радіус повороту машинно-тракторного агрегату за такого маневру може бути значно меншим. І це слід враховувати в практичній експлуатації таких МТА.

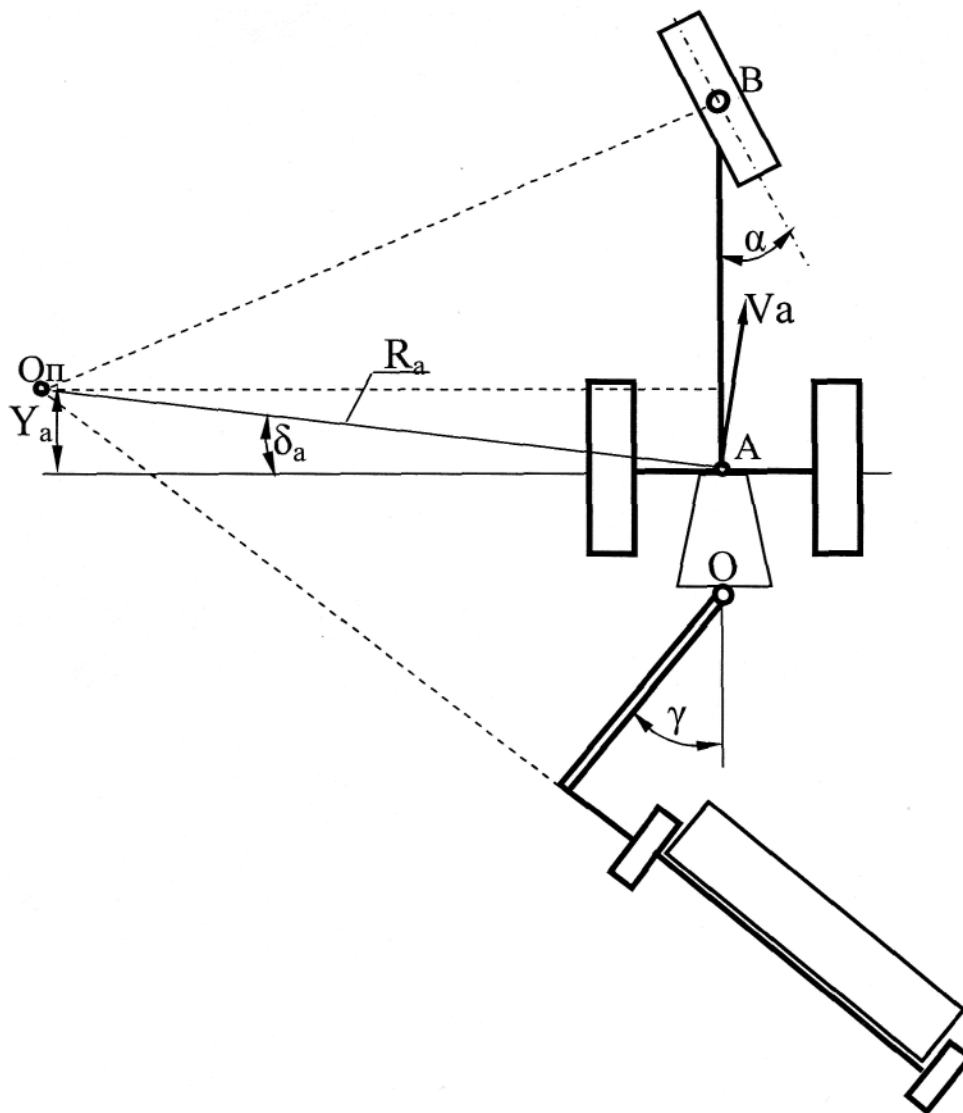


Рис.3. Схема лівостороннього повороту асиметричного жнивального агрегату.

З урахуванням вищевикладеного вираз для мінімальної ширини поворотної смуги може записати у такому вигляді

$$E_{\min} = \frac{l/\cos\gamma_{\max} + b + L}{\operatorname{tg}\alpha_{\max} + \operatorname{tg}\gamma_{\max}} + d_k + E \quad (12)$$

В загальному випадку дійсна значина ширини поворотної смуги ($E_{\text{п}}$) відрізняється від розрахункової мінімальної E_{\min} .

