

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ ЗА ШАХОВИМ ТИПОМ

**Шустік Л.П.**, канд. техн. наук, с.н.с.

e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net). <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**Мариніна Л.І.**, канд. техн. наук,

**Степченко С.В.**

**Нілова Н.П.**

**Супрун В.І.** <https://orcid.org/0000-0003-3469-3389>

УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого

**Анотація.** У статті проведено аналіз технології широкорядної сівби за шаховим типом та визначено її поняття, а також наведено основні недоліки та переваги такого способу укладання насіння в рядку. Представлено сівалки зарубіжного та вітчизняного виробництва, які дозволяють здійснювати сівбу за шаховим типом, що тотожне синхронізованій рівномірній укладці насіння в суміжних здвоєних рядках або відповідно до термінології виробників таких сівалок – Twin Row. Наведено конструкційні особливості цих сівалок. Проведено польові дослідження сівби за технологією Twin Row в Київській та Запорізькій областях. Досліджено розподіл висіяного насіння і візуальне оцінювання сходів після сівби сівалкою Azurit 9. Встановлено принципову відмінність сівалки Azurit 9 німецького виробництва та сівалки Вега-8 вітчизняного виробництва, що полягає в тому, що у сівалки Azurit 9 синхронізація укладання насіння в шаховому порядку здійснюється за допомогою єдиного в секції висівного барабана з двома рядами комірок, зміною швидкості обертання якого досягається необхідна норма висіву насіння, а у сівалки Вега-8 використано окремі висівні секції рознесені по ширині і ходу руху агрегата. Аналітичними дослідженнями встановлено, що для запобігання зрушенню укладених насіння передньою висівною секцією зсунутим валком ґрунту задньої висівної секції на робочих швидкостях в діапазоні до 8 км/год та глибині загортання насіння  $L=2...6$  см за вибраних дисків діаметром  $D=660$  мм встановлених під кутом  $\alpha \approx 20^\circ$  рознесення суміжних в парі секцій має складати  $M' \geq 0,35D$ , а рознесення  $L$  в двох поперечних рядках має складати  $L \geq 0,8D$ .

**Ключові слова:** сівба за шаховим типом, Twin Row, Delta Row, висівна секція, синхронізація, здвоєні рядки, розподіл насіння, виробники.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі світовим трендом є розроблення сівалок, які забезпечують покращені параметри росту й розвитку рослин: площі живлення, водного та сонячного режимів. Таким трендом є широкорядна сівба за шаховим типом – з широким міжряддям здвоєними поперечно вузькорознесеними рядами, з повздовжньою синхронізацією в них зсуву насіння на половину інтервалу їх укладання.

Мета статті. Провести аналіз технології сівби за шаховим типом, конструкційних особливостей сівалок для здійснення синхронізованої рівномірної укладки насіння в суміжних здвоєних рядках та дослідити їх роботу в польових умовах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важливість розробки сівалок для шахового типу сівби полягає як в наявних напрацюваннях в цьому напрямку фірмами, які вже пропонують готові розробки, так і тих, хто інтенсивно їх пропагує перед виведенням на ринок, зокрема сівалка Azurit (фірми Lemken, Німеччина) на Міжнародній виставці в 2017 році в м. Ганновер (Німеччина) визнана кращим виробом у своєму класі машин.

