

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Агротехнічний факультет  
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**  
**на тему:**

«Механізація вирощування соняшнику з модернізацією  
сошника просапної сівалки».

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,  
групи АІ-23мб-1.2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Слободянюк Віталій Володимирович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Руслан КІСІЛЬОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Тимофій РУДЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

Кропивницький

| Перв. примен. |          | № строки         | Формат   | Обозначение    | Наименование                  | Кол. листов         | № экз. | Примечание |       |      |        |
|---------------|----------|------------------|----------|----------------|-------------------------------|---------------------|--------|------------|-------|------|--------|
|               |          | 1                |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 2                |          |                | <u>Загальна документація</u>  |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 3                |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 4                |          |                | <u>Знову розроблена</u>       |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 5                |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
| Справ. №      |          | 6                | A4       | БР 00. 000 ПЗ  | Пояснювальна записка          | 1                   |        |            |       |      |        |
|               |          | 7                |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 8                |          |                | <u>Документація по</u>        |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 9                |          |                | <u>технологічній частині</u>  |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 10               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 11               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 12               |          |                | <u>Знову розроблена</u>       |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 13               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 14               | A1       | БР 00. 002 ТЧ  | Операційно-технологічна карта | 1                   |        |            |       |      |        |
|               |          | 15               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
| Подп. и дата  |          | 16               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 17               |          |                | <u>Документація по</u>        |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 18               |          |                | <u>інженерній частині</u>     |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 19               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
| Инв. № дубл.  |          | 20               |          |                | <u>Знову розроблена</u>       |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 21               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 22               | A0       | УПС 00. 000    | Сівалка УПС-8                 | 1                   |        |            |       |      |        |
| Взам. инв. №  |          | 23               |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          | 24               | A1       | УПС 00. 030 СБ | Совшник                       | 1                   |        |            |       |      |        |
| Подп. и дата  |          |                  |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          |                  |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          |                  |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          |                  |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
| Инв. № подл.  | Изм.     | Лист             | № докум. | Подп.          | Дата                          | Відомість<br>роботи |        |            | Лист. | Лист | Листов |
|               | Разраб.  | Слободянюк       |          |                |                               |                     |        |            |       |      | 1      |
|               | Пров.    | Кісільов         |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               |          |                  |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               | Н.контр. | Артеменко        |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |
|               | Утв.     | Василько-Васький |          |                |                               |                     |        |            |       |      |        |

БР 00. 000 ВП

ЦНТУ,  
гр. АІ-23мб-12

| № строки | Формат | Обозначение | Наименование           | Кол. листов | № экз. | Примечание |
|----------|--------|-------------|------------------------|-------------|--------|------------|
| 1        |        |             | <u>Документація по</u> |             |        |            |
| 2        |        |             | <u>деталях</u>         |             |        |            |
| 3        |        |             |                        |             |        |            |
| 4        |        |             | Знову розроблена       |             |        |            |
| 5        |        |             |                        |             |        |            |
| 6        | A3     | УПС 00. 401 | Полос                  | 1           |        |            |
| 7        |        |             |                        |             |        |            |
| 8        | A3     | УПС 00. 402 | Маточина               | 1           |        |            |
| 9        |        |             |                        |             |        |            |
| 10       | A3     | УПС 00. 501 | Прокладка              | 1           |        |            |
| 11       |        |             |                        |             |        |            |
| 12       | A3     | УПС 00. 601 | Вісь                   | 1           |        |            |
| 13       |        |             |                        |             |        |            |
| 14       |        |             |                        |             |        |            |
| 15       |        |             |                        |             |        |            |
| 16       |        |             |                        |             |        |            |
| 17       |        |             |                        |             |        |            |
| 18       |        |             |                        |             |        |            |
| 19       |        |             |                        |             |        |            |
| 20       |        |             |                        |             |        |            |
| 21       |        |             |                        |             |        |            |
| 22       |        |             |                        |             |        |            |
| 23       |        |             |                        |             |        |            |
| 24       |        |             |                        |             |        |            |
| 25       |        |             |                        |             |        |            |
| 26       |        |             |                        |             |        |            |
| 27       |        |             |                        |             |        |            |
| 28       |        |             |                        |             |        |            |
| 29       |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |
|          |        |             |                        |             |        |            |

# ЗМІСТ

стор.

|                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. Вступ.....                                                                         |  |
| 2. Аналіз технології вирощування соняшнику<br>з подальшим напрямом удосконалення..... |  |
| 3. Операційна технологія сівби соняшнику.....                                         |  |
| 4. Інженерна частина.....                                                             |  |
| 5. Охорона праці.....                                                                 |  |
| 6. Висновки.....                                                                      |  |
| Список літератури.....                                                                |  |
| Додатки                                                                               |  |

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## ВСТУП

Посівні площі в Україні у 2026 році прогнозуються на рівні понад 23 млн га, що відповідає показникам попереднього року. Основна увага сільськогосподарських виробників зосереджена на вирощуванні олійних культур, площа яких становитиме близько 8,89 млн га, а також кукурудзи. Водночас, незважаючи на мінну небезпеку та військові ризики, аграрії продовжують стабільно вирощувати пшеницю та соняшник.

В нашій країні сам процес сівби сільськогосподарських культур повністю механізований. Проте практично всі існуючі посівні машини не завжди забезпечують необхідний рівень якості виконання технологічного процесу, продуктивності та універсальності, що зумовлює потребу у постійному вдосконаленні їх конструкцій. Крім того, розвиток технологій сівби супроводжується підвищенням вимог до посівної техніки, що також потребує її подальшого технічного удосконалення.

Удосконалення посівних машин є безперервним процесом і пов'язане насамперед із розвитком сучасних технологій вирощування практично всіх сільськогосподарських культур, зменшенням питань стосовно трудомісткості посівних робіт та досить активним підвищенням продуктивності посівних агрегатів. Подальший розвиток технологій сівби визначає нові напрями вдосконалення посівної техніки.

Стосовно рядкової сівби основними вимогами так і залишаються: забезпечення рівномірної глибини загортання насіння на підготовлених і стерньових полях, а також його рівномірне розміщення відповідно до площі живлення. При проведенні пунктирної сівби насіння різних просапних культур головним завданням є досягнення досить рівномірного розміщення насіння в самому рядку із заданими інтервалами та забезпечення необхідної глибини загортання як на підготовлених, так і на стерньових полях.

|           |                |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |
|-----------|----------------|----------|--------|------|--------------|--|--|-----------------------|------|---------|
|           |                |          |        |      | БР 00.000 ПЗ |  |  |                       |      |         |
|           |                |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |
| Змн.      | Арк.           | № докум. | Підпис | Дата | Вступ        |  |  | Літ.                  | Арк. | Акрушіє |
| Розроб.   | Слободянюк     |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |
| Перевір.  | Кісільов       |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |
| Реценз.   |                |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |
| Н. Контр. | Артеменко      |          |        |      |              |  |  | ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2 |      |         |
| Затверд.  | Васильковський |          |        |      |              |  |  |                       |      |         |

Таким чином, вибір раціональної та інтенсивної технології вирощування соняшнику із застосуванням удосконалених або розроблених конструкцій сошників та визначенням їх параметрів, які забезпечують досить високоякісний розподіл насіння за параметрами глибини загортання та вздовж рядка, є важливим завданням в нашій роботі, а також актуальною проблемою сучасного сільськогосподарського виробництва.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ З ПОДАЛЬШИМ НАПРЯМОМ УДОСКОНАЛЕННЯ

Така культура як соняшник є однією з найбільш рентабельних сільськогосподарських культур для вирощування в більшості регіонів України. Незважаючи на коливання цінової кон'юнктури та труднощі з експортом продукції, соняшник залишається важливою складовою сівозмін у господарствах різних регіонів країни.

Соняшник характеризується високою адаптивністю до різних умов вирощування. Навіть за несприятливих факторів середовища культура здатна рости, розвиватися та формувати задовільний рівень урожайності. Водночас для отримання стабільно високих врожаїв необхідно чітко дотримуватись науково обґрунтованих питань стосовно технології вирощування.

### Попередники

Відповідно до рекомендацій агрономічної науки [1], для забезпечення високої продуктивності посівів соняшнику особливе значення має правильний вибір попередників у сівозміні. Найсприятливіші умови для його вирощування створюються після озимих зернових культур, які залишають поле відносно чистим від бур'янів, сприяють накопиченню та збереженню вологи в ґрунті, а також забезпечують належний фітосанітарний стан посівних площ. Серед ярих культур найбільш цінним попередником вважається кукурудза, яка також сприяє формуванню сприятливих умов для росту і розвитку соняшнику.

Разом із тим існує ряд культур, після яких розміщення соняшнику є небажаним. До таких належать ріпак, горох, кормові боби, соя, томати, люцерна, льон та картопля. Їх негативний вплив пояснюється тим, що вони інтенсивно споживають поживні речовини та вологу з ґрунту, істотно знижуючи його родючість. Крім того, окремі з перелічених культур мають із соняшником спільних збудників хвороб і шкідників, що підвищує ризик поширення інфекцій та погіршує фітосанітарний стан посівів.

Особливу увагу при вирощуванні соняшнику необхідно приділяти дотриманню науково обґрунтованої сівозміни. Повторне висівання культури

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

на одному й тому самому полі є агротехнічно неприпустимим, оскільки це спричиняє інтенсивне виснаження запасів поживних речовин і ґрунтової вологи, збільшення кількості падалиці в наступних посівах, а також накопичення та поширення специфічних хвороб і шкідників. У результаті значно знижується врожайність культури та погіршується якість отриманої продукції.

З метою підтримання високого рівня родючості ґрунту та забезпечення стабільної продуктивності посівів повернення соняшнику на попереднє поле рекомендується здійснювати не раніше ніж через шість років. Водночас найбільш ефективним вважається дотримання інтервалу в межах 8–10 років, що дозволяє суттєво знизити фітосанітарні ризики, відновити природну родючість ґрунту та створити оптимальні умови для отримання високих і сталих урожаїв. Таким чином, суворе дотримання чергування культур у сівозміні є однією з ключових передумов ефективної технології вирощування соняшнику.

