



## ВИБІР ШИРИНИ ЗАГІНКИ ОРНОГО АГРЕГАТА

*Кондратюк Дмитро Гнатович к.т.н., доцент*  
*Холодюк Олександр Володимирович к.т.н., асистент*  
*Григоришен Валентин Михайлович асистент*  
*Вінницький національний аграрний університет*  
**Kondratyuk D.**  
**Kholodiuk O.**  
**Grigorishen V.**  
*Vinnitsia National Agrarian University*

**Анотація:** викладені результати досліджень з обґрунтування раціональної ширини загінки орного агрегату. Одержано залежність, яка дозволяє визначити сумарну довжину холостих ходів агрегату при поворотах і розрівнюванні розгінних борозен та звальних гребенів на полі заданою шириною. Досліджено зміну продуктивності орного агрегату в залежності від довжини гонів. Наведені раціональні розміри загінок для полицевої оранки, які дозволяють зменшити кількість розгінних борозен і звальних гребенів.

**Ключові слова:** загінка, ширина, орний агрегат, полицева оранка, розгінні борозни, звальні гребені.

### **Постановка проблеми**

При оранці звичайними плугами неминуче залишаються розгінні борозни і звальні гребені, кількість яких тим більша, чим менша ширина загінок на одному і тому ж полі. Наявність на полі гребенів і борозен штучно створює нерівну поверхню поля та несприятливі умови для сівби насіння і вегетації рослин. Отже, одержання зливої оранки – важливий агротехнічний захід, який дає змогу підвищити робочі швидкості агрегатів, поліпшує умови праці механізаторів, а відтак дозволяє досягти більшої продуктивності на послідовних операціях, які виконуються поперек оранки.

Зрозуміло, що рівну поверхню поля доцільно одержати в процесі оранки, а не за рахунок виконання додаткової операції вирівнювання його.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Дослідження з обґрунтування ширини загінки і оптимізації швидкості та ширини захвата агрегатів викладені в працях [1 - 3] та інших. Проте, не зважаючи на зазначене, питання підвищення ефективності використання орних агрегатів залишається недостатньо вивченим.

### **Мета роботи**

Мета роботи полягає в збільшенні продуктивності орних машинних агрегатів за рахунок обґрунтування оптимальної ширини загінки.

### **Основні результати досліджень**

Кількість борозен і гребенів на полі залежить від ширини загінки, яку вибирають виходячи із умов одержання максимального значення коефіцієнта робочих ходів [4]:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_n}, \quad (1)$$

де  $L_p$  і  $L_n$  - відповідно робоча довжина гону і довжина повороту, м.

При збільшенні ширини загінки сумарний холостий хід агрегату на поворотній смузі стає відносно більшим, а кількість розгінних борозен і звальних гребенів, а також кількість проходів агрегату при їх зарівнюванні зменшується. Кожне поле шириною  $A$  і довжиною  $L$  можна розділити на таку кількість загінок, при якій сумарний шлях на поворотах і зарівнюванні борозен буде мінімальним.

Загальну довжину холостих ходів на полі можна визначити так:

$$S_{x\text{ заг}} = n_z (S_{\text{он}} + S_{\text{пн}} + S_{\text{пер}} + S_o), \quad (2)$$

де  $S_{x\text{ заг}}$  – загальна довжина холостих ходів при оранці поля, м;

$n_z$  – кількість загінок на полі;

$S_{\text{он}}$  і  $S_{\text{пн}}$  – загальна довжина безпетльових і петльових поворотів агрегату на одній загінці, м;



$S_{пер}$  – сумарна довжина переїздів агрегату з однієї заїмки на іншу, м;

$S_{\delta}$  – сумарна довжина додаткових заїздів для зарівнювання звальних гребенів і розгінних борозен на полі, м.

Загальна довжина петльових поворотів на заїнці дорівнює добутку кількості поворотів

$\frac{2R}{B_p} - 1$  [5] на довжину одного повороту  $(6R + 2e)$ , тобто:

$$S_{пн} = \left( \frac{2R}{B_p} - 1 \right) (6R + 2e), \quad (3)$$

де  $R$  – радіус повороту агрегату, м;

$B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

Загальну довжину безпетльових поворотів агрегату на заїнці можна визначити аналогічним чином, при цьому кількість поворотів дорівнює [5]:

$$n_{\delta n} = \frac{C - 2R}{B_p}, \quad (4)$$

де  $C$  – ширина заїмки, м.

