

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

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

Механізація вирощування вівса з удосконаленням сівалки

СЗ-3,6А

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи AI-21

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Попов Артем Володимирович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

ЗМІСТ

| | <u>стор.</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Вступ | 7 |
| 2. Аналіз типової технології вирощування вівса з визначенням шляхів її удосконалення | 9 |
| 3. Операційна технологія виконання сівби вівса | 13 |
| 4. Інженерна частина | 26 |
| 5. Охорона праці | 40 |
| 6. Висновки | 43 |
| Список використаної літератури | 44 |
| Додатки | 47 |

| | | | | | | |
|----|-----|---------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арх |
| Вм | Арх | № додм. | Підпис | Дата | | 6 |

1. Вступ

Овес не знайшов такого широкого розповсюдження по території України в порівнянні з іншими зерновими культурами, таких як пшениця, ячмінь, кукурудза і не має такого стратегічного значення як останні. Хоча слід зазначити, бувають періоди, коли для України відкривають ринок вівса в Євросоюзі. Так до початку червня 2025 року діяла квота на експорт туди близько 2,5 тисяч тон зерна, що є дуже важливим для наших аграріїв [19]. У 2024 році даною культурою засіяно всього 163,7 тисяч гектарів [21,22]. Це набагато менше ніж площі посівів названих вище культур.

Але, дана статистика не применшує значення даної культури для народного господарства нашої країни. Зерно вівса широко використовується в харчовій промисловості для виготовлення в основному круп, пластівців, безлактозних продуктів тощо [20]. В тваринництві застосовують зерно вівса для згодовування коням, ВРХ, іншим тваринам як в цілісному стані, так і у складі концентрованих кормів.

Суттєвою вадою вівса є досить низька урожайність. При потенційній урожайності $70\text{ц}/\text{га}$ в Україні вона складає в середньому близько $35\text{ц}/\text{га}$, а бувають роки, що урожайність може падати до $25\text{ц}/\text{га}$ і нижче.

Основними причиною такого явища можна вважати низький рівень або недотримання технології вирощування, недостатній або низький рівень технічного забезпечення та кліматичні умови. Овес досить невибагливий до ґрунтових умов, то дефіцит вологи дуже суттєво впливає на якість та обсяги урожаю.

Суттєвий вплив на урожайність має також якість сівби, а особливо якість загортання насіння в ґрунт.

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|--------|------|----------------------|-----------|-------|---------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | Нодокум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Попов | | | | Пояснювальна записка | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | Мачок | | | | | | 7 | 47 |
| Н.контр. | Мачок | | | | | ЦНТУ | | |
| Затвер. | Васильковський | | | | | гр. АІ-21 | | |

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технологічної карти на вирощуванням вівса шляхом модернізації операції посіву та сошникової групи зернової сівалки СЗ-3,6А

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, таких як вимерзання чи висушування. Важливим є також створення однакових умов для росту рослин на всій площі, чого можна досягти завдяки оптимізації термінів сівби. Таким чином, посівний агрегат має працювати з максимальною продуктивністю, і саме цьому аспекту будуть приділені зусилля в технологічних розробках.

Аналіз типової технологічної карти свідчить про використання посівного агрегату, до складу якого входять трактор МТЗ-80 та сівалка СЗ-3,6, для виконання операції посіву. Однак технічні параметри цих машин та досвід їх експлуатації вказують на низьку ефективність такого агрегату.

У зв'язку з цим, для покращення процесу посіву пропонується використання двосівалкового агрегату, до якого входять трактор МТЗ-82, зчіпка СС-7,2 і дві сівалки СЗ-3,6А.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

Тяговий опір агрегату

$$R_{aep} = (K + R_i) \cdot B_k \cdot n_c + R_{зч} \quad (3.7)$$

Звідси

$$R_{aep}^{IV} = (2,0 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 2,0 + 0,48 = 15,37 \text{ кН}$$

$$R_{aep}^V = (2,0 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 1,0 + 0,48 = 7,92 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\eta_{mз} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}} \quad (3.8)$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{15,37}{16,8} = 0,91$$

$$\eta_{mз}^V = \frac{7,92}{13,3} = 0,59$$

З отриманих значень розрахунків можна зробити висновок, що раціональним є використання двосівалкового посівного агрегату з роботою на четвертій передачі коли навантаження на двигун трактора є оптимальним.

Обчислимо змінну продуктивність агрегату [8,12,14]

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p^{IV} \cdot T_p \quad (3.9)$$

де B_p - робоча ширина захвату агрегату;

$$B_p = B_k \cdot n_c = 3,6 \cdot 2 = 7,2 \text{ м} \quad (3.10)$$

T_p – робочий час зміни

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.11)$$

де $T_{зм} = 7 \text{ год}$ – час зміни;

$\tau = 0,81$ – коефіцієнт використання часу зміни;

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год}$$

Тоді

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 8,01 \cdot 5,67 = 32,7 \text{ га / зм}$$