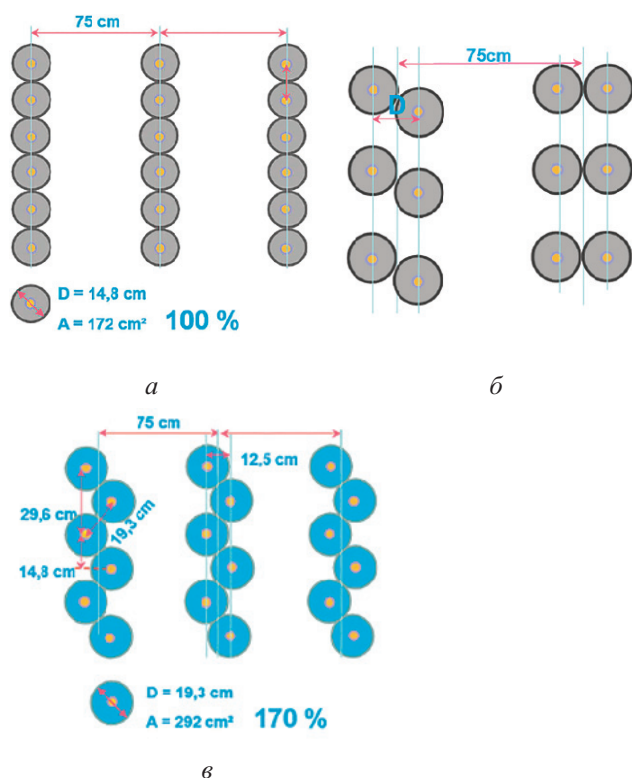
Для розуміння визначення широкорядної сівби і сівби за шаховим типом нами запропоновано терміни та поняття.

Широкорядна рядкова сівба – з широким міжряддям одинарними рядками з рівновіддаленою в повздовжньому напрямку укладкою на-

сінин.

Ширококорядна сівба за шаховим типом – з широким міжряддям здвоєними поперечно вузькорознесеними рядками з повздовжньою синхронізацією в них зсуву насіння на половину інтервалу їх укладання.

На рисунку 1 показано схеми ширококорядної рядкової сівби та за шаховим типом, що використовують різні світові виробники сівалок з нежорсткою та жорсткою синхронізаціями зсуву насінин на половину інтервалу їх укладання в суміщених рядках з вузьким міжряддям [1].



**Рисунок 1** – Схема укладання насіння при ширококорядній сівбі культур:

а) ширококорядна рядкова сівба; б) ширококорядна сівба за шаховим типом: з нежорсткою синхронізацією зсуву насіння на половину інтервалу їх укладання Twin Row посівними секціями сформованими попарно (Грейт Плейнз, США; Aerosem PCS Dupluxe Seed (Pottinger, Австрія); Vega 8 (ТОВ «Ельворті», Україна)); в) з жорсткою синхронізацією зсуву насіння на половину інтервалу їх укладання двоохрядним катушковим механізмом в одній посівній секції Delta Row Azurit 9 (Lemken, Німеччина)

Переваги ширококорядної сівби за шаховим типом порівняно з рядковою сівбою полягають в тому, що ширококорядна сівба за шаховим типом порівняно з рядковою сівбою забезпечує однакові та різносторонньо рівномірні відносно кореневої системи і стебла рослин умови росту,

що і сприяють таким позитивам: збільшенню площі живлення на 70%; покращенню водного та сонячного режимів росту (при цьому укладка насіння використовує посівні площі, які в несинхронізованому процесі займають 14 %; в синхронізованому процесі – 45 %); можливість сівби збільшених норм; збільшений від 5 % до 20 % врожай.

Недоліками ширококорядної сівби за шаховим типом порівняно з рядковою сівбою є такі: більша в 2,3...3,2 питома вартість кожної секції сівалки з системою Delta Row порівняно з однорядковими сівалками; неадаптованість звичайних жаток до посівів за системою Twin Row.

Існує відмінність в термінології принципів сівби за шаховим типом, зокрема:

- Twin Row (відстань рознесення суміжних вузьких рядків 20 см, синхронізація зсуву насіння в суміжних рядках відсутня або можлива з допуском нечіткого додержання зсуву в межах половини інтервалу укладки).

- Delta Row (відстань рознесення суміжних вузьких рядків 12,5 см; жорстка синхронізація зсуву насінин в межах половини інтервалу їх укладки).

Світові виробники сівалок пропонують сівалки для ширококорядної сівби з різними підходами до синхронізації укладання насіння в звужених суміщених рядках серед яких система Delta Row однією з найбільш перспективних.