Довжину одного безпетльового повороту  $S_{\delta n}$  можна визначити за формулою [5]:

$$S_{\delta n} = 2R + X + 2e, \quad (5)$$

де  $X$  – довжина прямолінійної частини повороту, м.

$$X = 0,5C + R - 0,5B_p, \quad (6)$$

Таким чином, з врахуванням (4), (5) і (6) будемо мати

$$S_{\delta n} = \left( \frac{C - 2R}{B_p} \right) (3R + 2e + 0,5C - 0,5B_p). \quad (7)$$

При чергуванні заїмок всклад і в розгін на кожній із них буде одна розгінна борозна, яку зарівнюють тим же самим орним агрегатом. При цьому агрегат здійснює два проходи і його шлях складе (рис. 1)

$$S_{\delta} = 2L_p + 6R + 2e. \quad (8)$$

При переїзді до наступної борозни шлях агрегату буде складати

$$S_{пер} = C + 2R + 2e. \quad (9)$$

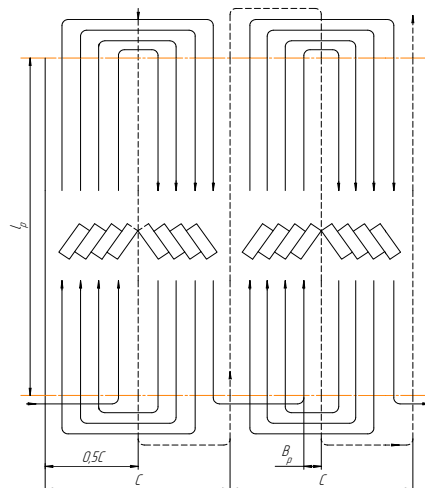


Рис. 1. Схема руху орного агрегату: \_\_\_\_\_ шлях агрегату при оранці;  
----- шлях агрегату при розрівнюванні звальних гребенів і розгінних борозен

Кількість заїмок на полі шириною  $A$  визначиться із співвідношення

$$n_3 = \frac{A}{C}. \quad (10)$$

Підставивши (3), (7), (8), (9) і (10) в (2), будемо мати



$$S_{x\text{ заг}} = \left[ \left( \frac{2R}{B} - 1 \right) (6R + 2e) + \left( \frac{C - 2R}{B} \right) \times \right. \\ \left. \times (3R + 2e + 0,5C - 0,5B) + 2L_p + 6R + 2e + C + 2R + 2e \right]$$

Спростивши цей вираз одержимо залежність за якою можна визначити загальну довжину холостого шляху при поворотах на кінцях загінки і розрівнюванні розгінних борозен на полі шириною  $A$

$$S_{x\text{ заг}} = \frac{A}{CB_p} [0,5C^2 + C(R + 2e + B_p) + 8R^2 + 2B_p(2R + 2e + L_p)]. \quad (11)$$

Мінімальне значення  $S_{x\text{ заг}}$  прийме при  $\frac{dS_{x\text{ заг}}}{dC} = 0$ .

$$C_{opt} = 2\sqrt{4R^2 + B_p(2R + 2e + L_p)}. \quad (12)$$

Якщо швидкість агрегату при русі на повороті і загінці рівні, оптимальній ширині загінки будуть відповідати мінімальні витрати часу на оранку всього поля.

Відома залежність [4] для визначення оптимальної ширини загінки

$$C_{opt} = \sqrt{2(LB + 8R^2)}, \quad (13)$$

не враховує проходів агрегату пов'язаних із розрівнюванням звальних гребенів і розгінних борозен, а тому вираховане за нею значення  $C_{opt}$  на 25-27 % менше одержаного згідно виразу (12) (табл. 1). В цій таблиці приведені значення ширини загінки, які визначені при умові, що радіус повороту агрегату  $R = 7$  м, ширина захвату плуга  $B_p = 3,15$  м, довжина виїзду  $e = 10$  м.