Витрати палива на один гектар

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

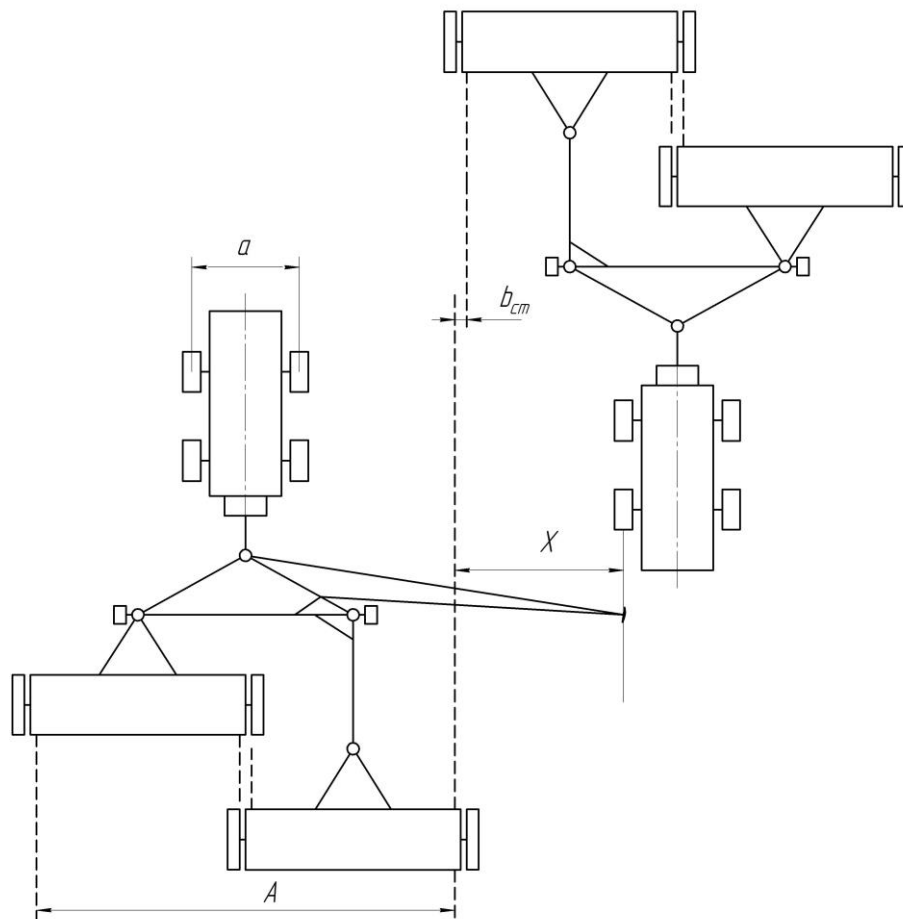


Рис. 3.1 Розрахункова схема маркера

$$l = \frac{A \pm a}{2} + b_{cm} \quad (3.32)$$

де l – виліт маркера, м

$A = 7,2\text{ м}$ - відстань між крайніми сошниками;

$a = 1,400\text{ м}$ – ширина колії трактора;

$b_{cm} = 0,15\text{ м}$ - ширина стикових міжрядь.

Виліт правого маркера

$$l = \frac{7,2 - 1,4}{2} + 0,15 = 3,05\text{ м}$$

Виліт лівого маркера

$$l = \frac{7,2 + 1,4}{2} + 0,15 = 4,45\text{ м}$$

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

- загортання насіння: перевірити, чи все насіння повністю загорнуте ґрунтом для забезпечення оптимальних умов проростання.

Систематичний контроль цих показників гарантує високу якість сівби та закладає основу для успішного врожаю.

Висновки по розділу. Розрахунки, наведені в розділі, свідчать, що запропоновані зміни у технології вирощування вівса сприятимуть підвищенню продуктивності праці під час виконання сівби. Це дозволить суттєво скоротити час на проведення цієї операції, а також зменшити витрати на паливно-мастильні матеріали.

Результати розрахунків дають можливість рекомендувати до впровадження у виробництво модернізованої технології вирощування вівса.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

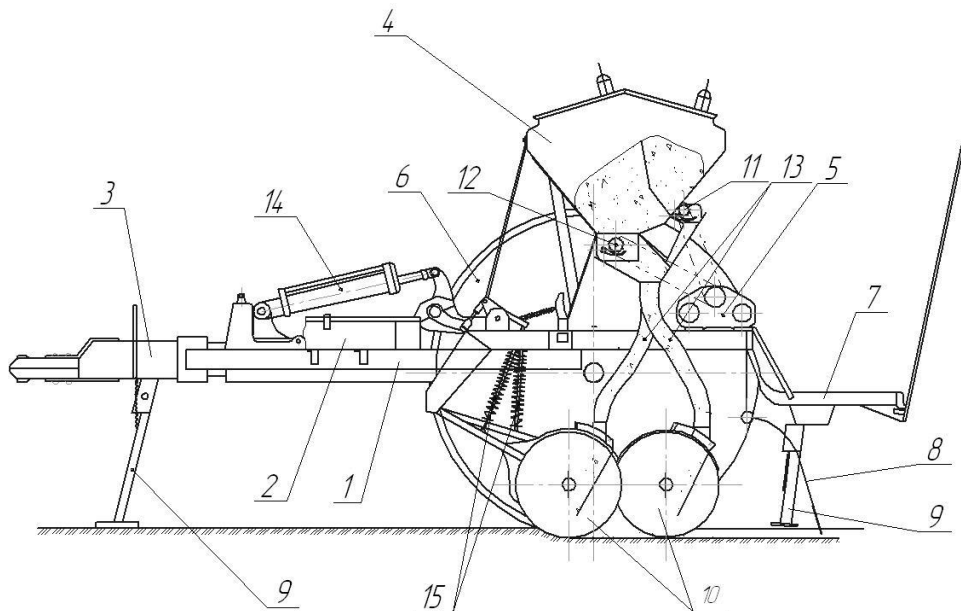


Рис.4.1. Функціональна схема сівалки СЗ-3,6А.

4.1.3. Технічна характеристика сівалки СЗ-3,6А.