На практиці для її визначення застосовують наступний вираз

$$E_{\text{п}} = \operatorname{Int}(E_{\min}/V_{\text{р}}) \cdot V_{\text{р}}$$



У більш розгорнутому вигляді цей вираз остаточно можна записати так

$$E_{\Pi} = \text{Int}\left(\frac{Ra + d_k + E}{V_p}\right) \cdot V_p. \quad (13)$$

Дослідженнями Надикто В.Т. встановлено, що для безпетльового повороту збирального агрегату з прямолінійною ділянкою сумарний шлях його руху на гоні (ΣL_p) і на поворотній смузі (ΣL_x) є такими [2]:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma L_p &= \pi \cdot (V_p/2 \cdot n^2 + R_o \cdot n); \\ \Sigma L_x &= (V_p/2 \cdot n + 2 \cdot L) \cdot (n-1) - Ra + 12 \cdot Ra^2/V_p, \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

де R_o – радіус внутрішньої межі робочої ділянки поля (рис.1).

Підставивши вирази (13) і (14) у (6), після перетворень отримаємо

$$\tau_{21} = \frac{V_p}{V_{\Pi}} \cdot \frac{A_2 \cdot n^2 + A_1 \cdot n + A_o}{B_2 \cdot n^2 + B_1 \cdot n}, \quad (15)$$

де $A_2 = V_p$;

$$A_1 = 4 \cdot L - V_p;$$

$$A_o = 24 \cdot Ra^2/V_p - 2 \cdot Ra - 4 \cdot L;$$

$$B_2 = \pi \cdot V_p;$$

$$B_1 = 2 \cdot \{ \pi \cdot R_o + \text{Int}[(Ra + d_k + E)/V_p] \cdot V_p \}.$$

За яких умов питомі витрати часу на повороти τ_{21} будуть мінімальними, можна сказати лише після відповідного аналізу похідної $\partial \tau_{21} / \partial n = 0$. В даному випадку маємо

$$\frac{\partial \tau_{21}}{\partial n} = \frac{V_p}{V_{\Pi}} \cdot \frac{[(A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2) \cdot n^2 - 2 \cdot B_2 \cdot A_o \cdot n - B_1 \cdot A_o]}{(B_2 \cdot n^2 + B_1 \cdot n)^2} = 0 \quad (16)$$

Залежність (2.15) буде дорівнювати нулю лише за умови

$$(A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2) \cdot n^2 - 2 \cdot B_2 \cdot A_o \cdot n - B_1 \cdot A_o = 0.$$

Останній вираз можна представити так

$$D_2 \cdot n^2 - D_1 \cdot n - D_o = 0, \quad (17)$$

де $D_2 = A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2$;

$$D_1 = 2 \cdot B_2 \cdot A_o;$$

$$D_o = B_1 \cdot A_o.$$



Розв'язком квадратного рівняння (17) є:

$$n = \frac{D_1 \pm \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 \cdot D_0}}{2 \cdot D_2} \quad (18)$$

Проаналізуємо вираз (18). Оскільки нас цікавлять лише дійсні корені, то в першу чергу визначимо знак підкореневого виразу. Комплексним він може бути лише тоді, коли другий його доданок буде за знаком від'ємним, а за абсолютною значиною – меншим, ніж другий. Отже нам в першу чергу потрібно, щоб

$$D_1^2 > |4 \cdot D_2 \cdot D_0| \quad (19)$$

При цьому цілком зрозуміло, що за умови позитивного знаку доданку $4 \cdot D_2 \cdot D_0$ підкореневий вираз рівняння (18) матиме такий же (тобто позитивний) знак, а останнє – явно дійсний корінь.