**Таблиця 1**

Значення оптимальної ширини загінки  $C_{opt}$ ,  
визначеної за формулою (13) і (12) в залежності від зміни довжини гону

Довжина гону, м	Значення оптимальної ширини загінки, визначеної за формулами, м		Відхилення, %
	(12)	(13)	
500	86,4	62,7	27,4
600	90,0	67,6	24,9
700	96,7	72,1	25,4
800	103,1	76,3	26,0
900	109,0	80,3	26,3
1000	114,6	84,2	26,5
1100	120,0	87,8	26,8

Практично оптимальна ширина загінки  $C_{opt}$ , вирахована згідно (12) мало залежить від радіуса повороту  $R$  і довжини виїзду агрегату  $e$ , тобто цими параметрами можна знехтувати. Тоді, залежність (12) прийме вигляд

$$C_{opt} = 2\sqrt{B_p L_p}. \quad (14)$$

В таблиці 2 приведені визначені за (12) і (14) значення оптимальної ширини загінки для агрегату, який включає трактор К-701 і плуг ПТК- 9-35 при умові, що радіус повороту агрегату  $R \approx 7$  м, довжина виїзду  $e \approx 7,5$  м, ширина захвату -  $B_p = 3,15$  м. Як видно із даних цієї таблиці значення оптимальної ширини загінки, визначеної за спрощеною залежністю (14) відрізняються від оптимальної ширини загінки, визначеної згідно (13) менше, ніж на 5 %. Таким чином, ширина загінки для орних агрегатів в значно більшій степені залежить від довжини гону і ширини захвату агрегату, ніж від радіуса повороту та його довжини виїзду і останні параметри можна не враховувати при визначенні оптимальної ширини загінки для зазначених агрегатів.

Дослідимо як буде змінюватися продуктивність орного агрегату в залежності від довжини гонів. Продуктивність агрегату за годину змінного часу можна визначити за формулою [4]:

$$W = 0,1B_p V_p \tau, \quad (15)$$

де  $W$  – продуктивність, га/год;  
 $V_p$  – робоча швидкість руху, км/год.;  
 $\tau$  – коефіцієнт використання часу.



Таблиця 2

Значення оптимальної ширини заїмки  $C_{opt}$ , визначеної за формулою (12) і (14) в залежності від зміни довжини гону

Довжина гону, м	Значення оптимальної ширини заїмки, визначеної за формулами, м		Відхилення, %
	(4.12)	(4.14)	
500	86,4	82,4	4,6
600	90,0	86,9	3,4
700	96,7	93,9	2,9
800	103,1	100,4	2,6
900	109,0	106,4	2,4
1000	114,6	112,2	2,1
1100	120,0	117,7	1,9

Коефіцієнт використання часу зміни являє собою відношення чистої роботи  $T_p$  до тривалості зміни  $T_{зм}$ , тобто

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (16)$$

Тривалість чистої роботи агрегату за зміну [6]:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{вон})}{1 + \tau_{пер} + \tau_{пов}} \quad (17)$$

де  $T_{пз}$  – тривалість підготовчо-заклучних робіт, пов'язана з витратою часу на проведення щозмінного технічного обслуговування агрегату, одержання наряду і здачу роботи, год;

$T_{обс}$  – тривалість організаційно-технічного обслуговування агрегату в заїнці, год;

$T_{вон}$  – час для відпочинку та особистих потреб обслуговуючого персоналу, год;

$\tau_{пер}$  – коефіцієнт переїздів агрегату з поля на поле (з ділянки на ділянку) протягом зміни;

$\tau_{пов}$  – коефіцієнт поворотів.

Коефіцієнт поворотів можна визначити за формулою [6]

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (18)$$

В таблиці 3 приведені значення коефіцієнта робочих ходів, визначених згідно (1) в залежності від оптимальної ширини заїмки. В результаті розрахунків даних цієї таблиці було встановлено наступне. Щоб виорати поле шириною 1000 м і з такою ж довжиною гонів (без врахування поворотних смуг) агрегат, який включає трактор К-701 і плуг ПТК-9-35 повинен зробити 312,5 робочих ходів загальною довжиною 312500 м. Загальна довжина холостих ходів, у залежності від ширини заїмки, наведена в таблиці.

При розрахунках продуктивності орного агрегату (К-701+ПТК-9-35) будемо вважати, що протягом зміни він не переїжджає з поля на поле, а тому  $\tau_{пер} = 0$ . Тривалість підготовчо-заклучних робіт  $T_{пз} = 0,5$  год.; час для відпочинку і особистих потреб  $T_{вон} = 0,5$  год; тривалість організаційно – технічного обслуговування агрегату в заїнці  $T_{обс} = 10$  хв. або 0,17 год.