### **Обробіток ґрунту під соняшник**

Основний обробіток ґрунту є однією з найважливіших складових технології вирощування сільськогосподарських культур, оскільки значною мірою визначає водно-повітряний режим ґрунту, ефективність боротьби з бур'янами та умови для розвитку кореневої системи рослин. Згідно з рекомендаціями [2], у виробничій практиці найбільшого поширення набули три системи основного обробітку ґрунту: звичайний зяблевий, поліпшений зяблевий та протиерозійний (ґрунтозахисний) обробіток. Вибір конкретної системи залежить від багатьох факторів, серед яких особливе значення мають попередник культури, ступінь і характер забур'яненості поля, видовий склад бур'янів, тип ґрунту, особливості рельєфу місцевості, кліматичні умови та рівень прояву ерозійних процесів. Звичайний зяблевий обробіток доцільно застосовувати на полях із незначною кількістю бур'янів та після попередників, які залишають відносно чистий агрофон. Після збирання зернових колосових культур проводять лушення стерні дисковими лушчильниками на глибину 6–

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



8см. Такий прийом забезпечує подрібнення рослинних решток, часткове знищення бур'янів і створення сприятливих умов для накопичення вологи. Після внесення органічних або мінеральних добрив виконують основний обробіток шляхом оранки на глибину 20–22 см, що сприяє загортанню рослинних решток і добрив у ґрунт та формуванню оптимального орного шару. У випадках значного засмічення полів багаторічними коренепаростковими та кореневищними бур'янами застосовують поліпшену систему зяблевого обробітку. Її особливістю є поєднання механічних та хімічних способів боротьби з небажаною рослинністю. Після збирання попередника спочатку здійснюють поверхнєве лущення стерні дисковими знаряддями. Після появи нових сходів і відростання багаторічних бур'янів виконують обробіток плоскорізами або протиерозійними культиваторами на глибину 10–12 см. Це сприяє виснаженню кореневої системи бур'янів та активізує їх подальше проростання. Бур'яни, що з'являються після такого обробітку, знищують шляхом внесення гербіцидів суцільної або ґрунтової дії, зокрема препаратів на основі гліфосату в нормі 2,0–4,0 л/га або інших рекомендованих засобів захисту рослин. Через 7–10 діб після обробки гербіцидами проводять глибоку оранку на 25–27 см, що забезпечує якісне загортання рослинних решток і значне зниження забур'яненості поля. На землях, схильних до розвитку водної та вітрової ерозії, використовують протиерозійну або ґрунтозахисну систему обробітку. Її основною метою є збереження структури ґрунту, захист поверхні від руйнування та максимальне накопичення вологи. Технологія передбачає пошарове розпушування ґрунту різними типами плоскорізних знарядь на глибину 8–10 см і 10–12 см без обертання пласта. При цьому значна частина стерні та післяжнивних решток залишається на поверхні поля, виконуючи роль природного захисного покриву. На ділянках із високим рівнем засміченості багаторічними бур'янами перед проведенням механічного обробітку застосовують гербіциди, після чого виконують глибоке безполицеве розпушування на глибину 25–27 см плоскорізами-глибокорозпушувачами типу КР-2, ГРН-2,9 або чизельними

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

плугами. Такий спосіб обробітку забезпечує ефективне руйнування ущільнених шарів ґрунту, покращує його водопроникність, сприяє накопиченню продуктивної вологи та значно знижує ризик розвитку ерозійних процесів.

Весняний обробіток ґрунту є важливою складовою технології вирощування сільськогосподарських культур і спрямований на створення оптимальних умов для проростання насіння та подальшого розвитку рослин. Основними його завданнями є збереження запасів продуктивної вологи в орному шарі, знищення сходів бур'янів, вирівнювання поверхні поля та формування дрібногрудочкуватої структури посівного шару ґрунту. У традиційних технологіях весняний обробіток, як правило, включає ранньовесняне закриття вологи за допомогою важких зубових борін і проведення передпосівної культивуації на глибину 6–8 см. За необхідності, залежно від стану поля, ступеня забур'яненості та погодних умов, між цими операціями може виконуватися додаткова проміжна культивуація.

За умови якісного проведення основного осіннього обробітку ґрунту та наявності в ньому достатнього вмісту органічної речовини, зокрема гумусу на рівні не менше 4 %, можливе застосування мінімального передпосівного обробітку. Така технологія передбачає відмову від окремої операції закриття вологи та обмежується лише проведенням передпосівної культивуації. Використання мінімального обробітку дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту, скоротити витрати пального та трудових ресурсів, а також ефективніше контролювати бур'янову рослинність. Практика свідчить, що за таких умов кількість знищених бур'янів може бути у два-три рази більшою порівняно з інтенсивною системою весняного обробітку, яка включає послідовне закриття вологи, культивуацію на глибину 8–10 см та передпосівну культивуацію на 6–8 см.

У випадках, коли технологія вирощування передбачає внесення ґрунтових гербіцидів перед сівбою, особливу увагу приділяють підготовці поверхні поля. Для забезпечення рівномірного розподілу препарату та

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

підвищення його ефективності поле попередньо вирівнюють шляхом боронування або шлейфування. Після цього здійснюють обприскування гербіцидом із дотриманням рекомендованих норм внесення. Завершальним етапом є загортання препарату в поверхневий шар ґрунту за допомогою культиваторів суцільного обробітку. При цьому операція загортання поєднується з передпосівною культивацією, що дозволяє одночасно створити якісне насіннєве ложе, забезпечити надійне закріплення гербіциду в ґрунті та підготувати поле до проведення сівби. Такий підхід сприяє ефективному контролю бур'янів у початковий період розвитку культури та створює сприятливі умови для отримання дружних і рівномірних сходів.

### Удобрення

Стосовно формування 1 ц насіння та певної кількості вегетативної маси соняшник досить активно виносить із ґрунту від 4 до 7 кг азоту, потім 2-3 кг фосфору та майже 8-19 кг калію. Таким чином, соняшник належить до культур із підвищеною потребою в калії. Раніше вважалося, що внесення азотних добрив може негативно впливати на розвиток рослин, викликаючи надмірне наростання вегетативної маси, що значно сприяло підвищенню ураження хворобами та зниження олійності насіння. Проте за сучасних умов дефіциту азоту в наших ґрунтах соняшник досить позитивно проводить реагування на внесення азотних добрив.

Отже, залежно від існуючих ґрунтово-кліматичних умов згідно [3] рекомендуються такі норми внесення поживних речовин (кг/га д. р.):

#### Лісостеп:

- ми маємо чорноземи звичайні, а саме - N<sub>45-60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60-90</sub>;
- потім чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові, це - N<sub>60</sub> P<sub>45</sub> K<sub>60</sub>;

#### Зона Степу:

- ми маємо чорноземи звичайні, а отже - N<sub>30-40</sub> P<sub>40-60</sub>;
- далі чорноземи карбонатні та темно-каштанові, це маємо - N<sub>60</sub> P<sub>45</sub> K<sub>60</sub>.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Досить активну увагу приділяють співвідношенню азоту і та відповідно фосфору, яке повинно становити наступне, а саме:  $N:P = 1:1$  або  $1:1,5$ . Сам фосфор сприяє кращому засвоєнню кількості азоту та зменшує ймовірні його втрати. Основну частину добрив, а це майже 80-85 % загальної норми, вносять під час основного обробітку ґрунту. Решту застосовують перед сівбою, одночасно із сівбою або під час міжрядного розпушування для підживлення рослин у період вегетації.

Самі строки сівби встановлюють за температурою ґрунту на глибині 10 см. Досить оптимальною для початку сівби вважається показник температури в районі 8-10 °С. В період ранніх строків сівби ефективніше використовуються сформовані запаси ґрунтової вологи та сприяють прискоренню досягання культури. Водночас за ранніх строків сівби підвищується ризик ураження рослин хворобами порівняно з пізнішими строками.

Потрібна нам норма висіву соняшнику є одним із ключових елементів технології його вирощування, оскільки безпосередньо впливає на формування густоти стояння рослин, рівень використання вологи та поживних речовин, а також на кінцеву врожайність культури. Її величина визначається комплексом факторів, серед яких особливе значення мають ширина міжрядь, біологічні особливості гібрида, тривалість вегетаційного періоду та ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування. Загалом зі зменшенням ширини міжрядь та використанням скоростиглих гібридів норму висіву доцільно збільшувати, оскільки такі рослини мають меншу площу живлення та потребують формування більшої густоти посіву для максимальної реалізації свого продуктивного потенціалу.

Тривалий час у виробничій практиці найбільш поширеним способом сівби соняшнику залишався широкорядний посів із міжряддями 70 см. Така схема забезпечувала достатню площу живлення для рослин, створювала сприятливі умови для механізованого догляду за посівами та дозволяла ефективно боротися з бур'янами за допомогою міжрядного обробітку. Однак розвиток селекції, поява нових високопродуктивних гібридів та

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

удосконалення технічних засобів сівби сприяли впровадженню технологій із вужчими міжряддями.

Дослідження останніх років показали, що зменшення ширини міжрядь до 45, 30 і навіть 15 см сприяє більш рівномірному розміщенню рослин на площі живлення, покращує використання сонячної енергії, вологи та елементів мінерального живлення. Крім того, швидше змикання листкового покриву в таких посівах зменшує випаровування вологи з поверхні ґрунту та пригнічує розвиток бур'янової рослинності. У результаті застосування вузькорядних технологій дає можливість підвищити врожайність соняшнику в середньому на 0,5–0,8 т/га порівняно з традиційною схемою вирощування.

Для реалізації переваг звужених міжрядь переважно використовують скоростиглі та низькорослі гібриди соняшнику, які характеризуються компактним габітусом рослин, високою стійкістю до вилягання та здатністю ефективно використовувати обмежену площу живлення. До таких гібридів належать сорти та гібридні форми Харківський 49, Кий, Красень, Сяйво та інші сучасні селекційні розробки. Їх використання у поєднанні з оптимізованою густотою стояння рослин і вузькорядним способом сівби створює передумови для більш повного використання біологічного потенціалу культури та отримання стабільно високих урожаїв насіння соняшнику. Рекомендовані норми висіву становлять наступні:

- при сформованій ширині міжрядь у 70 см - 55-60 тис. схожих насінин/га;
- далі при 45 см – це вже 90-95 тис. шт./га;
- і нарешті, при 15 см – ми вже маємо 150-200 тис. шт./га.

Далі загущені посіви з вузькими міжряддями ефективніше протидіють ерозії ґрунту, отже краще пригнічують бур'яни та відповідно формують більшу кількість сформованої вегетативної маси, а саме до 50-60 ц/га, що еквівалентно внесенню приблизно десь 20-30 т/га утвореного підстилкового гною. З метою зменшення ураження рослин хворобами рядки рекомендується розміщувати вздовж напрямку, так би мовити, панівних вітрів.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### Догляд за посівами соняшнику

Догляд за посівами соняшнику включає комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин протягом усього вегетаційного періоду. Основними завданнями цих заходів є збереження продуктивної вологи в ґрунті, підтримання його оптимального структурного стану, захист рослин від хвороб і шкідників, а також ефективне обмеження розвитку бур'янової рослинності. Своєчасне та якісне виконання операцій з догляду за посівами забезпечує формування рівномірного стеблостою, покращує умови живлення рослин і сприяє отриманню високих урожаїв.

У технологіях вирощування соняшнику, де не передбачається використання гербіцидів, боротьба з бур'янами здійснюється переважно механічними способами. Для цього застосовують досходове та післясходове боронування, а також два-три міжрядні розпушування залежно від ступеня забур'яненості поля, погодних умов та особливостей розвитку культури. Такі агротехнічні прийоми дозволяють ефективно контролювати чисельність бур'янів без застосування хімічних засобів захисту рослин, одночасно покращуючи водно-повітряний режим ґрунту.

Досходове боронування виконують середніми зубовими боронами приблизно через 4–5 діб після проведення сівби. Найбільш доцільним є проведення цієї операції в період масового проростання бур'янів, коли вони перебувають у фазі так званої «білої ниточки». У цей час проростки бур'янів є особливо вразливими до механічного впливу, що забезпечує високий рівень їх знищення при мінімальних витратах енергії. Крім боротьби з бур'янами, досходове боронування сприяє руйнуванню ґрунтової кірки, покращує аерацію верхнього шару ґрунту та зменшує непродуктивні втрати вологи.