Загальний вигляд сівалок для сівби за шаховим типом та систем для їх реалізації провідних світових виробників сівалок представлено на рисунках 2-7.



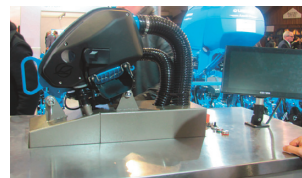
**Рисунок 2** – Загальний вигляд сівалки MaterMass (Італія) [2]



а

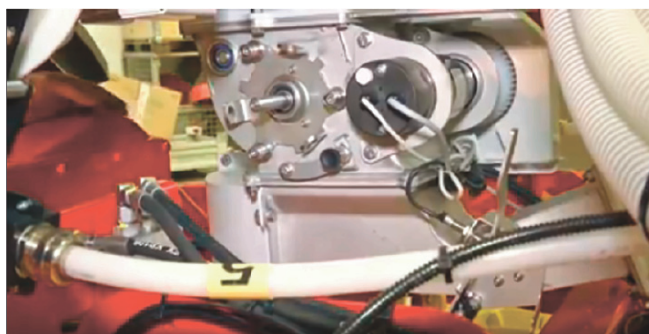


а



б

**Рисунок 7** – Сівалка Azurit 9/x75 (Німеччина) для сівби за шаховим типом: а – загальний вигляд; б – система Delta-Row на стенді м. Ганновер

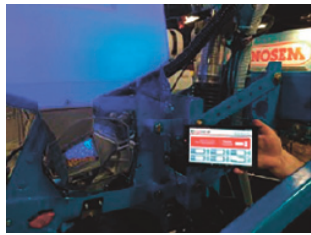


б

**Рисунок 3** – Сівалка Pottinger Aerosem PCS Duplex Seed (Австрія) для сівби комбінованим (рядковим та шаховим) типом [3]: а – загальний вигляд; б – система Duplex Seed



а



б

**Рисунок 4** – Сівалка Monosem (Франція) для сівби за шаховим типом [4]: а – загальний вигляд; б – система Sunc-Row



**Рисунок 5** – Сівалка Great Plains Yield-Pro TWIN ROW (США) [5]



**Рисунок 6** – Сівалка Kinze 3600 ASD TWIN 16 ROW (США) [6]



**Рисунок 8** – Загальний вигляд сівалки Azurit 9 з блоком мінеральних добрив агрегованих на тракторі Forterra 150 HD ZETOR

Базовим елементом вказаної сівалки є посівна секція (рис. 9), конструкція якої дозволяє висівати два рядки синхронізовано, зміщених вузько рознесених рядків, між якими вносяться мінеральні добрива. Крім того, сівалка дозволяє працювати в ґрунті з вмістом рослинних решток для чого пропонується блок очисних зірочок.



а



б



в

**Рисунок 9** – Загальний вигляд посівної секції сівалки Azurit 9:

а – вигляд збоку; б – вигляд зверху; в – вигляд блока очисних зірочок

На рисунках 10-11 показано розподіл висіяного насіння і сходи після сівби сівалкою Azurit 9.



а



б

**Рисунок 10** – Загальний вигляд розподілу насіння в ґрунті:

а – забезпечення відстані і синхронізації укладання насіння у вузькорознесених рядах; б) – відстань між насінинами



**Рисунок 11** – Загальний вигляд сходів кукурудзи по-сіяної сівалкою Azurit 9

На рисунку 11 чітко спостерігається шаховий принцип сходів кукурудзи після висіву сівалкою

Azurit 9.

У квітні 2018 року інститут розпочав дослідження вітчизняної сівалки Вега-8 (рис. 12) із системою висіву за шаховим типом Twin Row, випробування якої проводились в м. Мелітополь Запорізької області.