З урахуванням коефіцієнтів залежності (17) маємо

$$4 \cdot D_2 \cdot D_0 = 4 \cdot (A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2) \cdot V_1 \cdot A_0.$$

Ця ж залежність в розгорнутому вигляді з урахуванням величин коефіцієнтів (15) буде такою:

$$\begin{aligned} 4 \cdot D_2 \cdot D_0 = & 4 \cdot [V_p \cdot 2 \cdot \{\pi \cdot R_0 + \text{Int}[(R_a + d_k + E)/V_p] \cdot V_p\} - \\ & - (4 \cdot L - V_p) \cdot \pi \cdot V_p] \cdot [2 \cdot \{\pi \cdot R_0 + \text{Int}[(R_a + d_k + \\ & + E)/V_p] \cdot V_p\}] \cdot (24 \cdot R_a^2 / V_p - 2 \cdot R_a - 4 \cdot L) \end{aligned} \quad (20)$$

Аналіз рівняння (20) з урахуванням виразу (10) здійснювали за наступних значин її складових: $V_p=4 \dots 8$ м; $L=2,37$ м; $R_0=4 \dots 16$ м; $d_k=1$ (правосторонній поворот) і $6 \dots 10$ м (лівосторонній поворот); $E=6$ м; $l=3,4$ м; $b=1,45$ м; $\alpha_{\max}=30^\circ$; $\gamma_{\max}=42^\circ$.

Аналіз розрахунків показав, що у вказаних діапазонах зміни вищезначених вхідних параметрів величина $4 \cdot D_2 \cdot D_0$ є постійно більшою за нуль, найменша значина якої становить $35 \cdot 10^6$ м⁴. Це однозначно вказує на те, що підкореневий вираз (18) є позитивним. Подальші ж дії залежатимуть від його (виразу) значини. Якщо вона менша за значину коефіцієнта D_1 , то можна аналізувати два корені розв'язку (18). У протилежному випадку – лише один, а саме:

$$n = \frac{D_1 + \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 \cdot D_0}}{2 \cdot D_2} \quad (21)$$

Тепер є усі передумови для визначення оптимальної ширини заїмки ($C_{\text{опт}}$), необхідної для роботи збирального агрегату з мінімальними витратами часу на повороти:

$$C_{\text{опт}} = n_{\text{опт}} \cdot V_p. \quad (22)$$

Початкова оптимальна значина числа проходів МТА в загінці визначається при цьому із виразу (21) і аналізується з використанням залежності (15). Напрямним вектором цього аналізу є мінімум питомих витрат збиральним агрегатом часу на повороти – τ_{21} .

Так встановлено, що при виконанні МТА правосторонніх поворотів ($d_k = 1$ м) оптимальна значина його робочих ходів тим менша, чим більшою є ширина захвату жнивarki – V_p (рис.4).