Післясходове боронування проводять у фазі формування однієї–трьох пар справжніх листків соняшнику. Для зменшення пошкодження культурних рослин цю операцію рекомендується виконувати в другій половині дня, переважно після 10–12 години, коли тургор рослин дещо знижується і вони

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

стають більш стійкими до механічного впливу робочих органів борін. Важливою умовою якісного проведення боронування є дотримання оптимальної швидкості руху агрегату, яка не повинна перевищувати 4–5 км/год. За правильного виконання технологічного процесу пошкодження рослин соняшнику зазвичай не перевищує 10 %, тоді як ефективність знищення молодих сходів бур'янів може досягати 80–90 %.

Подальший догляд за посівами передбачає проведення міжрядних розпушувань, які забезпечують знищення бур'янів у міжряддях, руйнування поверхневої ґрунтової кірки, покращення доступу повітря до кореневої системи рослин та сприяють накопиченню і збереженню ґрунтової вологи. Поєднання досходового та післясходового боронування з міжрядними культиваціями дозволяє підтримувати посіви в чистому від бур'янів стані, створюючи оптимальні умови для формування високопродуктивних рослин соняшнику та реалізації їхнього генетичного потенціалу врожайності.

Згідно [4], застосування гербіцидів є невід'ємною складовою сучасної технології вирощування соняшнику, оскільки забезпечує ефективний контроль бур'янової рослинності та створює сприятливі умови для росту й розвитку культури. Хімічний метод боротьби з бур'янами дозволяє суттєво зменшити конкуренцію за вологу, поживні речовини та сонячне світло, що особливо важливо на початкових етапах розвитку рослин. Гербіциди можуть застосовуватися під час основного та передпосівного обробітку ґрунту, а також упродовж вегетаційного періоду залежно від видового складу бур'янів, ступеня забур'яненості поля та прийнятої технології вирощування. Серед препаратів, які найбільш широко використовуються у виробництві, особливе місце займають Раундап і Харнес. Раундап належить до гербіцидів суцільної системної дії та призначений для знищення однорічних і багаторічних злакових та дводольних бур'янів. Після внесення діюча речовина препарату проникає через листову поверхню рослин і переміщується по провідній системі до коренів та інших органів, що забезпечує повне відмирання бур'янів. Швидкість прояву гербіцидної дії залежить від погодних умов, біологічних

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

особливостей бур'янів та фази їх розвитку. Зазвичай перші ознаки пригнічення спостерігаються через декілька днів після обробки, а повна загибель рослин настає через 5–10 діб, хоча за несприятливих умов цей процес може тривати до 30 днів. Оскільки препарат не проявляє ґрунтової активності та не впливає на насіння бур'янів у ґрунті, його застосовують переважно до сівби або до появи сходів соняшнику. Високу ефективність Раундап демонструє також після збирання попередника восени під час проведення основного обробітку ґрунту. Рекомендовані норми внесення препарату становлять 1,5–3,0 л/га залежно від рівня забур'яненості та видового складу бур'янової рослинності. Харнес є ґрунтовим гербіцидом селективної дії, який використовується для контролю однорічних злакових і дводольних бур'янів. Після внесення препарат локалізується переважно у верхньому шарі ґрунту, де поглинається проростками та кореневою системою бур'янів на ранніх етапах їх розвитку. Завдяки тривалій захисній дії Харнес забезпечує ефективний контроль бур'янів протягом 12–14 тижнів, що дає можливість культурним рослинам успішно розвиватися без конкуренції за життєво необхідні ресурси. Водночас препарат практично не впливає на вже пророслі бур'яни, тому перед його застосуванням необхідно провести механічне або хімічне знищення наявної рослинності. Норма внесення Харнесу зазвичай становить 1,5–2,5 л/га та визначається залежно від типу ґрунту, його механічного складу і вмісту гумусу. Особливого значення дотримання технології внесення Харнесу набуває в умовах недостатнього зволоження навесні. За посушливої погоди препарат рекомендується заробляти в ґрунт до сівби на глибину 3–5 см за допомогою комбінованих ґрунтообробних агрегатів або пружинних борін. Такий прийом дозволяє розмістити гербіцид у зоні проростання насіння бур'янів і забезпечити його максимальну ефективність. При виконанні цієї операції робочі органи агрегатів налаштовують на глибину, близьку до глибини загортання насіння соняшнику, яка зазвичай становить 6–8 см. Для досягнення рівномірного розподілу препарату у верхньому шарі ґрунту агрегат повинен працювати з достатньо високою швидкістю руху.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



Використання дискових знарядь для заробки препарату, а також його надмірно глибоке загортання не рекомендується, оскільки це може призвести до нерівномірного розміщення гербіциду в ґрунтовому профілі та зниження ефективності його дії проти бур'янової рослинності.

Таким чином, раціональне застосування гербіцидів у поєднанні з іншими агротехнічними заходами є важливим чинником формування високопродуктивних посівів соняшнику, забезпечує ефективний захист культури від бур'янів і сприяє підвищенню врожайності та якості отриманої продукції.

### **Захист від хвороб**

Згідно [5], серед численних хвороб соняшнику найбільшої шкоди посівам завдають біла гниль (склеротиніоз), сіра гниль, несправжня борошниста роса, фомоз, суха гниль та вертицильозне в'янення. Останніми роками особливу небезпеку для виробництва становить фомопсис, який характеризується високою шкідливістю та здатністю спричиняти значні втрати врожаю. Розвиток цих захворювань призводить до погіршення росту і розвитку рослин, зниження продуктивності фотосинтетичного апарату, погіршення якості насіння та суттєвого зменшення врожайності культури. Одним із найефективніших профілактичних заходів у системі захисту соняшнику від хвороб є передпосівне протруювання насіння фунгіцидними препаратами. Ця технологічна операція забезпечує захист проростків і молодих рослин від ґрунтової та насінневої інфекції в найбільш вразливій фазі розвитку культури. Для цього використовують сучасні фунгіцидні протруйники широкого спектра дії. Зокрема, препарат Апрон XL, 35 % т.к.с., який застосовують у нормі 3 л/т насіння, ефективно захищає рослини від несправжньої борошнистої роси, білої гнилі та вертицильозного в'янення. Високу ефективність також демонструє препарат Колфуго Супер, 20 % в.с., який вносять у нормі 2 кг/т насіння для захисту від пліснявіння, фомозу, сірої та білої гнилей. Для профілактики розвитку сірої та білої гнилей широко застосовують препарат Ровраль ФЛО, 25,5 % к.с., рекомендована норма

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

внесення якого становить 3 кг/т насіння. Важливим елементом інтегрованої системи захисту соняшнику є боротьба зі шкідниками. Найбільш поширеними та небезпечними серед них є дротяники, чорнотілки, різні види довгоносиків та інші комахи, які пошкоджують насіння, проростки та молоді рослини. Для запобігання їх шкідливому впливу проводять передпосівну інсектицидну обробку насіння. З цією метою застосовують препарати Космос 500, 50 % т.к.с., у нормі 2 кг/т, Круїзер 350 — 6–10 кг/т, а також Семафор у нормі 2,5 кг/т насіння. Такі заходи дозволяють забезпечити надійний захист рослин на початкових етапах росту та значно підвищити польову схожість культури.

Упродовж вегетаційного періоду, залежно від фітосанітарного стану посівів та чисельності шкідників, за потреби проводять додаткові обробки інсектицидними препаратами. Для цього використовують засоби контактної та системної дії, серед яких поширеними є Децис, 2,5 % к.с., Сумітон, 50 % к.с., а також інші дозволені препарати. Своєчасне застосування інсектицидів дає змогу ефективно стримувати розвиток шкідливих організмів і запобігати економічно відчутним втратам урожаю.

Особливе місце серед факторів, що негативно впливають на продуктивність соняшнику, займає рослина-паразит вовчок соняшниковий (*Orobanche cumana*). Цей паразит прикріплюється до кореневої системи рослин-господарів і використовує їхні поживні речовини та воду для власного розвитку. За високого рівня зараження, коли на одній рослині соняшнику паразитує понад п'ять рослин вовчка, втрати врожаю можуть бути дуже значними, а в окремих випадках досягати критичних значень. Оскільки ефективність хімічних методів боротьби з вовчком залишається обмеженою, найбільш надійним і економічно доцільним способом захисту є вирощування сучасних гібридів соняшнику, які характеризуються генетичною стійкістю або високим рівнем толерантності до цього паразита.

Таким чином, надійний захист посівів соняшнику від хвороб, шкідників і рослин-паразитів базується на комплексному застосуванні профілактичних, агротехнічних, хімічних і селекційних заходів. Лише поєднання якісного

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

протруювання насіння, своєчасного використання засобів захисту рослин та впровадження стійких гібридів забезпечує стабільне формування високих урожаїв і збереження високої якості насіннєвої продукції.

### **Збирання соняшнику**

Основним критерієм готовності посівів соняшнику до збирання є показник вологості насіння. Отже, початок збирання допускається за показником вологості насіння близько 14-16 %, за умови наявності в господарстві сушильного обладнання. Для тривалого та надійного зберігання насіння його вологість не повинна перевищувати показник у 10 %.

Збиральну стиглість визначають за співвідношенням кошиків різного ступеня дозрівання у посівах. До початку збирання кількість сухих і бурих кошиків повинна становити не менше 85 %, тоді як решта можуть перебувати у жовтому або зеленому стані.

Для збирання соняшнику застосовують зернозбиральні комбайни вітчизняного та зарубіжного виробництва. Комбайни обладнують спеціальними пристроями марки ПЗП-6 або використовують спеціалізовані жатки для виконання збирання соняшнику, які агрегатуються з більшістю зернозбиральних комбайнів. Рядність збиральних пристроїв повинна відповідати ширині міжрядь та параметрам сівалок, якими проводилась сівба.

Обов'язковою умовою ефективного збирання соняшнику є оперативне очищення самого насіння від різних домішок після проведення обмолоту та його подальше просушування вже на току для забезпечення належних та надійних умов зберігання.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### 3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ СОНЯШНИКУ.

#### 3.1. Сівба соняшнику

Для виконання операції сівби використовується модернізована сівалка марки УПС-8, яка працює в агрегаті з трактором МТЗ-82. Робоча швидкість руху агрегату під час сівби становить 8,2 км/год. Час, необхідний для виконання повороту агрегату на розворотній смузі, приймаємо рівним таким  $t_{\text{пов}} = 0,021$  год, а тривалість завантаження сівалки насінням соняшнику становить  $t_3 = 0,11$  год.

Сумарна місткість насінневих бункерів (в залежності від модифікації) становить  $V_{\text{н.я}} = 0,20$  м<sup>3</sup>. Об'ємна маса насіння соняшнику залежить, по-перше, від сорту, а по-друге, вологості та ступеня очищення насіння. У технологічних та інженерних розрахунках як правило приймають такі значення:

- очищене насіння соняшнику:  $\rho_c = 380-450$  кг/м<sup>3</sup>
- середнє розрахункове значення:  $\rho_c = 420$  кг/м<sup>3</sup>. Тому в подальших розрахунках скористаємося середнім показником.

Довжину шляху, який проходить вибраний нами посівний агрегат між черговими заправками сівалки насінням, визначаємо за відповідною формулою, а саме:

$$M = \frac{10^4 \cdot V_{\text{н.я}} \cdot \rho_c \cdot \mu}{Q \cdot B_c},$$

де:  $V_{\text{н.я}}$  - вище вказаний показник об'єму бункерів для насіння соняшнику, м<sup>3</sup>;

$\rho_c$  - також вище вказаний показник об'ємної маса насіння соняшнику, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  - показник, що вказує на використання об'єму насінневих бункерів, тобто  $\mu = 0,94$ ;

$Q$  - відповідно норма висіву соняшнику встановленою сівалкою, кг/га.  
Приймаємо:  $Q = 5,5$  кг/га.

$B_c$  - відповідна ширина захвату даної сівалки, тобто 5,6 м.

Отже, підставляємо вже відомі значення до виразу та отримуємо таке:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$M = \frac{10^4 \cdot 0,20 \cdot 420 \cdot 0,94}{5,5 \cdot 5,6} = 2563 \text{ м.}$$

Приймаємо: 2600 м.

Встановлюємо показник робочого ходу за певний технологічний цикл користуючись при цьому таким виразом:

$$x_{p.x.ц} = \frac{M}{V_p},$$

де:  $V_p$  – відповідно вище вказане значення робочої швидкості, а саме прийнято нами  $V_p = 8,2$  км/год.

$$x_{p.x.ц} = \frac{2,56}{8,2} = 0,31 \text{ год.}$$

Далі ми встановлюємо тривалість технологічного циклу користуючись такою формулою:

$$x_{ц} = x_{p.x.ц} + n \cdot x_{нов} + x_3,$$

де:  $x_{нов}$  - чинник, що вказує на тривалість одного повороту нашого агрегату, год;

$n$  – кількісний показник проведених поворотів за цикл;

$x_3$  – тривалість завантаження просапної сівалки УПС-8, год.

Отже, проводимо певні розрахунки:

$$x_{ц} = 0,31 + 0,075 + 0,015 = 0,4 \text{ год.}$$

Обчислюємо тепер технологічний час зміни за наступним виразом:

$$X_{тех} = X_{зм} \cdot \tau,$$

$X_{зм}$  – показник, що вказує на тривалість однієї зміни, год.;

$\tau$  - чинник використання змінного часу, тобто приймаємо  $\tau = 0,73$ .

Отже, тепер маємо наступне:

$$X_{тех} = 8 \cdot 0,73 = 5,84 \text{ год.}$$

Далі обчислюємо дійсну кількість циклів при операції сівби за наступною формулою:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$K_{\text{ц}} = \frac{X_{\text{техн}}}{x_{\text{ц}}},$$

де:  $X_{\text{техн}}$  - чинник технологічного часу зміни, год.;

$x_{\text{ц}}$  - чинник тривалості циклу, год.

Таким чином, ми маємо таке:

$$K_{\text{ц}} = \frac{5,84}{0,4} = 14,6$$

Потім обчислюємо продуктивність тільки за годину змінного часу вибраного нами трактора з начіпною сівалкою користуючись вже отриманими значеннями:

$$Q_{\text{год}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8,2 \cdot 0,73 = 3,35 \text{ га/год.}$$

Тепер встановлюємо змінну продуктивність посівного агрегату, тобто:

$$Q_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8,2 \cdot 0,73 = 26,82 \text{ га.}$$

Далі ми розраховуємо час виконання операції сівби соняшнику:

$$x = \frac{2000}{3,35} = 597 \text{ год.}$$

Отже чинник нормозмін буде становити:

$$K = \frac{597}{8} = 74.$$

Обчислюємо чинник кількості посівних агрегатів при наявній тривалості зміни у 14 годин на операції сівби за наступним виразом:

$$m = \frac{2000}{26,82 \cdot 5} = 14.$$

Тепер розрахуємо чинник робочого часу за зміну, а саме він становитиме:

$$x_p = 0,14 \cdot 29 = 4,05 \text{ год.}$$

Далі чинник тривалості заправки нашої сівалки буде таким:

$$x_3 = 29 \cdot 0,12 = 3,47 \text{ год.}$$

Обчислюємо та враховуємо час на повороти посівного агрегату:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$X_{нов} = 29 \cdot 0,45 = 13,05 \text{ год.}$$

Тепер до виразу заносимо відомі значення та отримуємо наступне:

$$П_{за} = \frac{12 \cdot 4,05 + 6 \cdot 13,05 + 1,2 \cdot 3,47}{14,6} = 8,98 \text{ кг/га.}$$

Обчислюємо загальний обсяг витрат при сівбі соняшнику:

$$П = 3700 \cdot 8,98 = 33214 \text{ кг}$$

Отже, тепер ми розраховуємо витрати людської праці на сівбу одного гектара соняшнику:

$$B_n^o = \frac{1}{3,35} = 0,29 \text{ чол.·год./га.}$$

Таким чином, ми встановлюємо об'єм робіт:

$$П_n = 3700 \cdot 0,29 = 1104 \text{ чол.·год.}$$

### 3.2. Підготовка поля до сівби соняшнику

Підготовка поля до сівби соняшнику є важливим етапом технології вирощування культури, що забезпечує створення оптимальних умов для проростання насіння, потім формування рівномірних сходів, а також подальшого розвитку рослин. Основні вимоги до підготовки поля включають виконання комплексу агротехнічних заходів.

Основними показниками якості підготовки поля є:

- вирівняність поверхні поля, що має засіватися;
- дрібногрудочкувата структура ґрунту;
- відсутність великих грудок, тобто більше 5 см;
- ущільнений посівний шар і розпушений та сформований верхній шар ґрунту;
- мінімальна кількість бур'янів.

Якісна підготовка поля до сівби соняшнику забезпечує рівномірну глибину загортання насіння, а також дружні сходи та створює оптимальні умови для подальшого формування високого врожаю запропонованої нами культури.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### 3.3. Контроль якості сівби насіння соняшнику

Основні вимоги та показники технології збирання насіння соняшнику визначаються необхідністю забезпечення мінімальних втрат урожаю, збереження якості насіння та ефективного використання збиральної техніки.

Контроль якості сівби соняшнику здійснюють з метою забезпечення рівномірного розміщення рослин, отримання оптимальної густоти посіву та створення сприятливих умов для формування високого врожаю. Оцінювання якості виконання технологічного процесу проводять за основними агротехнічними показниками.

#### 1. Глибина загортання насіння

Глибина загортання насіння повинна відповідати агротехнічним вимогам і має становити таке:

- на важких ґрунтах показник до 4-5 см;
- на середніх ґрунтах глибина є 5-6 см;
- на легких і недостатньо зволжених ґрунтах це 6-8 см.

Допустиме відхилення від заданої глибини загортання не повинно перевищувати  $\pm 1$  см. Контроль здійснюють шляхом розкопування насіння соняшнику у 10-15 місцях по діагоналі встановленого поля.

#### 2. Рівномірність висіву насіння в рядку

Одним із головних показників якості сівби є рівномірність розміщення насіння соняшнику в рядку. Таким чином, відстань між насінинами повинна відповідати встановленій нормі висіву та відповідно густоті стояння рослин. Отже, допустиме відхилення інтервалів між насінинами не повинно перевищувати  $\pm 20-25$  % від заданого значення.

Контроль проводять шляхом вимірювання відстані між насінинами соняшнику або сходами на контрольних відрізках довжиною 10-15 м.

#### 3. Норма висіву насіння

Фактична норма висіву має відповідати заданій з допустимим відхиленням не більше  $\pm 3-5$  %. Далі, перевірку виконують шляхом підрахунку

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



кількості висіяного насіння на контрольній площі або обчисленням густоти сходів після появи рослин.

#### **4. Прямолінійність рядків**

Рядки мають бути рівними і паралельними, що забезпечує подальший якісний міжрядний обробіток та зменшує пошкодження рослин. Відхилення від прямолінійності допускається не більше 5 см на 10 м довжини сформованого рядка.

#### **5. Ширина міжрядь**

Ширина міжрядь повинна відповідати конструкції сівалки (для соняшнику зазвичай це 70 см). Допустиме відхилення ширини міжрядь має складати не більше  $\pm 2-3$  см.

#### **6. Загортання насіння ґрунтом**

Насіння має бути рівномірно прикрите ґрунтом без утворення пустот. Поверхня поля після сівби також має бути вирівняною, без великих грудок на поверхні і борозен, що сприяє рівномірній появі сходів.

#### **7. Пошкодження насіння**

Під час проведення операції сівби не допускається значне механічне пошкодження самого насіння. Допустимий рівень травмування насіння не повинен перевищувати значення у 0,5-1 %.

#### **8. Густота сходів**

Після появи сходів активно перевіряють фактичну густоту рослин, яка повинна відповідати заданій та становити приблизно 50-70 тис. рослин/га залежно від гібриду та умов вирощування.

Контроль якості сівби проводять безпосередньо під час роботи посівного агрегату та після завершення сівби, що дозволяє своєчасно виявити недоліки і забезпечити формування рівномірних та продуктивних посівів соняшнику.

### **3.4. Обчислення показників складу посівного агрегату**

З метою раціонального та досить ефективного використання посівного агрегату ми пропонуємо колісний трактор марки МТЗ-82.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Отже, вибираємо швидкість руху для відповідних енергетичних засобів, а саме для колісного трактора МТЗ-82 на сівбі соняшнику це IV-а (пряма) передача.

Отже, обчислюємо робочу швидкість руху на сівбі соняшнику за наступним виразом:

$$g_p = g_m (1 - \zeta),$$

де:  $g_m$  - чинник руху без урахування ймовірно можливого буксування, км/год.;

$\zeta$  - чинник буксування, для колісних тракторів він становить 0,08.

Отже, враховуючи рух на IV-й передачі ми маємо:

$$g_p = 8,9 \cdot (1 - 0,08) = 8,2 \text{ км/год.}$$

Обчислюємо продуктивність вибраного нами агрегату за годину змінного часу, тобто:

$$Z_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot g_p \cdot \psi.$$

$$Z_{\text{год}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8,2 \cdot 0,59 = 2,7 \text{ га/год.}$$

Тепер встановимо показник робочих ходів по вибраному нами полю, користуючись при цьому таким виразом:

$$\eta = \frac{P_{p.x}}{P_{p.x} + P_{x.x}},$$

де:  $P_{p.x}$  – параметр довжини ходів, м;

$P_{x.x}$  – чинник холостих ходів встановленого агрегату, м.

Отже, маємо наступне:

$$P_{p.x} = \frac{2600000}{5,6} = 464285,7 \text{ м.}$$

Для розрахунку показника холостого ходу встановлюємо наступну формулу:

$$P_{x.x} = P_n \cdot n_n + P_v,$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Довжину повороту посівного агрегату визначають з урахуванням кінематичної довжини агрегату та способу повороту. Для навісного агрегату довжину поворотної смуги обчислюють за формулою:

$$P_n = (1,5 \dots 2,0) \cdot P_{agr.}$$

де:  $P_n$  - значення довжини поворотної смуги, м

$P_{agr.}$  - значення кінематичної довжина посівного агрегату, м

Для створеного агрегату у складі:

- трактор МТЗ-82;

- сівалка УПС-8.

Відповідно кінематична довжина запропонованого агрегату становить:

$$P_{agr.} = 9,0 \dots 9,5 \text{ м}$$

Таким чином, довжина повороту становитиме таке:

$$P_n = 1,5 \cdot 9,2 = 13,8 \text{ м}$$

Або при більш плавному виконанні повороту встановленим агрегатом ми отримаємо таке:

$$P_n = 2 \cdot 9,2 = 18,4 \text{ м}$$

де:  $n_n$  – чинник кількості поворотів;  $P_e$  - значення довжини виїзної ділянки, м.

$$n_n = \frac{P}{B_p} = \frac{2600}{5,6} = 465,$$

$$P_{x.x} = 18,4 \cdot 465 + 5 = 8561 \text{ м.}$$

$$\eta = \frac{464285,7}{464285,7 + 8561} = 0,98.$$

В завершені енергетичні витрати на 1 га поля обчислюємо за формулою:

$$\delta = \frac{N}{Z_{год}},$$

де:  $N$  – параметр номінальної потужності даного трактора, кВт.

$$\delta = \frac{58,9}{2,7} = 21,8 \text{ кВт·год/га.}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 4.1. Призначення сівалки УПС-8 та її основних вузлів.

Згідно з даними [6], сівалка Веста-8 (УПС-8) належить до універсальних просапних посівних машин і призначена для виконання точного пунктирного висіву насіння різних сільськогосподарських культур. Конструкція машини забезпечує можливість якісного висіву як каліброваного та дражованого, так і звичайного насіння, що дозволяє ефективно використовувати її в господарствах різної спеціалізації.

Сівалка застосовується для висіву широкого спектра просапних культур, зокрема цукрового та кормового буряку, сої, кукурудзи, соняшнику, ріцини, сорго, кормових бобів, квасолі та інших культур, насіння яких має подібні геометричні розміри та фізико-механічні властивості. Завдяки використанню пневматичної системи дозування насіння забезпечується висока точність формування заданої густоти стояння рослин і рівномірне розміщення насіння в рядку.

Конструктивні особливості сівалки Веста-8 (УПС-8) дозволяють виконувати одночасно кілька технологічних операцій за один прохід агрегату. Під час сівби забезпечується відкриття посівної борозни, точне дозування та укладання насіння на задану глибину, його загортання і ущільнення ґрунту в зоні висіву. Це сприяє створенню оптимальних умов для проростання насіння та появи дружних сходів.

Висока універсальність машини, можливість швидкого переналаштування висівних апаратів під різні культури, надійність роботи та забезпечення необхідної точності висіву зумовили широке використання сівалки Веста-8 (УПС-8) у сучасних технологіях вирощування просапних культур. Її застосування сприяє підвищенню якості сівби, зниженню витрат насіннєвого матеріалу та створенню передумов для формування високих і стабільних урожаїв.

Висівний процес здійснюється за рахунок розрідження, яке створюється вентилятором. Під дією вакууму насіння притискається до отворів висівного

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

диска і транспортується із забірної камери до зони скидання у борозну, сформовану насіннєвим сошником.

При оснащенні сівалки туковисівною системою одночасно з висівом насіння здійснюється внесення гранульованих мінеральних добрив, які подаються в ґрунт окремо від насіння, що забезпечує більш ефективне живлення рослин та підвищення якості посіву.

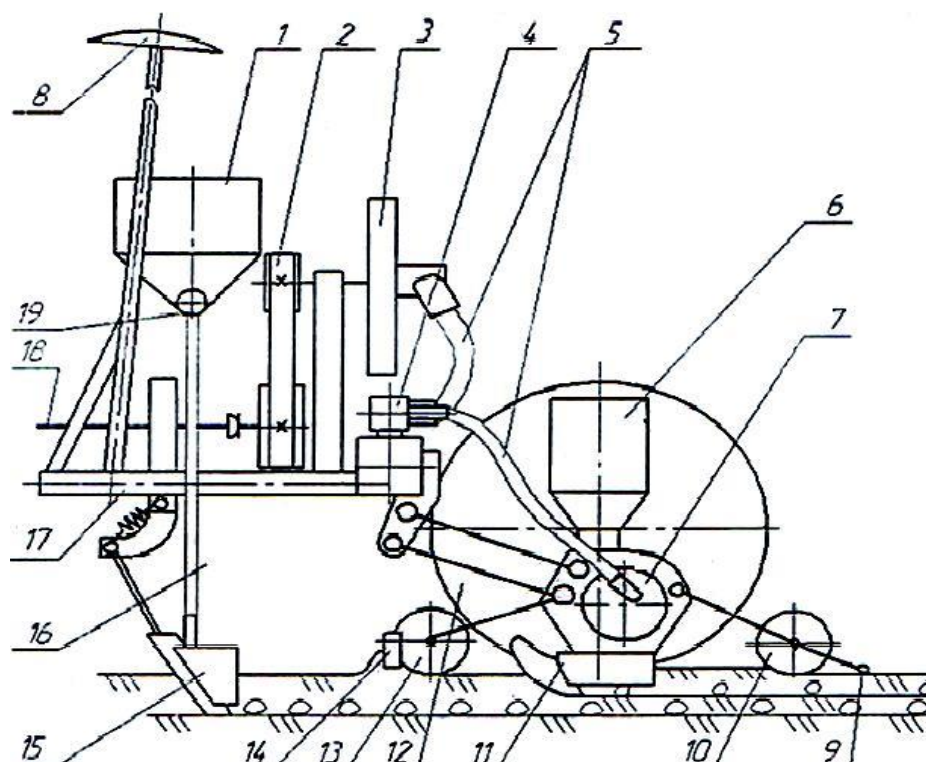


Рис. 4.1. Представлена нами сівалка УПС-8:

1 – ємність для групи туків; 2 – передача з використанням пасу; 3 – вентилятор; 4 – ресивер зі штуцерами; 5 – гнічки повітропроводи; 6 – ємність для посівного насіння; 7 – висівний апарат; 8 – маркер; 9 – вирівнюючий шлейф; 10 – задні котки для прикочування борозни; 11 – сошник, що має полозоподібну форму; 12 – два опорних колеса; 13 – передній коток для тримання секції; 14 – грудковідкидач; 15 – сошник, що вносить туки; 16 – тукопровід; 17 – конструкція рами; 18 – вал приводу від ВВП трактора; 19 – туковисівний апарат

#### 4.2. Опис роботи складових частин сівалки УПС-8.

Рама є основним несучим елементом конструкції сівалки, який забезпечує надійне кріплення та взаємне розташування всіх основних вузлів і

|      |      |          |        |      |              |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

механізмів машини. На ній монтуються висівні секції, привідні механізми, транспортний пристрій, маркери та інші робочі органи, що беруть участь у виконанні технологічного процесу сівби. Висока міцність і жорсткість рами забезпечують стабільність роботи агрегату в польових умовах та сприяють збереженню заданих технологічних параметрів висіву.

Окрім функції носія, рама одночасно виконує роль ресивера пневматичної системи сівалки. Її внутрішня порожнина використовується для накопичення та вирівнювання повітряного потоку, який створюється вентилятором. Завдяки цьому забезпечується стабільне розрідження в пневматичній системі, що є необхідною умовою для надійної роботи висівних апаратів та підтримання високої точності дозування насіння. Використання рами як ресивера дозволяє зменшити кількість окремих конструктивних елементів, спростити будову машини та підвищити її експлуатаційну надійність.

Для агрегування сівалки з трактором у центральній частині рами або зі зміщенням на 225 мм вліво встановлюється напівавтоматичне зчіпне пристосування. Таке конструктивне рішення забезпечує зручність приєднання машини до енергетичного засобу, скорочує тривалість підготовчих операцій та підвищує безпеку виконання зчіпних робіт. Крім того, можливість зміщення зчіпного пристрою дозволяє оптимізувати положення сівалки відносно трактора залежно від прийнятої технології вирощування культури та особливостей виконання польових робіт.

Таким чином, рама сівалки є багатофункціональним конструктивним елементом, який не лише забезпечує розміщення та надійне кріплення всіх основних вузлів машини, а й виконує функції ресивера пневматичної системи та основи для встановлення зчіпного пристрою, що суттєво підвищує ефективність і надійність роботи посівного агрегату..

Напівавтоматичне зчеплення призначене для приєднання сівалки до трактора та забезпечення швидкого агрегування і роз'єднання машини з енергетичним засобом.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Опорно-приводне колесо в робочому положенні сівалки використовується для передачі крутного моменту через механізми передач до дисків висівних апаратів і приводів туковисівних апаратів. У транспортному положенні воно виконує функцію опорного колеса під час переміщення сівалки дорогами загального призначення.

Механізм передач призначений для зміни передаточного відношення приводу висівних апаратів. Регулювання здійснюється шляхом перестановки приводного ланцюга на відповідні зірочки блоків, що дозволяє встановлювати необхідну норму висіву.

Посівні секції забезпечують виконання основних операцій технологічного процесу сівби, а саме: формування посівного ложа, висів насіння у борозну та прикочування ґрунту над засіяним рядком.

Висівний апарат пневматичного типу призначений для однозернового дозованого висіву насіння відповідно до встановленої норми висіву.

Вентилятор відцентрового типу використовується для створення розрідження у пневматичній системі сівалки, що забезпечує роботу висівних апаратів. Привід вентилятора здійснюється від валу відбору потужності трактора з частотою обертання 540 об/хв за допомогою карданного валу.

Туковисівний апарат призначений для дозованого внесення гранульованих мінеральних добрив під час сівби.

Туковисівний сошник використовується для формування борозни, у яку укладаються мінеральні добрива на задану глибину.

Тукові редуктори призначені для регулювання норми внесення мінеральних добрив шляхом зміни передаточного відношення приводу туковисівних апаратів.

Маркери призначені для утворення сліду на незасіяній частині поля з метою забезпечення точного стикування міжрядь під час наступного проходу посівного агрегату. Піднімання та опускання маркерів здійснюється гідравлічним механізмом, керованим з кабіни трактора.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### 4.3. Технологічні розрахунки

#### 4.3.1. Розрахунок об'єму насіннєвого бункера для соняшника сівалки УПС-8.

Згідно з даними [6], вибір об'єму насіннєвого бункера сівалки здійснюється з урахуванням двох взаємопов'язаних вимог: забезпечення достатньої тривалості безперервної роботи агрегату між заправками насінням та формування раціональної технологічної маси машини. Правильне визначення місткості бункера має важливе значення для досягнення високої продуктивності посівного агрегату та ефективного використання машинно-тракторного комплексу. З одного боку, збільшення об'єму насіннєвого бункера дозволяє скоротити кількість зупинок для дозаправлення, що сприяє підвищенню коефіцієнта використання робочого часу зміни та збільшенню змінної продуктивності сівалки. Велика місткість бункера особливо важлива при роботі на великих за площею полях, де витрати часу на підвезення та завантаження насіннєвого матеріалу можуть суттєво впливати на загальну ефективність виконання посівних робіт. З іншого боку, надмірне збільшення об'єму бункера супроводжується зростанням матеріалоємності конструкції та необхідністю посилення її несучих елементів. Це призводить до збільшення власної маси сівалки, а також до зростання навантажень на раму, ходову систему та механізми приводу. У результаті можуть погіршуватися експлуатаційні показники машини, зокрема збільшуватися тяговий опір агрегату, знижуватися його маневреність під час виконання польових робіт і транспортних переїздів, а також підвищуватися навантаження на опорні колеса та інші елементи конструкції.