Таблиця 3

Зміна коефіцієнта робочих ходів  $\varphi$  від ширини заїмки  $C_{онм}$  (коефіцієнти робочих ходів визначені при довжині гонів  $L_p = 1000$  м, ширині поля  $A = 1000$  м, робочому захвату плуга  $B_p = 3,2$  м, радіусу повороту  $R = 7$  і довжині виїзду агрегату  $e = 7,5$  м)

Ширина заїмки, м	50	100	115	150	200	250	300
Сумарна довжина холостих ходів, м	60660	46770	46200	47270	51460	57090	63550
Коефіцієнт робочих ходів	0,8374	0,8698	0,8712	0,8686	0,8586	0,8455	0,8310

Результати розрахунків продуктивності вищезазначеного орного агрегату приведені в табл. 4 і на рис 2. При розрахунках було прийнято, що довжина гонів становить 1000 м, робоча ширина захвату плуга  $B_p = 3,2$  м, робоча швидкість руху 12 км/год. Як видно із даних таблиці найвищий



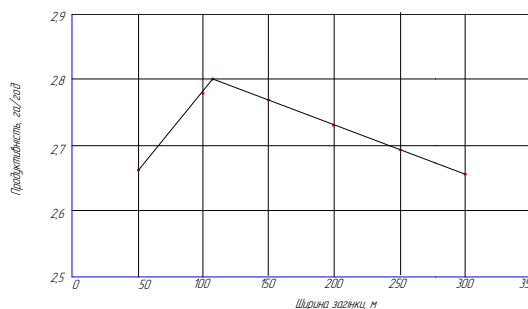
коефіцієнт використання часу зміни, відтак і найбільшу продуктивність агрегат буде мати при ширині заїмки 115 м, що близько до ширини оптимальної заїмки  $C_{opt} = 114,6$  м (див. дані табл. 1, 2).

**Таблиця 4**

Залежність продуктивності агрегату (К-701+ПТК-9-35) від ширини заїмки

Ширина заїмки, м	50	100	115	150	200	250	300
Коефіцієнт поворотів	0,194	0,150	0,148	0,151	0,165	0,183	0,203
Тривалість чистої роботи агрегату за зміну, год	4,88	5,07	5,08	5,07	5,00	4,93	4,85
Коефіцієнт використання часу зміни	0,698	0,724	0,725	0,724	0,715	0,704	0,692
Продуктивність агрегату, га/год.	2,68	2,78	2,80	2,78	2,75	2,70	2,66

Користуючись отриманими залежностями (12 або 14) можна визначити оптимальну ширину заїмки для будь якого орного агрегату, який рухається заїмним способом з чергуванням заїмок в склад і в розгін.



**Рис. 2. Графік залежності продуктивності  $W$  агрегату (К-701+ПТК-9-35) від ширини заїмки  $C_{opt}$**

В таблиці 5 приведені раціональні розміри заїмок для орних агрегатів, які найбільш широко використовуються в умовах України. Як видно із даних таблиці із зменшенням ширини захвату агрегату зменшується оптимальна ширина заїмки, а із збільшенням довжини гону вона збільшується.

**Таблиця 5**

Оптимальна ширина заїмки для орних агрегатів  
(при умові, що  $B_p = 1,05B_k$ ,  $B_k$  – конструктивна ширина захвату плуга, м)

Трактор	Робочий захват плуга, м	Ширина заїмки при довжині гону, м			
		500	800	1000	1200
К-701	3,30 м (дев'ять корпусів)	81,2	102,8	114,9	125,9
Т-150	2,20 м (шість корпусів)	66,4	83,9	93,8	102,8
Т-150 ХТЗ- 121	1,85 м (п'ять корпусів)	60,8	76,9	86,0	94,2
ДТ-75	1,50 м (чотири корпуси)	54,8	69,3	72,4	84,9
МТЗ ЮМЗ	1,1 м (три корпуси)	46,9	59,3	66,2	72,7

Таким чином, для полицевої оранки доцільно використовувати широко-захватні агрегати, оскільки вони дають змогу збільшити ширину заїмок. Із збільшенням ширини заїмок зменшується кількість розгінних борозен і звальних гребенів, забезпечується більш вирівняна оранка, зменшуються затрати часу на підготовку поля до роботи. При цьому підвищується урожайність культур і поліпшуються умови експлуатації МТА на наступних за оранкою операціях, а також на збиранні урожаю.

**Висновки**

За результатами аналітичних досліджень одержано залежність, яка дозволяє визначити раціональну ширину заїмки орного агрегату, який рухається заїмним способом з чергуванням



загінок всклад і врозгін. Встановлено, що ширина загінки для орних агрегатів в значно більшій степені залежить від довжини гону і ширини захвату агрегату, ніж від радіусу повороту та його довжини виїзду і останні параметри можна не враховувати при визначенні оптимальної ширини загінки для зазначених агрегатів. Наведені раціональні розміри загінок для орних агрегатів, що найбільш широко використовуються в умовах України, які дозволяють зменшити кількість розгінних борозен і свальних гребенів.

#### Список літератури

1. Хузин В.Х. Суммарная длина холостых ходов при групповой работе агрегатов / В. Х. Хузин // *Механизация и электрификации социалистического сельского хозяйства*. – 1976. – № 3. – С. 87-90.
2. Зангиев А. А. Ширина загона при групповой работе пахотных агрегатов / А.А. Зангиев // *Техника в сельском хозяйстве*. – 1978. – № 3. – С. 15-18.
3. Зангиев А. А. Оптимизация скорости и ширины захвата агрегата / А. А. Зангиев // *Механизация и электрификации сельского хозяйства*. – 1983. – № 4. – С. 48-52.
4. Ильченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. та ін. *Машиновикористання в землеробстві / За ред. В.Ю. Ильченка і Ю.П. Нагірного*. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
5. *Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н.Э. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев и др.* – М.: Колос, 1971. – 280 с.
6. *Експлуатація машин і обладнання / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорож-нюк та ін.* – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. – 576 с.

#### References

1. Huzin V.H. *Summarnaya dlina holostyih hodov pri gruppovoy rabote agregatov / V. H. Huzin // Mehanizatsiya i elektrifikatsii sotsialisticheskogo selskogo hazyaystva*. – 1976. – № 3. – S. 87-90.
2. Zangiev A. A. *Shirina zagona pri gruppovoy rabote pahotnyih agregatov / A.A. Zangiev // Tehnika v selskom hozyaystve*. – 1978. – № 3. – S. 15-18.
3. Zangiev A. A. *Optimizatsiya skorosti i shiriny zahvata agregata / A. A. Zangiev // Mehanizatsiya i elektrifikatsii selskogo hazyaystva*. – 1983. – № 4. – S. 48-52.
4. Ilchenko V.Iu., Nahirnyi Iu.P., Dzholos P.A. *ta in. Mashynovykorystannia v zemlerobstvi / Za red. V.Iu. Ilchenka i Iu.P. Nahirnoho*. – K.: Urozhai, 1996. – 384 s.
5. *Posobie po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka / N.E. Fere, V.Z. Bubnov, A.V. Elenev i dr.* – M.: Kolos, 1971. – 280 s.
6. *Ekspluatatsiia mashyn i obladnannia / I.M. Bendera, V.P. Hrubyi, P.I. Rozdorozh-niuk ta in.* – Kamianets-Podilskiy: FOP Sysyn Ia.I., 2013. – 576 s.

### ВЫБОР ШИРИНЫ ЗАГОНА ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

**Аннотация:** изложены результаты исследований по обоснованию рациональной ширины загона пахотного агрегата. Получена зависимость, которая позволяет определить суммарную длину холостых ходов агрегата при поворотах и разравнивании разгонных борозд и свальных гребней на поле заданной шириной. Исследовано изменение производительности пахотного агрегата в зависимости от длины гона. Приведены рациональные размеры загонок для отвальной вспашки, которые позволяют уменьшить количество разгонных борозд и свальных гребней.

**Ключевые слова:** загонка, ширина, пахотный агрегат, отвальная вспашка, разгонные борозды, свальные гребни.

### THE CHOICE OF THE WIDTH OF ARABLE PART UNIT

**Summary:** it was conducted analytical analysis of changes in the optimal width of the enclosure of the arable unit, which moves in succession alternating parts inside and outside. The dependence of changes of the total length of idle strokes of the unit when turning at the ends of the parts and spreading the upper stage of the furrows on the field of a given width. It is studied how the productivity of the arable unit, depends on the length of the row. It is given rational dimensions of parts for share plowing, which allows to reduce the number of booster falling-in furrows and ridges.

**Keywords:** part, width, arable unit, share plowing, falling-in furrows, back ridges.