1. Продуктивність, га/год - 2,92.
2. Ширина захвату, м - 3,6.
3. Вага сівалки, Н - 13800
4. Габаритні розміри, мм
 - довжина - 3490
 - ширина - 4225
 - висота - 1530.
6. Ширина міжрядь м - 0,15.
7. Глибина ходу сошників, мм 40...80.
8. Кількість сошників - 24.
9. Висівні апарати, шт.
 - для зерна - штамповані катушкові - 24
 - для добрив – катушково-штифтові 24.
10. Механізм передачі - зубчаті - ланцюгові.
13. Об'єм зернотукового бункера, дм³
 - відділень для насіння – 453

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

МВВ 00.000 ПЗ

Арк.

27

$\gamma = 550 \text{ г} / \text{дм}^3$ – об’ємна маса насіння вівса.

Тоді

$$V = \frac{1,2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 815 \cdot 0,15 \cdot 180}{10^4 \cdot 550} = 0,230 \text{ дм}^3$$

Оскільки сівалка СЗ-3,6А має два бункери, то їх сумарний об’єм буде

$$V_3 = n \cdot V = 0,230 \cdot 2 = 0,460 \text{ м}^3 = 460 \text{ дм}^3 \quad (4.3)$$

де $n = 3$ – кількість бункерів.

Так як сівалка здатна забезпечити більші норми висіву, ніж це передбачено в роботі, обираємо об’єм бункера реальної сівалки. $V_3 = 720 \text{ дм}^3$

4.2.2. Розрахунок параметрів однодискового сошника.

Рівномірність загортання насіння в ґрунт значною мірою визначається конструкцією та характеристиками сошника. З цієї причини вибір типу сошника і його параметрів є важливим технічним обґрунтуванням, що залежить від специфіки вибраної технології сівби [1,2,3,15].

Серед ключових параметрів сошника виділяють форму і розміри елемента, який створює борозну (це може бути наральник, полоз, диск тощо).

Кілевидні сошники демонструють найкращі результати з точки зору повздовжньої рівномірності розподілу насіння, а також забезпечують найменшу ширину рядка висіяного матеріалу. Натомість дискові сошники часто розкидають насіння по боках, що призводить до погіршення показників повздовжньої рівномірності висіву.

Конструкція запропонованого сошника має комбінований характер. Вона демонструє гарні властивості для утворення борозен в умовах погано підготовлених або засмічених ґрунтів. Завдяки наявності кілевидного елемента, сошник ефективно формує борозну.

Таким чином, у розрахунковій основі використовуються теоретичні підходи, характерні для обох типів сошників (рис. 4.2). З аналізу розрахункової схеми видно, що основну функцію зі створення ложа для насіння виконує кіль,

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

тому розрахунки виконано з урахуванням теоретичних залежностей, властивих кілевидному сошнику.

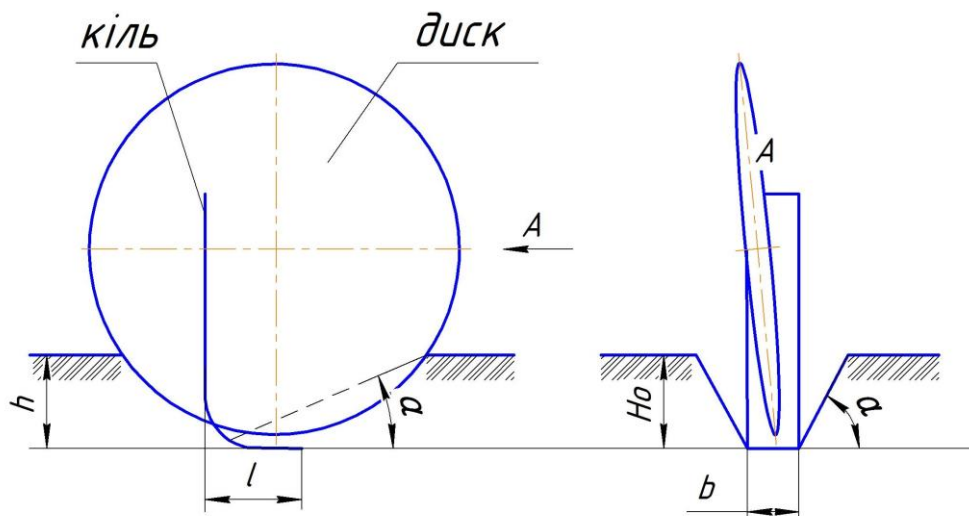


Рис. 4.2. Розрахункова схема сошника

При конструюванні сошника важливо врахувати, щоб відстань L від заднього краю щік до задньої кромки наральника перевищувала величину глибини L_0 обсіпання ґрунту всередину сошника за умов низької швидкості руху агрегату. Глибина обсіпання L_0 стінок борозни визначається як

$$L_0 = \frac{h - a \cdot b^n}{\operatorname{tg} \alpha + 0,5b} \quad (4.4)$$

де L_0 – глибина обсіпання ґрунту;

h – глибина загортання насіння;

b – ширина кіля;

$\alpha = 35^\circ$ - кут природного відкосу ґрунту;

$a = 7,245; n = 0,367$ - експериментальні коефіцієнти.

Тоді:

$$L_0 = \frac{90 - 7,245 \cdot 18^{0,367}}{\operatorname{tg} 35^\circ + 0,5 \cdot 18} = 3,7 \text{ мм}$$

Отже, глибина обсіпання ґрунту є незначною, що дозволяє сошнику ефективно виконувати функцію борозноутворення.