**Рисунок 12** – Загальний вигляд сівалки Вега-8 зі здвоєними висівними секціями

Принциповою відмінністю цієї сівалки від попередньої є те, що у сівалки Azurit 9 синхронізація укладання насіння в шаховому порядку здійснюється за допомогою єдиного в секції висівного барабана з двома рядами комірок, змінною швидкості обертання якого досягається необхідна норма висіву насіння, а у сівалки Вега-8 використано окремі висівні секції рознесені по ширині і ходу руху агрегата. При цьому зміщення кроку насіння передньою і задньою висівними секціями забезпечується ланцюгово-зірочковим механізмом (рис. 13) з дисковим регулятором зміни кута повороту висівного диска та відповідно кроку між насінинами.



**Рисунок 13** – Загальний вигляд механізму синхронізації зміщення кроку розкладання насіння

Для внесення добрив сівалка обладнана сошником для добрив (рис. 14).



Рисунок 14 – Загальний вигляд сошника для внесення добрив сівалки Вега-8

Аналітичними дослідженнями встановлено, що для запобігання зрушенню укладених насінин передньою висівною секцією зсунутим валком ґрунту задньою висівною секцією на робочих швидкостях в діапазоні до

8 км/год та глибині загортання насіння  $L=2\dots 6$  см за вибраних дисків діаметром  $D=660$  мм, встановлених під кутом  $\alpha \approx 20^\circ$  рознесення суміжних в парі секцій має складати  $M_1' \geq 0,35 D$ , а рознесення  $L$  в двох поперечних рядах має бути рівнем  $L \geq 0,8D$  (рис. 15, 16).

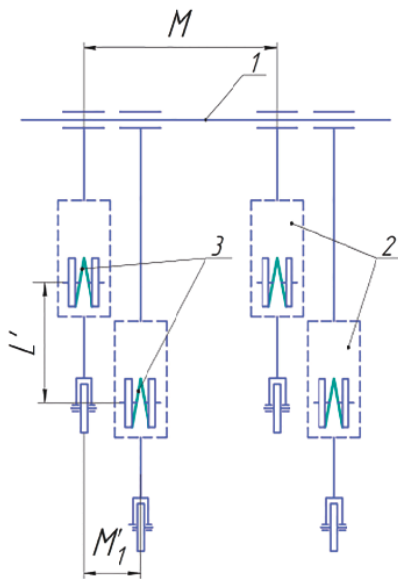


Рисунок 15 – Схематичне зображення компоновання сівалки для сівби за шаховим типом:  
1 – рама; 2 – посівні секції; 3 – дискові сошники;  
 $M$  – крок пар секцій;  $M_1'$  – рознесення суміжних у парі секцій

Отже, світовий тренд розробки, досліджень та впровадження сівалок з шаховим типом сівби прогнозує про можливі резерви збільшення врожайності просапних культур, водночас при цьому є необхідність ретельної перевірки конструкційно-технологічних особливостей таких сівалок у виробничих умовах.

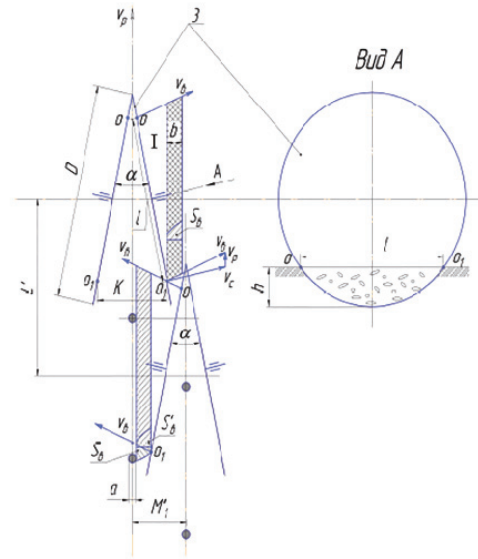


Рисунок 16 – Загальний вигляд розстановки суміжних пар секцій в сівалці з синхронізацією укладання насіння за шаховим типом: 3 – сошник;

