

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Агротехнічний факультет  
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”  
Зав. кафедрою СГМ  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_Сергій ЛЕЩЕНКО  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

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

«Механізація вирощування пшениці озимої з удосконаленням  
обчісуючої жатки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,  
групи AI-20СКЗ  
ОПП «Агроінженерія»  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
\_\_\_\_\_Шаренко Назар Олександрович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Керівник проекту  
доцент, канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_Дмитро ПЕТРЕНКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Рецензент  
доцент, канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_Іван ЛІСОВИЙ  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

| Формат | Зона | Поз. | Позначення    | Найменування                        | Кіл. | Примітки |
|--------|------|------|---------------|-------------------------------------|------|----------|
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               | <u>Документація загальна</u>        |      |          |
|        |      |      |               | <u>Заново розроблена</u>            |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A4     |      |      | ОЖ 00.000 ПЗ  | Пояснювальна записка                | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               | <u>Документація з технологічної</u> |      |          |
|        |      |      |               | <u>частини</u>                      |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A1     |      |      | ОЖ 00.001 ТЧ  | Технологічна карта                  | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A1     |      |      | ОЖ 00.002 ТЧ  | Операційно-технологічна карта       | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               | <u>Документація по складальним</u>  |      |          |
|        |      |      |               | <u>одиницям</u>                     |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| *      |      |      | ОЖ 00.000 СБ  | Жатка очісуюча двобарабанна         | 1    | A1×2     |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A1     |      |      | ОЖ 00.010 СБ  | Очісуючий барабан                   | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               | <u>Документація по деталях</u>      |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A3     |      |      | ОЖ 00.010.404 | Гребінка                            | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
| A3     |      |      | ОЖ 00.010.403 | Планка                              | 1    |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |
|        |      |      |               |                                     |      |          |

|           |          |          |        |      |                  |  |  |                       |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|------------------|--|--|-----------------------|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ОЖ 00.000 ВР     |  |  |                       |       |         |
|           |          |          |        |      |                  |  |  |                       |       |         |
| Зм.       | Аркуш    | № докум. | Підпис | Дата | Відомість роботи |  |  | Літера                | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  | Шаренко  |          |        |      |                  |  |  |                       |       |         |
| Перевірив | Петренко |          |        |      |                  |  |  |                       | 3     | 1       |
|           |          |          |        |      |                  |  |  | ЦНТУ,<br>гр. АІ-20СКЗ |       |         |
| Н. контр. | Мачок    |          |        |      |                  |  |  |                       |       |         |
| Затвердив | Лещенко  |          |        |      |                  |  |  |                       |       |         |

## ЗМІСТ

| Номер розділу | Структурна одиниця і розділ                               | Сторінка |
|---------------|-----------------------------------------------------------|----------|
| 1             | Вступ                                                     |          |
| 2             | Розробка технологічної карти вирощування пшениці озимої   |          |
| 3             | Операційна технологія збирання пшениці методом очісування |          |
| 4             | Інженерна частина                                         |          |
| 5             | Охорона праці                                             |          |
| 6             | Висновки                                                  |          |
| -             | Список використаної літератури                            |          |
| -             | Додатки                                                   |          |

## 1. ВСТУП

Озима пшениця є основною харчовою культурою, з зерна якої виробляють різноманітні продукти, зокрема хліб, макаронні вироби, випічку тощо. Вона є чудовою культурою для покращення здоров'я ґрунту, оскільки сприяє утворенню органічних речовин у ґрунті, також має глибоку кореневу систему, яка допомагає розбивати ущільнений ґрунт, що може покращити проникнення води та зменшити його ерозію.

В Україні озима пшениця є найбільш культивуємою культурою і активно використовується як частина системи сівозміни для управління водними ресурсами, оскільки відноситься до сезонних культур, які висаджують восени, коли зазвичай накопичується більше вологи. Це дозволяє створити потужну кореневу систему до посушливих літніх місяців, що може зменшити водний стрес і підвищити загальну врожайність.

Серед економічних переваг вирощування озимої пшениці можна виділити можливість вирощування її на ґрунтах, які можуть бути непридатними для інших культур. Це може забезпечити економічні вигоди для фермерів, які можуть не мати інших варіантів використання своєї землі. Крім того, озима пшениця є стійкою культурою, здатною адаптуватися до мінливих кліматичних умов, зокрема її посіви здатні протистояти низьким температурам, посусі та тепловому стресу, що робить її цінною культурою в регіонах, які зазнають більш екстремальних погодних явищ.

Загалом вирощування озимої пшениці може принести ряд переваг як для фермерів, так і для суспільства в цілому. Це важлива культура, яка може допомогти нагодувати світ, покращити стан ґрунту та принести економічні та екологічні переваги.

|           |          |          |        |      |                      |       |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|----------------------|-------|---------|
|           |          |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ         |       |         |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                      |       |         |
| Розробив  | Шаренко  |          |        |      | Пояснювальна записка |       |         |
| Перевірів | Петренко |          |        |      |                      |       |         |
|           |          |          |        |      |                      |       |         |
| Н. контр. | Мачок    |          |        |      |                      |       |         |
| Затверд.  | Лещенко  |          |        |      |                      |       |         |
|           |          |          |        |      | Літ.                 | Аркуш | Аркушів |
|           |          |          |        |      |                      |       |         |
|           |          |          |        |      | ЦНТУ<br>гр. АІ-20СКЗ |       |         |

## 2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Розробку технологічної карти виконаємо відповідно до рекомендацій дослідників, з врахуванням досвіду передових підприємств та наукових інститутів [2-8] для ґрунтово-кліматичних умов північного Степу, з застосуванням 5-пільної системи сівозміни, що характерна для середніх та великих за розмірами господарств регіону.

### Місце пшениці озимої в сівозміні.

Вибір попередника для вирощування перед посівом озимої пшениці залежить від різних факторів, таких як тип ґрунту, клімат, розповсюдження шкідників і хвороб, а також попередні культури, які вирощувалися на полі. Проаналізуємо деякі рекомендації стосовно попередників озимої пшениці.

В дослідженнях [2, 6-8] відзначається доцільність використання в якості попередників бобові культури, такі як конюшина, вика та горох, оскільки ці культури є азотфіксуючими, що означає, що вони можуть збагачувати ґрунт азотом – необхідною поживною речовиною для росту пшениці. Іншими дослідженнями [6] підтверджена доцільність використовувати як попередник капустні, такі як олійний ріпак і гірчиця – ці культури можуть допомогти зменшити ущільнення ґрунту та придушити бур'яни. Гарним попередником є також ярий ячмінь, що може допомогти контролювати злакові бур'яни та забезпечити хороший ґрунтовий покрив, що може зменшити ерозію ґрунту [2, 6-8]., або ж кормові культури, такі як райграс і люцерна, що можуть стати додатковим кормом для худоби, а також допомагають боротися з бур'янами.

### Система удобрення.

В сучасних умовах районування культур, в тому числі і озимої пшениці неможливо обійтися без комплексного застосування мінеральних і органічних добрив, оскільки це забезпечить відповідну кореляцію запланованої норми внесення поживних елементів під запланований врожай [4, 7].

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Озима пшениця являє собою одну з найвибагливіших культур до системи живлення, що потребує під майбутній врожай 40-60 ц/га споживання в межах 50-75 кг калію, 40-50 кг фосфору та 110-120 кг азоту [4, 6-9]. При цьому, кількість внесених поживних елементів залежить від рівня водозабезпечення.

Інтегрована система удобрення також встановлює специфіку залежності споживання добрив відповідно різних періодів і фаз розвитку озимої пшениці, оскільки, наприклад, в період середини фази колосіння культура інтенсивно споживає азот і калій, при цьому споживання фосфору фіксується в період до початку формування зерна [4, 7]. Так, крім стартових доз калійних і фосфорних добрив, які вносяться перед основним обробітком ґрунту, при догляді за посівами рекомендовано у відповідні періоди і фази розвитку виконати 2-3 рази підживлення [9] з дотриманням агротехнічних вимог (с. 73-75 [11]).

Машини для підготовки і внесення добрив вибирають відповідно до обсягів робіт, характеру та виду добрив. На даний час для внесення органічних добрив використовують розкидачі типу ПРТ (7, 10), "Атлант" (виробництво з-ду Кобзаренка), РОУ, PRONAR N262/1 тощо, що мають потужність агрегування 2-4 класів (рис. 2.1).



а)



б)

Рис. 2.1 – Розкидачі органічних добрив "Атлант" (а) та ПРТ-10 (б)

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Для внесення мінеральних добрив використовують або посівні комплекси, або окремі мобільні розкидачі типу РУН (1100, 600 і т.д.), РМГ-4, МВУ (5, 6, 8, 12 і т.д.), що мають як причіпну (напівпричіпну), так і начіпну модифікації (рис. 2.2).



а)

б)

Рис. 2.2 – Розкидачі мінеральних добрив РМГ-4 (а) та РУН-600 (б)

#### Підготовка поля до посіву.

В умовах Північного степу України нагальним питанням є виконання основного обробітку ґрунту, який повинен забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку культурної рослини. Його вид та необхідна кількість відповідних технологічних операцій визначаються відповідно до попередника, стану ґрунту, присутності і різновидності бур'янів [6, 8]. Серед головних задач основного обробітку ґрунту можемо виділити своєчасне і якісне його проведення, особливо при вирощуванні озимих культур, оскільки це сприятиме накопиченню та збереженню запасів вологи, поліпшенню поживного режиму, зменшенню забур'яненості полів, крім того зменшенню кількості шкідників і хвороб [6, 8, 12, 13].

Сучасні агротехнології передбачають «диференціацію» основного обробітку, що заключається в поетапному виконанні різнопланових операцій ґрунтообробки. Так, в якості основного обробітку використовують глибоке розпушення ґрунту, плоскорізне підрізання, чизелювання або традиційну оранку плугами тощо. В якості додаткових операцій застосовують одночасно з основними обробітками поверхневих

|     |      |          |        |      |              |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ |  | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

шарів ґрунту дисковими чи голчастими боролами, прикочуючими котками тощо [8, 11-13].

Розглянемо деякі типи ґрунтообробних знарядь, які використовуються на полях України.

Одним з популярних методів обробітку ґрунту після збирання попередника є лушення, для виконання якого застосовують лушильні агрегати. Виробниками сільськогосподарської техніки пропонується широкий модельний ряд лушильних агрегатів, обладнаних робочими органами широкого спектру виконання, комплектацією та агрегуванням. Деякі з них: класичні за конструкцією лушильники і дискові бороны ЛДГ-10 (15), Дукат ДЛ-2,5-01 УПЭК ЛКМЗ С-подібних стійках, дискові бороны Pavo, Perseus та Pegasus різнопланового виконання від Vomet (Польща) (рис. 2.3), ЛДВП (ПП Агротехкомплект), та інші.



Рис. 2.3 – Дискова 4-секційна дискова борона Pavo від Vomet

Серед інших видів основного обробітку вже традиційним стало чизелювання, головною перевагою якого є покращення інфільтраційних

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

властивостей ґрунту шляхом руйнування «підорної підшви», яка виникає при багаторічному застосуванні орного обробітку [12, 13]. Чизельні агрегати випускаються і вітчизняними, і закордонними виробниками сільськогосподарської техніки, аналогічно лушпильним агрегатам можуть комплектуватися додатковими робочими органами (рис. 2.4).



Рис. 2.4 – Чизельні ґрунторозпушувачі GRS 2 VELES AGRO (а) та Mensa від Bomet (б)

Після основного обробітку наступна ґрунтообробна підготовка поля повинна забезпечити зменшення його засміченості бур'янами та збереження вологи. Технологічно передбачають виконання весняного боронування з використанням важких чи середніх борін.

Завершальним етапом є суцільні культивації на глибину 10-12 см (перша) та 6-8 см (друга) в поєднанні з боронуванням легкими боронами, які дозволять зменшити засміченість поля, додатково вирівняти його поверхню та утворити оптимальні умови на глибині посіву насіння, що створить умови для подальшого одержання дружніх сходів. Для виконання цих операцій використовують культиватори типу КСО-8, КН-2,8, КПП-12 КПС-4, КПСО-4 (рис. 2.5) та інші з додатковими робочими органами у вигляді борін з пружинними зубами, комбіновані борони, кільчасто-зубові котки тощо.



Рис. 2.5 – Культиватор КПСО-4 від DEMETRA

#### Підготовка посівного матеріалу.

При інтенсивній технології вирощуванні озимої пшениці обов'язково виконують підготовку насіння до сівби за 1..3 дні до посіву [2-10], що передбачає захист від шкідників та хвороб шляхом протруювання насіння, обробіток стимуляторами росту та попереднє зволоження, яке дозволить одержати дружні сходи. При виконанні обробітку насіння (якщо воно попередньо не оброблено виробником) рекомендовано використовувати автоматизовані протруйники, що дозволить оптимізувати витрату матеріалів та забезпечити ідентичну обробку всього посівного матеріалу.

#### Сівба.

Серед факторів, що впливають на виконання наступних технологічних операцій, формування посівів та їх зимівлю, одним з визначальних є оптимізація строків сівби. Як показують дослідження [6-11] при застосуванні ранніх строків посіву можливе виникнення деяких негативних наслідків – збільшення втрати вологи, важке перенесення весняної та літньої посух. Це може призвести до втрати урожайності за рахунок недостатнього водозабезпечення. При цьому, запізнення з посівом може призвести до неможливості розкущення рослин осінню, що тягне за собою недостатність кількості листостеблової маси, що також призведе до

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

втрат врожайності внаслідок вимерзання сходів, їх випрівання тощо з можливою повною загибеллю [6-8].

Посів озимих колосових, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, виконують вузькорядним, рядковим чи перехресним способами [6-8], використовуючи зазвичай сівалки для суцільного висіву з механічними висівними апаратами катушкового типу (рис. 2.6, а) чи пневматичними з центральною розподільчою головкою (рис. 2.6, б).



а)



Рис. 2.6 – Загальний вигляд зернової сівалки MUSTANG-4000 від ТОВ АК «Фаворит» (а) та універсального посівного комплексу STS MAGIA (б)

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### Догляд за посівами озимої пшениці.

Серед операцій з догляду за посівами виділяють формування зимостійкості посівів, зменшення зрідженості посівів та забезпечення умов для формування стеблolistової маси [2, 3, 8].

В умовах ризикованого землеробства однією з найвідповідальніших операцій є снігозатримання, що дозволяє забезпечити накопичення продуктивної вологи у горизонті живлення, крім того зменшується ймовірність вимерзання посівів та ушкодження рослин льодовою кіркою. Виконується снігозатримання в зимовий період відповідно до кліматичних умов і передбачає формування снігових валків або снігового покриву відповідної висоти.

З метою усунення явища утворення льодової кірки, яка виникає внаслідок танення сніжного покриву під час різкого коливання температур у зимово-весняний період і може призвести до відсутності повітрообміну, застосовують обробку полів відповідними боронами та відвалами.

Для весняного періоду характерним для озимини є відновлення вегетаційного росту, а отже необхідно здійснити підживлення посівів, для чого використовують, зазвичай, зернові сівалки, виконавши відповідні налаштування міжрядь та норм внесення добрив.

Серед інших операцій з догляду за посівами пшениці озимої необхідно передбачити захист рослин від хвороб та шкідників [6-8], а також знищення бур'янів. Даний вид операцій передбачає обробку посівів гербіцидами, інсектицидами та фунгіцидами шляхом обприскування чи обпилювання (рис. 2.7).

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



а)



б)

Рис. 2.7 – Обробка полів за допомогою агродрона XAG (а) та самохідного обприскувача HORSCH Leeb VL (б)

### Збирання врожаю.

Збирання врожаю озимої пшениці виконують декількома способами:

- при однофазному збиранні виконують пряме комбайнування зернозбиральними комбайнами, яке полягає в одночасному зрізанні стеблестою та обмолоченні його з очисткою зерна від соломи, полови і мінеральних домішок;
- при двохфазному збиранні одразу виконують скошування маси у валки (перша фаза) з подальшим підбиранням, обмолотом та очисткою (друга фаза);
- при трифазному збиранні друга фаза передбачає лише підбирання валків, а їх обмолот і очистку зерна виконують на стаціонарних пунктах (третя фаза).

Описані способи передбачають застосування жаток, обладнаних ріжучим апаратом для зрізання стеблестою, а вибір способу залежить від кліматичних умов в період дозрівання та стану хлібостою.

Поряд з цим, існує технологія очісування стеблестою [16-18], що дозволяє зменшити навантаження на молотильний апарат комбайна і підвищити його пропускну здатність (рис. 2.8).

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

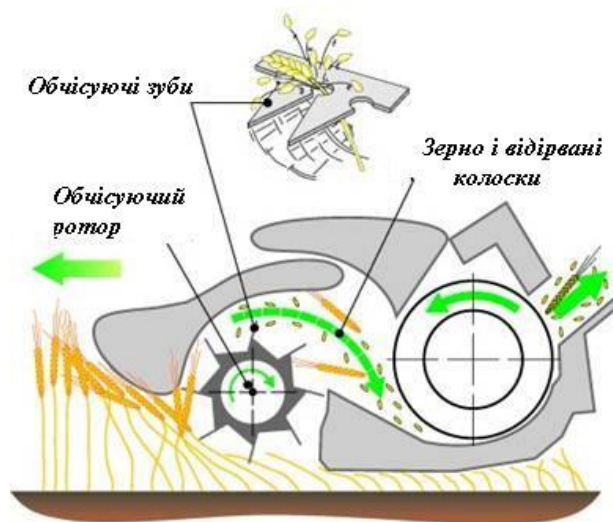


Рис. 2.8 – Технологічна схема збирання методом очісування

Для виконання операції очісування використовують очісуючі жатки, які агрегують з зернозбиральними комбайнами (рис. 2.9).



Рис. 2.9 – Очісуюча жатка XCV фірми Shelbourne (Велика Британія)

### Післязбиральна обробка зерна

Заключним етапом виробництва зернових є їх післязбиральна обробка, метою якої є підготовка зерна до зберігання чи подальшої переробки. Відповідно післязбиральна обробка включає очищення зерна від домішок та приведення збіжжя до нормативної вологості.

Для очищення зерноsumіші та зменшення її вологості використовують як окремі зерноочисні машини і сушарки, так і

комплексну обробку на зерноочисних (рис. 2.10) чи зерноочисно-сушильних комплексах.

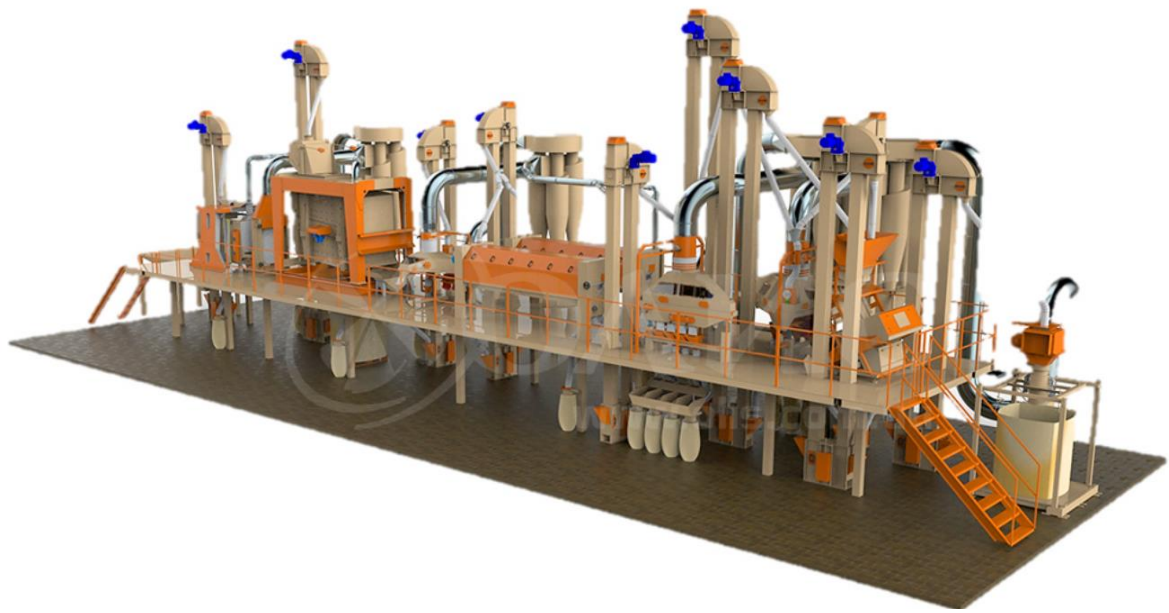


Рис. 2.10 – Зерноочисний комплекс від ТОВ «Olis»

Відповідно до проведеного аналізу інтенсивних технологічних прийомів вирощування пшениці озимої згідно з завданням для агрокліматичних умов Північного степу України обґрунтуємо технологічну карту (рис. 2.11) вирощування з виконанням відповідних технологічних розрахунків. При виконанні розрахунків будемо дотримуватись відповідних методичних рекомендацій [1-15, 19-21].

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

|            |               |                                      |                                   |                                   |      |                   |  |                 |
|------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|-------------------|--|-----------------|
| Культура   | Озима пшениця | Норма висіву, млн. схожих насінн./га | 5,0                               | Пропрапування, л (Вітавакс - 200) | 57,8 | Урожайність, ц/га |  | Вологий збір, ц |
| Сорт       | МП Дніпрянка  | Всього насіння, т                    | 70                                | Гербіцид, л (Пріма 0,5 л/га)      | 50   |                   |  |                 |
| Попередник | Ріпак ярий    | Система удобрення                    | $N_{100} P_{40} K_{100} + N_{30}$ | Інсектицид, л (Бі-58 0,75 л/га)   | 75   | зерна             |  | 234,50          |
| Площа, га  | 350           | Всього туків, т                      | 18,8                              | Фунгіцид, л (Альт супер 0,5 л/га) | 50   | саломі            |  |                 |

| №  | Найменування робіт                                               | Агротехнічні строк |                | Обсяг роботи, га, т, ткм | Склад агрегату      |                   | Кількість       |                       | Норма              |                         | Тривалість роботи за добу, годин | Потрібно на убієсь обсяг робіт |             |               |                       |            |    |        |        |
|----|------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|-----------------------|------------|----|--------|--------|
|    |                                                                  | Початок (data)     | Кількість днів |                          | тракторного двигуна | С-2 машини        | Механізаторів   | Допоміжних робітників | Виробіток за зміну | Виробіток палива, кг/га |                                  | Агрегатів                      | Днів роботи | Механізаторів | Допоміжних робітників | Палива, кг |    |        |        |
|    |                                                                  |                    |                |                          |                     |                   |                 |                       |                    |                         |                                  |                                |             |               |                       |            |    |        |        |
| 1  | 2                                                                | 3                  | 4              | 5                        | 6                   | 7                 | 8               | 9                     | 10                 | 11                      | 12                               | 15                             | 16          | 17            | 18                    | 19         | 20 | 21     | 23     |
| 1  | Лущення стерні на 6-8 см                                         | 10.9               | 10             | 20                       | 350                 | T-150K            | 10Г-15          | 1                     | -                  | 52.8                    | 3.1                              | 10                             | 6.63        | 1             | 5                     | 1          | -  | 1085   | 66.288 |
| 2  | Чизелювання на глибину 45 см                                     | 5.09               | 8              | 20                       | 350                 | John Deere 8R 280 | 4Н-4.5          | 1                     | -                  | 25.2                    | 20.1                             | 14                             | 13.8        | 2             | 7                     | 2          | -  | 7035   | 890.91 |
| 3  | Баранцювання                                                     | 12.09              | 6              | 20                       | 350                 | John Deere 8R 280 | БЗТС-1 СТ21     | 1                     | -                  | 71.7                    | 1.3                              | 12                             | 4.88        | 1             | 3                     | 1          | -  | 455    | 58.577 |
| 4  | Надантаження насіння                                             | 15.09              | 3              | т                        | 63                  | ел. двиг.         | 3М-30           | -                     | 1                  | 124                     | -                                | 14                             | 0.51        | 1             | 1                     | -          | 1  | -      | 7.1129 |
| 5  | Надантаження мінеральних добрив                                  | 15.09              | 3              | т                        | 21                  | ел. двиг.         | ПКС-80          | -                     | 1                  | 105                     | -                                | 14                             | 0.2         | 1             | 1                     | -          | 1  | -      | 2.8    |
| 6  | Транспортування насіння та мін. добрив з завантаженням у сідалки | 15.09              | 3              | ткм                      | 168                 | ГАЗ-53А           | 3АУ-3           | -                     | 1                  | 47.7                    | 2.27                             | 14                             | 3.522       | 1             | 2                     | -          | 1  | 381.36 | 49.308 |
| 7  | Посів                                                            | 15.09              | 3              | 20                       | 350                 | John Deere 8R 280 | СЗФ-5400, СТ-11 | 1                     | 2                  | 30.5                    | 4.8                              | 14                             | 11.475      | 2             | 3                     | 2          | 4  | 1680   | 481.97 |
| 8  | Прикочування посівів                                             | 15.09              | 4              | 20                       | 350                 | MT3-80            | ЭКШ-6А СТ-11    | 1                     | -                  | 43.6                    | 2                                | 14                             | 8.0275      | 1             | 4                     | 1          | -  | 700    | 112.39 |
| 9  | Надантаження мін. добрив                                         | 25.10              | 3              | т                        | 21                  | ел. двиг.         | ПКС-80          | -                     | 1                  | 105                     | -                                | 14                             | 0.2         | 1             | 1                     | -          | 1  | -      | 2.8    |
| 10 | Транспортування мін. добрив з завантаженням у сідалки            | 25.10              | 3              | т                        | 140000              | ГАЗ-53А           | 3АУ-3           | -                     | 1                  | 47.7                    | 2.27                             | 14                             | 2.935       | 1             | 2                     | -          | 1  | 3178   | 410.9  |
| 11 | Прикочуване підквілення                                          | 25.10              | 3              | 20                       | 350                 | John Deere 8R 280 | СЗФ-5400, СТ-11 | 1                     | 2                  | 30.5                    | 4.8                              | 14                             | 11.475      | 2             | 3                     | 2          | 4  | 1680   | 481.97 |
| 12 | Приготування розчину гербіцидів                                  | 10.05              | 3              | т                        | 70000               | MT3-80            | МТР-3200        | 1                     | 1                  | 18                      | 0.98                             | 14                             | 3.88        | 1             | 2                     | 1          | 1  | 686    | 10.889 |
| 13 | Транспортування розчину гербіцидів                               | 10.05              | 3              | ткм                      | 140000              | MT3-80            | ВР-3М           | 1                     | -                  | 30                      | 1.79                             | 14                             | 4.66        | 1             | 2                     | 1          | -  | 2506   | 65.33  |
| 14 | Обприскування                                                    | 10.05              | 3              | 20                       | 350                 | MT3-80            | ОП-2000         | 1                     | -                  | 51                      | 1.25                             | 14                             | 6.86        | 1             | 3                     | 1          | -  | 437.5  | 96.078 |
| 15 | Пряме конвалювання                                               | 26.07              | 6              | 20                       | 350                 | MF 7272           | УАС-5М          | 1                     | 1                  | 20.48                   | 9.7                              | 14                             | 8.54        | 2             | 6                     | 2          | 2  | 3395   | 478.4  |
| 16 | Транспортування зерна                                            | 26.07              | 6              | ткм                      | 28140               | DAF XF 105        |                 | 1                     | -                  | 120                     | 1.2                              | 14                             | 8.54        | 3             | 6                     | 3          | -  | 904    | 36.75  |
| 17 | Післязбиральна обробка зерна                                     | 26.07              | 10             | т                        | 234.5               | 3АВ-20            |                 | -                     | 1                  | 124                     | -                                | 14                             | 0.51        | 1             | 1                     | -          | 1  | -      | 7.1129 |

Рис. 2.11 – Розроблена технологічна карта

## Висновки по розділу

Було виконано аналіз технологічних особливостей вирощування пшениці озимої. Враховуючи рекомендації дослідників розроблено технологічну карту для наступних умов: районування – Північний степ України; сорт – МІП Дніпрянка; попередник – ріпак ярий; система удобрення –  $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30} + N_{30}$ ; площа посіву – 350 га; прогнозована врожайність – 67 ц/га.

Враховуючи технічне забезпечення господарства було обґрунтовано комплексну механізацію всіх технологічних операцій, що дозволить отримати прогнозовану врожайність з оптимальними витратами. З метою оптимізації процесу збирання врожаю та дотримання агростроків запропоновано застосувати агрегат у складі комбайна MF 7272 з очісуючою жаткою УАС. Для запропонованого агрегату обґрунтуємо операційну технологію виконання збирання.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### 3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ПШЕНИЦІ МЕТОДОМ ОЧІСУВАННЯ

Вихідними даними для розрахунків є:

- площа збирання – 350 га;
- усереднена довжина гонів – 1040 м;
- планова врожайність зернової частини – 67 ц/га;
- усереднена відстань від поля до току – 12 км;
- агрегат – зернозбиральний комбайн MF 7272 + очісуюча жатка УАС;
- стан хлібостою – без бур'янів з густотою стеблостою близько 450 рослин на 1 м<sup>2</sup>.

Відповідно до прийнятої технології приймаємо однофазне комбайнове збирання, для якого згідно агротехнічних вимог втрати зернової частини за очісуючою жаткою не повинні перевищувати 1,5 %, подрібнення зерна не більше 2 %, пошкодження зерна (наявність мікротріщин чи мікросколів) не перевищує 2%, втрати зернової частини після молотильного апарата не більше 1 %, при цьому чистота бункерного зерна повинна становити не менше ніж 96 %.

Визначимо значення робочої ширини захвату очісуючої жатки [15]:

$$B_{ож} = \frac{10 \cdot Q_{хб}}{U_{зч} \cdot \gamma_c}, \text{ м}$$

де  $Q_{хб}$  – маса погонного метра зернової частини з колосом, кг/м;

$U_{зч}$  – планова урожайність зернової частини, т/га;

$\gamma_c$  – солومистість зернової частини, яка збирається методом очісування,  $\gamma_c = 1,01$  [15].

Кількість зернової маси на 1 м довжини хлібостою визначимо з умови номінальної завантаженості молотильного апарата комбайна:

$$Q_{хб} = \frac{3,6 \cdot g_{ном}}{V_p}, \text{ кг/м}$$

де  $g_{ном}$  – номінальне значення пропускної здатності молотарки, кг/с;

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$V_p$  – значення робочої швидкості руху комбайна при агрегуванні з очісуючою жаткою, км/год, відповідно до [18]  $V_p = 7,0$  км/год.

Номінальне значення пропускної здатності молотильного апарата комбайна залежить від її виду та стану хлібостою в період збирання:

$$g_{ном} = g_n \cdot K_c \cdot K_z \cdot K_\epsilon, \text{ кг/с}$$

де  $g_n$  – пропускна здатність молотильного апарата відповідно до паспортних даних,  $g_n = 9$  кг/с [23];

$K_c$ ,  $K_z$ ,  $K_\epsilon$  – відповідно, коефіцієнти соломистості, забур'яненості і вологості хлібостою, для заданих умов приймаємо  $K_c = 1,0$ ;  $K_z = 0,96$ ;  $K_\epsilon = 0,80$ .

Таким чином, значення номінальної пропускної здатності молотарки становитиме:

$$g_{ном} = 9 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 0,80 = 6,9 \text{ кг/с},$$

а кількість зернової маси на 1 м довжини хлібостою, що визначає завантаженість молотарки комбайна становитиме:

$$Q_{хб} = \frac{3,6 \cdot 6,9}{7,0} = 3,55 \text{ кг/м}.$$

Таким чином, максимальна величина робочої ширини очісуючої жатки становитиме:

$$B_{ож} = \frac{10 \cdot 3,55}{6,7 \cdot 1,01} = 5,2 \text{ м}.$$

Приймаємо для агрегату в складі комбайна MF 7272 очісуючу жатку з шириною захвату 5 м.

Встановимо значення дійсної робочої швидкості руху зернозбирального комбайна за умови забезпечення оптимального завантаження молотильного апарата:

$$V_p = \frac{36 \cdot g_{ном}}{B_{ож.п} \cdot \beta \cdot U_{зч} \cdot \gamma_c} = \frac{36 \cdot 6,9}{5 \cdot 0,95 \cdot 6,7 \cdot 1,01} = 7,7 \text{ км/год}$$

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

де  $B_{ож.п}$  – прийняте значення конструктивної ширини захвату жатки, м;  $\beta$  – значення коефіцієнта використання ширини захвату очісуючої жатки [15, 22].

Визначимо годинну продуктивність зернозбирального комбайна [15, 19]:

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_{ож.п} \cdot V_p = 0,1 \cdot 5 \cdot 7,7 = 3,85 \text{ га/год},$$

відповідно змінна продуктивність при комбайнуванні з врахуванням коефіцієнта використання робочого часу, який для збирання методом очісування становить  $\tau = 0,76$  [15]:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм} \cdot \tau = 3,85 \cdot 7 \cdot 0,76 = 20,48 \text{ га/зм},$$

де  $T_{зм}$  – нормована для господарства тривалість зміни, год.

Встановимо затрати робочого часу:

$$H = \frac{S \cdot m}{W_{год} \cdot \tau} = \frac{350 \cdot 1}{3,85 \cdot 0,76} = 119,6, \text{ люд} \cdot \text{год},$$

де  $S$  – весь обсяг роботи (площа збирання), га;  $m$  – кількість операторів, які одночасно працюють на комбайні, чол.

Розрахуємо витрати палива, які приходяться на одиницю роботи:

$$Q_{га} = \frac{N_{дв} \cdot g_{дв} \cdot K_з}{W_{год}} = \frac{213 \cdot 0,22 \cdot 0,8}{3,85} = 9,7 \text{ кг/га}$$

де  $N_{дв}$  – номінальне значення потужності двигуна комбайна, кВт [23]

$$N_{дв} = 213 \text{ кВт};$$

$g_{дв}$  – питомі витрати палива при роботі на номінальній потужності, кг/кВт·год, відповідно до [23]  $g_e = 0,22 \text{ кг/кВт} \cdot \text{год}$ ;

$K_з$  – завантаженість двигуна при сталій роботі,  $K_з = 0,80$ .

### Підготовка поля до збирання.

Визначимо довжину загінки на ділянці, де будемо проводити збирання (рис. 3.1):

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{ср}} - 2 \cdot E,$$

$L_{\text{ср}}$  – усереднена довжина гонів поля, м;

$E$  – ширина поворотної смуги, яка залежить від прийнятого способу роботи та кінематичних параметрів комбайнового агрегату.

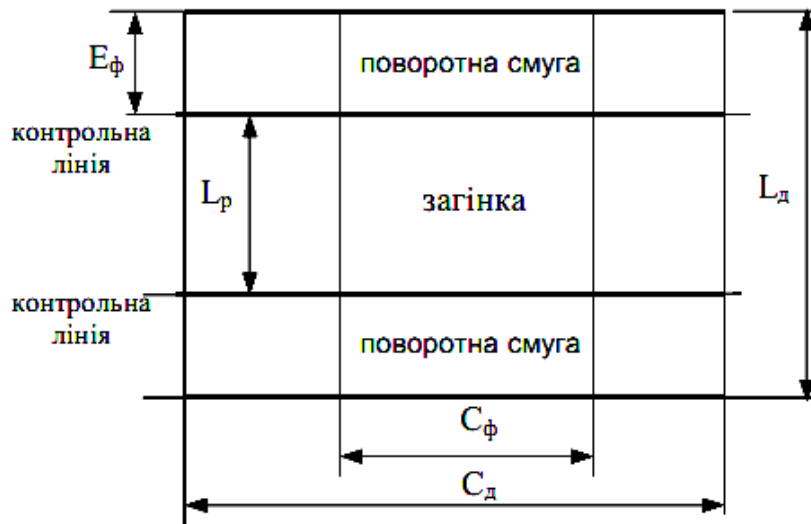


Рис. 3.1 – Схема підготовки поля до збирання [15]

Для прямого комбайнування характерним способом роботи є робота по загінках, отже ширина поворотної смуги становитиме:

$$E = 1,1 \cdot \rho_{\min} + 0,5 \cdot B_k + l_k,$$

де  $\rho_{\min}$  – мінімальний радіус повороту комбайнового агрегату, який відповідно до [15, 23] для комбайна MF 7256 з передніми шинами розміром 650/75R32 та задніми шинами розміром 16.5/85-24 становить  $\rho_{\min} = 6,7$  м;

$B_k$  – кінематична ширина захвату очісуючої жатки, яка залежить від конструктивної ширини жатки та кута нахилу та висоти установки жатки на комбайні,  $B_k = 4,4$  м [15, 18];

$l_k$  – кінематична довжина зернозбирального агрегата з очісуючою жаткою,  $l_k = 8,7$  м.

Таким чином, маємо наступне значення поворотної смуги:

$$E = 1,1 \cdot 6,7 + 0,5 \cdot 4,4 + 8,7 = 18,27 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратна ширині захвату жатки, тому її фактичне значення становитиме  $E_{\phi} = 20 \text{ м.}$

Отже, значення фактичної довжини загінки для проведення збирання врожаю:

$$L_{\text{заг}} = 1040 - 2 \cdot 20 = 1000 \text{ м.}$$

Оптимальна ширина загінки при комбайнуванні становитиме [15, 19]:

$$C_{\text{опт}} = 10^4 \cdot \frac{(2...3) \cdot W_{\text{зм}}}{L_{\text{заг}}} = 10^4 \cdot \frac{2 \cdot 20,48}{1000} = 409,6 \text{ м,}$$

де 2...3 – кількість змін за добу.

Фактичне значення ширини загінки приймаємо кратною ширині захвату жати:

$$C_{\text{факт}} = k \cdot B_{\text{ож.п}},$$

$$\text{звідки } k = \frac{C_{\text{опт}}}{B_{\text{ож.п}}} = \frac{409,6}{5,0} = 81,92$$

Приймаємо  $k = 82$ , таким чином  $C_{\text{факт}} = 82 \cdot 5,0 = 410 \text{ м}$

Встановимо число загінок відповідно рекомендації [15, 19]:

$$n_z = 10^4 \cdot \frac{S}{L_{\text{заг}} \cdot C_{\text{факт}}} = 10^4 \cdot \frac{350}{1000 \cdot 410} = 8,5 \text{ шт.,}$$

де  $S$  – загальна площа комбайнування, га.

Таким чином маємо 8 загінок шириною  $C_{\text{факт}} = 410 \text{ м}$  і 1 загінку шириною  $C_{\text{факт}} = 205 \text{ м.}$

Розрахунок складу комбайно-транспортної ланки

Комбайно-транспортна ланка, крім зернозбирального комбайна MF 7256 з очісуючою жаткою, містить також зерновози на базі шасі DAF XF105 з об'ємом кузова  $35 \text{ м}^3$  для перевезення зерна від поля до току.

|     |      |          |        |      |              |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |  |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

Визначимо відповідну кількість зернозбиральних агрегатів, що забезпечать виконання необхідного об'єму робіт згідно агростроків:

$$N_{\kappa} = \frac{S}{W_{\text{зм}} \cdot k_{\text{зм}} \cdot n_{\text{агродн}}},$$

де  $k_{\text{зм}}$  – кількість змін роботи, приймаємо  $k_{\text{зм}} = 2$ ;

$n_{\text{агродн}}$  – регламентована агровимогами тривалість збиральних робіт, не більше днів,  $n_{\text{агродн}} \leq 6$  днів.

Тоді

$$N_{\kappa} \geq \frac{350}{20,48 \cdot 2 \cdot 6} = 1,42.$$

Відповідно до отриманого значення приймаємо  $N_{\kappa} = 2$  комбайнові агрегати.

Необхідна кількість зерновозів для забезпечення безперебійної роботи зернозбиральних агрегатів з врахуванням відстані перевезення становить:

$$N_{\text{зерн}} = \frac{N_{\kappa} \cdot T_{\text{рейс}}}{(T_{\text{б.з}} + T_{\text{б.р}}) \cdot n_{\text{б}}},$$

де  $T_{\text{рейс}}$  – тривалість одного рейсу зерновоза від комбайна до току, хв.

$T_{\text{б.з}}$ ,  $T_{\text{б.р}}$  – відповідно, тривалість заповнення робочого об'єму бункера комбайна зерном та його розвантаження (приймаємо  $T_{\text{б.р}} = 5$  хв.) у бункер зерновоза, хв;

$n_{\text{б}}$  – кратність бункерів зерна, які може вмістити кузов зерновоза.

Тривалість одного рейсу зерновоза визначається як:

$$T_{\text{рейс}} = (T_{\text{б.р}} + T_{\text{пер}}) \cdot n_{\text{б}} + \frac{120 \cdot L_{\text{рейс}}}{V_{\text{зерн}}} + T_{\text{зв}} + T_{\text{розв}}, \text{ хв},$$

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

де  $T_{пер}$  – тривалість переміщення зернового від краю поля до комбайна чи між комбайнами, приймаємо  $T_{пер} = 3$  хв.;

$L_{рейс}$  – відстань від поля до току,  $L_{рейс} = 12$  км;

$V_{зерн}$  – середньотехнічна швидкість переміщення зернового, яка для ґрунтових доріг становить  $V_{зерн} = 25$  км/год.;

$T_{зв}$  і  $T_{розв}$  – тривалість процедури зважування і розвантаження зернового на току, хв.

Відповідно до хронометражу  $T_{зв} = 2$  хв,  $T_{розв} = 5$  хв [15, 19].

Тривалість заповнення робочого об'єму бункера комбайна становить:

$$T_{б.з} = 0,06 \cdot \left( \frac{L_{б.к}}{V_p} \right), \text{ хв.}$$

де  $L_{б.к}$  – відстань, яку проходить агрегат до заповнення робочого об'єму бункера, м;

$V_p$  – робоча швидкість переміщення комбайна, км/год.

Відстань, яку проходить агрегат до заповнення робочого об'єму бункера визначимо згідно [15, 19]:

$$L_{б.к} = \frac{10^4 \cdot V_{б.к} \cdot \gamma_z \cdot \varphi}{B_{ож.п} \cdot \beta \cdot U_{зч}}, \text{ м}$$

де  $V_{б.к}$  – робочого об'єм бункера комбайна MF 7256, який становить  $V_{б.к} = 9,0 \text{ м}^3$  [23];

$\gamma_z$  – насипна маса зерна озимої пшениці,  $\gamma_z = 0,8 \text{ т/м}^3$  [3, 8, 15];

$\varphi$  – коефіцієнт, що характеризує робочий об'єм бункера комбайна, приймаємо  $\varphi = 0,90$ ;

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$\eta$  – коефіцієнт, що характеризує використання конструктивної ширини захвату очісуючої жатки  $B_{ож.п}$ , приймаємо  $\eta = 0,95$ .

$$L_{б.к} = \frac{10^4 \cdot 9 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{5 \cdot 0,95 \cdot 6,7} = 2036 \text{ м.}$$

Таким чином, тривалість заповнення робочого об'єму бункера комбайна становить:

$$T_{б.з} = 0,06 \cdot \left( \frac{2036}{7,0} \right) = 17,5 \text{ хв.}$$

Кратність бункерів комбайна, які вміщуються в кузові зерновоза становить:

$$n_{б} = \frac{V_{зерн} \cdot \mu}{V_{б.к} \cdot \varphi} = \frac{35 \cdot 0,85}{9 \cdot 0,9} = 3,6, \text{ приймаємо } n_{б} = 3.$$

де  $\mu$  – коефіцієнт, що характеризує робочий об'єм кузова зерновоза.

Отже, тривалість рейсу зерновоза становитиме:

$$T_{рейс} = (5 + 3) \cdot 3 + \frac{120 \cdot 12}{25} + 2 + 5 = 88,6 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість зерновозів на базі шасі DAF XF105 з об'ємом кузова  $35 \text{ м}^3$  для перевезення зерна від поля до току:

$$N_{зерн} \geq \frac{2 \cdot 88,6}{(17,5 + 5) \cdot 3} = 2,6,$$

відповідно приймаємо 3 зерновози, що забезпечать безперебійну роботу комбайнів.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## Висновки по розділу

Для збирання озимої пшениці з площі 350 га зернозбиральним агрегатом в складі комбайна MF 7256 з очісуючою жаткою УАС-5М при плановій врожайності 6,7 т/га обґрунтовано операційну технологію. Встановлено, що змінна продуктивність комбайнового агрегату становить 20,48 га/зм. при робочій швидкості руху комбайна 7,0 км/год.

Для організації роботи комбайнового агрегату в полі виконано розрахунки, які відповідно до обраного способу руху та виду повороту, встановлюють раціональні розміри робочих заїнок та їх кількість, що дозволить оптимізувати виконання збирання озимої пшениці.

З метою забезпечення безперебійної роботи комбайнових агрегатів проведено розрахунки складу комбайно-транспортної ланки, зокрема встановлено, що для виконання роботи у задані агротехнічні строки необхідно задіяти два комбайнові агрегати та три зерновози на базі шасі DAF XF105 з об'ємом кузова 35 м<sup>3</sup> для перевезення зерна від комбайнів до току.

Операційно-технологічна карта на виконання операції наведена в графічній частині кваліфікаційної роботи.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### Опис об'єкта розробки.

Як зазначалося вище, одним з альтернативних напрямків розвитку технологій збирання колосових культур є метод обчісування рослин [21, 22, 24, 25], сутність якого полягає в тому, що «від рослин відокремлюються і подаються в молотильний апарат комбайна тільки колоски з зерном, а стебла рослин залишаються на полі, на корені».

Дану технологію реалізують шляхом встановлення на комбайн жатки обчісуючого типу [17, 18, 24, 25], яка в якості основного робочого органу має обертовий ротор із зубами спеціальної форми, які при поступальному переміщенні комбайна прочісують рослини знизу вгору та відривають колоски від стебла.

З огляду на існуючі дослідження роботи жаток очісуючого типу [17, 18, 21, 22, 24, 25] нами пропонується оригінальна конструкція очісуючої жатки (рис. 4.1), яка представляє собою раму з копіювальними башмаками, на якій змонтовані обтічник, боковини і днище, передній барабан (бітер-відбивач), очісувальний барабан, шнековий транспортер та механізм приводу.

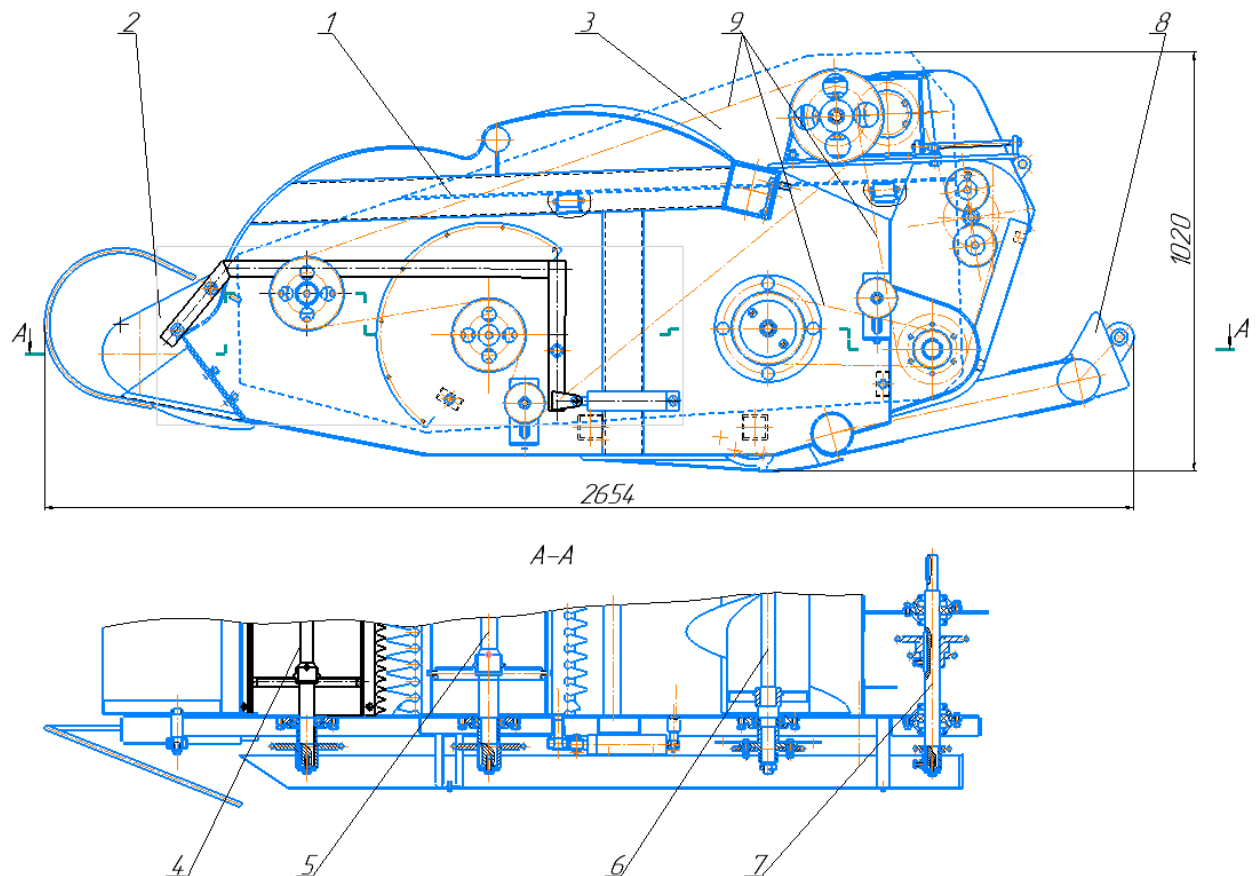
Бітер-відбивач та очісувальний барабан оснащені гребінками оригінальної конструкції (рис. 4.1, вигляд А-А). Очісувальний барабан виконує функцію безпосереднього очісування (відривання) колосків і зерна з стебла, а бітер-відбивач призначений для упередження втрати зерна і колосків та забезпечення їх потрапляння до шнекового транспортера. Ротори обертаються назустріч один одному, що сприяє створенню вакуумного ефекту, який сприяє вирівнюванню стебел рослин в зоні очісування.

Шнековий транспортер класичної конструкції формує потік хлібної маси по ширині вихідного вікна та призначений для подачі її до похилої

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

камери комбайна. Робочі зони жатки закриті кожухами (боковини і днище), що запобігають втратам зернової маси.

Привід робочих органів очісувальної жатки здійснюється через карданний вал від ВВП комбайна та ланцюгові передачі. Приєднання до комбайна здійснюється класичним методом навішування до похилої камери.



1 – рама; 2 – обтічник; 3 – бічні кожухи; 4 – бітер відбійний; 5 – ротор очісувальний; 6 – шнек; 7 – контрпривід; 8 – механізм навішування; 9 – ланцюговий привід робочих органів

Рис. 4.1 – Конструкція модернізованої двобарабанної жатки очісувального типу

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |



прискорення центра маси стебла  $j = \frac{1}{2} \frac{dV}{dt}$ , умова відривання колоска від стебла рослини буде мати вигляд»:

$$\frac{1}{2} m_{cm} \frac{dV}{dt} > P_{\kappa} - P_{cm} - m_{cm} g \sin \beta_{cm}, \quad (4.2)$$

звідки швидкість очісуючої гребінки [22]

$$V > \int_0^{\Delta t} \frac{2(P_{\kappa} - P_{cm} - m_{cm} g \sin \beta_{cm})}{m_{cm}} dt. \quad (4.3)$$

Розв'язком рівняння (4.3) буде

$$V > \frac{2(P_{\kappa} - P_{cm} - m_{cm} g \sin \beta_{cm})}{m_{cm}} \Delta t. \quad (4.4)$$

Зважаючи на те, що видовження стебла становитиме  $\Delta l = V \Delta t$ , то відповідно час дії сили  $\Delta t$ :

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{V} = \frac{P_{\kappa} l}{V E A}, \quad (4.5)$$

де  $E$  – «модуль пружності Юнга», Н/мм<sup>2</sup>;

$A$  – усереднене значення площі поперечного перерізу стебла, мм<sup>2</sup>.

Підставивши відповідні значення виразу (4.5) у (4.4), одержимо умову, при якій буде відбуватися гарантований відрив колоса від стебла, при цьому унеможлиблюється виривання стебла з ґрунту

$$V > \sqrt{\frac{2 (P_{\kappa} - P_{cm} - m_{cm} g \sin \beta_{cm}) P_{\kappa} l}{m_{cm} E A}}. \quad (4.6)$$

Очевидно, що збільшення швидкості гребінки  $V$  відбувається не лінійно відносно збільшенню довжини  $l$  та зменшенню маси стебел  $m_{cm}$ . Відповідно до отриманої залежності проводимо розрахунки, метою яких є визначення мінімальної швидкості гребінки очісуючого ротора при дослідних значеннях  $P_{\kappa}$ ,  $P_{cm}$ ,  $l$  і  $m_{cm}$  [22]. Таким чином, забезпечити якісне очісування можливо за умови, коли мінімальне значення колової швидкості гребінки очісуючого ротору становитиме не менше 7,5 м/с, оскільки при цьому забезпечується найбільша ймовірність відриву колоска

|     |      |          |        |      |              |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ |  | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

від стебла рослини, а, відповідно, максимальне значення цієї швидкості обмежується міцністю зерна та складає 17,7 м/с [21, 22].

Очіс (відривання) має початок в моменті припинення ковзання стебел вздовж поверхні гребінки, що відбувається за наявності сил тертя, за умови спрямування рівнодіючої сили до нормалі поверхні гребінки під кутом, який менше кута тертя

$$\varphi_{n.o.} \geq \frac{\pi}{2} - (\varphi_{cm} + \psi_{cm}) = 90^0 - (30^0 + 20^0) = 40^0$$

де  $\varphi_{cm}$  і  $\psi_{cm}$  – відповідно кути динамічного тертя стебла по поверхні пальців гребінки та його відхилення від вертикалі.

При подальшому обертанні ротора процес очісування триватиме до моменту, доки не почнеться ковзання стебла уздовж поверхні гребінки. Продовження процесу очісування при подальшому обертанні ротора призведе до відриву стеблової маси та її намотування на ротор, що призведе до його забивання та додаткових втрат виділеного зерна. Отже, кут закінчення очісу визначається з умови

$$\varphi_{к.о.} \geq \frac{\pi}{2} + (\varphi_{cm} - \psi_{cm}) = 90^0 + (30^0 - 20^0) = 100^0.$$

Відповідно до співвідношення зернової частини до соломистої зернових колосових культур, можемо припустити, що зміна розмірів довжини стебел рослин буде знаходитись в межах 20...25% відносно усієї висоти стеблостою. За усередненої висоти рослин пшениці 100... 170 см, зона очісування по висоті стебел становить не менше  $H = 0,33$  м (рис. 4.2, а). При переміщенні зернової частини до кінця гребінки, вона сходить з неї та переміщується до шнека, при цьому ротор повернеться на кут  $\varphi = \omega t$ . За період проходження третьої фази очісу необхідно забезпечити повне сходження матеріалу до зони накопичення.

Таким чином, з врахуванням ярусності стеблостою та зазначеними умовами виконання технологічного процесу очісування, визначимо мінімальне значення діаметра очісуючого ротора:

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$D_{\min} = \frac{2 \cdot H}{\cos \varphi_{n.o.} + \cos(\varphi_{к.о.} - \varphi_{n.o.})} = \frac{2 \cdot 330}{\cos 40^\circ + \cos(100^\circ - 40^\circ)} = 521 \text{ мм} \quad (4.7)$$

Приймаємо значення діаметра очісуючого ротора найближче число зі стандартного ряду, тобто  $D_{o.p} = 530 \text{ мм}$ .

Частоту обертання ротора  $n$  визначимо з умови мінімізації пошкодження зерна та забезпечення протікання технологічного процесу очісування

$$\frac{60 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot D_{o.p}} \leq n \leq \frac{60 \cdot V_{\max}}{\pi \cdot D_{o.p}} \quad (4.8)$$

$$\frac{60 \cdot 7,5}{\pi \cdot 0,53} = 270 \text{ об/хв} \leq n \leq \frac{60 \cdot 17,7}{\pi \cdot 0,53} = 638 \text{ об/хв}.$$

Зазначимо, що частота обертання очісуючого ротора встановлюється в зазначених межах, а її конкретне значення буде залежати від стану хлібостою.

Кількість рядів гребінок на очісуючому роторі визначимо, розглянувши траєкторію переміщення кінця гребінки, яка характеризується трохоїдою 1 (рис. 4.3), оскільки показник кінематичного режиму більше одиниці [21]. Кінець сусіднього ряду гребінок буде описувати аналогічну трохоїду 2, але зміщену в напрямку переміщення очісуючої жатки на величину  $X_B$ , значення якої можемо знайти з умови:

$$X_B \cdot V_m \cdot t_B = V_m \cdot \frac{\varphi_\Gamma}{\omega} \quad (4.9)$$

де  $\varphi_\Gamma$  – «центральный кут між сусідніми гребінками».

Щілина між пальцями гребінки очісуючого ротора має три характерні зони, які відповідають наступним операціям: 1 – входження у стеблостій; 2 – захоплення стебел; 3 – очісування колосків зі стебла. Зважаючи на те, що для виконання саме третьої фази необхідно близько 40% простору щілини гребінки, необхідно забезпечити перекриття зон очісування рослин сусідніми робочими органами, для чого повинна

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

виконуватися умова

$$X_B \leq 0,4 \frac{D_{o.p} - d_{0.p}}{2} \leq 0,4 \frac{530 - 320}{2} = 42 \text{ мм} \quad (4.10)$$

де  $d_{0.p}$  – діаметр ротора до початку дії гребінок, мм.

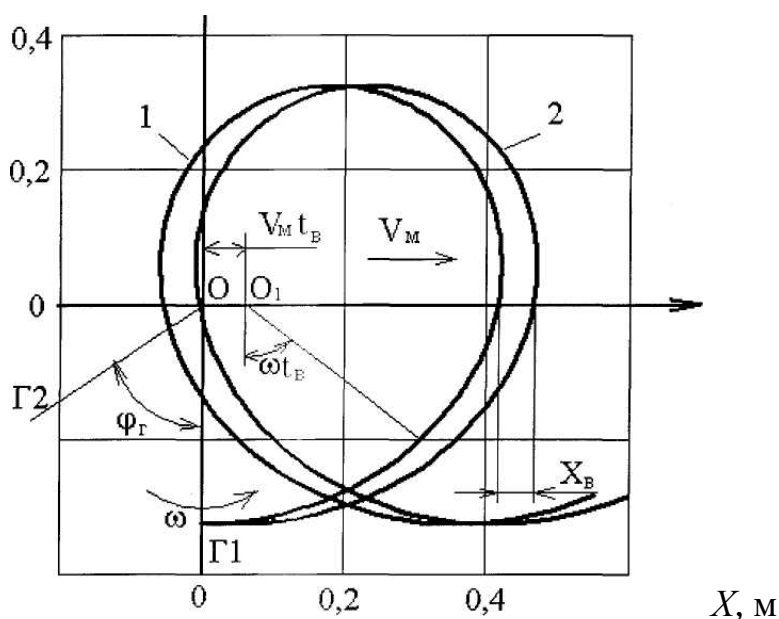


Рис. 4.3 – Схема траєкторій переміщення двох сусідніх рядів гребінок очісуючого ротора [21, 22]

Таким чином, значення центрального кута  $\varphi_{\Gamma}$  між рядами гребінок становитиме не більше  $63^\circ$ , що відповідає восьми рядам гребінок на очісуючому роторі [21].

На якість роботи очісуючого пристрою має значний вплив кут, під яким гребінки діють на стеблостій, оскільки при певних його значеннях можливе виникнення осипання (внаслідок вибивання) зерна колосових культур. Значення сили, з якою гребінка ударяє при взаємодії зі стеблостоєм визначається з умови

$$P_{\text{вх}} = \kappa \cdot F \cdot V \quad (4.11)$$

де  $\kappa$  – емпіричний коефіцієнт, що характеризує зв'язність зерна з колосом;

$F$  – контактна площа деформації;

$V$  – швидкість гребінки при входженні в стеблостій.

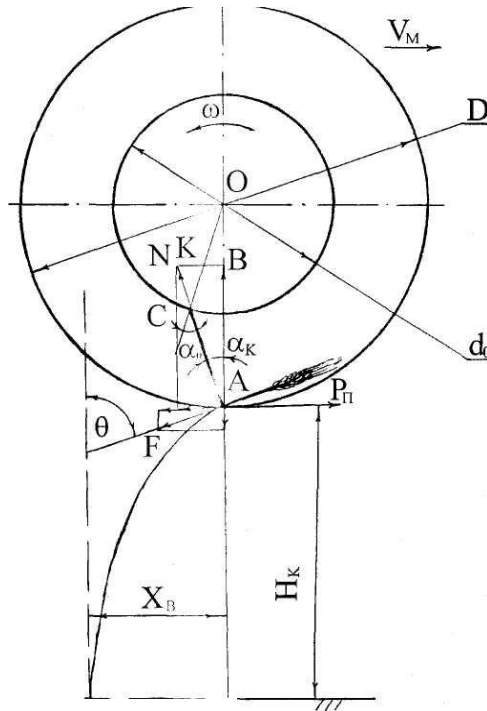


Рис. 4.4 – Схема до обґрунтування кута встановлення гребінок  
очісуючого ротору [22]

Очевидно, що зменшення сили взаємодії можливо шляхом зменшення площі взаємодії  $F$  або швидкості входження гребінки  $V$ , яка, в свою чергу обмежена умовами забезпечення протікання технологічного процесу. Досягти мінімального значення площі взаємодії при входженні гребінки можливо, якщо забезпечити необхідний кут входження  $\theta$  (рис. 4.4). Так, під час переміщення очісуючої жатки її обтічник відхиляє рослини на величину  $X_B$  в напрямку переміщення з зусиллям  $P_{II}$ , при цьому нормальна реакція стебла  $N$  буде спрямована перпендикулярно дотичній стебла і утворить з попереднім положенням стебла кут  $\alpha$ . Для консольного прогину стебла  $X_B$  та кута повороту поперечного перерізу стебла напишемо стандартні визначення:

$$X_B = \frac{P_i H_k^3}{3EJ} \quad (4.12)$$

$$\theta = \frac{P_i H_k^2}{2EJ} \quad (4.13)$$

де  $EJ$  – визначає жорсткість стебла;

$H_k$  – відстань від поверхні поля до точки контакту обтічника з стеблом рослини.

Звідки кут входження гребінки в стеблостій становить:

$$\theta = \frac{3,7 \cdot X_g}{2 \cdot H_k} = \frac{3 \cdot 42}{2 \cdot 1,03} = 65^\circ.$$

З трикутника АОС відповідно теореми синусів знаходимо кут встановлення гребінок:

$$\alpha = \pi - \arcsin \left( \frac{D_{o,p}}{d_{o,p}} \cdot \sin \theta \right) \quad (4.14)$$

Після розрахунків визначили, що  $\alpha_k=25^\circ$  і  $\alpha_o=32^\circ$  для очісуючого ротора.

*Оптимальна висота установки вала очісувального барабана над рівнем поля.*

Технологічний процес взаємодії пальців очісувального барабана з стеблом (рис. 4.5) описано дослідниками в праці [26], де зазначено, що «під час руху машини очісувальні зуби відокремлюють певну смугу рослин, що дорівнює відстані між ними. Переміщуючись між гранями зубів, стебла входять у міжзубову комірку. Коло радіусом  $r$ , по якому рухається центр комірки планки барабана, торкається прямостоячого стебла АС у точці В (положення І). Завдяки руху машини барабан відхиляє стебла по її ходу. При цьому точка стикання стебла з колом віддаляється від вершини колоса. Максимальне її віддалення відповідає точці В<sub>1</sub> (положення ІІ). Потім точка дотику наближається до вершини колоса. Очісування продовжується до положення ІІІ».



Відповідно оптимальна взаємодія очісувального барабана з стеблестоем виникає при  $l_{0max} = l_k$ . В цьому випадку, тобто  $\varepsilon = l_{0max} / l_k = 1$ , оптимальна висота установки вала очісувального барабана над рівнем поля, становить

$$H_{\bar{o}} = \sqrt{(l_p - l_k) + r^2} = \sqrt{(1,5 - 0,2) + 0,265^2} = 1,17 \text{ м.}$$

#### *Визначення параметрів установки бітера-відбивача*

В конструкції двобарабаних очісувачів жаток бітер-відбивач, який працює в парі з очісувачим ротором, призначений для забезпечення цілеспрямованої подачі очісаної зерноsumіші до робочої частини шнека та запобігання втратам зерна на поле.

У відповідності до досліджень [27] параметри бітер-відбивача, які забезпечують виконання ним його функцій, є його діаметр  $R_0$  та відповідне розташування відносно очісувального барабана, яке характеризується «кутом  $\alpha_{\bar{o}}$  нахилу до горизонту прямої, яка проходить через осі барабанів і зазором між барабанами  $\Delta r$ » (рис. 4.6).

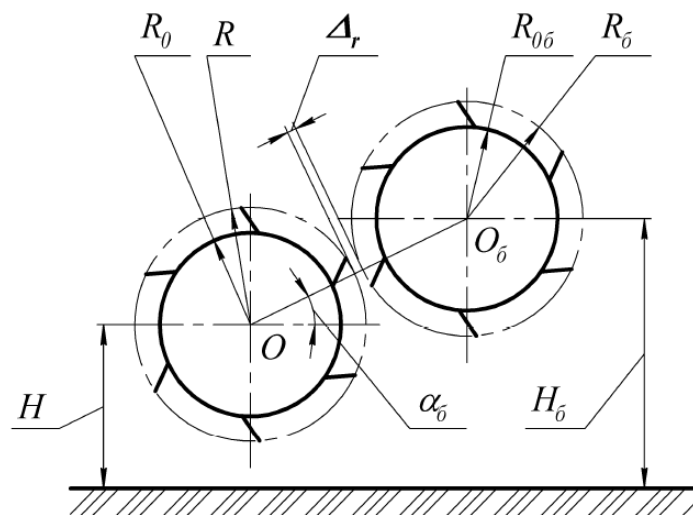


Рис. 4.6 – Схема до встановлення параметрів бітера-відбивача [27]

В роботі [27] обґрунтовано радіус бітера-відбивача та кут нахилу до горизонту прямої, що проходить через осі барабанів, і рекомендується

приймати цей кут з діапазону 22...28 град. Тому для подальших досліджень приймаємо  $\alpha_6 = 25$  град.

Тоді, відповідно до (рис. 4.6), висота установки бітера-відбивача становитиме:

$$H = H_6 - (R + \Delta r + R_6) \cdot \sin \alpha_6 = 1,17 - (0,193 + 0,05 + 0,265) \cdot \sin 25^\circ = 0,95 \text{ м.}$$

### **Визначення потужності, необхідної для приводу очісуючої жатки**

Баланс потужності очісуючої жатки можемо записати у вигляді наступних складових [20]

$$N_{\text{жс}} = N_1 + N_2 + N_3 \quad (4.17)$$

де  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  – відповідно потужності, які споживають привод роторів, шнека та привод жатки.

Потужність, що витрачається для приводу роторів знайдемо за формулою:

$$N_1 = N'_1 + N'_2$$

де  $N'_1$  – значення потужності, необхідної для формування опору повітряного середовища зерноматеріалу та на подолання опорів, прикладених до опор;

$N'_2$  – потужність, потрібна для відділення зернової частини стеблестою (очісування) та переміщення зерна (роботу бітера-відбивача);

$$N'_1 = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3 \quad (4.18)$$

Перший член  $A \cdot \omega$  рівняння (4.18) визначає потужність, яка йде на подолання шкідливих опорів, а другий член  $B \cdot \omega^3$  – враховує потужність, яка витрачається на подолання опору повітряного потоку.

Відповідно до стандартних методик, значення коефіцієнта  $A$  становить

$$A = R \cdot \psi \cdot \rho$$

де  $R$  – сума реакцій, прикладених до опор, Н;  $\psi$  – коефіцієнт тертя опор;  $\rho$  – радіус цапф опор, м.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Для опор з підшипниками кочення приймаємо [28]  $\rho \cdot \psi = 0,00015$  м., а  $R$  – у першому наближенні  $R = 400$  Н, тоді

$$A = 0,00015 \cdot 400 = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Відповідно, коефіцієнт  $B$  становитиме:

$$B = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_{\lambda}^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,55 \cdot 24 \cdot 0,58^2 \cdot 0,1^3}{2 \cdot 9,81} = 2,7 \cdot 10^{-4}$$

Тоді 
$$N'_1 = 0,06 \cdot 157 + 2,7 \cdot 10^{-4} \cdot 157^3 = 1140 \text{ Вт.}$$

Потужність  $N'_2$ , яка необхідна для відділення зернової частини стеблестою (очісування) та переміщення зерна (робота бітера-відбивача) приймаємо відповідно до експериментальних даних [22, 26], яка для наступних параметрів двобарабанної очісуючої жатки  $B' = 1000$  мм, при  $q = 1,5 \text{ т/дм} \cdot \text{год} = 4,4 \text{ кг/м} \cdot \text{с}$  та при  $k = 314$  становить  $N''_2 = 430 \text{ Вт}$ . Відповідно для спроектованої системи з параметрами  $B = 5000$  мм потужність, необхідна для пересування зерна становить:

$$N'_2 = N''_2 \cdot 5 = 430 \cdot 5 = 2150 \text{ Вт.}$$

Загальна потужність, необхідна для привода роторів складає:

$$N_1 = N'_1 + N'_2 = 1140 + 2150 = 3290 \text{ Вт} = 3,29 \text{ кВт.}$$

У схемі привода роторів обертовий момент від вала контрпривода до валів роторів передається за рахунок ланцюгової передачі, яка «у порівнянні з пасовою передачею здатна передавати більші потужності при менших габаритах».

Потужність, яку споживає привід шнека:

$$N_2 = N'_3 \cdot B_{\text{ш}} \quad (4.19)$$

де  $N'_3$  – потужність, необхідна для приводу 1 м шнека з визначеними параметрами –  $0,35 \text{ кВт/м}$  [28], тоді

$$N_2 = 0,35 \cdot 5 = 1,8 \text{ кВт}$$

Потужність для агрегування жатки комбайном:

$$N_3 = (m_e + m_{\text{ш}}) \cdot g \cdot f \cdot V_m / 1000 \cdot \eta_{\text{тр}} (1 - \delta) \quad (4.20)$$

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

де  $m_e$  – маса комбайна, кг;

$m_{жс}$  – маса очісуючої жатки, кг;

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню;

$V_m$  – швидкість переміщення комбайнового агрегату, м/с;

$\eta_{mp}$  – ККД дії валу приводу очісуючої жатки;

$\delta$  – буксування ходових коліс;

$$N_3 = 14800 \cdot 9,8 \cdot 0,4 \cdot 1,67 / 1000 \cdot 0,9(1 - 0,05) = 1,13 \text{ кВт.}$$

Загальна потужність, яку споживає комбайн для приводу очісуючої жатки складає

$$N_{жс} = 3,29 + 1,8 + 1,13 = 6,22 \text{ кВт.}$$

Оскільки ВВП комбайна витрачає 7 кВт потужності на привід жатки, то запас потужності на привод очісуючої жатки складе:

$$n = N / N_{жс} = 7 / 6,22 = 1,12 \text{ кВт,}$$

якої достатньо для надійної роботи жатки.

### Висновки по розділу

Зважаючи на дослідження функціонування жаток очісуючого типу було запропоновано конструкцію двобарабанної жатки, що дозволить зменшити втрати зернової частини врожаю на полі. Для запропонованої конструкції виконанні відповідні технологічні і енергетичні розрахунки, що дозволить ефективно використовувати жатку при мінімальних значеннях металоємності та енергоємності.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Заходи по створенню безпечних умов праці при експлуатації зернозбирального агрегату.

Відповідно до рекомендацій [29, 30], для запобігання травмування операторів в конструкції жатки і комбайна передбачені захисні огороження механізмів приводу, які пофарбовані контрастними кольорами відносно загальної кольорової гама агрегата.

Початку роботи агрегату передуює подача комбайнером звукового сигналу. При виконанні щозмінного прибирання робочих зон комбайна від зерна і соломи механізатори повинні користуватися спеціальними щітками з довгою ручкою, використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Забороняється виконувати щозмінне ТО при працюючому двигуні.

Відповідно до «ДСТУ 7454:2013. Комбайни зернозбиральні. Загальні технічні вимоги» всі струмоведучі частини електроустаткування комбайна повинні мати ізоляцію відповідно до нормативного навантаження, огорожені та розміщені в недоступних для контакту з працівниками і легкозаймистими матеріалами місцях. При виконанні технологічного процесу рама комбайна повинна мати захисне заземлення.

З метою запобігання виникненню пожеж комбайн повинен бути укомплектований первинними засобами пожежогасіння у складі:

- вогнегасник порошковий корисною масою не менше 5 кг – 1 шт;
- санітарна лопата – 1 шт.

Майданчики для тимчасового зберігання комбайна повинні забезпечуватись засобами пожежогасіння у складі: вогнегасник марки ОУ-5 і ОП-10, а в робочій зоні розміщують ємність з піском та протипожежним щитом.

Інші вимоги визначаються загальними правилами охорони праці в галузі агропромислового виробництва [29, 30].

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## Охорона довкілля при вирощуванні пшениці озимої.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва посилює його виснажуючу дію на природне середовище та викликає ряд небажаних наслідків, серед яких окремо можна виділити деградацію ґрунтів, забруднення навколишнього середовища небезпечними сполуками мінеральних добрив та пестицидів тощо. При цьому, найбільшу небезпеку хімічного забруднення становить вимивання добрив талими або дощовими водами, внаслідок чого вони потрапляють у водоймища, що викликає пригнічення чи навіть загибель живих організмів водойм.

Надлишок азоту, який вносять у складі як органічних, так і мінеральних добрив, призводить до нагромадження нітратів в основному соломі та в дещо менше у зерні, що призводить до погіршення якості урожаю. Також неконтрольована кількість перегною може стати джерелом забруднення ґрунтів важкими металами.

Іншим екологічно небезпечним явищем, яке забруднює середовище є застосування сильнодіючих пестицидів при догляді за посівами зернових. Ці речовини становлять небезпеку як самі пособи, при цьому продукти їх розкладання і трансформації виявляють ще більш шкідливу дію на живі організми, в тому числі ґрунтового середовища, оскільки їх вибіркова дія досить низька, внаслідок чого знищуються і корисні форми живих організмів.

Шляхами поліпшення екологічних умов вирощування зернових є застосування раціональної системи удобрення та оптимізація захисту рослин від хвороб і шкідників, що полягає у застосуванні внесення добрив і пестицидів відповідно до місцевизначених потреб, дотримання строків їх внесення, що відповідають біологічним особливостям вегетації зернових, властивостям ґрунту тощо.

Боротьба з ерозією ґрунту передбачає застосування ґрунтозахисних систем землеробства, таких як обробка ґрунту без перевертання скиби (плоскорізний обробіток, чизельний обробіток тощо), no-till чи mini-till

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

технології, що передбачають мінімальну дію на ґрунт, використання захисних насаджень, укріплення схилів та інші.

### **Висновки по розділу**

На основі аналізу небезпечних і шкідливих факторів, що реально можуть виникнути при експлуатації і обслуговуванні машини розроблено правила техніки безпеки, виконання яких забезпечить усунення негативних наслідків.

За результатами запропонованих заходів запропонований зернозбиральний агрегат в цілому відповідає вимогам правил охорони праці в рослинництві, санітарно-гігієнічним умовам праці та екологічної і пожежної безпеки.

Таким чином, із позиції охорони праці та екологічної безпеки запропонований агрегат відповідає всім вимогам законодавства і може бути рекомендований до впровадження у серійне виробництво.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 6. ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз технологічних особливостей вирощування пшениці озимої та з врахуванням науково-обґрунтованих рекомендацій розроблено технологічну карту її вирощування для агрокліматичних умов північного Степу України. Для раціонального виконання збирання пшениці агрегатом у складі комбайна MF 7256 з очісуючою жаткою УАС-5М при плановій врожайності культури 6,7 т/га проведені технологічні розрахунки роботи агрегату та оформлено операційно-технологічну карту. Встановлено, що раціональною робочою швидкістю руху комбайна є 7,0 км/год, при цьому пропускна здатність молотарки комбайна становить 9 кг/с і, відповідно, змінна продуктивність комбайнового агрегату становить 20,48 га/зм.

Проведений аналіз сучасних зернозбиральних комплексів дозволив встановити, що все більшої популярності сьогодні набувають способи збирання колосових методом очісування на корню. Виконаний огляд існуючих технічних рішень очісуючих пристроїв, літературний та патентний пошук дозволили обґрунтувати конструкцію двобарабанної очісуючої жатки, яка дозволяє мінімізувати втрати врожаю.

Для запропонованої конструкції жатки виконаний відповідний інженерний аналіз, що дозволив обґрунтувати раціональний діаметр очісуючого барабана та параметри гребінок, розміщення барабанів один відносно одного та поверхні поля, а також визначити енергетичні параметри приводу жатки.

У розділі з охорони праці наведено заходи по створенню безпечних умов праці при експлуатації зернозбирального агрегату та охорони довкілля при вирощуванні пшениці озимої.

Таким чином, запропоновані в роботі технології та їх технічне забезпечення відповідають всім вимогам стандартів і законодавства та можуть бути рекомендовані до впровадження.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аграрна політика та земельні відносини: підручник / Г. М. Калетнік, І. В. Гончарук, Т. В. Ємчик, С. М. Лутковська. – Вінн. нац. аграр. ун-т. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 307 с. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/24492.pdf>.
2. Вплив технологій вирощування на врожайність та якість зерна пшениці озимої в Північному Лісостепу [Електронний ресурс] / Л.М. Кононюк, О.В. Дмитренко // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». – 2007. – Вип. 2. – с. 52-57. – URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=znpzeml\\_2007\\_2\\_12](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=znpzeml_2007_2_12).
3. Вплив технологій вирощування на урожайність пшениці озимої в північному Лісостепу [Електронний ресурс] / К.М. Олійник, Л.Ю. Блажевич, Н.Г. Буслаєва // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2018. – Вип. 1. – С. 15-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml\\_2018\\_1\\_4.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml_2018_1_4.pdf).
4. Оверченко Б. П. Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість зерна пшениці озимої / Б. П. Оверченко // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 4. – С. 29 – 30.
5. Сорти озимої пшениці для інтенсивних технологій [Електронний ресурс] / Л.І. Уліч, В.М. Лисікова // Сортотвчення та охорона прав на сорти рослин. – 2006. – № 3. – с. 103-108. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=stopnsr\\_2006\\_3\\_15](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=stopnsr_2006_3_15).
6. Кривенко А. І. Урожайність пшениці озимої та вівса залежно від систем основного обробітку ґрунту та попередників за вирощування в

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

- короткоротаційній сівозміні. Зрошуване землеробство. 2017. Вип. 68. С. 142–146.
7. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Ефективність застосування різних систем удобрення при вирощуванні пшениці озимої залежно від попередників та погодних умов. Зрошуване землеробство. 2018. Вип. 70. С. 59–63.
  8. Ресурсозберігаюча і екологічно чиста технологія вирощування озимої пшениці / Л.О. Животков, М.В Душко та ін. – К.: Урожай, 2002. – 224 с.
  9. Паламарчук О.М. Енергетична оцінка вирощування різних сортів пшениці озимої залежно від попередників у Правобережному Лісостепу України. Агробіологія, № 2. 2015. С. 43-46.
  10. Бузинний М.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. Вип. 2. 2015. С. 106-116.
  11. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. – К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 291 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32309941.pdf>.
  12. Leschenko S. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil / Sergey Leschenko, Vasil Salo, Dmitry Petrenko. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2014. – Вип. 44 – С. 237-243. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2028/1/36.pdf>.
  13. Експериментальна оцінка якості роботи комбінованого чизеля з додатковими горизонтальними та вертикальними деформаторами / С.М. Лещенко, В.М. Сало, Д.І. Петренко. – Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – № 156 (2015). – С. 25-34.
  14. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / Міністерство захисту довкілля та природних

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

ресурсів України. URL: <https://eco.gov.ua/registers/perelik-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-dlya-vikoristannya>.

15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві»: для студ. спец. 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [ уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.
16. Коваль С., Івасюк В., Романська В. Застосування обчісуючих жниварок – запорука своєчасного збирання врожаю без втрат. Техніка АПК. 2003. №1. С.8-10.
17. Stripper header. Каталог продукції фірми Shelbourne. URL: <https://www.shelbourne.com/harvest/strippe-header/>.
18. Очісуюча жниварка "Слов'янка". Каталог продукції машинобудівного підприємства "УКР.АГРО-СЕРВІС". URL: <http://ukragroserve.com.ua/ua/>.
19. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
20. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. // Суми. Університетська книга – 2008. – 450 С.
21. Козаченко О. В., Пахучий А. М., Дьяконов С.О., Гончаров В.В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів обчісуючого барабану жниварки. Інженерія природокористування. 2019. Вип. 1 (11). С. 75–85.
22. Мороз М.М. Обґрунтування параметрів та режимів роботи обчісуючої жатки для збирання зернових колосових культур: дис.... канд. техн. наук: спец. 05.05.11, Кіровоград. 2001. 185 с.
23. Каталог продукції MASSEY FERGUSON. MF 7256 Cerea. URL: [https://www.masseyferguson.com/uk\\_ua.html](https://www.masseyferguson.com/uk_ua.html).

|     |      |          |        |      |              |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |              |  |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

24. Погорілий Л. В., Коваль С. М., Саченко В. І., Гусар В. Г. і ін. Технологія обчісування. Обчісуючі жнивarki. – Дослідницьке, 2003. – 12 с.
25. Борисенко М.М. Аналіз та перспективи удосконалення конструкції жнивarki обчісуючого типу / М.М. Борисенко, М.Є. Шварцман // Технічний сервіс машин для рослинництва. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, вип. 121, – 2012. – С. 37 – 40.
26. Шабанов П. А. Порівняльний аналіз одно- і двобарабанных очісуючих пристроїв на збиранні зернових культур / П. А. Шабанов, М. П. Шабанов // Наукові праці Українського центра досліджень техніки (УКРЦДТ). – Дослідницьке, 2004. – 173 с.
27. Машков Олександр Михайлович. Обґрунтування параметрів бітера-відбивача обчісувального пристрою для обмолоту зернових культур на корені : Дис... канд. наук: 05.05.11, Сімферополь – 2003.
28. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. – 450 с.
29. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р. URL: [https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online\\_version/ECO\\_SX/files/assets/basic-html/toc.html](https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online_version/ECO_SX/files/assets/basic-html/toc.html).
30. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

# ДОДАТКИ

|     |      |          |        |      |              |      |
|-----|------|----------|--------|------|--------------|------|
|     |      |          |        |      | ОЖ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|---------------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------------------|--------------------------------|------------|------|
| Перв. примен. | Справ. № | Формат       | Зона     | Поз.     | Обозначение  | Наименование         | Кол.                           | Примечание |      |
|               |          |              |          |          |              | Документація         |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          | *            |          |          | ОЖ 00.000 СБ | Складальне креслення |                                | A1×2       |      |
|               |          |              |          |          |              | Складальні одиниці   |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 1        | ОЖ 00.020    | Рама                 | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          | A1           |          | 2        | ОЖ 00.010    | Очісуючий барабан    | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 3        | ОЖ 00.030    | Шнек                 | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 4        | ОЖ 00.040    | Обтічник             | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 5        | ОЖ 00.050    | Кожух                | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 6        | ОЖ 00.060    | Причіп               | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 7        | ОЖ 00.070    | Вал контрпривода     | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 8        | ОЖ 00.080    | Механізм приводу     | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 9        | ОЖ 00.090    | Тяга                 | 2                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 10       | ОЖ 00.100    | Ланцюгова передача   | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | 11       | ОЖ 00.110    | Ланцюгова передача   | 1                              |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          | Инв. № подл. |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
| Инв. № подл.  |          | Изм.         | Лист     | № докум. | Подп.        | Дата                 | ОЖ 00.000                      |            |      |
|               |          | Разраб.      | Шаренко  |          |              |                      | Жатка очісуюча<br>двобарабанна |            |      |
|               |          | Пров.        | Петренко |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          |          |              |                      |                                |            |      |
|               |          |              |          | Н.контр. | Мачок        |                      |                                |            | Лит. |
|               |          | Утв.         | Лещенко  |          |              |                      |                                | 1          | 2    |
|               |          |              |          |          |              |                      | ЦНТУ,<br>гр. АІ-20СКЗ          |            |      |

Копировал

Формат А4



[illegible]

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

**«Механізація вирощування пшениці**  
**озимої з удосконаленням обчісуючої**  
**жатки»**

Виконав здобувач вищої освіти  
групи AI-20СКЗ

**ШАРЕНКО Назар Олександрович**

Керівник проекту  
доц. Дмитро ПЕТРЕНКО

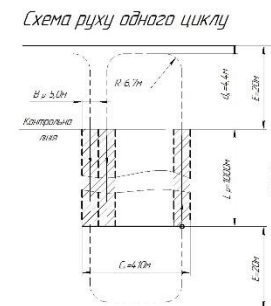
|              |          |     |         |  |           |                     |       |            |  |
|--------------|----------|-----|---------|--|-----------|---------------------|-------|------------|--|
|              |          |     |         |  |           | ОЖ 00.001 Т4        |       |            |  |
|              |          |     |         |  |           | Технологичная карта |       |            |  |
| Имя          | № докум. | Год | Возраст |  |           | Акт                 | Место | Назначение |  |
| Родит.       | Школа    |     |         |  |           |                     | -     | -          |  |
| Год          | Термина  |     |         |  |           | Акт                 | Место | Т          |  |
| Комп.        |          |     |         |  |           | ЦНТ                 |       |            |  |
| Министерство | Иркутск  |     |         |  |           | гп. АИ-200К3        |       |            |  |
| Имя          | Фамилия  |     |         |  |           |                     |       |            |  |
|              |          |     |         |  | Коллекция | Формат              | А1    |            |  |

0W 00000 74

Принципова схема зернозбирального агрегата



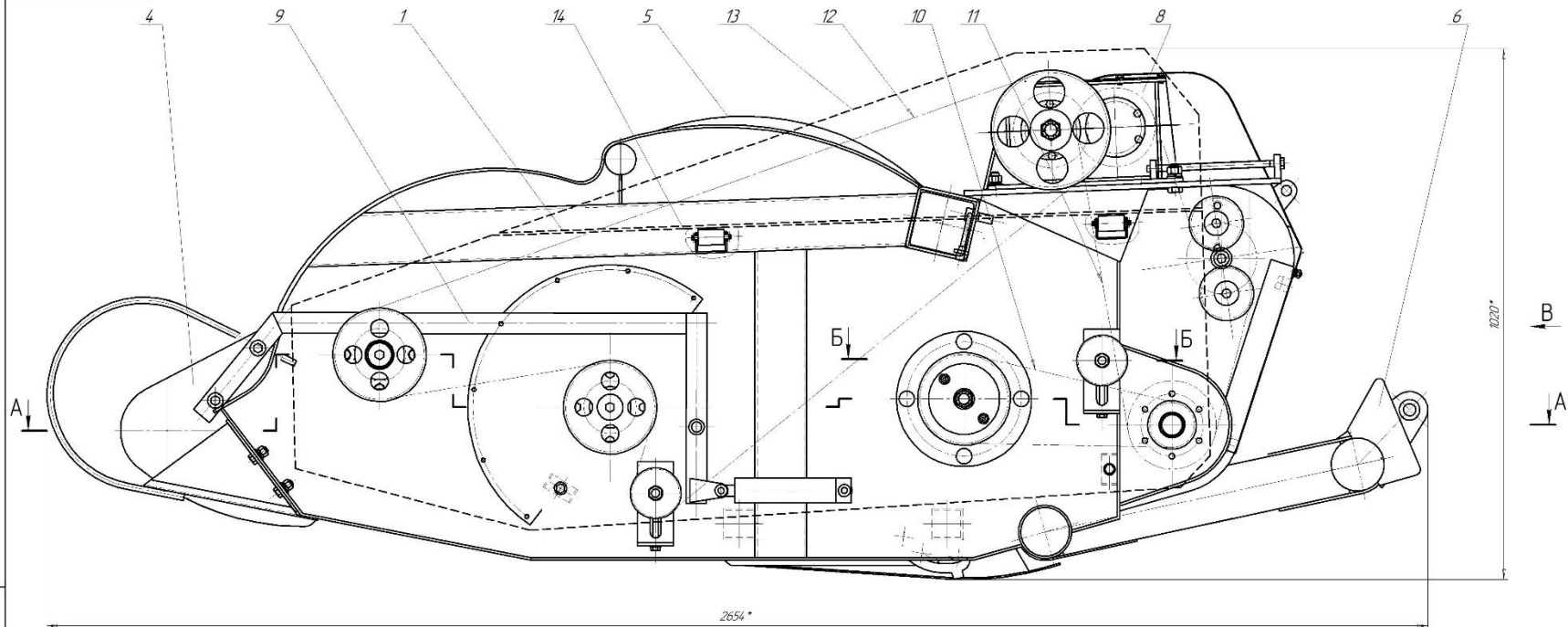
1 - комбайн МЗ 72/2  
2 - очисний хвіст ЧАБ-5М



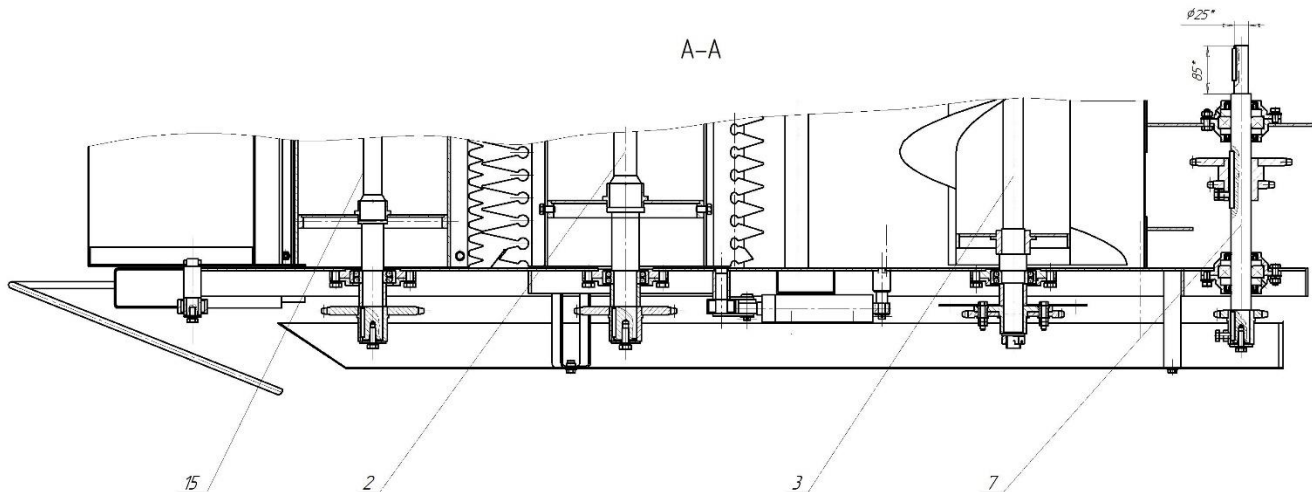
$L$  – довжина гонів  
 $L_p$  – робоча довжина загінки  
 $E$  – ширина поворотної смуги  
 $C_f$  – фактична ширина загінки,  
 $B_p$  – ширина захвату агрегату,  
 $d_k$  – кінематична ширина агрегату

[illegible]

ОЖ 00.000 СБ



A-A



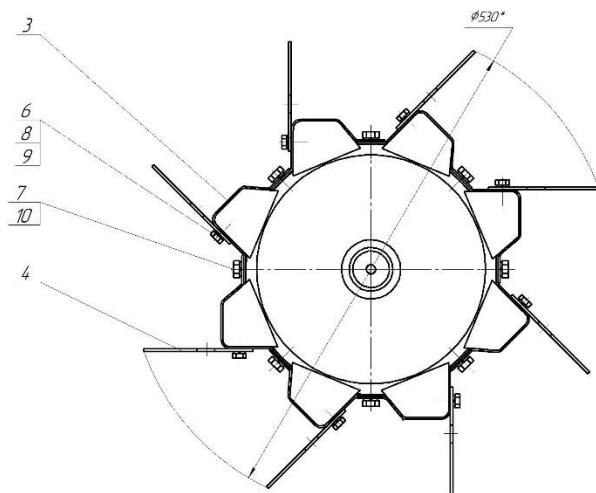
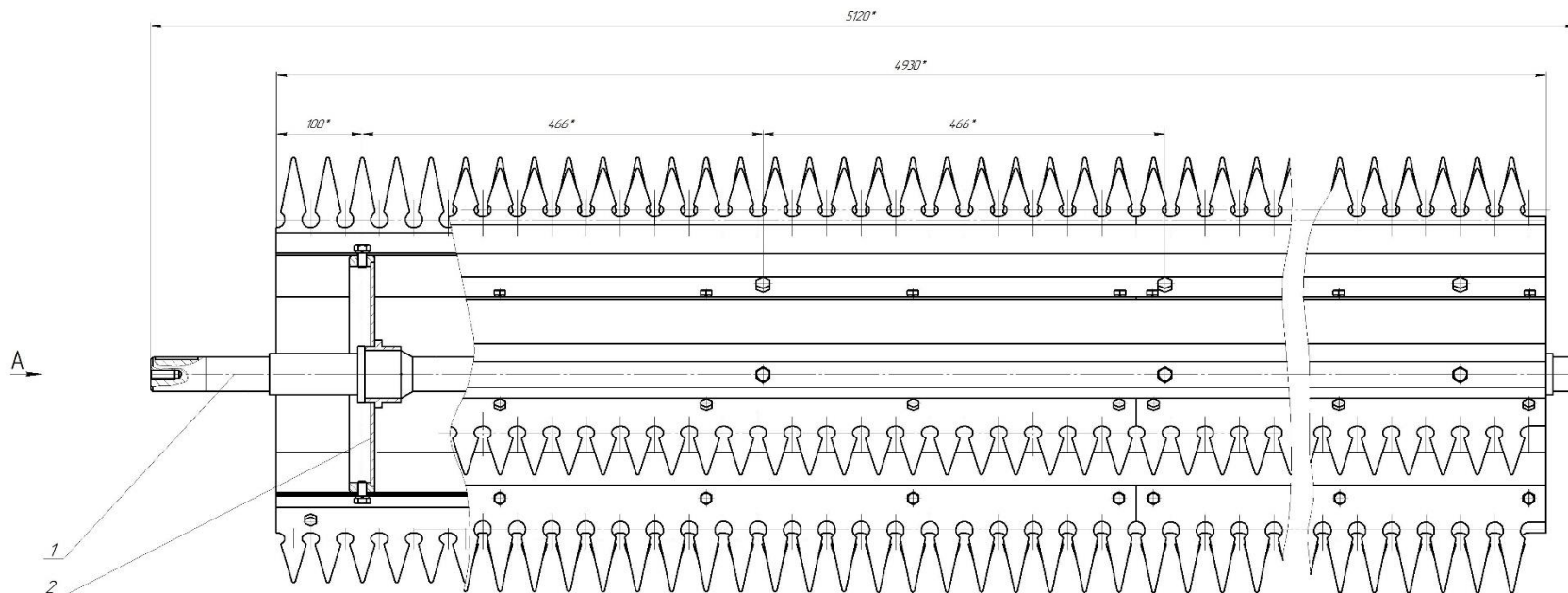
- \*Размеры для доводки
- Відрегулювати натягнення ланцюгів поз.10, 11, 12.
- Захисні кришки поз. 13, 14 показані у відкритому стані.

|                      |          |      |       |                                |               |              |       |        |
|----------------------|----------|------|-------|--------------------------------|---------------|--------------|-------|--------|
|                      |          |      |       |                                | ОЖ 00. 000 СБ |              |       |        |
| Лист № 1             | № докум. | Лист | Всего | Житка очісуюча<br>двогарабання |               | Лист         | Всего | Листов |
| Рисуючий             | Випроб.  | Лист | Всего |                                |               | 1500         | 14    |        |
| Головний конструктор | Випроб.  | Лист | Всего | —                              |               | Лист         | 1     | Листов |
| Начальник цеху       | Випроб.  | Лист | Всего |                                |               | ар. АІ-200К3 |       |        |
| Відп.                | Випроб.  | Лист | Всего | Контроль                       |               | Листов 41    |       |        |

Котировка

Формат А1





1. Ліста збирання барабан балансувати  
2. \* Розміри для ввідки

|  |  |  |  |                  |  |  |
|--|--|--|--|------------------|--|--|
|  |  |  |  | ОЖ 00.010 СБ     |  |  |
|  |  |  |  | Очишувач барабан |  |  |
|  |  |  |  | —                |  |  |
|  |  |  |  | ЦНТУ             |  |  |
|  |  |  |  | ар. АІ-200ЖЗ     |  |  |
|  |  |  |  | Формат А1        |  |  |

707'010'00 X0

$$S = 2 \text{ mm}^*$$

40

$$24 \times 40 = 960^*$$

R2

Ra 12,5

Ra 1

5 отв.  $\phi 8$

23°

30

235

*Ra 12,5* 

125

52

20

15

$$4 \times 235 = 940$$

982\*

22

1. Термообробка-нормалізація 170-190 НВ.

2. Невказані граничні відхилення розмірів: отвори-по Н14;

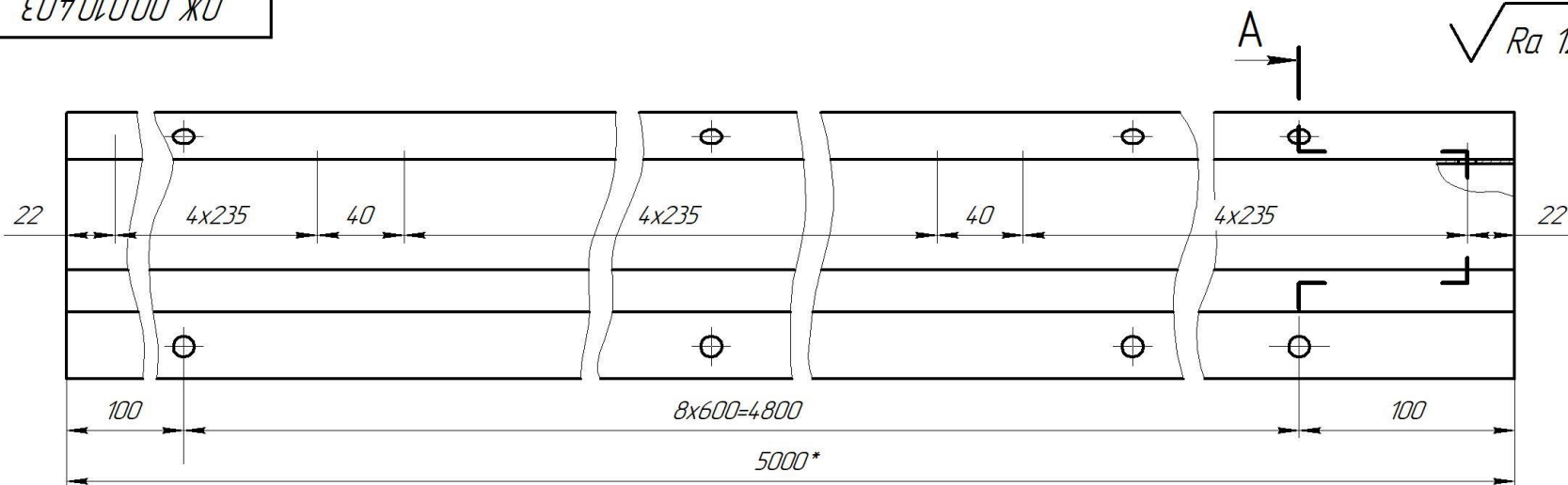
вали-по  $h_{14}$ ; інші- по  $\pm \frac{IT_{14}}{2}$ .

### 3. \* Розміри для довідки.

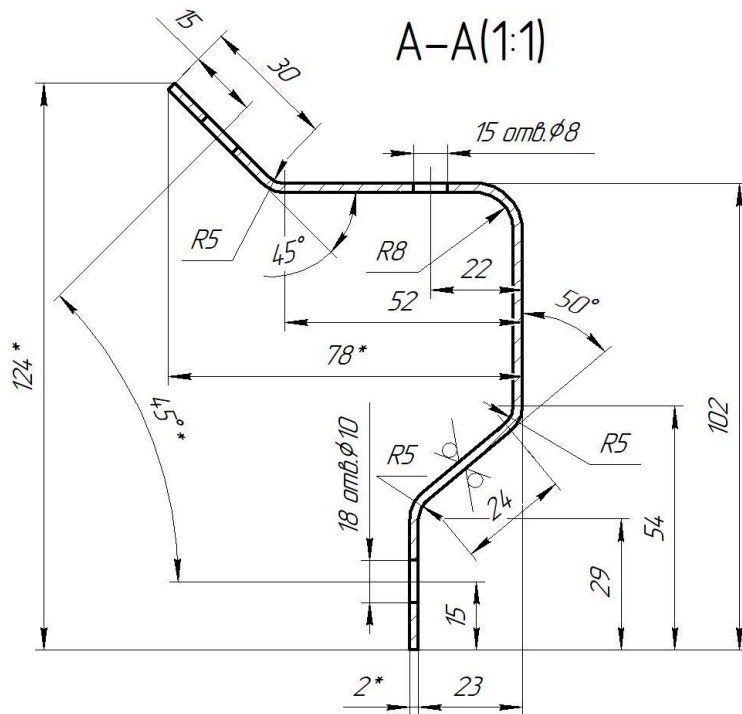
|           |          |       |      |      |                          |                                   |        |         |
|-----------|----------|-------|------|------|--------------------------|-----------------------------------|--------|---------|
|           |          |       |      |      | ОЖ 00.010.404            |                                   |        |         |
|           |          |       |      |      | Гребінка                 | Лист                              | Масса  | Масштаб |
| Изм./Лист | № докум. | Подп. | Дата |      |                          |                                   | 1,25   | 1:1     |
| Разработ  | Шаренко  |       |      |      |                          |                                   |        |         |
| Проб.     | Петренко |       |      |      |                          |                                   |        |         |
| Т.контр.  |          |       |      |      |                          | Лист                              | Листов | 1       |
| Н.контр.  | Мачок    |       |      | Лист | БТ-0-ПН-20 ГОСТ 19904-90 |                                   |        |         |
| Утв.      | Лещенко  |       |      |      | 65 Г ГОСТ 5582-75        |                                   |        |         |
|           |          |       |      |      | Копировал                | ЦНТУ<br>гр. АІ-20СКЗ<br>Формат А3 |        |         |

OK 00.0010.403

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



A-A(1:1)



1. Невказані граничні відхилення розмірів: отвори-по H14;  
вали-по h14; інші- по  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. \* Розміри для довідки.

|           |          |       |      |  |  |               |                         |        |         |
|-----------|----------|-------|------|--|--|---------------|-------------------------|--------|---------|
|           |          |       |      |  |  | ОЖ 00.010.403 |                         |        |         |
| Изм./Лист | № докум. | Подп. | Дата |  |  | Планка        | Лист                    | Масса  | Масштаб |
| Разработ. | Щеренко  |       |      |  |  |               |                         | 12,5   | 1:2     |
| Пров.     | Петренко |       |      |  |  |               |                         |        |         |
| Т.контр.  |          |       |      |  |  |               | Лист                    | Листов | 1       |
| Н.контр.  | Мачак    |       |      |  |  | Лист          | 5-ПН-0-20 ГОСТ 19903-74 |        |         |
| Утв.      | Лещенко  |       |      |  |  |               | СтБпс ГОСТ 14637-89     |        |         |
|           |          |       |      |  |  |               | ЦНТУ                    |        |         |
|           |          |       |      |  |  |               | гр. АІ-20СКЗ            |        |         |
|           |          |       |      |  |  | Копировал     | Формат А3               |        |         |