

## ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ДОРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

**С. Олексенко, О. Харитонов,**  
*Миргородська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

*Наведено результати формування комплексів машин для доробки і зберігання зерна відповідно до умов господарюючого суб'єкта.*

**Ключові слова:** *зерно, комплекси машин, доробка, зберігання*

Якісне проведення післязбиральної обробки, забезпечення збереження без втрат зерна і покращення його якості під час зберігання – одне з основних завдань сільськогосподарського виробництва, підприємств для зберігання і переробки зерна.

Зернова маса характеризується неоднорідністю. Складається вона із основної зернової культури і домішок. Різні домішки надають зерновій масі небажані властивості: підвищують її вологість (оскільки їх вологість вища, ніж вологість зерна), утруднюють зберігання і переробку зерна.

Крім того, зерно – живий організм, і в ньому після збирання врожаю продовжують відбуватися біохімічні і фізіологічні процеси. Це викликає підвищення температури зернової маси, активізацію життєдіяльності мікроорганізмів і, як наслідок – зниження якості зерна. Ці процеси особливо активно проходять в зерновій масі, яка має підвищену вологість.

Зернова маса, яка має підвищену вологість і значну кількість смітцевої домішки, повинна проходити спеціальний післязбиральну обробку, основні операції якої – очищення, сортування, сушіння і доведення до потрібних кондицій за чистотою, вологістю та іншими показниками зерна та насіння. Важливим фактором зернового виробництва є також забезпечення умов для збереження зерна без втрат.

Для виконання цих робіт використовують машини, агрегати, зерноочисні і зерносушильні комплекси, насіннеочисні приставки, а також обладнання для переміщення і завантаження зерна в транспортні засоби.

Післязбиральний обробіток залишається найпроблемнішим питанням зернового виробництва. Із загальних втрат зерна (до 15 %) на долю обробітку і зберігання припадає до 70 % втрат [1].

Післязбиральний обробіток є також найбільш енергоресурсоємким процесом, на який приходиться 30 % – 40 % затрат палива, 90 % – 95 % електроенергії і 10 % – 12 % трудовитрат. Це приблизно в 2 рази вище, ніж питомі витрати енергії і ресурсів в розвинутих країнах Західної Європи, подібних за природно-кліматичними умовами з Україною [2].

Своєчасне і якісне виконання робіт з післязбиральної обробки і зберігання зерна, зниження затрат і скорочення втрат при цьому вимагає правильного підбору і використання технічних засобів, вибору прогресивних технологічних схем очищення, сушіння і зберігання зернових мас.

Нижче наведені результати формування комплексів машин і обладнання для господарств з різними об'ємами виробництва зерна.

В основу формування комплексів машин з адаптацією до умов господарюючого суб'єкта покладені вибрані технологічні схеми і розміри сільськогосподарських угідь господарств, об'єми виробництва зерна при середній урожайності 50 ц/га (табл. 1).

Таблиця 1 – **Об'єми виробництва зерна**

| Розміри сільгоспугідь, га | Об'єми виробництва, т |
|---------------------------|-----------------------|
| до 50                     | до 250                |
| 51 – 500                  | до 2500               |
| 501 – 2000                | до 10000              |
| більше 2000               | більше 10000          |

При формуванні комплексів машин враховані також наступні фактори:

- зерноочисне обладнання повинно забезпечити умови для попереднього, первинного і вторинного очищення зерна;
- структура парку зерноочисних машин повинна становити: 45% – машини попереднього очищення, 25% – машини первинного очищення, 30% – машини вторинного очищення і універсальні машини;
- завантаження обладнання: зерносушарки – річне 30 діб, добове 22 год; сепаратори – річне від 200 год до 300 год, добове від 20 год до 22 год.

Аналізом способів очищення зерна визначена схема технологічного процесу, яка передбачає попереднє очищення в ворохоочисних або повітряно-решітних машинах, первинне очищення – в повітряно-решітних машинах, вторинне очищення – в трієрних блоках або безрешітних аеродинамічних сепараторах.

Для господарств з невеликими об'ємами зерна (в даному випадку до 250 тонн) оптимальним є технологічний процес доробки і зберігання врожаю.

Зерно, вивантажене з бункера комбайна, транспортними засобами (автомобілем, причепом тощо) з поля направляється на майданчик, який повинен бути розміщений недалеко від посівних площ, щоб максимально скоротити дальність перевезення зерна.