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

4.3. Кінематичні та силові розрахунки

Загальне передаточне відношення механізму приводу від опорно-приводного колеса сівалки до валу висівних апаратів (рис. 4.3) [1,6,13,15]

$$i = 10^{-3} \cdot \frac{\pi \cdot D_k \cdot b \cdot Q}{q_0(1 - \varepsilon)} \quad (4.5)$$

Знаходимо i_1 за формулою (4.5), замінивши значення $q_{10} = 10^{-6} \cdot S_c \cdot \gamma \cdot L_k$,

$$\text{де } S_c = S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot \frac{(1 - e^{-b_0 c_1})}{b_0},$$

при $Q_{\min} = 180 \text{ кг/га}$ та $L_k = L_{\min} = 8 \text{ мм}$

Тоді

$$i_1 = \frac{\pi \cdot D_k \cdot b \cdot Q_{\min}}{S_c \cdot \gamma \cdot L_{\min} \cdot (1 - \varepsilon)} \quad (4.6)$$

$$i_1 = \frac{3,14 \cdot 1,18 \cdot 15 \cdot 180}{1400 \cdot 750 \cdot 8 \cdot (1 - 0,1)} = 0,217$$

де: $D_k = 1,18 \text{ м}$ – діаметр опорно-приводного колеса;

$b = 0,15 \text{ м}$ – ширина міжряддя;

$q_0 = 16,17 \text{ г}$ – маса висіяного насіння за один оберт катушки;

$\varepsilon = 0,1$ – коефіцієнт проковзування опорно-приводного колеса.

$\gamma = 550 \text{ кг/м}^3$ – об'ємна маса вівса;

$32 \text{ мм} \geq L_k \geq 2c$; приймаємо $L_k = 6 \text{ мм}$

$$S_c = S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot (1 - e^{-b_0 c_1}) / b_0 \quad (4.7)$$

$$S_c = \frac{33,65 \cdot 12 \cdot 0,75 + 3,14 \cdot 50 \cdot (1 - 2,7^{0,32 \cdot 8})}{0,32} = 1400 \text{ мм}^2$$

де $z = 12$ – число жолобків катушки;

$\mu = 0,75$ – коефіцієнт заповнення жолобків;

$d_k = 50 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр катушки;

$b_0 = 0,32$ – коефіцієнт пропорційності

$c = 3 \text{ мм}$ – максимальна ширина насінини

$$c_1 = 2c$$

Перевірка діапазону норм висіву насіння при знайденому значенні i_1 ,
приймаючи $L_k = L_{\max} = 32 \text{ мм}$

$$Q_1 = 10^{-3} \cdot i \cdot S_C \cdot \gamma \cdot L_{\max} (1 - \varepsilon) / \pi D_K b \quad (4.8)$$

$$Q = \frac{10^{-3} \cdot 0,217 \cdot 1400 \cdot 550 \cdot 32 \cdot (1 - 0,1)}{3,14 \cdot 1,18 \cdot 15} = 182 \text{ кг / га} > 180 \text{ кг / га}$$

$Q_1 > Q$ Умова виконується.

$$i_{\text{заг.мін.}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \quad (4.9)$$

$$i_{\text{заг.мін.}} = 0,217$$

$$z_{i+1} = \frac{z_i}{i_1} \quad (4.10)$$

Задаємо $i_1 = 1,44; z_1 = 16$

$$\text{тоді: } z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{16}{1,14} = 14,04$$

Приймаємо $z_2 = 14$

$$\text{Уточнюємо } i_1, i_1 = \frac{16}{14} = 1,143$$

Частота обертання другого валу

$$n_2 = n_1 \cdot i_1, \quad (4.11)$$

де $n_1 = n_{xk}$

$$n_{xk} = \frac{60 V_M (1 - \varepsilon)}{\pi D_{xk}}, \quad (4.12)$$

де $V_M = 12 \text{ км / год} (3,3 \text{ м / с})$

$$D_{xk} = 1,18 \text{ м}$$

Тоді

$$n_{xk} = \frac{60 \cdot 3,3 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 1,18} = 48,1 \text{ об / хв}$$

$$n_2 = 48,1 \cdot 1,143 = 55,04 \text{ об / хв}$$

Задаємо $i_2 = 0,55; z_3 = 9$

$$\text{Тоді } z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{9}{0.55} = 16.3$$

Округляємо число зубів z_4 . $z_4 = 16$. Уточнюємо величину i_2

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0.563$$

Частота обертання третього валу

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 55,04 \cdot 0.563 = 30,99 \text{ об / хв}$$

Задаємось $i_3 = 0.3$; $z_3 = 18$

$$\text{Тоді } z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{18}{0.7} = 25.7$$

Приймаємо $z_6 = 25$

Уточнюємо i_3

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{18}{25} = 0.72.$$

Частота обертання четвертого валу

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 30,99 \cdot 0.72 = 22,3 \text{ об / хв}$$

Задаємось $i_4 = 0,55$; z_4

$$\text{Тоді } z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{12}{0.55} = 21.82$$

Округляємо число зубів z_8 до цілого, тобто приймаємо $z_8 = 22$.

Уточнюємо величину передаточного відношення i_4 ,

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{12}{22} = 0.545$$

Частота обертання п'ятого валу

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 22,3 \cdot 0.545 = 12,16 \text{ об / хв}$$

$$\text{Задаємось } i_5 = \frac{z_9}{z_{10}} = \frac{12}{8} = 1,5$$

$$n_6 = n_5 \frac{z_{10}}{z_9} = 12,1 \frac{12}{8} = 18,1 \text{ об / хв}$$

Так як $z_{11} = z_{12} = 9$

$$n_7 = n_6 = 18,1 \text{ об / хв}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

- кінематична схема механізму приводу (рис. 4.3).