$D$  – діаметр диска сошника;  $\alpha$  – кут установки дисків сошника;  $L$  – глибина висіву насіння;  $V_v$  – результантний вектор від кидання ґрунту;  $V_c$  – вектор сколення ґрунту;  $V_P$  – вектор руху сівалки;  $S_v$  – форма перерізу валка;  $b$  – ширина валка;  $I$  – зона ґрунту, яка зсувається частиною диска зануреного в ґрунт;  $K$  – відстань між сошниками в точках занурення в ґрунт;  $l$  – довжина хорди зануреного сошника в ґрунт на глибину  $h$ ;  $a$  – розмір насінини; – рознесення суміжних в парі секцій

### Висновки.

1. Світовим трендом конструювання сучасних просапних сівалок є можливість проведення широкорядної сівби за шаховим типом – з широким міжряддям здвоєними поперечно вузькорознесеними рядами з поздовжньою синхронізацією в них зсуву насіння на половину інтервалу їх укладання.

2. Провідні світові виробники сівалок пропонують різні підходи, принципові рішення розкладання насінин в шаховому порядку (механічні, електронно-механічні).

3. У господарствах України напрямок сівби за шаховим типом набуває все більшого впровадження в контексті чого фірма Lemken розпочала інтенсивну програму демо-показів власної розробки – сівалки Azurit 9.

4. Власні теоретичні дослідження показують, що для механічних систем сівби за шаховим типом для унеможливлення зсуву укладених першою секцією насінин задньою секцією, яка набігає, в діапазоні швидкостей до 8 км/год та глибини загортання насіння до 6 см, існує їх тісна залежність між рознесеннями суміжних в парі секцій та в поперечних рядах від діаметра диска сошника.

5. Інститутом досліджено якість роботи деяких сівалок під час сівби за шаховим типом та взято під контроль розвиток сходів і рослин для

прогнозу і оцінювання їхньої урожайності.

### Література

1. Проспект фірми Lemken: Azurit Delta-Row.
2. Інтернет-ресурс. Сеялки MS Twin Row – созданы для урожайности.
3. Проспект фірми Поттінгер: Pottinger magazine 2018.
4. Інтернет ресурс. Пневматическая сеялка точного высева Monosem для заделки семян с диском Twin Row.
5. Інтернет ресурс. <https://www.greatplainsmfg.com.ua/ru>.
6. Інтернет-ресурс. СівалкаKinze 3600 Twin Row.

### Literature

1. Prospect Firmi Lemken: Azurit Delta-Row.
2. The Internet resource. MS Twin Row seeders are designed for yield.
3. Prospect Firmi Pottener: Pottinger maga-

UDC 631.331:001.8

## INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PRINCIPLES OF SEEDING MACHINES FOR SEEDING IN A CHESS TYPE

**Shustik L.**, Candidate of Engineering Sciences (Ph. D.)

e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net). <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**Marinina L.**, Candidate of Engineering Sciences (Ph. D.)

**Stepchenko S.**

**Nilova N.**

**Suprun V.** <https://orcid.org/0000-0003-3469-3389>

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

**Summary.** *The article analyzes the technology of wide-row sowing in the chess type and defines its concepts, as well as the main disadvantages and advantages of this method of laying seeds in a row. Seeders of the world and domestic production are presented, which allow to carry out the sowing according to the chess type, which is identical to the synchronized uniform packing of seeds in adjacent double lines or according to the terminology of the producers of such seeders - Twin Row. The structural features of these seeders are given. Field investigations of sowing were carried out using Twin Row technology in the Kiev and Zaporozhye regions. The distribution of seeded seeds and visual evaluation of seedlings after sowing by the Azurit 9 seeder was studied. A fundamental difference was found between the Azurit 9 seeder of German production and the Vega-8 seeder of domestic production, which consists in synchronizing the seeding of*