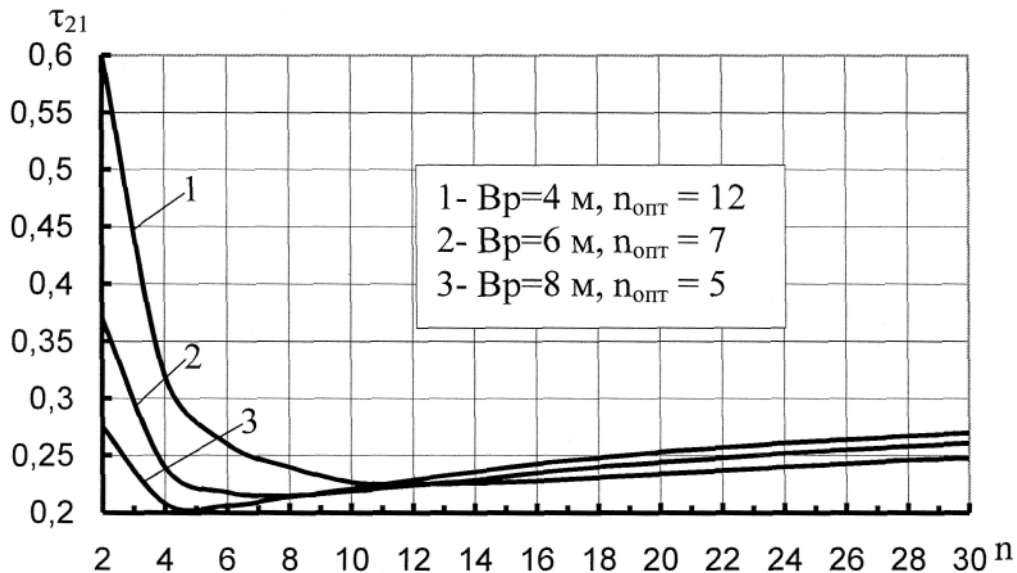


Рис.4. Залежність питомих витрат часу МТА на правосторонні повороти від кількості його робочих проходів в загінці при різній ширині захвату жнивarki (V_p)

Проте, значини оптимальної ширини загінки ($C_{opt} = n_{opt} \cdot V_p$) для кожного із трьох варіантів є малими і відрізняються між собою при цьому теж мало (48, 42 і 40 м відповідно). Більше того, малою є різниця і між мінімальними значинами показника питомих витрат часу на повороти, отриманих при відповідних n_{opt} . Для трьох варіантів V_p значини τ_{21min} знаходяться в діапазоні 0,21...0,23 (див. рис.4).

Водночас, при $n > 12$ питомі витрати часу на повороти хоча і незначно, але монотонно зростають. В дійсності цим ростом, як і різницею між значинами τ_{21} , можна знехтувати і вважати, що при числі робочих гонів більше за 12 питомі витрати часу збиральним агрегатом на правосторонні повороти практично не залежать від ширини захвату його жнивarki.

Далі розглянемо цей же процес при здійсненні дослідним МТА лівосторонніх ($d_k = 8$ м) поворотів. Аналіз отриманих даних показує (рис.5), що у порівнянні з попереднім режимом маневру агрегату (див. рис.4) істотної різниці між оцінюваними параметрами як у якісному, так і кількісному вираженні немає.

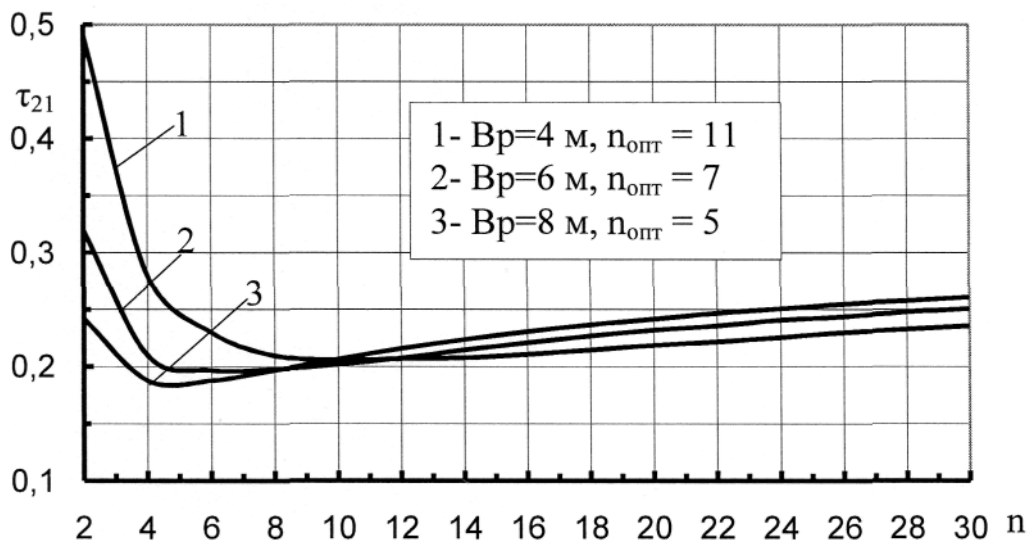


Рис.5. Залежність питомих витрат часу МТА на лівосторонні повороти від кількості його робочих проходів в загінці при різній ширині захвату жниварки (B_p)

Звідси маємо ще один проміжний висновок: процес впливу кількості робочих проходів збирального МТА в загінці на питомі невиробничі витрати часу (τ_{21}) практично інваріантний по відношенню до напрямку їх здійснення (правосторонні чи лівосторонні).