Величини крутних моментів на валах механізму приводу [6,13,15]

$$M_{n-1} = \frac{M_n \cdot i_{n-1}}{\eta_{заг.}} \quad (4.15)$$

де i_{n-1} - передаточне відношення між суміжними валами;

$\eta_{заг.}$ - загальний ККД.

Тоді

$$M_{VI} = \frac{M_{VII} \cdot i_6}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (4.16)$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Звідки

$$M_{VI} = \frac{28,8 \cdot 1}{0,97 \cdot 0,98} = 30,3 \text{ Н} / \text{м}$$

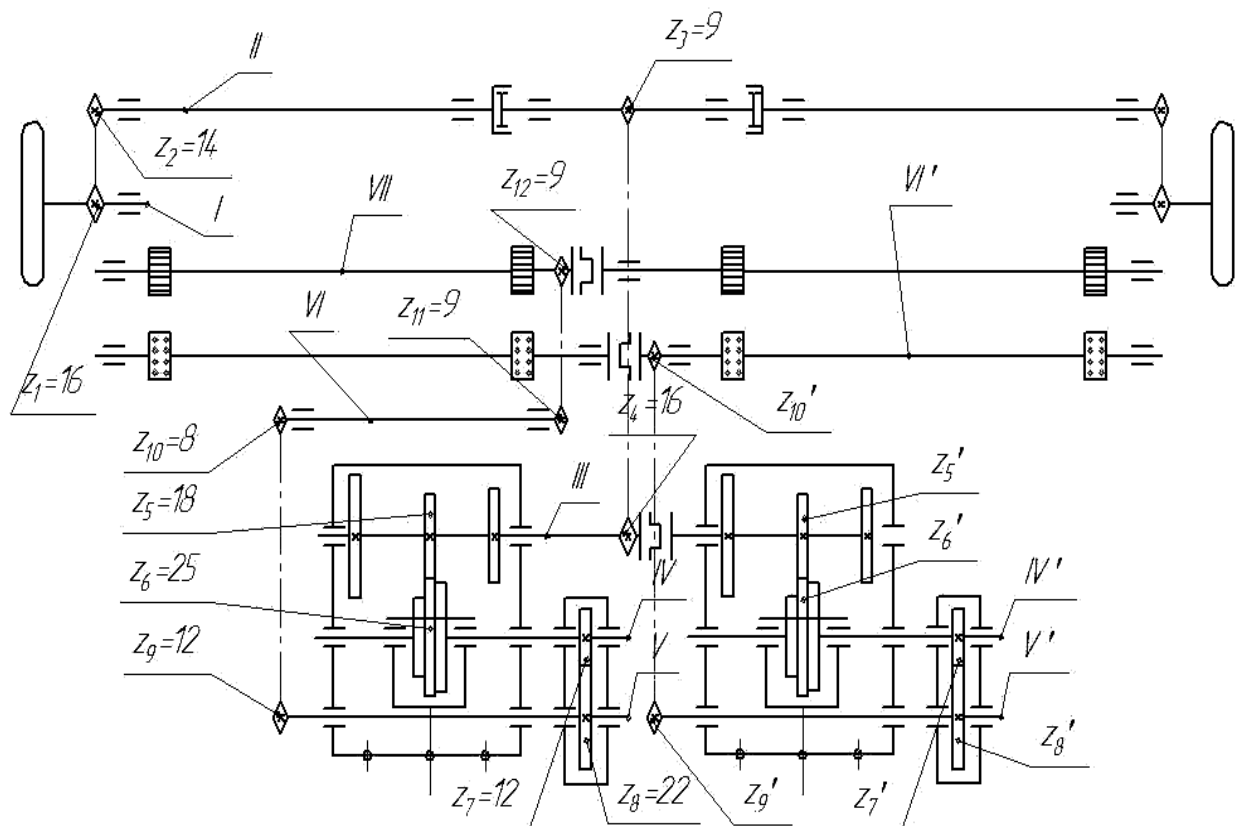


Рис.4.3. Схема механізму приводу сівалки СЗ-3,6А.

Крутний момент на V валу

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|--|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 35 |

$$M_V = \frac{M_{VI} \cdot i_5}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (4.17)$$

$$M_V = \frac{30,5 \cdot 1,5}{0,97 \cdot 0,98} = 48,1 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Крутний момент на IV валу

$$M_{IV} = \frac{M_V \cdot i_4}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{48,1 \cdot 0,545}{0,94 \cdot 0,99} = 28,2 \text{ Нм},$$

де $\eta_1 = 0,94$ – ККД зубчастої передачі;

$\eta_2 = 0,99$ – ККД підшипників кочення.

Визначимо крутний момент на III валу

$$M_{III} = \frac{M_{IV} \cdot i_3}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{28,2 \cdot 0,72}{0,94 \cdot 0,99} = 21,8 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,94$ – ККД зубчастої передачі;

$\eta_2 = 0,99$ – ККД підшипників кочення.

Крутний момент на II валу

$$M_{II} = \frac{M_{III} \cdot i_2}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{21,8 \cdot 0,563}{0,97 \cdot 0,98} = 12,9 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Крутний момент на валу колеса

$$M_I = \frac{M_{II} \cdot i_1}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{12,9 \cdot 1,143}{0,97 \cdot 0,98} = 15,5 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

4.4. Розрахунок на міцність.