Майданчик являє собою спеціально підготовлену ділянку (утрамбовану або заасфальтовану) для тимчасового розміщення зерна і його очищення на пересувних зерноочисних машинах. Майданчики повинні бути облаштовані на рівному місці і піднятими на 300–350 мм над прилеглою територією. Площу майданчика визначають приблизно з розрахунку від 3 м<sup>2</sup> до 3,5 м<sup>2</sup> на 1 га посівної площі. Розміри майданчиків: ширина 7–14 м, а довжина визначається в залежності від місцевості і кількості зерна, яке необхідно

розмістити, але не більше 50–60 м. Майданчик розміщують довгою стороною перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів. Він повинен бути зручним для під'їзду транспортних засобів, транспортуючих і зерноочисних машин, установок активного вентилявання тощо.

Зернову масу, яка надходить з поля, одразу ж піддають попередньому очищенню. Для цього може бути використаний самопересувний сепаратор-ворохоочисник СВС-25 виробництва Житомирського заводу «Вібросепаратор» або повітряно-решітний сепаратор з «заглушеними» підсвіними решетами і форсованим повітряним потоком.

Очищене зерно направляється (у випадку підвищеної вологості) на сушіння або на формування буртів для тимчасового зберігання – від кількох діб до одного – трьох місяців.

Для сушіння зерна доцільно використовувати пересувну зерносушарку К4-УС2-А виробництва Одеського заводу «Продмаш». Зерносушарка може працювати на відкритому майданчику і під навісом за температури від мінус 20 °С до 50 °С і сушити зерно продовольчого і фуражного призначення. Її планова продуктивність – 10 т/год при зниженні вологості на 6 %. При цьому витрати дизельного палива становлять не більше 73 кг/год, електроенергії – не більше 37 кВт/год, діапазон регулювання робочих температур агента сушіння при температурі навколишнього середовища 15 °С становить 60–160 °С. При умові безперервної подачі сирого зерна в бункер, обслуговувати зерносушарку може один чоловік. В залежності від початкової вологості зерно можна сушити паралельно (одночасно в двох шахтах), послідовно (спочатку в одній шахті, а потім в другій) і методом рециркуляції (при сушінні зерна з високою вологістю).

Для зберігання зерна у буртах їм надають форму конуса, піраміди, призми або іншої геометричної фігури, що дає змогу легко накривати бурти та забезпечити стікання атмосферних опадів. Однак під час зберігання зерна в бурті важко вести спостереження за його станом у внутрішніх частинах насипу. Для захисту буртів від несприятливого впливу дій навколишнього середовища використовують брезенти або плівки із синтетичних матеріалів. Наприклад, у США плівки підстилають під основу бурта і натягують на легкий каркас з алюмінію, який кладуть зверху бурта.

Велике значення для зберігання зерна має підготовка зернової маси до укладання в бурт. Незалежно від вологості воно повинно бути охолодженим до 8 °С і нижче. Це дає змогу запобігти активному розвитку в ній кліщів і комах, а також зменшити можливість виникнення самозігрівання.

Для прискорення процесу післязбирального дозрівання, вирівнювання температури і вологості необхідно проводити активне вентилявання зернової маси. Для цього найбільш раціонально використовувати переносні вентиляційні установки ПВУ-2 продуктивністю 20000 м<sup>3</sup>/год.

За відсутності установок для активного вентилявання на майданчиках можуть бути укладені перфоровані металеві труби або труби з вирізаними вікнами, закриті решітками, а також спеціальні дерев'яні трикутні труби.

Один кінець труб заглушують, а до другого (зовнішнього) приєднують вентилятор. Труби розміщують як уздовж, так і впоперек майданчика.

Для довгострокового зберігання зерна з точки зору економічної доцільності можна використовувати технологію зберігання зерна в поліетиленових рукавах.

За даною технологією можна зберігати зерно фуражного і продовольчого призначення вологістю до 15 %. Термін зберігання зерна – до одного року. Майданчик, на якому планується розміщувати рукави із зерном, бажано вибирати з урахуванням можливості розвантаження їх у будь-яку пору року. Вони повинні бути розташовані на підвищеній місцевості, щоб уникнути можливого накопичення вологи на ґрунт та їх підтоплення після опадів. Поверхня майданчика повинна бути твердою і рівною для запобігання утворенню складок, які можуть стати місцем розриву рукавів. В процесі зберігання зерна необхідно періодично контролювати температуру і вологість зернової маси. Також необхідний постійний візуальний контроль за цілісністю рукавів.

На ринку нашої країни поліетиленові рукави пропонують ТОВ «Планета Пластик» (м. Ірпінь) та зарубіжні фірми «Akron», «Agrinplex», «Silobolsa», «Iresa Silo» (всі Аргентина) та фірма «Ag-Bag» (США). Розміри рукавів вітчизняного виробництва: діаметр – 2,74 м і 3,05 м; довжина – 60 м і 75 м; місткість – 200 т, 250 т і 310 т. Розміри рукавів зарубіжного виробництва: діаметр – 1,52 м, 1,83 м, 2,74 м і 3,05 м; довжина – 60 м і 75 м; місткість – 65 т, 90 т, 200 т, 250 т і 310 т.

Для завантаження зерна в рукави та їх розвантаження використовуються наступні технічні засоби:

- зернопакувальні машини ЗПМ-180 і шнекові розвантажувачі ЗРМ-180 продуктивністю 180 т/год (ВАТ «Завод Кобзаренка»);

- зернопакувальні і зернорозвантажувальні машини зарубіжних фірм «Akron», «Richiger», «Mainero», «Agromec» (всі Аргентина), «Loftness» (США), «Romill» (Чехія), продуктивністю від 120 т/год до 350 т/год.

Всі машини агрегатуються з колісними тракторами загального призначення з частотою обертання ВВП 540 об/хв.

Для переміщення зерна під час виконання технологічних операцій доцільно використовувати наступні транспортуючі механізми Лубенського заводу «Комсомолец»: пересувні стрічкові конвеєри У13-ТЛП продуктивністю 10 т/год і 20 т/год та пересувний гвинтовий конвеєр У13-УКШ для подачі вологого зерна до зерносушарки і відведення просушеного зерна.

Для інших (більших) господарств технологічні лінії повинні включати в себе машини і обладнання, змонтовані в єдиний комплекс і складатися із відділень приймання і тимчасового зберігання зерна, очищення зерна, зерносушильного відділення і відділення зберігання зерна: відділення приймання і тимчасового зберігання зерна, відділення очищення зерна.

Перелік обладнання комплексів з розмірами угідь 51–500 га і 501–2000 га наведений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Обладнання комплексів для доробки і зберігання зерна

| Найменування обладнання                                  | Марка обладнання                            | Кількість обладнання для господарств з розмірами угідь, га |          | Продуктивність, т/год                         | Виробник  |
|--|---|--|----------|---|---|
|  |   | 51–500   | 501–2000 |   |   |
| 1  | 2   | 3  | 4        | 5   | 6   |
| Відділення приймання і тимчасового зберігання зерна      |   |  |          |   |   |
| Автомобіле-розвантажувач*                                | У-АРГ (55 т – 70 т, 11,7 м – 16,7 м)        | 1  | 1        | 265 – 300                                     | ТОВ «Елеваторпромсервіс», м. Миколаїв                 |
|  | У-АРГ-2280 (80 т, 22 м)                     | 1  | 1        | 250 – 300                                     | те саме   |
|  | АРВ-1650 (50 т, 15,7 м)                     | 1  | 1        | 140   | -/-   |
|  | РАГ-65 (55 т, 17 м)                         | 1  | 1        | -   | ЗАТ «Калинівський машинобудівний завод», м. Калинівка |
| ZEO-GARU (60 т – 80 т, 18 м – 22 м)                      | 1   | 1  | -        | ТОВ «Завод Елеваторного обладнання», м. Одеса |   |
| Приймальний бункер                                       | У13-БВА (30 м <sup>2</sup> )                | 1  | 3        | -   | ПП «Завод «Комсомолец», м. Лубни                      |
|  | У13-БЗВ (45 м <sup>2</sup> )                | 1  | 2        | -   | те саме   |
| Приймальний конвеєр                                      | Виготовлення на замовлення                  | 1  | 1        | -   | -   |
|  | ТБ-30                                       | 1  | 1        | 25  | ПП «Завод «Комсомолец», м. Лубни                      |
| Бункери тимчасового зберігання зерна                     | ТБ-40                                       | 1  | 1        | 25  | ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш»                              |
|  | У13-БВА (30 м <sup>2</sup> )                | 4  | 6        | -   | ПП «Завод «Комсомолец», м. Лубни                      |
| Норія завантаження бункерів тимчасового зберігання зерна | У13-БЗВ (45 м <sup>2</sup> )                | 3  | 4        | -   | те саме   |
|  | Виготовлення на замовлення, місткість 150 т | 1  | 1        | -   | -   |
| Норія завантаження бункерів тимчасового зберігання зерна | У2-УН-20                                    | 1  | 2        | 20  | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»                |
|  | ЕКЗ-25                                      | 1  | 2        | 20  | ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир                      |
|  | У13-УН-20                                   | 1  | 2        | 20  | ПП «Завод «Комсомолец», м. Лубни                      |
|  | Н1-20                                       | 1  | 2        | 20  | ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш»                              |
| Норія завантаження машини попереднього очищення зерна    | У2-УН-20                                    | 1  | 2        | 20  | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»                |
|  | ЕКЗ-25                                      | 1  | 2        | 20  | ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир                      |
|  | У13-УН-20                                   | 1  | 2        | 20  | ПП «Завод «Комсомолец», м. Лубни                      |
|  | Н1-20                                       | 1  | 2        | 20  | ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш»                              |

Продовження таблиці 2

| 1  | 2   | 3                               | 4                               | 5                              | 6   |
|--|---|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Машини попереднього очищення зерна         | A1-БЗЗ-0<br>СПО-50<br>ОВС-20  | 1<br>1<br>2                     | 1<br>2<br>4                     | 100<br>50<br>20                | ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир<br>ПАТ «Хорольський механічний завод»<br>ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир                                  |
| Бункер очищення зерна                      | У13-БВА (30 м³)<br>Виготовлення на замовлення, ємкість 30 м³                                | 1<br>1                          | 2<br>1                          | -<br>-                         | ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>-  |
| Бункер відходів                            | Виготовлення на замовлення, ємкість 10 м³   | 1                               | 1                               | -                              | -   |
| Зерноочищення                              |   |                                 |                                 |                                |   |
| Норія завантажувально-очисна зерноочищення | У2-УН-20<br>ЕКЗ-25<br>У13-УН-20<br>Н1-20  | 1<br>1<br>1<br>1                | 2<br>2<br>2<br>2                | 20<br>20<br>20<br>20           | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»<br>ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир<br>ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» |
| Машини первинного очищення зерна           | Р8-БЦСМ-25<br>Р8-УЦСМ-2 (очищення кукурудзи)<br>КВС1270.4.00<br>РЗ-БКТ-100(каменевідбірник) | 1<br>1<br>2<br>2                | 1<br>2<br>4<br>4                | 25<br>25<br>15<br>9            | ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир<br>те саме<br>ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»<br>ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод»     |
| Бункер-накопичувач зерна                   | У13-БВА (30 м³)<br>Виготовлення на замовлення, ємкість 30 м³                                | 1<br>1                          | 2<br>2                          | -<br>-                         | ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>-  |
| Норія завантажувально-трієрних блоків      | У2-УН-20<br>ЕКЗ-25<br>У13-УН-20<br>Н1-20  | 1<br>1<br>1<br>1                | 2<br>2<br>2<br>2                | 20<br>25<br>20<br>20           | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»<br>ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир<br>ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» |
| Трієрні блоки або сепаратори               | A9-У13-К-6<br>A9-У13-О-6<br>МС-40/20 АЛМАЗ<br>МС-50/30 АЛМАЗ<br>САД-40<br>САД-100           | 2<br>2<br>1<br>-<br>1<br>1<br>- | 4<br>4<br>2<br>1<br>2<br>2<br>1 | 6<br>6<br>30<br>20<br>20<br>40 | ВАТ «Продмаш», м. Одеса<br>те саме<br>БФ «Агрогекс», м. Луганськ<br>те саме<br>НВФ «Аеромекс», м. Луганськ<br>те саме                       |

Продовження таблиці 2

| 1  | 2  | 3                | 4                | 5                    | 6   |
|--|--|------------------|------------------|----------------------|---|
| Бункер-накопичувач очищеного зерна   | У13-БВА (30 м <sup>3</sup> )<br>Викоплення на замовлення, ємкість 20 м <sup>3</sup>                                | 1<br>1           | 1<br>1           | -<br>-               | ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>-  |
| Бункер-накопичувач відходів  | У13-БВА (30 м <sup>3</sup> )<br>Викоплення на замовлення, ємкість 10 м <sup>3</sup>                                | 1<br>1           | 1<br>1           | -<br>-               | ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>-  |
| Зерносушальне відділення   |  |                  |                  |                      |   |
| Зерносушарка   | КС-16 (стационарна)<br>ЗШ-900Б (стационарна)<br>К4-УС2-А (пересувна)   | 1<br>1<br>2      | 3<br>3<br>4      | 16<br>15<br>10       | ВАТ «Бриг», м. Первомайськ<br>ТОВ «АгроДарина», м. Харків<br>ВАТ «ПродМаш», м. Одеса  |
| Охолоджувальна колонка   | ОК (на замовлення)   | 1                | -                | -                    | ПАТ «Харківський механічний завод»  |
| Норія  | У2-УН-20<br>ЕКЗ-25<br>У13-УН-20<br>Н1-20   | 1<br>1<br>1<br>1 | 1<br>1<br>1<br>1 | 20<br>25<br>20<br>20 | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»<br>ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир<br>ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш»       |
| Вентиляційна установка   | ПВУ-2 (20000 м <sup>3</sup> /год)  | 2                | -                | -                    | ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш»  |
| Відділення зберігання зерна  |  |                  |                  |                      |   |
| Склад  | СМВУ110 місткістю 1327 т<br>СМВУ137 місткістю 2500 т<br>МСВУ110 місткістю 1327 т<br>МСВУ137 місткістю 2500 т       | 2<br>1<br>2<br>1 | 8<br>4<br>8<br>4 | -<br>-<br>-<br>-     | ПАТ «Карлівський машинобудівний завод»<br>те саме<br>ПП «Завод «Комсомолець», м. Лубни<br>те саме   |
| Напілляне сховище  | Ангар ПП місткістю 2500 т<br>ПРОФІЛЬ-М місткістю 2500 т<br>Металева сходище квадратного перетину, діаметром 2500 т | 1<br>1<br>1      | 4<br>4<br>4      | -<br>-<br>-          | ПП «Атросоюз», с. Майське<br>Дніпропетровської обл.<br>ЗАТ «Профіль-М», с. м.г. Вороновице<br>Вінницької обл.<br>ВАТ «Вібросепаратор», м. Житомир |
| Поліетиленовий рушав   | АМБАР місткістю 250 т  | 10               | -                | -                    | ТОВ «Планета-Пластик», м. Ірпінь  |
| <b>Примітка.</b> * - Для марок автомобілів-вантажників в дужках наведені конструктивні засоби і др.знак пнеуматики |  |                  |                  |                      |   |

Для господарств з розмірами угідь більше 2000 га можуть бути використані дві технологічні лінії господарств менших типорозмірів (501–2000 га), працюючі паралельно. При формуванні комплексів використовується одна із машин розглянутих груп обладнання.

Для господарств з розмірами угідь 501–2000 га в зерносушильних відділеннях комплексів можуть бути використані також зерносушарки А1-ДСП-50Е (1 од.), СЗМ-540 (1 од.) продуктивністю 50 т/год, а також зерносушарка У13-СП-25 (2 од.) продуктивністю 25 т/год.

Із зарубіжного обладнання можуть бути використані:

- сепаратори фірм «Сimbria» (Данія), «Petkus» (Німеччина), російських заводів «Мельинвест» (Нижній Новгород) і «Воронежсельмаш»;
- зерносушарки фірм «Мери» (Фінляндія), «Nekmar» (Італія), «Агај» і «Ag-Proiekt» (Польща), «Сimbria», «Riela» (Німеччина), «GSI», «Sukur», «Farm-Fans», «Mathews Company» (всі США);
- металеві силоси фірм «Агај» (Польща), та німецьких фірм «Riela», «Awila» і «Neuero».

### **Висновки:**

1. Сформовані комплекси машин і обладнання для доробки і зберігання зерна для господарств з різними розмірами сільгоспугідь: до 50 га, від 51 га до 500 га, від 501 га до 2000 га і більше 2000 га.

2. Вітчизняні машинобудівники забезпечують номенклатуру машин для формування технологічних ліній для доробки і зберігання зерна.

### **Література**

1. Зберігання і переробка продукції рослинництва [Текст]: навч. посібник / Г. І. Подпратов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. – К.: Мета, 2002. – 495 с.: іл.
2. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян [Текст] : учеб. пособие / Е.И. Трубилин, Н.Ф. Федоренко, А.И. Тлишев. – Краснодар, 2009. – 96 с.
3. Протоколи випробувань Миргородської філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого.

### **Аннотация**

*В статье приведены результаты формирования комплексов машин для доработки и хранения зерна для хозяйств с разными объемами производства зерна.*

### **Summary**

*The results of the formation of complexes of machinery for bringing grain to the conditions and its storage under the terms of the individual agricultural enterprise are given.*