Вихідні дані для розрахунку:

- кількість рядків сівалки УПС-8 - 8 шт.;
- ширина міжрядь (для соняшника) - 70 см;
- ширина захвату агрегату - 5,6 м;
- об'єм насіннєвого бункера - 200-288 л (загальний);
- об'єм одного бункера в межах 25-36 л;

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



- норма висіву соняшника - 4-8 кг/га;
- маса 1000 насінин - 40-120 г.

Отже, використовуючи вираз 4.1 ми можемо обчислити об'єм бункера запропонованої сівалки:

$$V_{\sigma} = \frac{(1,1...1,5)M \cdot B \cdot H}{10^4 \cdot \gamma_c}, \quad (4.1)$$

де:  $H$  – вище приведений показник норми висіву насіння,  $H = 4...8$  кг/га;

$B$  - ширина захвату модернізованої сівалки, що є  $B = 5,6$  м;

$\gamma_c$  - об'ємна вага для насіння соняшнику. Вона залежить від сорту, вологості, ступеня очищення та калібрування насіння. У розрахунках для технологічного проектування посівних машин приймають середні довідкові значення, а саме:

- очищене насіння - 350...450 кг/м³;
- каліброване насіння - 400...450 кг/м³;
- вологе насіння - 450...500 кг/м³.

Приймаємо найбільш поширений варіант, тобто каліброване насіння -  $\gamma_c = 450 \text{ кг/м}^3 = 0,45 \text{ кг/л}$ .

$M$  - довжина гону, м. Згідно розрахунків у технологічній частині приймаємо 2600 м.

Таким чином, підставляємо вже відомі значення параметрів та розраховуємо об'єм насіннєвого бункера:

$$V_{\sigma} = \frac{1,2 \cdot 2600 \cdot 5,6 \cdot 8}{10^4 \cdot 0,45} = 31,1 \text{ дм}^3.$$

Згідно літературних джерел об'єм одного бункера коливається в межах 25-36 дм³, тобто отримане значення підтверджує правильність проведених розрахунків.

І нарешті, встановлюємо загальний об'єм бункера для насіння соняшника:

$$V_{\text{заг.б}} = 31,1 \cdot 8 = 248,5 \text{ дм}^3.$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Отримане значення входить в межі об'єму насіннєвого бункера, тобто 200-288 дм<sup>3</sup>.

#### 4.3.2. Розрахунок об'єму бункерів для мінеральних добрив.

Розрахунок об'єму бункерів для мінеральних добрив при сівбі соняшнику сівалкою УПС-8 виконують з урахуванням кількості тукових бункерів, яких на сівалці конструктивно встановлюють 4 штуки.

Об'єм тукових бункерів визначаємо за наступною формулою:

$$V_m = \frac{B \cdot M \cdot N_m}{10000 \cdot \gamma_m}, \quad (4.2)$$

де:  $N_m$  - середній показник норми внесення добрив для соняшнику, він складає  $N_m = 80$  кг/га;

$M$  - вище вказаний показник довжини гону,  $M = 2600$  м;

$\gamma_m$  - об'ємна маса мінеральних добрив, приймаємо  $\gamma_m = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

Отже:

$$V_m = \frac{5,6 \cdot 2600 \cdot 80}{10000 \cdot 1000} = 0,116 \text{ м}^3 = 116 \text{ дм}^3$$

Таким чином, для базової моделі заводом встановлено, що загальний об'єм бункерів для добрив складає 192 дм<sup>3</sup>. Відповідно, розрахований нами показник (116 дм<sup>3</sup>) забезпечує запропоновану норму внесення добрив при сівбі насіння соняшнику з довжиною гонів підготовленого поля у 2600 м.

#### 4.3.3. Розрахунок полозоподібного сошника.

Згідно [7], показник рівномірності загортання насіння в ґрунт значною мірою визначається конструкцією та геометричними параметрами сошника. Так, до основних параметрів сошника належать форма і розміри борозноутворювального елемента, відстань між щоками сошника, а також форма і розміри їх обрізів. У наральникових і полозоподібних сошниках щоки виконують особливо важливу функцію. Вони являють собою дві рухомі опорні стінки, розташовані одна навпроти одної, кожна з яких утримує відповідну стінку борозни та запобігає її обсіпанню.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

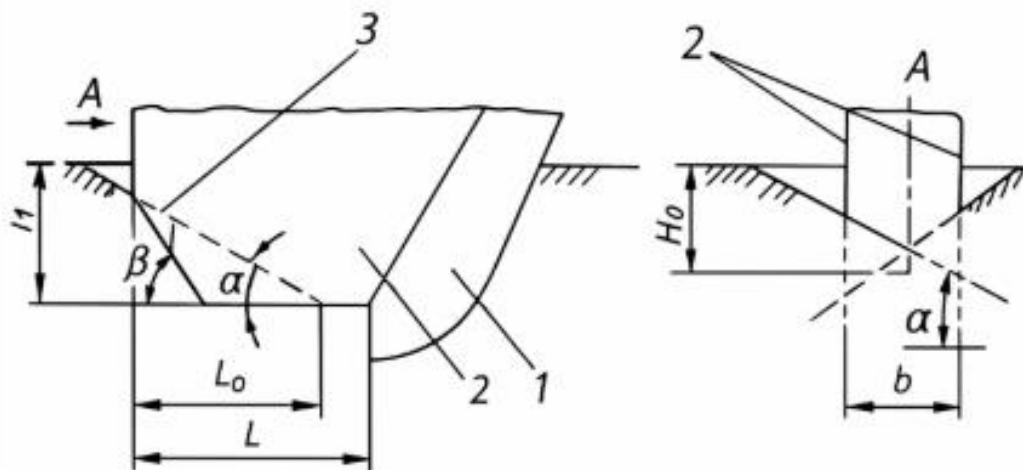


Рис. 4.2. Характер обсіпання ґрунту між щокми сошника

1 - наральник; 2 - щоки сошника; 3 - нижній похилий обріз щік

Під час проектування сошника необхідно забезпечити, щоб відстань  $L$ , як показано на рисунку 4.2, тобто від заднього обрізу щік сошника до задньої кромки наральника перевищувала глибину обсіпання ґрунту  $L_0$  у внутрішню частину сошника при малих швидкостях руху посівного агрегату. Така умова дозволяє запобігти потраплянню ґрунту в зону висіву та забезпечити стабільність технологічного процесу.

Глибина обсіпання ґрунту визначається наступною залежністю:

$$L_0 = \frac{h - a \cdot c^n}{tg\alpha} + 0,5 \cdot c \quad , \quad (4.3)$$

де:  $h$  - глибина ходу полозоподібного сошника, тобто приймаємо  $h = 60$  мм;

$c$  - відстань між конструкцією щік, тобто  $c = 30$  мм;

$a$ ,  $n$  – відповідно експериментальні коефіцієнти, які є наступними  $a = 7,245$  та  $n = 0,367$ ;

$\alpha$  – кут природного скосу при нормальній вологості, він становить наступне  $\alpha = 35^\circ$ .

Таким чином, підставляємо до формули 4.3 відомі значення та проводимо визначення параметра  $L_0$ :

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>БР 00.000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

$$L_0 = \frac{60 - 7,245 \cdot 30^{0,367}}{\operatorname{tg} 35^\circ} + 0,5 \cdot 30 = 64,8 \text{ мм.}$$

Форма нижнього обрізу щік і наральника сошника істотно впливає на якість загортання насіння ґрунтом. Забезпечення загортання насіння більш вологими нижніми шарами ґрунту можливе за умови, що нижній задній обріз наральника виконано за твірною конуса обсипання, тобто під кутом  $\beta$ , який дорівнює природному куту відкосу ґрунту.

У такому випадку спочатку в борозну обсипаються нижні, більш вологі шари ґрунту, після чого відбувається обсипання верхніх шарів, які до цього утримувалися верхніми обрізами щік сошника. Така послідовність сприяє покращенню контакту насіння з вологим ґрунтом і підвищує рівномірність його загортання.

Сошник в базовій сівалці служить для утворення борозни, при цьому незважаючи на деякі переваги, він має також і недоліки. А саме, насіння, що рухається вниз від висівних дисків, в певній послідовності при співударі об стінки та дно сформованої клиноподібної борозни хаотично перерозподіляється по довжині рядка. Внаслідок такого руху погіршується заданий інтервал між насінинами, що призводить до порушень агротехнічних вимог стосовно точності сівби. Це є причиною необґрунтованої витрати посівного матеріалу, зниження подальших врожаїв, що неодноразово підтверджувалося випробуваннями просапних сівалок.

Тому в даній бакалаврській роботі ми пропонуємо модернізувати полозоподібний сошник, а саме, в його конструкцію встановити прикочувальний борозний коток з лотком, як показано на рисунку 4.3., а також виконано скошені зрізи на щоках самого сошника, які розташовані позаду наральника, але попереду зони співудару насіння з ґрунтом.

Зрізи відіграють роль ножів, які підрізають клинову борозну, що утворена наральником (п'яткою). Відокремлений ними шар ґрунту утворює рихлу поверхню на дні борозни, що сприяє зменшенню розкочування насінини по дну та стінках борозни. Лоток змінює саму траєкторію польоту насіння і

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

направляє їх під коток, тобто назустріч його поступальному руху. Таким чином, насіння по довжині рядка виявляється заробленим в ґрунт, в тій послідовності з якою воно досягає дна борозни. Для запобігання процесу налипання котка вологим шаром ґрунту він виконаний еластичним (матеріал - гума) з ободом, що легко деформується.

Так як в борозні немає грудок великого розміру які б заважали перекочуванню, тому діаметр прикочувального борозного котка приймаємо з конструктивних міркувань, а саме: зовнішній діаметр котка  $D=100$  мм.

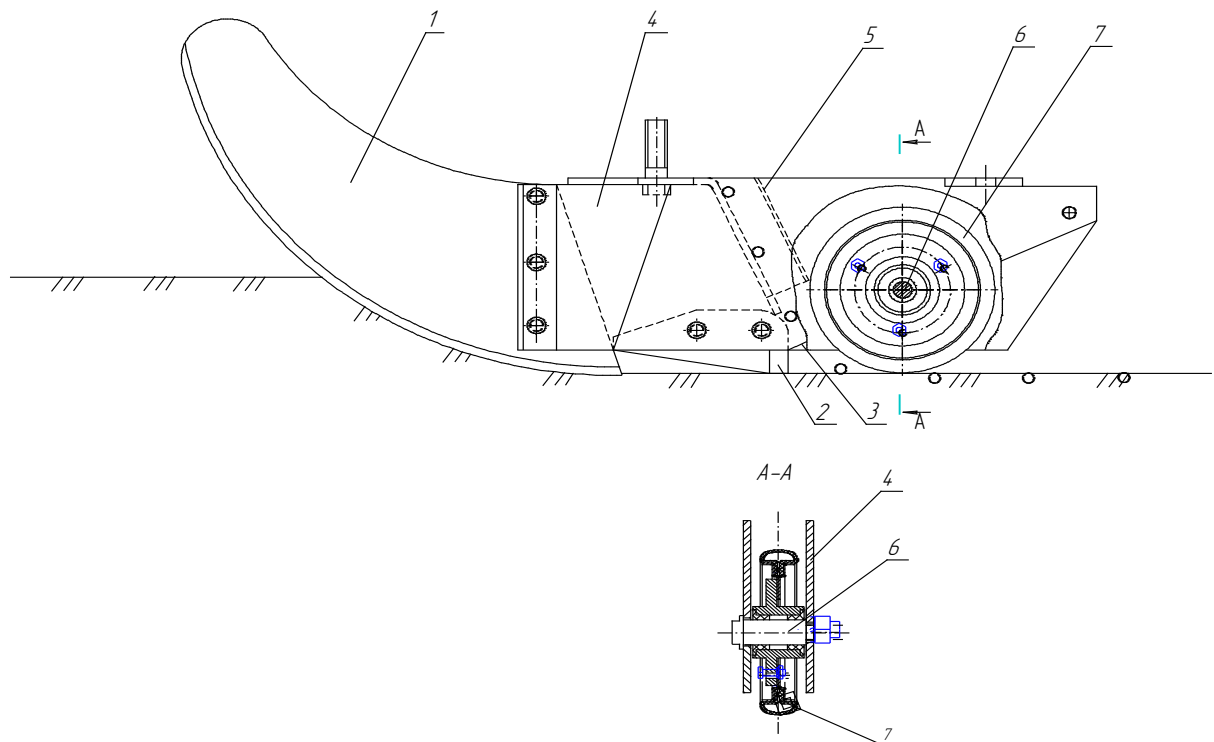


Рис. 4.3. Схема полосовидного сошника:

1 - наральник; 2 - п'ятка сошника ; 3 - скошені зрізи на щоках;

4 - щока; 5 - спрямовуючий лоток; 6 - вісь; 7 - борозний прикочувальний коток

#### 4.3.4. Розрахунок підвіски сошників паралелограмного типу.

Процес рівноваги сошника або посівної секції з паралелограмною підвіскою, як показано на рисунку 4.2 забезпечується за умови, коли:

$$Qh_1 + R_H h_4 = R_x h_2 + R_z h_1 + R_0 h_3, \quad (4.4)$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

де:  $Q$  - сила ваги одного сошника сівалки УПС-8, він знаходиться в межах 80...120 Н. Для подальших розрахунків ми приймаємо  $Q=120$  Н.

$R_H$  - значення сили тиску пружини натяжної штанги сівалки, Н;

$R_x$  - значення сили опору сошника (так для полозоподібних сошників враховуючи глибину ходу 6...10 см показник відповідно становить межі 300...500 Н);

$R_z$  - значення вертикальної реакції самого ґрунту, що діє на конструкцію сошника, Н, тобто  $R_z = R_x \cdot \operatorname{tg} \lambda$ ;

$R_0$  – реакція ґрунту, що активно діє на прикочувальний коток секції, Н.

Він становить наступне:

$$R_0 = \frac{R'_0}{\cos \beta}, \quad (4.5)$$

де:  $\lambda = 30^\circ$ ;  $\beta = 8...11^\circ$ .

З виразу 4.5 ми встановлюємо вертикальну реакцію ґрунту на коток з умови виконання процесу колієутворення:

$$R'_0 = m \cdot b \sqrt{m \cdot D},$$

де:  $m$  - ступінь колієутворення. Так, для прикочувальних котків він складає наступні межі 0,15 - 0,35;

$b$  - ширина ободу прикочувального котка, тобто  $b=65$  мм;

$D$  – діаметр самого котка, він є  $D=285$  мм.

Тепер підставляємо відомі значення:

$$R'_0 = 0,35 \cdot 65 \sqrt{0,35 \cdot 285} = 194,7 \text{ Н}$$

Далі:

$$R_0 = \frac{227,2}{\cos 11^\circ} = 198,4 \text{ Н}$$

Тепер значення вертикальної реакції самого ґрунту на коток буде становити:

$$R_z = 400 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 230,9 \text{ Н.}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

При проведенні розрахунків, вибираючи розміри прикочувальних котків та тиск на ґрунт, потрібно враховувати те, щоб глибина колії після їх проходження була мінімальною.

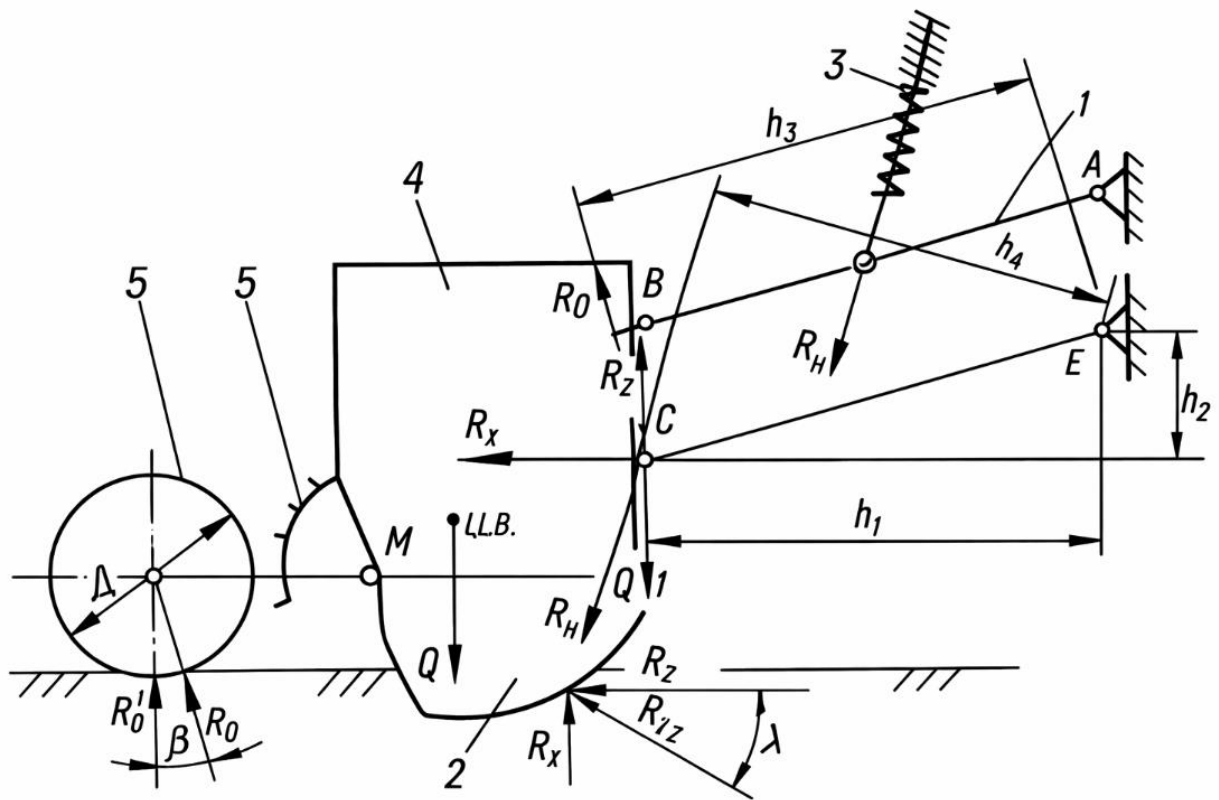


Рис. 4.4. Розрахункова схема паралелограмної підвіски:

1 - паралелограмна підвіска; 2 - сошник; 3 - натискна штанга з пружиною; 4 – висівний апарат; 5 - регулятор регулювання глибини ходу сошника; 6 - прикочувальний коток секції

Обчислюємо параметр глибини колії користуючись наступною формулою:

$$H = \sqrt[3]{\frac{9(R_0')^2}{4 \cdot b^2 \cdot D \cdot q^2}}, \quad (4.6)$$

де:  $q$  - питомий показник навантаження, що потрібне для витіснення певної одиниці ґрунту, тобто - коефіцієнт об'ємного зім'яття. Так для ґрунтів, які якісно підготовлені до сівби, він становить такі межі  $q = 0,002 \dots 0,004$  Н/мм<sup>3</sup>.

|      |      |          |        |      |              |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

Отже, ми маємо таке:

$$H = \sqrt[3]{\frac{9(198,4)^2}{4 \cdot 65^2 \cdot 285 \cdot 0,004^2}} = 17,8 \text{ мм.}$$

Обчислюємо необхідний тиск пружини натискної штанги посівної секції на поводки в конструкції паралелограмної підвіски:

$$R_H = \frac{\delta(R_0 h_3 + R_x h_2 + (R_z - Q) h_1)}{h_4}, \quad (4.7)$$

де:  $\delta$  - чинник, що враховує динамічні навантаження, він становить  $\delta = 1,3$ .

Таким чином, сили тиску пружини натяжної штанги сівалки буде становити:

$$R_H = \frac{1,3 \cdot (194,7 \cdot 336 + 400 \cdot 300 + (230,9 - 120) \cdot 430)}{336} = 901,9 \text{ Н}$$

#### 4.4. Розрахунки деталей на міцність

##### 4.4.1 Обчислення валу висівного апарата та вибір підшипників.

Згідно [8], силові обчислення валу висівного апарата ми проводимо з максимально можливого крутного моменту, який може розвинути приводне колесо сівалки УПС-8. Отже, максимальний крутний момент, що може забезпечити опорно-приводне колесо, обчислюється за таким виразом:

$$M_k = \frac{f \cdot Q \cdot D_k}{2k}, \quad (4.8)$$

де:  $Q$  - вага сівалки УПС-8 з наповненими бункерами насінням соняшнику та добривами, Н, тобто  $Q = 1700 \text{ кг} = 17000 \text{ Н}$

$D$  - показник діаметру опорно-приводного колеса сівалки УПС-8. Згідно конструкторських міркувань  $D = 510 \text{ мм}$ ;

$k$  - кількість опорних коліс на вибраній нами сівалці, тобто  $k = 2$ ;

$f$  - чинник, що вказує на зчеплення пневматичних коліс з ґрунтом, тобто приймаємо  $f = 0,4$ .

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



$$M_k = \frac{0,4 \cdot 17000 \cdot 0,51}{2 \cdot 2} = 867 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обчислюємо крутний момент на валу висівного апарата сівалки УПС-8:

$$M_a = \frac{M_k \cdot \eta}{i}$$

де:  $\eta=0,94$  - ККД від ланцюгової передачі;

$i=0,23$  - значення передаточного відношення, що діє на приводний вал від опорно-приводного колеса.

Отже:

$$M_a = \frac{867 \cdot 0,94}{0,23} = 3543,4 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (4.9)$$

Тепер обчислимо зусилля, що діє безпосередньо на зірочці висівного апарата за такою формулою:

$$P_a = \frac{2 \cdot M_a}{d_{зир.}}, \quad (4.10)$$

де:  $d_{зир.}$  - конструктивний діаметр зірочки.

Він розраховується за таким виразом:

$$d_{зир.} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}} = \frac{18,875}{\sin \frac{180^\circ}{23}} = 130,12 \text{ мм}.$$

Отже, знаходимо значення зусилля:

$$P_a = \frac{2 \cdot 3543,4}{0,13012} = 54463,5 \text{ Н}.$$

Так як від одного колеса сівалки виконується привід восьми висівних апаратів, то на валу кожного апарата зусилля буде наступне:

$$P_1 = \frac{P_a}{8} = \frac{54463,5}{8} = 6807,9 \text{ Н}.$$

З метою побудови епюри згинального моменту встановлюємо реакції опор в точках А та В:

$$\sum M_a = 0; \quad P \cdot l_1 - R_B \cdot l_2 = 0;$$

звідки:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$R_B = \frac{P_a \cdot l_1}{l_2} = \frac{6807,9 \cdot 60}{17} = 24027,9 \text{ Н}$$

$$\sum M_e = 0; \quad P_{a1} \cdot (l_1 + l_2) - R_a \cdot l_2 = 0;$$

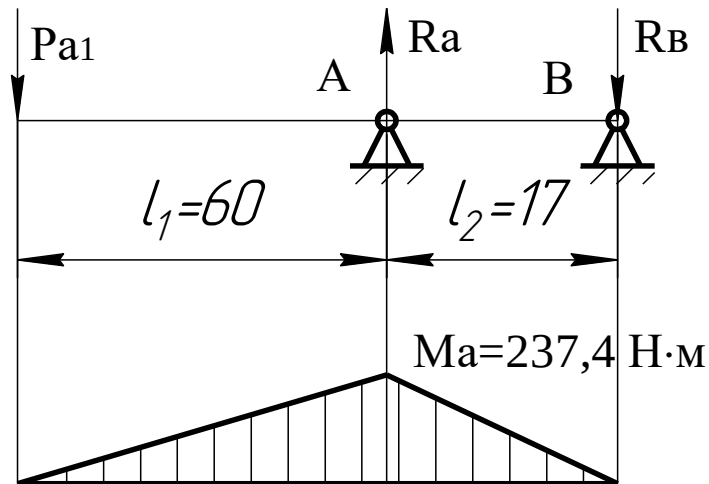


Рис. 4.5 Схема навантаження валу висівного апарата начіпної сівалки.

Звідки:

$$R_a = \frac{P_{a1} \cdot (l_1 + l_2)}{l_2} = \frac{6807,9 \cdot (60 + 17)}{17} = 30835,8 \text{ Н}$$

Обчислюємо мінімальний діаметр валу в небезпечному перерізі користуючись при цьому виразом:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2[\sigma]}}, \quad (4.11)$$

Приймаємо з конструктивних міркувань матеріал для валу Сталь 35. Для неї становить  $[\sigma] = 100 \text{ кг/мм}^2$ .

$$d = \sqrt[3]{\frac{237,4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 100}} = 28,82 \text{ мм.}$$

Отже, приймаємо вал під підшипник діаметром 30 мм.

$$\text{Тоді } \sigma = \frac{M_3}{W} \leq [\sigma]_3 \quad (4.12)$$

де:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 30^3 = 2700 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{23740}{2700} = 87,88 \text{ кг/мм}^2 < [\sigma] = 100 \text{ кг/мм}^2.$$

І нарешті, встановлюємо коефіцієнт запасу міцності користуючись наступним співвідношенням:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{100}{87,88} = 1,13$$

Як видно з проведених розрахунків запас міцності є достатнім для працездатності висівного апарата вибраної нами сівалки.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1.1 Обчислення заходів безпеки під час експлуатації сівалки.

У процесі активного проведення аналізу потенційно небезпечних і шкідливих факторів під час виконання різних робіт на сформованому нами агрегаті з сівалкою УПС-8 встановлено, що одним із найбільш небезпечних елементів конструкції є маркер, який під час транспортування та технічного обслуговування машини може створювати підвищену загрозу для обслуговуючого персоналу.

Маркери призначені для формування орієнтовної лінії на необробленій частині поля, що забезпечує точне дотримання ширини міжрядь під час наступних проходів агрегату. Опускання та піднімання маркерів здійснюється за допомогою гідравлічного приводу, керування яким виконується безпосередньо з кабіни трактора.

Далі у транспортному положенні маркери знаходяться у піднятому стані, який підтримується окремими гідроциліндрами. Проте у випадку пошкодження гідравлічної магістралі або зниження тиску в системі можливе самовільне опускання маркерів, що створює небезпечну ситуацію під час роботи або транспортування агрегату.

Для підвищення рівня безпеки виконаємо розрахунок на міцність штиря при заданому навантаженні механізму вильоту маркерів.

Зусилля, яке діє на штир, визначимо відповідно до виразу:

$$M = \frac{T_c}{2}, \quad (5.1)$$

де:  $T_c$  – конструктивна вага маркера модернізованої сівалки, що є

$$T_c = 342 \text{ Н.}$$

Отже:

$$M = \frac{342}{2} = 171 \text{ Н.}$$

Далі проведемо визначення напружень зрізання із рівняння міцності використовуючи при цьому наступний вираз:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$\tau_{зр.} = \frac{4 \cdot M}{\pi \cdot d_{um}^2} \leq [\tau_{зр.}], \quad (5.2)$$

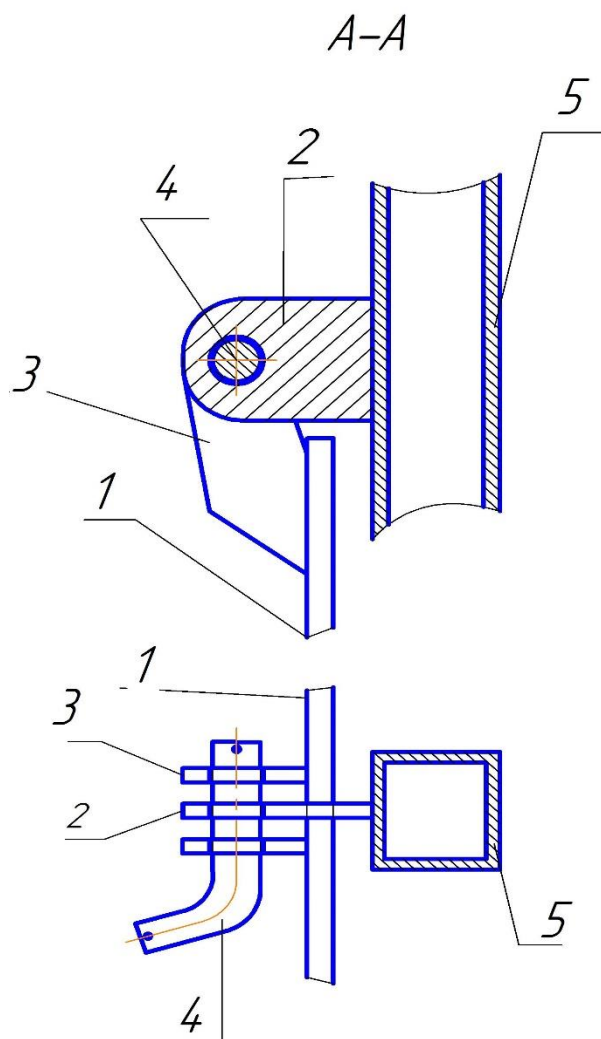
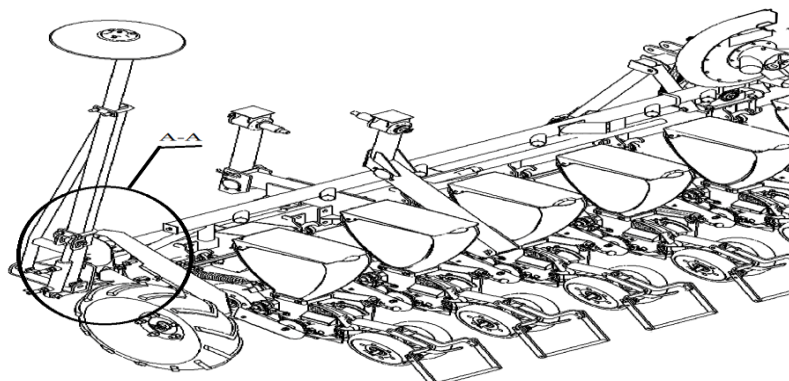


Рис. 4.1. Схема кронштейна для фіксації конструкції маркера:  
1- рама сівалки; 2, 3 - кронштейн, 4 - маркер, 5 – металевий штир

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

БР 00.000 ПЗ

Арк.

де:  $d_{ш}$  – відповідно значення діаметра штиря для фіксації конструкції маркера, м.

Отже, приймаємо:  $d_{ш} = 0,16$  м.

Далі:

$[\tau_{зр}]$  – допустимий чинник, що встановлює напруження зрізання, Н/м<sup>2</sup>. Він має становити таке:

$$[\tau_{зр}] = 0,6 [G_p]$$

де:  $G_p$  – допустимий чинник, що характеризує напруження на розтягування потрібного нам матеріалу, Н/м<sup>2</sup>, а саме (для сталі  $G_p = 1,48 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>).

$$[\tau_{зр}] = 0,6 \cdot 1,48 \cdot 10^8 = 8,89 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2.$$

Тепер підставляємо до формули 5.2 вже відомі значення та отримуємо наступне:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 171}{3,14 \cdot 0,16^2} = 0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$$

Далі робимо перевірку умов:  $[\tau_{зр.}] > \tau_{зр.}$

$$8,89 \cdot 10^7 > 0,8 \cdot 10^4$$

Таким чином, умова міцності виконується. Проведені розрахунки підтверджують безпечність обслуговування сівалки за умови фіксації маркерів спеціальною конструкцією зі штирем. Даний елемент забезпечує надійне утримання маркерів у транспортному положенні та застосовується під час зберігання і транспортування сівалки УПС-8, що підвищує рівень безпеки експлуатації машини.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 6. ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі запропоновано вдосконалення механізації процесу вирощування просапної культури - соняшнику. У ході виконання роботи проведено ґрунтовний аналіз існуючої технології його вирощування, на основі якого обґрунтовано комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності технологічного процесу та модернізацію посівної техніки.

Удосконалення технології сівби передбачає використання модернізованого посівного агрегату, що дозволило підвищити продуктивність виконання посівних робіт, а також покращити якість формування сходів за рахунок більш точного та стабільного виконання операції висіву насіння. У технологічній частині роботи розроблено технологічну та операційно-технологічну карти, в яких визначено послідовність виконання польових операцій, а також обґрунтовано склад машинно-тракторних агрегатів, що застосовуються у технології вирощування соняшнику.

В інженерній частині виконано комплекс розрахунків, зокрема технологічні та кінематичні, а також розрахунки деталей конструкції на міцність, що дозволило підтвердити працездатність і надійність запропонованих технічних рішень. Запропоновано модернізацію полозоподібного сошника шляхом удосконалення його конструкції за рахунок встановлення борозного котка. Це конструктивне рішення забезпечує більш якісне ущільнення насіння на дні борозни, знижує ймовірність його механічного пошкодження та створює кращі умови для контакту насіння з ґрунтом. У результаті реалізації даного удосконалення підвищується якість виконання сівби, що сприяє покращенню польової схожості, збільшенню продуктивності посівного агрегату та позитивно впливає на рівень урожайності культури.

У розділі «Охорона праці» розроблено комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов експлуатації сівалки УПС-8. Зокрема, підтверджено безпечність її обслуговування за умови застосування фіксації маркерів спеціальною конструкцією зі штирем, що зменшує ризики

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

травмування обслуговуючого персоналу під час виконання регулювальних і підготовчих операцій.

Таким чином, запропоновані у роботі удосконалення технології сівби соняшнику та модернізація конструкції полозоподібного сошника є технічно обґрунтованими та доцільними, що підтверджується їх позитивним впливом на якість виконання посівних робіт і загальну ефективність технологічного процесу вирощування культури.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.
3. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
5. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.
6. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.
8. Хайліс Г.А. Основи теорії та розрахунку сільськогосподарських машин. - К.: Вид-во УСХА, 1992. - 235 с.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

# ДОДАТКИ