4.4.1. Розрахунок на міцність штифтів натискних штанг сошників

Зміною жорсткості пружин нажимних штанг досягають індивідуального регулювання глибини руху сошників

Цього досягають перестановкою упорного гнізда пружини вгору чи вниз і фіксацією у необхідному положенні за допомогою штифта. Тут на штифт діє зусилля з боку пружини та динамічні складові навантаження, що виникають через постійні коливання сошника під час руху по полю.

Рівновага сошника з нажимною штангою зберігається за певних умов [1,15] (рис. 4.4).

$$Q \cdot l_1 + R_n \cdot l_n = R_{xz} \cdot l_2 \quad (4.18)$$

де Q - сила ваги сошника, H

R_n - сила тиску пружини нажимної штанги, H

R_{xz} - сила опору ґрунту, H

l_1, l_2, l_n - плечі відповідних сил.

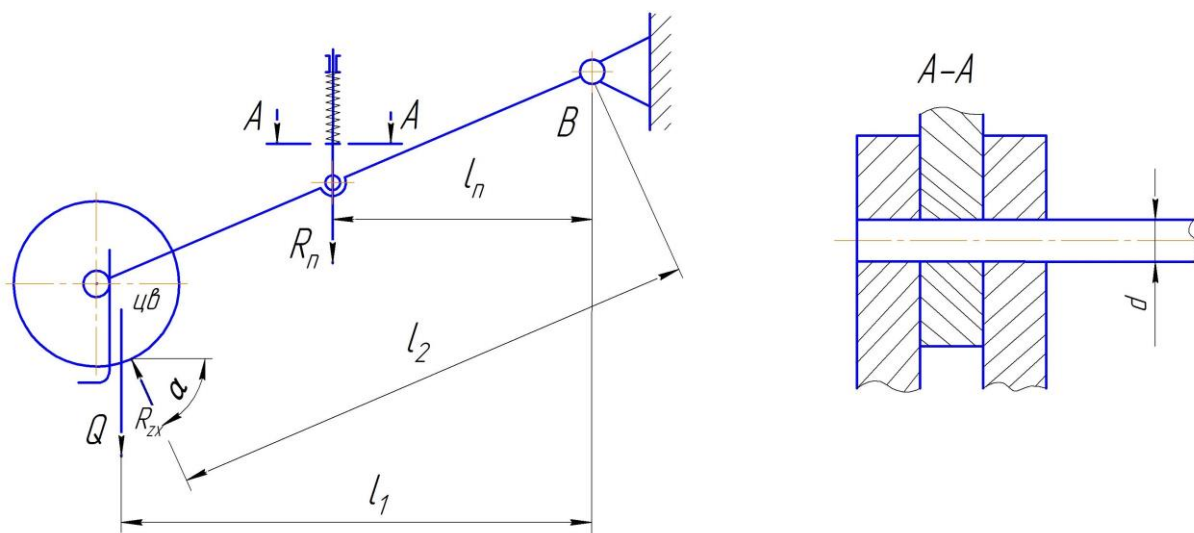


Рис. 4.4. Схема до розрахунку на міцність штифтів натискних штанг

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

МВВ 00.000 ПЗ

Арк.

37

Вектор сили R_{xz} у сошників, які мають тупий кут входження в ґрунт спрямований під кутом $\alpha = 30^\circ$. Сила опору R_x у дискових сошників сівалок при глибині руху 6–8 см дорівнює

$$R_x = 180 - 250H [1,15].$$

Приймаємо $R_x = 240H$

Тоді

$$R_{xz} \frac{R_x}{\cos 30^\circ} = \frac{240}{0,866} = 277,1H \quad (4.19)$$

З урахуванням динамічних навантажень сила стиску пружини визначиться

$$R_n = \frac{K(R_{xz} \cdot l_2 - Q \cdot l_1)}{l_n} \quad (4.20)$$

де $K = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує динамічні навантаження

$$l_1 = 410 \text{ мм}, l_2 = 420 \text{ мм}, l_n = 140 \text{ мм}$$

Тоді

$$R_n = \frac{1,3(277,1 \cdot 410 - 130 \cdot 420)}{140} = 548H$$

Відповідно, це є сила, яка діє на штифт

$$R_{ум} = 548H$$

З умови міцності на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot R_{ум}}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau] \quad (4.21)$$

Розраховуємо діаметр штифта

$$\pi \cdot d^2 \geq \frac{2 \cdot R_{ум}}{[\tau_{зр}]}$$

звідки

$$d \geq \sqrt{\frac{2R_{ум}}{3,14 \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 548}{3,14 \cdot 40 \cdot 10^6}} \approx 3,0 \text{ мм} \quad (4.22)$$

де $[\tau_{зр}] = 40 \text{ МПа}$ – допустиме навантаження зрізання для сталі 45 ГОСТ 1050 – 88 [6,13].

Призначаємо діаметр штифта $d = 8 \text{ мм}$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 38 |

Перевіримо штифт на зминання

$$\sigma_{зм} = \frac{R_n}{d \cdot S} \leq (\sigma_{зм}) \quad (4.23)$$

де $S = 4\text{мм}$ - найменша з товщин деталей, що з'єднуються.

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{548}{8 \cdot 4} = 17,1\text{МПа} < [\sigma_{зм}] = 30\text{МПа}$$

Умова міцності виконується.

Висновки по розділу. Виконані в даному розділі інженерні розрахунки підтвердили можливість впровадження у виробництво змін в конструкцію сівалки СЗ-3,6А.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

5. Охорона праці

Вирощування сільськогосподарських культур передбачає виконання численних механізованих процесів, які здатні становити джерело небезпечних чинників, що негативно позначаються на здоров'ї працівників, зокрема операторів, трактористів, комбайнерів і допоміжного персоналу. Ці ризики актуальні також при посіві озимого ячменю, серед яких можна виокремити ряд ключових аспектів [7,11].