Наступним оцінюваним параметром є радіус внутрішньої межі робочої ділянки поля - R_0 (рис.1). Діапазон його змінювання в теоретичних дослідженнях приймаємо рівним 4...16 м, а інтервал – 6 м.

Аналіз розрахункових даних показує, що зі збільшенням параметра R_0 питомі витрати часу агрегату на правосторонні повороти зменшуються (рис.6).

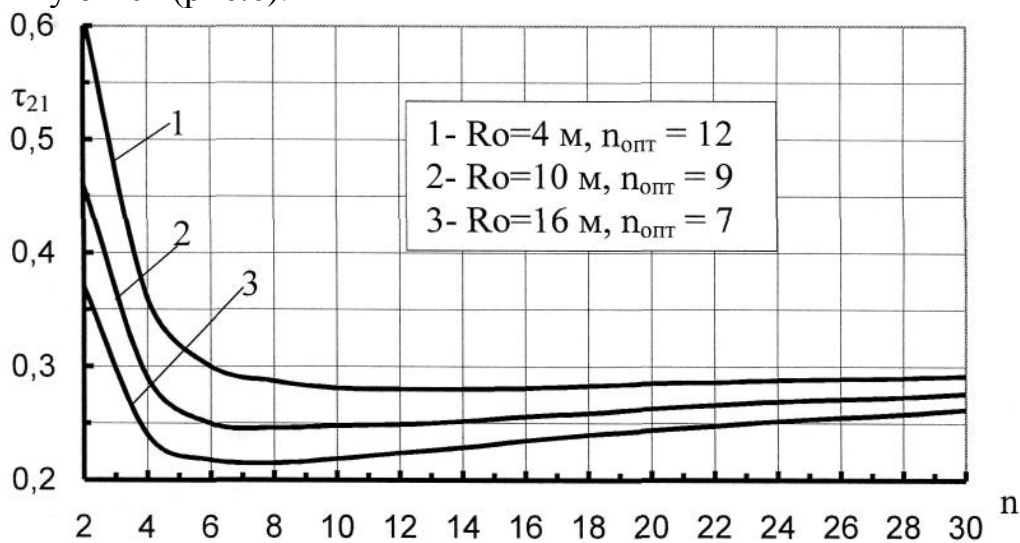


Рис.6. Залежність питомих витрат часу МТА на правосторонні повороти від кількості його робочих проходів в загінці при різному радіусу внутрішньої межі робочої ділянки поля (R_0)

Значина оптимальної кількості робочих ходів ($n_{\text{опт}}$) при цьому навпаки зменшується: з 12 при $R_0=4$ м до 7 – при $R_0 = 16$ м.

Практично таку ж якісну ситуацію маємо і при лівосторонніх поворотах збирального машинно-тракторного агрегату. Кількісно в цьому режимі його холостого руху на поворотній смузі питомі витрати часу на повороти менші, проте не більше, ніж на 8...9%.

Зростання робочої швидкості збирального агрегату обумовлює підвищення питомих витрат часу на повороти (рис.7). Показник τ_{21} збільшується при цьому пропорційно зміні режиму руху V_p .

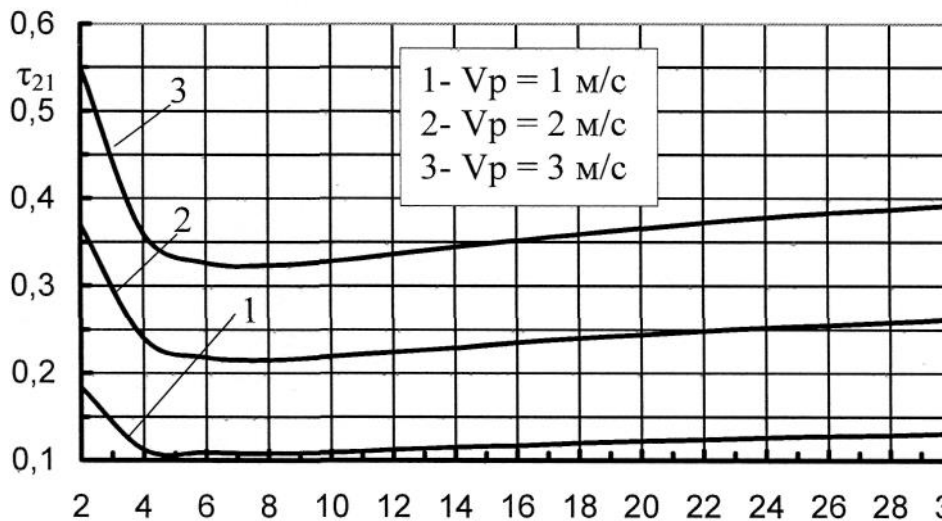


Рис.7. Залежність питомих витрат часу МТА на правосторонні повороти від кількості його робочих проходів в загінці при різній швидкості робочого руху МТА (V_p)

Натомість, аналогічна зміна швидкості руху агрегату на поворотній смузі приводить до протилежного результату (рис.8).

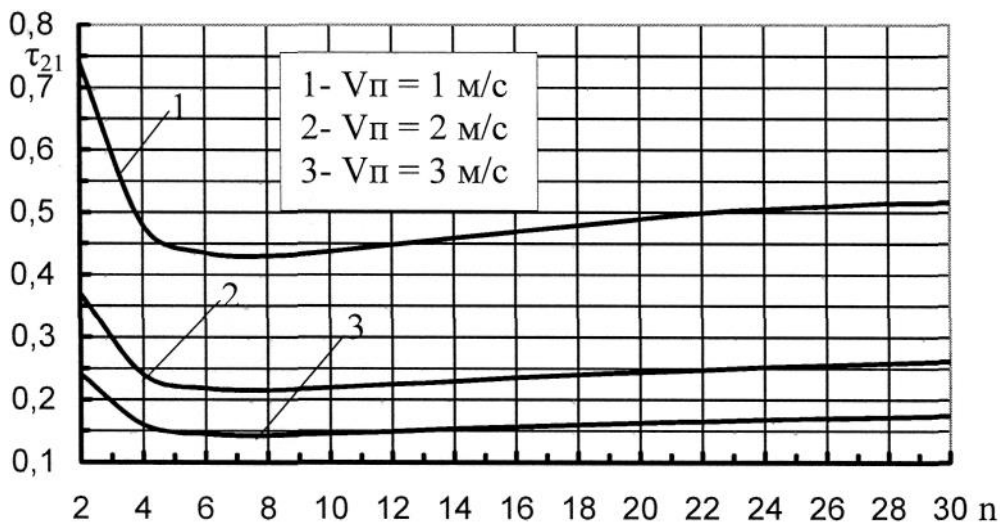


Рис.8. Залежність питомих витрат часу МТА на правосторонні повороти від кількості його робочих проходів в загінці при різній швидкості холостого руху МТА (V_n)



Особливо відчутне небажане зростання показника τ_{21} має місце при значині показника $V_{п} = 1$ м/с (див. рис.8, крива 1). У порівнянні з режимом $V_{п} = 3$ м/с збільшення питомих витрат часу на повороти в усьому діапазоні зміни показника n збільшується щонайменше вдвічі.

Обидва отримані результати стосовно зміни робочого і холостого руху збирального агрегату є цілком логічними і наштотвхують на такі висновки:

- 1) швидкість маневру МТА на поворотній смузі ($V_{п}$) доцільно збільшувати;
- 2) швидкість переміщення на гоні ($V_{р}$) бажано зменшувати.

Але це вірно, якщо розмірковувати з точки зору питомих витрат агрегатом на повороти (τ_{21}). Збоку питання продуктивності МТА другий висновок є, що цілком зрозуміло, неприйнятним.

Висновки. За результатами дослідження роботи зернозбирального агрегату, при його русі по півколу визначено, що процес впливу кількості робочих проходів збирального машинно-тракторного агрегату в загінці на питомі не виробничі витрати часу (τ_{21}) мало відчутний до напрямку їх здійснення. Різниця показника τ_{21} для правосторонніх і лівосторонніх поворотів МТА не перевищує 9%.

Зі збільшенням радіусу внутрішньої межі робочої ділянки поля (R_0) питомі витрати часу агрегату на правосторонні повороти бажано зменшуються, а значина оптимальної кількості робочих ходів ($n_{опт}$) – збільшується: з 7 – при $R_0 = 16$ м до 12 при $R_0=4$ м.

Швидкість маневру збирального агрегату на поворотній смузі доцільно збільшувати. Так, зростання значини $V_{п}$ з 1 до 3 м/с обумовлює зменшення питомих витрат МТА часу на повороти щонайменше вдвічі.

Питомі витрати часу валковим машинно-тракторним агрегатом на безпетльові повороти не перевищуватимуть допустимої значини 0,2, якщо кількість його робочих проходів у відведеній для роботи загінці буде не меншою 26 – при виконанні правосторонніх, і не меншою 32 – при реалізації лівосторонніх поворотів.

Література.

1. *Черепухин В.Д.* Определение оптимальной ширины рабочих участков при непрямолинейном способе движения уборочных агрегатов на орошаемых землях./ *В.Д.Черепухин, В.Т.Надыкто, С.М.Чеботарёв* // Механизация и электрификация сельского хозяйства – Киев, 1987 – Вып.66 – с.45-51.
2. *Надыкто В.Т.* Збирання зернових культур роздільним способом/ *В.Т.Надыкто, В.М.Кюрчев, В.Л.Семенюк, А.ЄНазін*, – Запоріжжя.: Інтер-М, 2012. – 132с.
3. *Рязанцев А.И.* Движение машино-тракторных агрегатов на полях, орошаемых дождевальнoй машиной «Фрегат» / *А.И.Рязанцев* // Трактори и сельхозмашины. – 1978 – №10. – С. 21-22.



4. *Иофинов С.А.* Эксплуатация машинно-тракторного парка / *С.А. Иофинов*, – М., «Колос», 1974, – 480с.
5. *Бронштейн И.Н.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / *И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев*. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 720с.
6. *Зубов Н.И.* Влияние режимов выполнения поворотов на производительность и эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата / *Н.И. Зубов* // Труды ВИМ, Т. 91. – М., 1981. – С.143-154.
7. *Сапунков А.П.* Применение дождевальной техники/ *А.П.Сапунков*. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 125с.
8. *Хробостов С.Н.* Эксплуатация машинно-тракторного парка/ *С.Н.Хробостов*, – М: Колос, 1973. – 607с.
9. *Егоров Ю.Н.* Технология и устройства для заравнивания колеи от дождевальной машины «Фрегат»: дис. канд. техн. наук. – Рязань, 2004. – 189с.
10. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения : ГОСТ 24055-88. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 10 с. – (Государственный стандарт СССР).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗАГОНКИ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ УБОРОЧНОГО АГРЕГАТА ПО ПОЛУОКРУЖНОСТИ С ВЫПОЛНЕНИЕМ БЕСПЕТЛЕВЫХ ПОВОРОТОВ НА ПОЛЕ, ОРОШАЕМОМ МАШИНОЙ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Шульга А.В.

Аннотация – в статье приведена методика определения оптимальной/рациональной ширины загонки для движения уборочного агрегата по полуокружности с выполнением беспетлевых поворотов на поле, орошаемом машиной кругового действия.

DEFINITION OF DRIVING EFFICIENT WIDTH FOR THE HARVESTING MACHINE MOVEMENT ALONG THE SEMICIRCUMFERENCE WITH LOOPLESS TURNS ON THE FIELD WHICH IS IRRIGATED BY THE CIRCULAR MOTION MACHINE

O. Shulga

Summary

The method of definition of optimal / rational driving width for the harvesting machine movement along the semi-circumference with loopless turns on the field which is irrigated by the circular motion machine.