*zine 2018.*

4. Internet resource. Pneumatic seed drill Monosem for seed sealing with a Twin Row disc.

5. Internet resource. <https://www.greatplainsmfg.com.ua/en>.

6. The Internet resource. Sivalka Kinze 3600 Twin Row.

### Literatura

1. Prospekt firmi Lemken: Azurit Delta-Row.

2. Internet-resurs. Seyalki MS Twin Row – sozdanyi dlya urojaynosti.

3. Prospekt firmi Pottinrer: Pottinger magazine 2018.

4. Internet resurs. Pnevmaticheskaya seyalka tochnogo vyiseva Monosem dlya zadelki semyan s diskom Twin Row.

5. Internet resurs. <https://www.greatplainsmfg.com.ua/ru>.

6. Internet-resurs. SivalkaKinze 3600 Twin Row.

*Azurit 9 with a single in the section of the sowing drum with two rows of cells, the change in the rotation speed of which achieves the required rate of seed sowing, and the Vega-8 seeders use separate seeding sections The width and the movement of the unit. Analytical studies have established that in order to prevent the seed plot from sowing by the front seeding section from shifting the soil of the rear seeding section at working speeds in the range of up to 8 km/h and the seeding depth  $L=2...6$  cm in the selected discs of diameter  $D=660$  mm at an angle of  $\alpha \approx 20^\circ$ , the distance of the adjacent sections in the pair should be  $M_l \geq 0,35D$ , and the spacing  $L$  in the two transverse rows should be  $L \geq 0,8D$ .*

**Key words:** *sowing on the chess type, Twin Row, Delta Row, viseping section, synchronization, double lines, seed distribution, producers.*

УДК 631.331:001.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ СЕЯЛОК ДЛЯ ПОСЕВА ПО ШАХМАТНОМУ ТИПУ

**Шустик Л.П.**, канд. техн. наук, с.н.с.

e-mail: shustik@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**Маринина Л.И.**, канд. техн. наук

**Степченко С.В.**,

**Нилова Н.П.**,

**Супрун В.И.** <https://orcid.org/0000-0003-3469-3389>

УкрНИИПИТ им. Л.Погорелого

**Аннотация.** В статье проведен анализ технологии широкорядного посева по шахматному типу и определены ее понятия, а также приведены основные недостатки и преимущества такого способа укладки семян в строке. Представлены сеялки мировых и отечественных производств, которые позволяют осуществлять посев по шахматному типу, что тождественно синхронизированной равномерной укладке семян в смежных сдвоенных строках или в соответствии с терминологии производителей таких сеялок – Twin Row. Приведены конструкционные особенности этих сеялок. Проведены полевые исследования сева по технологии Twin Row в Киевской и Запорожской областях. Исследовано распределение высеянных семян и визуальное оценивания всходов после посева сеялкой Azurit 9. Установлено принципиальное отличие сеялки Azurit 9 немецкого производства и сеялки Вега-8 отечественного производства, которое заключается в том, что в сеялке Azurit 9 синхронизация

укладки семян в шахматном порядке осуществляется с помощью единого в секции высевающего барабана с двумя рядами ячеек, изменением скорости вращения которого достигается требуемая норма высева семян, а в сеялке Вега-8 использованы отдельные посевные секции разнесены по ширине и хода движения агрегата. Аналитическими исследованиями установлено, что для предотвращения сдвига высеянных семян передней посевной секцией сдвинутым валиком почвы задней высевающей секции на рабочих скоростях в диапазоне до 8 км/ч и глубине заделки семян  $L=2...6$  см в выбранных дисков диаметром  $D = 660$  мм установленных под углом  $\alpha \approx 20^\circ$  расстояние смежных в паре секций должно составлять  $M_f \geq 0,35D$ , а разнос  $L$  в двух поперечных рядах должно составлять  $L \geq 0,8D$ .

**Ключевые слова:** посев по шахматному типу, Twin Row, Delta Row, висевная секция, синхронизация, сдвоенные строки, распределение семян, производители.