Фактори хімічного впливу включають, перш за все, використання мінеральних добрив та паливо-мастильних матеріалів у технологічних процесах. Зазвичай для сівби застосовують насіння, оброблене пестицидами, зі стимуляторами або регуляторами росту. Контакт із цими речовинами може призвести до почервоніння шкіри, сухості, подразнень дихальних шляхів чи алергічних реакцій.

Фактори механічного негативного впливу. Посівний агрегат - це складна технічна система, яка включає енергетичний засіб, передатний механізм та виконавчий орган (сівалку). Усі її складові містять деталі й вузли механічних передач, гідравлічні елементи, що переміщуються або обертаються. Це робить їх травмонебезпечними. Рамні конструкції, захисні елементи можуть мати задирки, гострі краї чи виступи, які становлять потенційні небезпечні зони для отримання травм.

Фактори фізичного впливу під час експлуатації трактора можуть спричиняти різні ризики для здоров'я. У процесі роботи корпусні деталі машини нагріваються, і їхній контакт зі шкірою може призвести до опіків. Існує також ймовірність розриву гнучких компонентів систем охолодження або гідравліки, що може стати причиною як теплових, так і хімічних опіків. У спекотну погоду підвищується ризик виникнення теплового удару або отримання сонячних опіків.

Психофізіологічні аспекти. Виконання цієї операції є надзвичайно складним завданням, яке може тривати протягом усього світлового дня і навіть

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

переходити у нічний час. Такий режим роботи значно виснажує як механізаторів, так і обслуговуючий персонал. В умовах бойових дій організувати змінні екіпажі дуже проблематично, тому основне навантаження припадає на невелику групу людей. Це виснажує їх і фізично, і морально.

Зважаючи на перелічені небезпечні фактори, рекомендується вживати такі заходи для зменшення або повного усунення їх шкідливого впливу.

Під час завантаження в бункери сівалки добрив або протруєного насіння слід використовувати гумові рукавички, щоб уникнути контакту цих речовин із шкірою. У випадку потрапляння хімічних речовин на відкриті ділянки тіла їх потрібно негайно змити водою, ємність з якою обов'язково має бути на тракторі. Для запобігання потраплянню пилу або випарів хімікатів у дихальні шляхи необхідно застосовувати захисні маски чи респіратори. Також, за потреби, варто одягати захисні окуляри.

Рухомі вузли сівалки слід обгородити у відповідності до вимог ДСТУ 2189-93 [7]. Огородження має бути пофарбоване в колір, який відрізняється від основного кольору сівалки або зчіпки, щоб забезпечити кращу видимість [4]. Усі гострі краї чи виступи необхідно ретельно обробити абразивними інструментами, щоб запобігти можливим порізам чи іншим травмам. Для зменшення впливу вібрації на механізатора кабіна трактора повинна монтуватися на амортизаційні підкладки, а сидіння повинно бути обладнане пружинними або гідравлічними амортизаторами.

Забороняється проводити обслуговування двигуна, систем охолодження чи гідравліки в полі, якщо двигун працює або є гарячим. Усі регламентні та ремонтні роботи потрібно виконувати лише в майстерні з використанням спеціальних пристосувань і інструментів. Під час завантаження добрив і насіння в сівалки слід користуватися підніжкою, яка передбачена конструкцією.

Щоб мінімізувати вплив сонячної радіації на працівників, необхідно забезпечити їх головними уборами та сонцезахисними окулярами. Для підтримання оптимального психо-емоційного стану під час виконання роботи слід передбачити регулярні перерви для відпочинку та прийому їжі, а також

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

суворо дотримуватись робочого режиму. Рекомендується, щоб тривалість робочого дня не була більшою 7 годин, за винятком пікових періодів, таких як оранка, сівба чи збирання врожаю, коли допустима тривалість роботи може складати до 10 годин.

Модернізований посівний агрегат належить до широкозахватних і не призначений для пересування дорогами загального користування. Для його транспортування слід використовувати спеціальний транспортний пристрій.

У разі травмування під час роботи необхідно мати аптечку, якою потрібно оснастити посівний агрегат. Також у кабіні тракториста обов'язково має бути ємність із питною водою, щоб забезпечити основні потреби в умовах роботи.

Після завершення посівної всі робочі органи сівалки слід очистити від бруду, ґрунту, решток посівного матеріалу, добрив, ретельно вимити та підготувати для зберігання.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

6. Висновки.

Овес є важливою зерною культурою для народного господарства України. Продукти його переробки широко використовується в харчовій промисловості та тваринництві. Тому актуальність означеної теми є очевидною.

В кваліфікаційній роботі здійснено аналіз типової технологічної карти на вирощування вівса. Виявлено низьку продуктивність та енергоефективність заявленого посівного агрегату.

Обґрунтовано впровадження у виробництво широкозахватного посівного агрегату складеного з трактора МТЗ-82, двох сівалок СЗ-СЗ-3,6А та зчіпки СС 7,2. За результатами розрахунків він з успіхом може замінити базовий агрегат, складений з трактора МТЗ-80 та сівалки СЗ-3,6. Підтверджено це тим, що його продуктивність в 1,7 рази більша базового при менших в 1,7 рази питомих витратах пального.

Сівалка СЗ-3,6А, яка входить до складу спроектованого посівного агрегату вже давно успішно працює в господарствах і зарекомендувала себе, як надійна машина, яка досить якісно виконує технологічний процес. Але в процесі роботи є певні проблеми з якістю загортання насіння.

В інженерній частині проаналізовано цей факт та запропоновано внести зміни в конструкцію загортаючої системи. На підставі проведеного аналізу запропоновано замість дводискових встановити однодискові сошники з ущільнюючим кілем, що дозволить значно підвищити якість загортання насіння.

В роботі наведено аналіз небезпек та шкідливих явищ і подій, які можуть негативно впливати на роботу механізатора та обслугову посівного агрегату. Запропоновано заходи, які унеможливають травмування при виконанні сівби.

Таким чином, технологічні та інженерні розробки запропоновані в кваліфікаційній роботі зможуть істотно підвищити техніко-економічні показники вирощування вівса.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

[roku-ukranskiy-oves-mportuvatimetsya-do-s-u-mezhakh-tarifno-kvoti---vrokomsya-zastosuvala-rezhim-ekstrenogo-galmuvannya.](#)

20. Значення вівса URL: <https://agrosience.com.ua/plant/znachennya-ivsa>.

21. Посівна-2024 на фінішній прямій: Україна засіяла 98% площ. URL : <https://superagronom.com/news/19018-posivna-2024-na-finishniy-pryamiy-zasiyano-98->

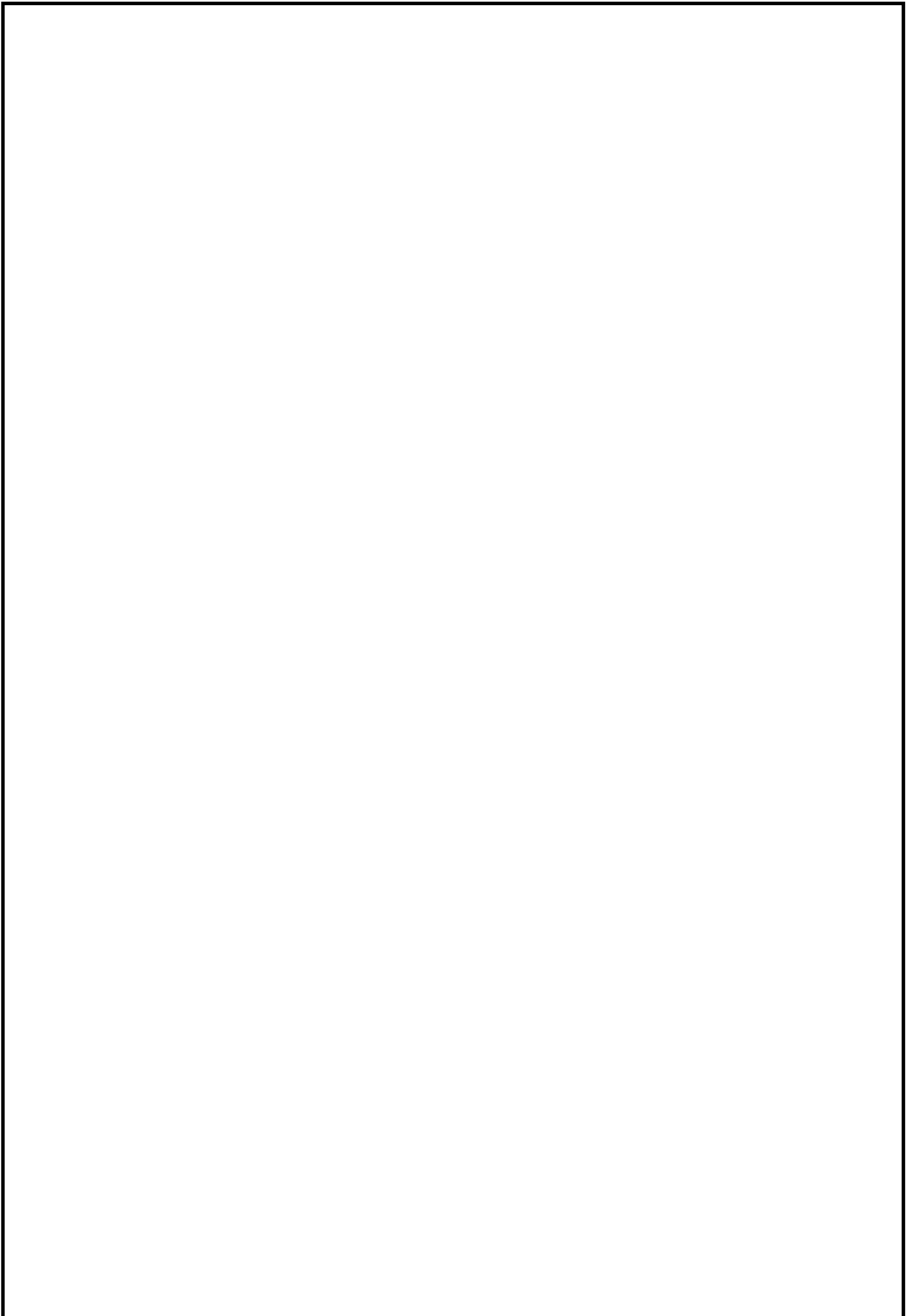
[plosch#:~:text=%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D0%B0%20%E2%80%94%20163%2C7%20%D1%82%D0%B8%D1%81.,%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%85%D1%83%20%E2%80%94%20162%2C5%20%D1%82%D0%B8%D1%81.](#)

22. Урожай вівса в Україні прогнозується на 5-річному мінімумі. URL: <https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/urozhay-ivsa-v-ukrajini-prognozuyetsya-na-5-richnomu-minimumi>

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

Додатки

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |



| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|------|
| | | | | | МВВ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Вм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |