

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_\_ ” 2024 р.

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему:**

«Механізація вирощування кормових буряків з обґрунтуванням  
конструкції і параметрів насінневого сошника просапної сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Гаврилюк Владислав Олегович

« \_\_\_\_\_ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Дмитро АРТЕМЕНКО

« \_\_\_\_\_ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Володимир ЯЦУН

« \_\_\_\_\_ » 2024 р.

м. Кропивницький



[illegible]

## Зміст

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1. Вступ.....                       | 6  |
| 2. Технологічна частина.....        | 7  |
| 3. Наукова частина .....            | 25 |
| 4. Охорона праці .....              | 44 |
| 5. Економічна частина.....          | 48 |
| Висновки.....                       | 50 |
| Список використаної літератури..... | 52 |
| Додатки                             |    |

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

## 1. Вступ

На сьогодні в Україні кормові буряки займають ключову позицію у забезпеченні виробництва соковитих кормів для тварин. Завдяки своєму багатому складу вони виступають цінним джерелом вітамінів та мінералів легкозасвоюваних вуглеводів, пектинових сполук. Ці компоненти сприяють підвищенню продуктивності тварин, що особливо важливо у зимовий період, коли раціон здебільшого складається із сухих і консервованих кормів, бідних на поживні речовини. Таким чином, кормові буряки є важливим елементом раціону, який підтримує здоров'я та продуктивність тварин протягом усього року [1,2].

Вирощування кормових буряків дуже залежне від якості техніки яка використовується при проведенні технологічних операцій, а оскільки посів є головною операцією від якої залежить майбутній врожай, то посівна техніка є головним фактором який впливає на результат. Проте сучасні посівні машини не завжди відповідають зростаючим вимогам агротехніки щодо якості сівби, продуктивності, універсальності та надійності, що потребує постійного вдосконалення їх конструкцій. Зміни у технологіях сівби також вимагають адаптації конструкцій посівної техніки до нових стандартів [3,4].

Удосконалення посівних агрегатів залишається безперервним процесом, основним напрямом якого є покращення технології сівби кормових буряків. Висока якість посіву сприяє рівномірній появі сходів і розвитку рослин, що позитивно впливає на врожайність [5-9].

Тому удосконалення технологій укладання і загортання насіння та модернізація конструкції сівалки Vesta 12 є актуальними завданнями, оскільки це дозволяє створити кращі умови для проростання насіння, що позитивно позначається на кінцевих показниках врожайності.

|                  |             |                 |               |             |                                 |             |                |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|----------------|
|                  |             |                 |               |             | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b>           |             |                |
|                  |             |                 |               |             |                                 |             |                |
| <i>Змн.</i>      | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                 |             |                |
| <i>Розроб.</i>   |             | Гаверилук       |               |             | <b>Пояснювальна<br/>записка</b> |             |                |
| <i>Перевір.</i>  |             | Артеменко       |               |             |                                 |             |                |
|                  |             |                 |               |             |                                 |             |                |
| <i>Н. Контр.</i> |             | Мачок           |               |             |                                 |             |                |
| <i>Затверд.</i>  |             | Васильковський  |               |             |                                 |             |                |
|                  |             |                 |               |             | <i>Літ.</i>                     | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
|                  |             |                 |               |             |                                 | 6           | 55             |
|                  |             |                 |               |             | <b>ЦНТУ<br/>гр. АІ-23М-1</b>    |             |                |

## 2. Технологічна частина

### 2.1 Технологія вирощування кормових буряків

**Опис культури.** Кормові буряки, що належать до родини амарантових (Amaranthaceae), є дворічними перехрестнозапильними рослинами. У перший рік свого розвитку вони утворюють великий коренеплід, а на другий рік - квітконосні пагони, плоди та насіння. Завдяки своєму багатому складу, кормові буряки мають велике значення для тваринництва. Коренеплоди цієї культури характеризуються високими смаковими якість та легким засвоєнням. Вони містять 12-15 кормових одиниць на одиницю продукту, маючи високий вміст легкоперетравних вуглеводів (9%) з коефіцієнтом перетравності 96–98%. Крім того, вони багаті на ферменти, вітаміни, макро- та мікроелементи, що робить їх цінним компонентом корму. Вміст протеїну в коренеплодах невеликий (1,1–1,5%), однак він доповнює загальний поживний баланс. Коренеплоди зазвичай використовуються у свіжому вигляді.

Гичка кормового буряка також має високу кормову цінність і використовується як для силосування, так і свіжа. В одному кілограмі гички міститься близько 10 кормових одиниць, а її врожайність становить 20-30% від маси коренеплодів. Окрім кормової цінності, кормові буряки мають важливе агротехнічне значення. Їх вирощування передбачає внесення високих норм добрив та очищення поля від бур'янів, що покращує якість ґрунту. Також вони є чудовим попередником для інших культур у сівозміні.

Урожайність коренеплодів кормових буряків є дуже високою, зазвичай становить 600-800 ц/га, але за сприятливих умов може досягати 1000-1500 ц/га. Це забезпечує високий збір сухих речовин з одиниці площі, перевищуючи показники зернових культур. Урожайність гички також значна 100-300 ц/га, що прирівнюється до збору врожаю однорічних трав, але з меншими витратами. Таким чином, кормові буряки є незамінною культурою для підвищення ефективності тваринництва та аграрного виробництва [8,9].

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

### **Рекомендовані попередники:**

озимі та ярі зернові культури, особливо якщо вони були висіяні після багаторічних трав або однорічних культур, вирощених на корм чи силос; зернобобові культури, які також сприяють збагаченню ґрунту азотом.

Розміщення кормових буряків після зазначених попередників сприяє отриманню високих врожаїв завдяки покращенню агротехнічних умов та зниженню ризиків фітопатологічних проблем.

Дотримання сівозмін - для збереження родючості ґрунту та уникнення накопичення шкідників і хвороб важливо дотримуватися трирічної ротації. Це означає, що кормові буряки не повинні повертатися на ту саму площу раніше, ніж через три роки. Такий підхід дозволяє: зменшити ризик ураження рослин хворобами, типу коренових гнилей; попередити розмноження специфічних для культури шкідників; зберегти структуру та родючість ґрунту. Дотримання зазначених рекомендацій є основою для забезпечення стабільно високої врожайності культури та зниження витрат на її вирощування [5,8,9].

**Система удобрення.** Кормові буряки потребують значного забезпечення поживними речовинами, тому ефективне застосування мінеральних, органічних та зелених добрив є ключовим елементом їх вирощування.

Норми внесення добрив [10,11]:

Органічні добрива - норма внесення гною залежить від типу ґрунту і варіює в межах 40-80 т/га, іноді досягаючи 100 т/га і більше. На поливних землях 50-60 т/га гною для підтримання оптимальної родючості.

Мінеральні добрива - фосфорні та калійні добрива 75-80% вносяться під час оранки для забезпечення стартового живлення.

Азотні добрива - основна частина вноситься перед посівом або під час передпосівної культивуації. Норма добрив N20P25K15 під час сівби; N30 під час вегетації. Для врожайності 1500-2000 ц/га рекомендується N266-350P120-160K60-80.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

На поливних землях - чорноземи: N180-240P90-120K60; темно-каштанові ґрунти: N200-260P90-120K60.

Коригування норм - при використанні гною норми мінеральних добрив можна зменшити на 25-30%.

Увага до нітратів - надмірне внесення азотних добрив, особливо без урахування потреб рослин, може спричинити накопичення нітратів у коренеплодах. Це загрожує отруєнням тварин, тому дозування повинно бути ретельно обґрунтованим.

Баланс поживних речовин - при врожайності 1500 ц/га з ґрунту виноситься азоту (N) 415 кг/га, фосфору (P) 135 кг/га, калію (K) 325 кг/га.

Для досягнення високих врожаїв кормових буряків оптимальний баланс між органічними та мінеральними добривами дозволяє не лише забезпечити рослини поживними речовинами, але і зберегти родючість ґрунтів.

**Обробіток ґрунту.** Обробіток ґрунту під кормові буряки залежить від попередника, типу ґрунту та рівня забур'яненості. Основні рекомендації складаються із таких етапів [5,12,13]:

1. Поле, забур'янене однорічними дводольними та злаковими бур'янами:

Перше лушення - глибина 6-8 см, дисковими лушильниками (ЛДГ-10, ЛДГ-15), одразу після збирання попередника. Мета - збереження вологи та стимулювання проростання насіння бур'янів.

Друге лушення - глибина: 12-14 см, лемішними лушильниками (ППЛ-10-25) з важкими зубовими бородами, через 10-14 днів після першого лушення, коли з'явиться максимум сходів бур'янів. Внесення органічних добрив: 60-80 т/га гною після дворазового лушення.

2. Поле, забур'янене багаторічними кореневищними та коренепаростковими бур'янами – обробка гербіцидами суцільної дії (Раундап, Буран, Вулкан, Ураган), восени, при температурі не нижче 18°C і максимальному проростанні бур'янів. Через 15-20 днів після обробки гербіцидами, коли бур'яни відірвуть проводиться лушення на глибину 6-8 см та внесення органічних добрив.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>МВКБ 00.000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

3. Зяблева оранка на глибину: 28-30 см після завершення попередніх етапів обробітку. Мета - покращення структури ґрунту та закладення органічних добрив. Дотримання цих рекомендацій забезпечує ефективну боротьбу з бур'янами, створює оптимальні умови для посіву та сприяє підвищенню врожайності кормових буряків.

**Підготовка насіння.** Для забезпечення високої врожайності кормових буряків слід дотримуватися належної підготовки насіння до сівби [12-14]:

Калібрування насіння - насіння потрібно обробити на очисних машинах із застосуванням спеціального набору решіт, оптимальна фракція насіння діаметром 3-5 мм.

Вимоги до якості насіння - схожість не менше 80%, чистота основної культури не менше 98%, насіння має відповідати вимогам Державного стандарту.

Рекомендовані сорти - Львівський жовтий, Екендорфський жовтий, Галицький. Ці сорти характеризуються високою врожайністю та стійкістю до несприятливих умов.

Обробка насіння - для захисту від шкідників і хвороб насіння слід обробляти інсектицидами Фурадан (для боротьби зі шкідниками), Фунгіцидами ТМТД (для профілактики грибкових захворювань).

Правильна підготовка насіння забезпечує кращу схожість і здоров'я рослин, що є основою для досягнення високих урожаїв кормових буряків.

**Посів кормових буряків.** Для забезпечення оптимальних умов проростання та розвитку кормових буряків слід дотримуватися таких рекомендацій під час сівби [5,12-14]:

Проводити сівбу, коли ґрунт прогріється на глибині 5-10 см до 6-8°C та набуває достатньої фізичної структури. Орієнтовно це співпадає з періодом сівби цукрових буряків або після висіву ярих ранніх зернових культур.

Норма висіву залежить від схожості насіння, способу сівби, якості підготовки ґрунту та його вологості. Рекомендована густота на 1 м рядка: 13-

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 10   |

15 насінин. Це забезпечує 6–8 рослин на погонний метр. Норма висіву насіння: 8–10 кг/га.

Технічні параметри сівби - міжряддя 45 см, глибина загортання насіння 3–4 см.

Додаткові заходи після сівби - коткування ґрунту, що забезпечує кращий контакт насіння з ґрунтом, сприяє збереженню вологи для успішного проростання насіння.

**Догляд** за посівами кормових буряків включає систему заходів, спрямованих на оптимальний розвиток рослин, зниження конкуренції з бур'янами, захист від шкідників та хвороб. Основні аспекти догляду [5,12-14]:

Захист від бур'янів комбінованою системою гербіцидів - досходове обприскування гербіцидом Дуал 960ЕС (2 л/га) на 3–4-й день після сівби. Обробка у фазі "вилочки" Гербіцид Карібу 30 (г/га), за наявності пір'ю додатково застосовують Фюзілад Супер (2 л/га) або Лелек Супер (1 л/га).

Механічна боротьба з бур'янами - використання легких або середніх зубових борін на 4–5-й день після сівби для розпушення ґрунту та знищення бур'янів.

Захист від шкідників на стадії сходів - контроль бур'яних блішок за допомогою інсектицидів Аріво, Карате, Шерпа та інші (згідно з інструкціями). На стадії справжніх листків - захист від попелиці із застосуванням відповідних інсектицидів.

Захист від хвороб - використання фунгіцидів Дерозал (0,5 л/га), Імпакт (1 л/га). Обприскування проводять у разі появи ознак хвороб, суворо дотримуючись рекомендацій щодо дозувань.

Формування густоти рослин поперечним боронуванням застосовується для регулювання густоти стояння рослин.

Комплекс заходів із захисту, живлення та догляду за посівами сприяє формуванню оптимальних умов для розвитку рослин, забезпечує зниження втрат врожаю від конкуренції з бур'янами, хворобами та шкідниками, що зрештою підвищує врожайність та якість кормових буряків.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 11   |

**Збирання** врожаю кормових буряків слід проводити у період технічної стиглості, що зазвичай припадає на кінець вересня – початок жовтня. Ознаки технічної стиглості - пожовтіння та відмирання нижніх листків рослин. Кормові буряки легко збирати завдяки їх формі: коренеплоди занурені у ґрунт лише на третину довжини, утворюючи "хвіст", що полегшує механізоване збирання. Механізований роздільний спосіб збирання використовується аналогічно до збирання цукрових буряків.

**Зберігання** кормових буряків. Для зберігання коренеплодів застосовуються різні методи залежно від умов та доступності інфраструктури. Бурти облаштовуються на відкритих ділянках, захищених від сильних вітрів. Буряк вкривається соломою або шаром ґрунту для збереження від низьких температур. Траншеї використовуються у районах із помірними зимовими температурами. Коренеплоди вкладаються шарами з додатковим укриттям для захисту від вологи та холоду. Спеціалізовані сховища розташовуються неподалік від тваринницьких ферм для зручності використання. Кагатування один із поширених методів зберігання. Коренеплоди вкладаються в довгі купи (кагати), накриваються соломою та ґрунтом, що забезпечує вентиляцію та захист від замерзання. Цей спосіб дозволяє зберігати кормові буряки тривалий час без втрати якості. Переваги оптимального збирання та зберігання: збереження поживної цінності коренеплодів; зменшення втрат врожаю, забезпечення сталого кормового забезпечення для тварин у зимовий період [5,9,12-14].

## 2.2 Технологічна карта вирощування кормових буряків [5,14-16]:

1. Для луцення стерні після попередника застосовують трактор New Holland TD5.110 у поєднанні з луцильником ЛДГ-10. Ця агротехнічна операція триває два дні, з 10 до 12 березня. Вимоги до виконання луцення включають: забезпечення відповідності фактичної глибини обробітку встановленій з відхиленням не більше 1-2 см, відсутність бур'янів на оброблюваній площі та досягнення рівної поверхні поля.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

2. Мінеральні добрива готують за допомогою трактора New Holland TD5.110 разом із навантажувачем ПФП-1,2, процес триває один день. Система удобрення для вирощування кормових буряків передбачає внесення добрив у три етапи: основне удобрення здійснюється восени під час оранки, рядкове – під час посіву, а підживлення – у період вегетації. Для основного удобрення добрива закладають на глибину 15-30 см, рядкове передбачає закладення на 4-6 см, а під час підживлення добрива закладають на 12-14 см.

3. Внесення мінеральних добрив проводиться протягом двох днів, трактором New Holland TD5.80 у комплекті з розкидачем МВУ-0,5. Основну частину, близько 90%, вносять восени під час глибокої зяблевої оранки. У середньому добрива застосовують у таких дозах: N140-170, P140-170, K160-190, проте в сівозміні з багаторічними травами кількість азоту зменшують приблизно на 30 кг/га. Під час посіву вносять N10P15-20K10, а для підживлення використовують N90P30K30.

4. Органічні добрива готуються до внесення за допомогою трактора New Holland TD5.80 із навантажувачем ПФП-1.2, процес займає один день.

5. Внесення органічних добрив виконується трактором New Holland TD5.80 разом із розкидачем РОУ-6 протягом двох днів, з 12 по 14 березня. Основним органічним добривом для кормових буряків є гній. У районах з достатнім рівнем зволоження вносять від 30 до 40 тон гною на гектар.

6. Оранка виконується з використанням агрегату, що складається з трактора New Holland TL 5050 у поєднанні з плугом ПЛН-5-35. Передпосівний обробіток включає ранньовесняне розпушування ґрунту і його вирівнювання на глибину 2,5–3 см. Цей етап є важливою складовою технологічного процесу сівби кормових буряків. Основна мета передпосівного обробітку – створення оптимальних умов для загортання насіння, вирівнювання поверхні ґрунту, знищення бур'янів, рівномірне внесення гербіцидів. Важливим аспектом технології вирощування кормових буряків є своєчасна боротьба з бур'янами, яка досягається комбінуванням агротехнічних та хімічних заходів.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 13   |

7. Культиваци́я проводиться за допомогою трактора New Holland TD5.80, оснащеного культиватором КПС-4, протягом трьох днів – з 19 по 22 березня. Цей етап передпосівної підготовки ґрунту, а також забезпечення його готовності до сівби буряків, бажано виконувати одразу після ранньовесняного обробітку, не допускаючи тривалих перерв між цими операціями. Сівбу рекомендується починати, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 5-6°C, а його консистенція є розсипчастою та не прилипає до робочих органів. Насіння кормових буряків висівають із дотриманням інтервального способу, залишаючи міжряддя шириною 45 см, а в умовах зрошення – 60 см.

8. Для виконання сівби кормових буряків використовується трактор New Holland TD5.80 у парі з пневматичною сівалкою Vetsta 12. Важливо завершити сівбу на одному полі впродовж 1–2 днів. Максимальне допустиме відхилення глибини загортання насіння становить  $\pm 0,5$  см, а ширина міжрядь повинна бути  $45 \pm 5$  см. Насіння кормових буряків проходить підготовку на спеціалізованих насінневих заводах. Процес підготовки включає сушіння, сортування, очищення, а також додаткові операції, такі як калібрування, шліфування, дражування і обробка захисними та стимулюючими речовинами.

9. Першу міжрядну культиваци́ю здійснюють одразу після появи перших сходів кормових буряків. Ця операція планується на період з 21 квітня до 5 травня. Для її виконання використовують трактор New Holland TD5.80 і культиватор КРН-5.6.

10. Друга культиваци́я міжрядь запланована з 29 травня по 10 червня. Цей процес також виконується за допомогою трактора New Holland TD5.80 із культиватором КРН-5.6. Перед збиранням врожаю оптимальна густота рослин у зоні належного зволоження має становити 115–120 тисяч рослин на гектар.

11. За 10-15 днів до збирання кормових буряків проводять розпушування ґрунту на глибину 10-12 см. Обрання методу збирання (потоківий, потоково-перевалочний чи перевалочний) визначається погодними, агротехнічними та організаційними умовами. Найчастіше застосовують потоківий спосіб, який

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 14   |

виконується з використанням бурякових комплексів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва.

12. Процес збирання врожаю здійснюється за допомогою бурякозбирального комбайна KRBS, виготовленого компанією Holmer. Найбільш доцільним періодом для збирання є фаза технічної стиглості, коли коренеплоди досягають максимальної маси. Час проведення цієї операції також враховує наявні технічні можливості господарства щодо переробки чи складування врожаю.

### 2.3 Операційна технологія посіву кормових буряків

#### Вихідні умови роботи

1. Агрегат у складі трактора New Holland TD5.80 і сівалкою Vesta 12;
2. Довжина гонів – 900м;
3. Площа посіву - 120 га;
4. Фон поля під посів з кутом підйому 2 %.

#### Агротехнічні вимоги до посіву кормових буряків

Для посіву необхідно дотримуватися оптимальних термінів, використовуючи насіння першого класу, яке обов'язково проходить протруювання. Посівні роботи повинні виконуватися протягом 3-6 днів, а час між завершенням передпосівної підготовки ґрунту та самим посівом не має перевищувати 24 години.

Відхилення при застосуванні добрив і глибини загортання насіння допускаються в межах  $\pm 15\%$ , для насіння –  $\pm 3\%$ , а для добрив –  $\pm 10\%$ . Нерівномірність роботи окремих механізмів сівалки під час висіву не повинна перевищувати  $\pm 3\%$  для насіння і  $\pm 10\%$  для добрив. Відхилення стикових рядків між сусідніми сівалками має становити не більше  $\pm 2$  см, а між проходами агрегатів – до  $\pm 5$  см. Повторно залишені смуги або дефекти посіву

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 15   |

є неприпустимими. У разі потреби після завершення сівби виконують коткування за допомогою кільчастих котків [5,8-13].

На схилах посів проводять переважно поперек уклону. Якщо крутизна схилу перевищує  $6^\circ$ , допустиме збільшення відхилень до  $\pm 5$  см між сівалками та до  $\pm 10$  см між проходами агрегату [8-13].

### **Підготовка і комплектація агрегату до роботи**

Підготовка та комплектація агрегату до роботи включає низку етапів: підготовку трактора і сівалки, збирання всього агрегату, проведення тестових випробувань і виконання технічного обслуговування перед початком змін.

Кількість машин у складі агрегату повинна відповідати рекомендованому навантаженню на трактор, а також враховувати площу поля, що обробляється, щоб забезпечити максимальну продуктивність протягом робочого дня.

Перед початком роботи сівалку встановлюють на спеціальну платформу для перевірки технічного стану окремих елементів. Здійснюється контроль комплектності та правильності налаштування робочих органів, таких як сошники, пневмопроводы для висіву насіння, захисні пристрої, поручні, причіпний механізм і коробка передач.

Наступним кроком є налаштування сівалки на задану норму висіву насіння і внесення добрив. Це дозволяє забезпечити рівномірний розподіл насіння відповідно до агротехнічних вимог.

Теоретична швидкість передачі ( $V_m$ ) та відповідна номінальна сила тяги на гаку можуть бути визначені, враховуючи параметри трактора New Holland TD5.80 і умови роботи, згідно [17,18]:

$$V_m^{IV} = 6,55 \text{ км/год}$$

$$V_m^V = 8,05 \text{ км/год}$$

$$P_{н.гак}^{IV} = 14 \text{ кН}$$

$$P_{н.гак}^V = 12 \text{ кН}$$

Максимальна ширина захвату агрегату на 4 та 5 передачах:

$$B_{\max} = \frac{P_{гак}}{K_o^V + R_i},$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       | 16   |

Питомий опір  $K_o^V$  (кН/м):

$$K_o^V = K_o [1 + \Pi(V_p - V_o)],$$

де  $K_o$ , при  $V_o = 6,5$  км/год,  $K_o = 1,5$  кН/м;

$\Pi = 1,0$  – коеф. приросту питомого опору;

$V_o = 6,5$  км/год – швидкість руху;

$V_p$  – робоча швидкість сівалки, км/год.

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right),$$

$$V_p^{IV} = 6,55 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 5,57 \text{ км/год}$$

$$V_p^V = 8,05 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 6,84 \text{ км/год}$$

де  $V_m$  – теоретична швидкість, км/год

$\delta = 15\%$  – коефіцієнт буксування.

Тоді:

$$K_o^{IV} = 1,5 \cdot [1 + 0,015(5,57 - 5)] = 1,51 \text{ кН/м}$$

$$K_o^V = 1,5 \cdot [1 + 0,015(6,84 - 5)] = 1,54 \text{ кН/м}$$

При русі агрегату на підйом виникає додатковий опір (кН/м):

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i,$$

$$R_i = \frac{15,2}{5,4} \cdot 0,05 = 0,14 \text{ кН/м}$$

де  $G_m = 15,2$  кН – маса машини;

$B_k = 5,4$  м – ширина захвату.

Розрахуємо максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max}^{IV} = \frac{14}{1,51 + 0,14} = 8,5 \text{ м}$$

$$B_{\max}^V = \frac{12}{1,54 + 0,14} = 7,2 \text{ м}$$

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 17   |

Кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k},$$

$$n_c^{IV} = \frac{8,5}{5,4} = 1,57,$$

приймаємо 2 сівалки

$$n_c^{IV} = \frac{7,2}{5,4} = 1,33,$$

приймаємо 1 сівалку.

Тяговий опір агрегату:

$$R_{aep} = K_o^V B_p n_c + R_{зч}$$

$$R_{aep}^{IV} = 1,51 \cdot 5,4 \cdot 2 + 1,3 = 17,61 \text{ Кн}$$

$$R_{aep}^V = 1,54 \cdot 5,4 \cdot 1 + 1,3 = 9,62 \text{ Кн}$$

Використання тягового зусилля трактора згідно рекомендацій [17,18]:

$$\eta_{T3} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}},$$

$$\eta_{T3}^{IV} = \frac{17,61}{14} = 1,26,$$

$$\eta_{T3}^V = \frac{9,62}{12} = 0,80.$$

Розрахуємо змінну продуктивність:

$$W_{3M} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

$$B_p = B_k \beta,$$

де  $\beta=1$  – коефіцієнт використання ширини агрегату.

$$B_p = 5,4 \cdot 1 = 5,4 \text{ м}$$

$T_p$  – робочий час зміни, год:

$$T_p = T_{3M} \tau$$

де  $T_{3M} = 7200$  – час зміни;

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

$\tau = 0,82$  - коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,82 = 5,74 \text{ год}$$

Змінна продуктивність:

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 5,57 \cdot 5,74 = 17,3 \text{ га/зм}$$

$$W_{3M}^V = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,84 \cdot 5,74 = 21,2 \text{ га/зм}$$

Розрахунок витрат палива [17,18]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}},$$

де  $W_{3M}$  – продуктивність агрегату за зміну, га/зм;

$Q_{3M}$  – витрати палива за зміну, кг:

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z$$

$Q_p, Q_x, Q_z$  – годинні витрати палива за час робочих  $Q_p$  та холостих ходів  $Q_x$  і на зупинках з працюючим двигуном  $Q_z$ , км/год;

$$t_x = t_z = \frac{7 - 5,74}{2} = 0,63 \text{ год}$$

Тоді витрата палива на 1 га:

$$Q_{га}^{IV} = \frac{16,7 \cdot 5,74 + 11,4 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{17,7} = 5,9 \text{ кг/га}$$

$$Q_{га}^V = \frac{15,5 \cdot 5,74 + 9,0 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{20,9} = 4,6 \text{ кг/га}$$

### Підготовка поля до посіву кормових буряків

Комплекс підготовчих заходів для посіву кормових буряків має на меті створення сприятливих умов для висіву та подальшого росту рослин. До цих заходів входять попередній обробіток ґрунту, видалення бур'янів, внесення необхідних добрив, а також оцінка стану поля з виявленням можливих проблемних ділянок, таких як ерозійні зони чи нерівності, і їх усунення. Важливим фактором є аналіз погодних умов та вибір часу посіву, що гарантує найкращі умови для проростання насіння і початкового розвитку рослин.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 19   |

## Організація роботи агрегату в загінці

При роботі в загінці агрегат використовує човниковий метод руху, прямуючи вздовж гонової сторони, довжина якої становить 900 метрів. Такий спосіб пересування дозволяє раціонально організувати роботу, забезпечуючи ефективне використання робочого часу та ресурсів.

Кінематична довжина агрегату [17,18]:

$$L_k = l_m + l_{\text{м}},$$

де  $l_m + l_{\text{м}}$  – кінематична довжина трактора New Holland TD5.80 та сівалки Vesta 12.

$$l_m = 4,2\text{м}, l_{\text{м}} = 2,2\text{м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,2 + 2,2 = 6,4\text{м}$$

При петльовому способі повороту поворотна смуга агрегату:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де  $R_{\min}$  – мінімальний радіус повороту;

$e$  – довжина виїзду агрегату.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 5,4 = 6,5\text{м},$$

$$e = 0,6 \cdot L_k = 0,6 \cdot 6,4 = 3,84\text{м}$$

$$E_p = 3 \cdot 6,5 + 3,84 = 23,4\text{ м}$$

Приймаємо кратну ширині захвату:

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де  $K$  – число кратності, заокруглюється до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{24,2}{5,4} = 4$$

$$E_p = 4 \cdot 5,4 = 21,6\text{ м}$$

Ширина загінки [17,18]:

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

$$C = \frac{10^4 (2 \dots 3) W_{зм}}{L},$$

де  $W_{зм}$  – змінна продуктивність агрегату;

$L$  – довжина загінки.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 17,3}{900} = 577 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 21,2}{900} = 706 \text{ м}$$

Кількість загінок:

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{LC},$$

де  $F$  – площа посіву.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{900 \cdot 577} = 2,31$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{900 \cdot 706} = 1,89$$

На 4 п. приймаємо за гінку 900м і 450м.

На 5 п. приймаємо 1 загінку 900м і 1 загінку 250м.

### **Оформлення операційно технологічної карти посіву кормових буряків**

На основі аналізу та проведених розрахунків розробляється операційна технологічна карта для сівби насіння кормових буряків. У цій карті відображається не лише послідовність виконання операцій, але і ключові показники, такі як тривалість робіт, обсяг витрачених ресурсів, необхідні трудові зусилля та технічні характеристики обладнання. Додаткові обчислення спрямовані на оптимізацію процесів, з урахуванням факторів, що впливають на продуктивність і якість виконання робіт.

Тривалість циклу [17,18].

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n,$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

де  $t_n = 1,5 \text{ хв}$  – час повороту в кінці загінки.

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де  $L = 900 \text{ м}$  – довжина загінки;

$E_p = 21,6 \text{ м}$  – ширина поворотної смуги.

Визначаємо робочу довжину загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 21,6 = 856,8 \text{ м}$$

$$T_u = \frac{12 \cdot 856,8}{10^2 \cdot 6,84} + 2 \cdot 1,5 = 18 \text{ хв} = 0,24 \text{ год}$$

Циклова технічна продуктивність:

$$W_u = 0,1 \cdot B_p V_p T_u \tau,$$

$$W_u = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,84 \cdot 0,24 \cdot 0,82 = 0,72 \text{ га / у}.$$

Циклів за зміну:

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u},$$

$$n_u = \frac{17,3}{0,72} = 24 \text{ у / зм},$$

$$n_u = \frac{21,2}{0,72} = 29,4 \text{ у / зм}.$$

Розхід палива за зміну:

$$Q_{зм} = Q_{га} \cdot W_{зм},$$

$$Q_{зм} = 5,9 \cdot 24 = 141,6 \text{ кг / зм}$$

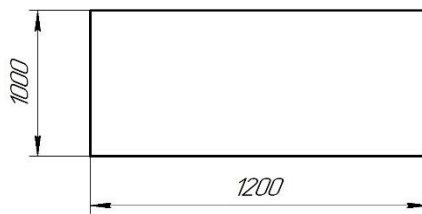
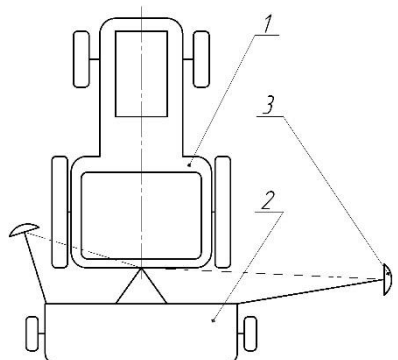
$$Q_{зм} = 4,6 \cdot 29,4 = 135,2 \text{ кг / зм}$$

Операційна технологічна карта таблиця 2 заповнюється на основі умов роботи, агротехнічних вимог і результатів проведених розрахунків.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 22   |

Таблиця 3.2

## Операційно–технологічна карта на посів кормових буряків

| Назва груп показників                      | Параметри, вимоги, нормативи                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Схеми                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                     |
| Умови роботи                               | Площа – 120 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 856,8м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина посіву насіння – 3 см.                                                                                                                                                            | <p>Схема поля</p>                                  |
| Агротехнічні вимоги                        | Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних $\pm 1$ см, суміжних сівалок $\pm 2$ см, суміжних проходів $\pm 5$ см, відхилення від заданої глибини загортання $\pm 0,5$ см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.           |                                                                                                                                       |
| Склад агрегату і підготовка його до роботи | <p>Трактор New Holland TD5.80, сівалка Vesta 12, робоча ширина захвату – 5,4 м, мінімальний радіус повороту – 6,5м, кінематична довжина агрегату – 6,4м.</p> <p>Підготовка агрегату:<br/>         провести щозмінне ТО трактора і сівалки;<br/>         відрегулювати на задану норму висіву;<br/>         встановити маркери</p> |  <p>1 – трактор; 2 – сівалка;<br/>3 – маркер</p> |
| Підготовка поля                            | Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 23,4м.                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |

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

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

23

|                                   |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спосіб руху                       | Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний                                                                                       | <p> <math>L</math> - довжина гонів,<br/> <math>L_p</math> - робоча довжина загінки,<br/> <math>E</math> - ширина поворотної смуги, <math>e</math> - довжина виїзду агрегату, <math>B_p</math> - ширина захвату агрегату. </p>                                                                                                                                                                                                                                  |
| Швидкість руху                    | Робоча передача – V, враховуючи буксування, робоча швидкість 6,84 км/год                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Показники організаційного процесу | Тривалість циклу – 18 хв, технічна продуктивність за цикл – 0,72 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 21,2 га/зм, кількість циклів за зміну 24 ц/зм             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Контроль за якістю роботи сівалки | Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить 9-10 насінин на 1 м рядка (2,0-3,0 кг/га) або 1,5-2,0 посівні одиниці. | <p>При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків – на довжині 50м відбити базову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.</p> |

### 3. Наукова частина

**Актуальність теми.** Сьогодні в Україні виробництво поживних кормів для тваринництва потребує значних фінансових вкладень, насамперед у вирощування основної сировини - кормових буряків. Забезпечення рентабельності такого виробництва можливе лише за врожайності не менше 500 ц/га. Проте середня врожайність цієї культури в країні останніми роками коливається в межах 500-600 ц/га. Тому підвищення врожайності за рахунок удосконалення процесу сівби насіння та конструкції робочих органів для цього є актуальним завданням. Такий підхід дає можливість впровадження більш ефективних технологій вирощування кормових буряків.

**Мета і задачі дослідження.** Метою досліджень є підвищення ефективності роботи насінневого сошника секції просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:

проаналізувати чинні процеси роботи насінневого сошника просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

дослідити процес роботи сошника посівної секції просапної сівалки, розробити вдосконалену конструкцію та обґрунтувати раціональні параметри його елементів;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес роботи насінневого сошника просапної сівалки.

**Предмет дослідження:** конструктивно-технологічні параметри насінневого сошника просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на його роботу.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в тому, що:

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>МВКБ 00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       | 25   |

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів робочої поверхні наральника сошника на виконання процесу утворення борозни та обґрунтовано їх раціональні значення;

досліджено поведінку ґрунту під час формування борозни і показано вплив конструкції елементів наральника сошника на якість виконання технологічного процесу;

аналітично обґрунтовано раціональні параметри робочих елементів наральника сошника, що підвищують якість виконання технологічного процесу утворення борозни і ефективності роботи сошника в цілому.

### **3.1 Аналіз процесу роботи серійної секції робочих органів сівалки Vesta 12**

Отримання високих врожаїв кормових буряків є основною метою вдосконалення технологічних процесів, які реалізуються сівалкою Vesta 12. Посів насіння відіграє ключову роль у вирощуванні цієї культури, оскільки якість виконання цього етапу безпосередньо впливає на розвиток рослин і врожайність коренеплодів [19,20]. Швидке проростання насіння та своєчасна поява сходів мають вирішальне значення для забезпечення високої продуктивності. Завершальним етапом посіву є загортання насіння в ґрунт, яке створює оптимальні умови для його проростання [21,22]. Недостатня увага до цього процесу з боку виробників сівалок може призводити до затримки проростання насіння та зниження врожайності.

Сучасні технології вирощування просапних культур передбачають висів насіння на задану відстань у рядку. Усі сучасні сівалки для просапних культур є машинами точного висіву. Більшість таких сівалок мають секційну компоновку, де кожна посівна секція фактично виконує функцію однорядної сівалки. Сівалка точного висіву Vesta 12 (рис. 3.1), яка широко використовується в Україні, виготовляється компанією Elvorti [23]. Кожна секція сівалки Vesta 12 включає кілька основних вузлів: механізм підвіски,

висівний апарат, передній і задній прикочуючі котки, насіннєвий сошник і загортачі.

У процесі роботи ґрунтозвідник, інтегрований з переднім прикочуючим котком, усуває рослинні залишки та великі грудки з поверхні поля. Передній прикочуючий коток ущільнює та вирівнює ґрунт, зокрема в зоні, де було внесено добрива туковим сошником, підготувавши його для роботи насіннєвого сошника. Завдяки кілеподібній формі наральника насіннєвого сошника утворюється вузька клиноподібна борозна. Після висіву насіння засипається ґрунтом, що осипається зі стінок борозни, а задній V-подібний прикочуючий коток ущільнює її, забезпечуючи якісний контакт насіння з ґрунтом. Це сприяє надходженню вологи до насіння. Шлеф додатково вирівнює поверхню борозни, покриваючи її мульчованим шаром ґрунту.

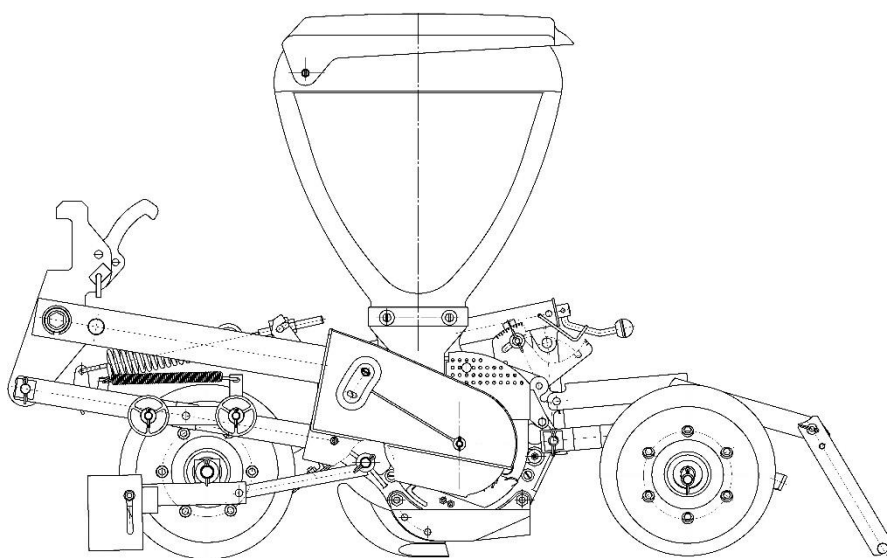


Рис. 3.1 Секція робочих органів просапної сівалки Vesta 12

Беручи до уваги, що сошник секції робочих органів є основним робочим органом який впливає на якість посіву насіння то вдосконалення його конструкції та технології розміщення і загортання насіння є важливим завданням. Це дозволить покращити процес створення оптимальних умов для швидкого проростання і розвитку насіння, що безпосередньо впливає на врожайність кормових буряків.

Для детального аналізу роботи заводської конструкції сівалки була розроблена конструктивно-технологічна схема, яка дає змогу краще зрозуміти виконання технологічного процесу. На схемі, представлений на (рис. 3.2), відображені взаємозв'язки між основними компонентами сівалки та ключові етапи її роботи.

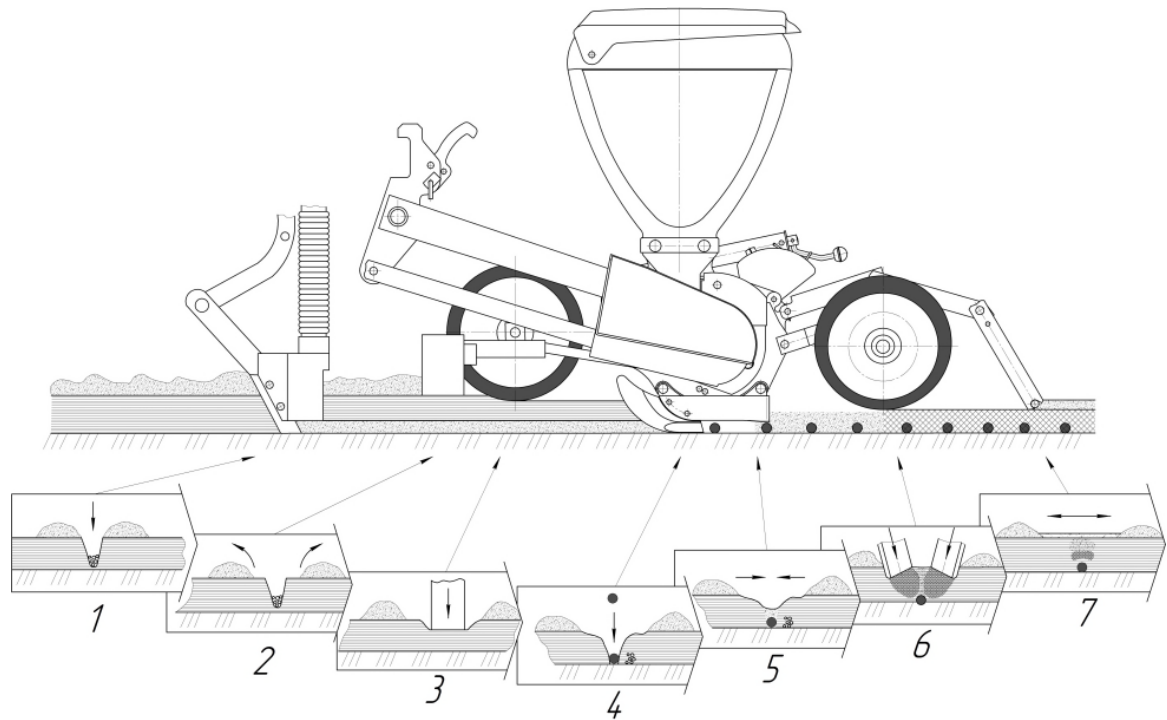


Рис. 3.2 Схема технологічних етапів роботи секції Vesta 12:

- 1 – внесення добрив; 2 – планування поверхні і відгортання грудок;
- 3 – прикочування переднім котком; 4 – утворення борозни і укладання насіння; 5 – осипання ґрунту після сошника; 6 – прикочування заднім котком;
- 7 – планування і мульчування поверхні рядка шлейфом

Як видно із наведеної схеми сошник є головною ланкою забезпечення дружних сходів оскільки від нього залежить розміщення насіння як по довжині так і по глибині борозни. Тому необхідно забезпечити, щоб конструкція сошника максимально точно утворювала необхідні умови для якісного посіву. З метою обґрунтування конструкції удосконаленого сошника сівалки Vesta 12 необхідно провести аналіз вже існуючих конструкцій сошників.

Так серійний насіннєвий сошник сівалки Vesta 12 (рис. 3.3) складається з двох щок 1 і 2, наральника 3, кронштейнів його кріплення 4 [23]. Сошник виконує функцію створення відкритої борозни, розрізаючи та відкидаючи верхній шар ґрунту на задану глибину. Він утримує борозну відкритою на певний час, щоб забезпечити умови для укладання насіння, ущільнення насіннєвого ложа та подальшого загортання борозни ґрунтом. Ефективність процесу борозноутворення значною мірою визначається конструкцією передньої частини сошника, яка відповідає за розрізання ґрунту, а також конструкцією п'яти наральника, що забезпечує ущільнення насіннєвого ложа.

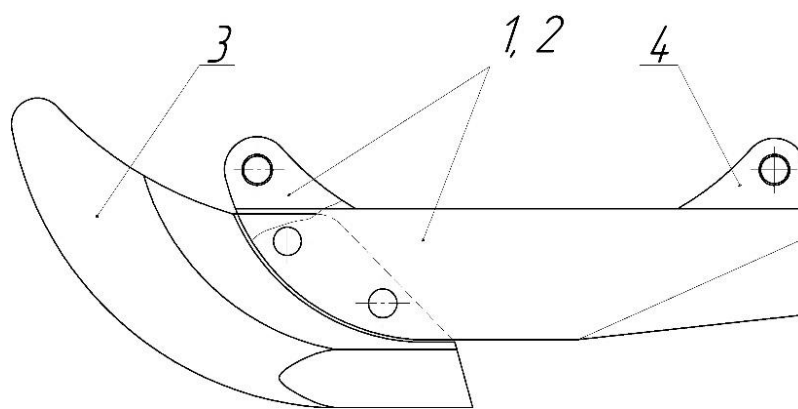


Рис. 3.3 Серійний сошник сівалки Vesta 12:

1, 2 – щок; 3 – наральник; 4 – кріплення

Дослідження, проведені в [24], виявили недоліки такої конструкції сошника. Зокрема, наральник із тупим кутом входження в ґрунт під час руху може втрачати стабільність у підтриманні заданої глибини борозни, що негативно позначається на якості розподілу насіння. Крім того, конструкція п'яти наральника не забезпечує формування клиноподібного насіннєвого ложа, що призводить до нерівномірного розподілу насіння як по глибині, так і по довжині рядка.

В [25] пропонується сошник, який має комбіновану конструкцію наральника і щок. У передній частині наральник виконаний клиноподібним із тупим кутом входження в ґрунт, що сприяє кращому розрізанню ґрунту. У середній нижній частині наральник має плоску основу в горизонтальній площині, яка забезпечує стабільність руху. Задня нижня частина оснащена

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 29   |

клиновою п'ятою також із тупим кутом входження в ґрунт. У вертикальній площині робочі поверхні передньої частини наральника та п'яти нахилені під кутом, меншим за кут тертя ґрунту об сталь, що знижує опір ґрунту. Щоб запобігти утворенню передсошникового пагорба під час роботи, верхня частина наральника загострена під кутом, меншим за кут тертя ґрунту об сталь. Це дозволяє ефективно відводити ґрунт в обидва боки від борозни. Щоки виконують функцію захисту борозни від осипання. На рис. 3.4 представлені дві проекції удосконаленого сошника. Запропонована конструкція складається з комбінованого наральника 1, п'яти 2 та щік 3.

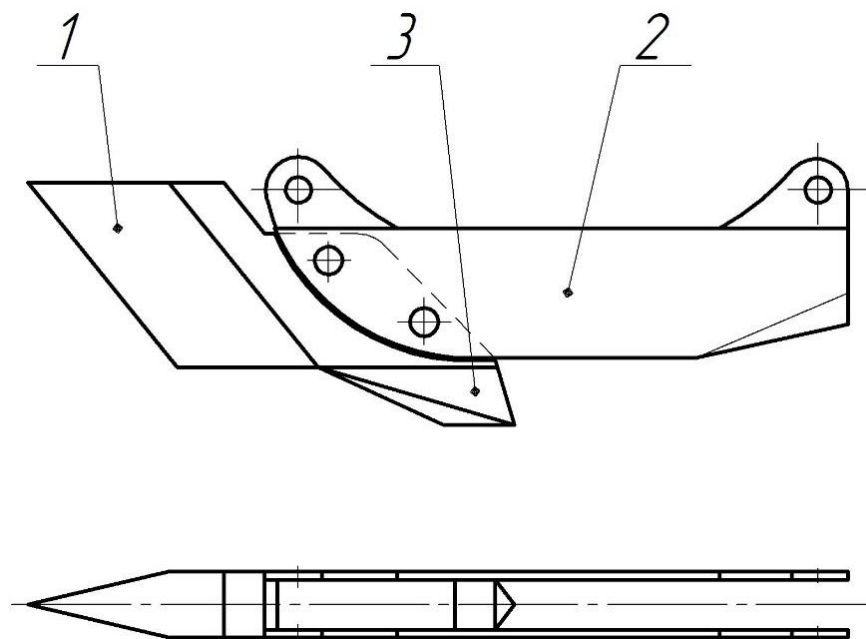


Рис. 3.4 Комбінований насінневий сошник згідно [25]:

1 – наральник, 2 – щоки; 3 – п'ята

Сошник функціонує таким чином: під час руху на заданій глибині посіву передня частина наральника 1 з тупим кутом входження в ґрунт розрізає його у вертикальній площині, сприяючи легшому проникненню сошника. Завдяки клиноподібній формі передньої частини ґрунт відгортається в обидва боки від борозни, що запобігає утворенню передсошникового пагорба. Середня частина наральника, оснащена плоскою поверхнею в нижній частині, ущільнює нижні шари ґрунту, одночасно підготовлюючи рядок для створення борозни. Задня частина наральника, оснащена п'ятою 3 з тупим кутом

входження в ґрунт, формує клиноподібне насінневе ложе, забезпечуючи рівномірне розміщення насіння по глибині борозни.

Але така конструкція має істотний недолік – плоска частина між кінцем нижньої передньої клинової частини наральника і п'ятою має значну поверхню, а оскільки сошник рухається на якійсь глибині в ґрунті то це може створювати додатковий тяговий опір сошника, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики сівалки в цілому.

Авторами в [26] пропонується сошник із комбінованим клиновим наральником. Верхня, більша частина цього наральника має робочу поверхню з гострим кутом входження в ґрунт, що сприяє легкому проникненню. Нижня, менша частина, а також розташована в задній частині п'ята, яка формує насінневе ложе для рівномірного укладання насіння по глибині, мають робочу поверхню з тупим кутом входження в ґрунт. У вертикальній площині робочі поверхні обох частин наральника нахилені під кутом, меншим за кут тертя ґрунту об сталь (рис. 3.5). Для усунення передсошникового пагорба під час роботи, наральник у горизонтальній площині загострений під кутом, меншим за кут тертя ґрунту об сталь, що дозволяє ефективно відводити ґрунт в обидва боки від борозни.

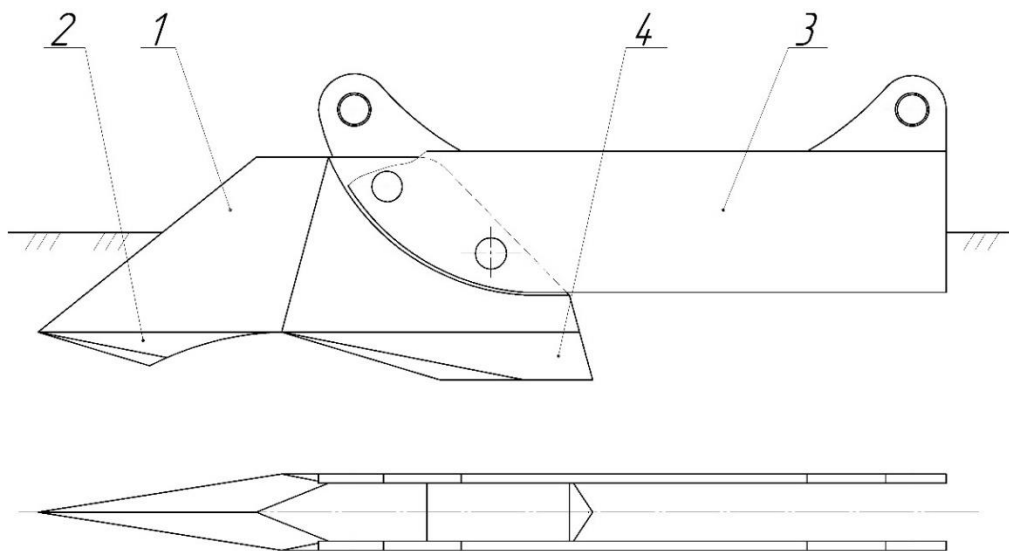


Рис. 3.5 Сошник просапної сівалки згідно [26]:

1 - верхня частина наральника; 2 – нижня частина наральника; 3 - щоки; 4 - п'ята

Сошник виконує технологічний процес наступним чином: при русі на заданій глибині, верхня частина клиноподібного наральника 1, загострена під кутом, меншим за кут тертя ґрунту об сталь, вертикально розрізає ґрунтовий шар. Це сприяє легшому просуванню сошника та запобігає утворенню пагорбу перед ним, відводячи верхній шар ґрунту в сторони в горизонтальній площині. Як верхня, так і нижня частини наральника 2 під час зіткнення з перешкодами або ущільненими ділянками руйнують їх або зміщують убік. П'ята 4, розташована в задній частині наральника, завдяки своєму тупому куту входження в ґрунт, створює насінневе ложе, що забезпечує рівномірне розміщення насіння по глибині. Конструкція сошника, особливо за умов підвищеної вологості ґрунту або наявності бур'янів, сприяє його ефективному самоочищенню.

Але існує суттєвий недолік такої конструкції сошника – поділ нижньої частини наральника на дві робочі зони формування борозни може сприяти її пошкодженню із за її забивання вологим ґрунтом, більш раціональним було б виконати її нижню частину наральника суцільною.

Тому для усунення знайдених недоліків в конструкціях існуючих сошників нами була розроблена конструкція удосконаленого наральника сошника який має комбіновану робочу частину. В передній верхній частині наральник має гострий кут входження в ґрунт, а в горизонтальній площині виконаний клиновим при чому висота верхньої частини наральника складає дві треті від його загальної висоти. Нижня частина наральника має суцільну п'яту з двома робочими зонами, передня частина п'яти в горизонтальній площині є клинковою з тупим кутом входження в ґрунт, а задня частина також клинова але в вертикальній площині, робочі поверхні як верхньої так і нижньої частини наральника нахилені під кутом меншим кута тертя ґрунту по сталі.

Для усунення нагортання ґрунту в передній частині сошника під час його роботи, верхня частина наральника в горизонтальній площині має розхил менший за кут тертя ґрунту по сталі, що дає можливість відводити ґрунт по обидва боки від борозни.

|             |             |                 |               |             |                       |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------|------|
|             |             |                 |               |             | <i>МВКБ 00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                       | 32   |

Дві проекції удосконаленого сошника показані на рис. 3.6.

Розроблений сошник складається із наральника з комбінованою поверхнею 1, щік 2, п'яти 3.

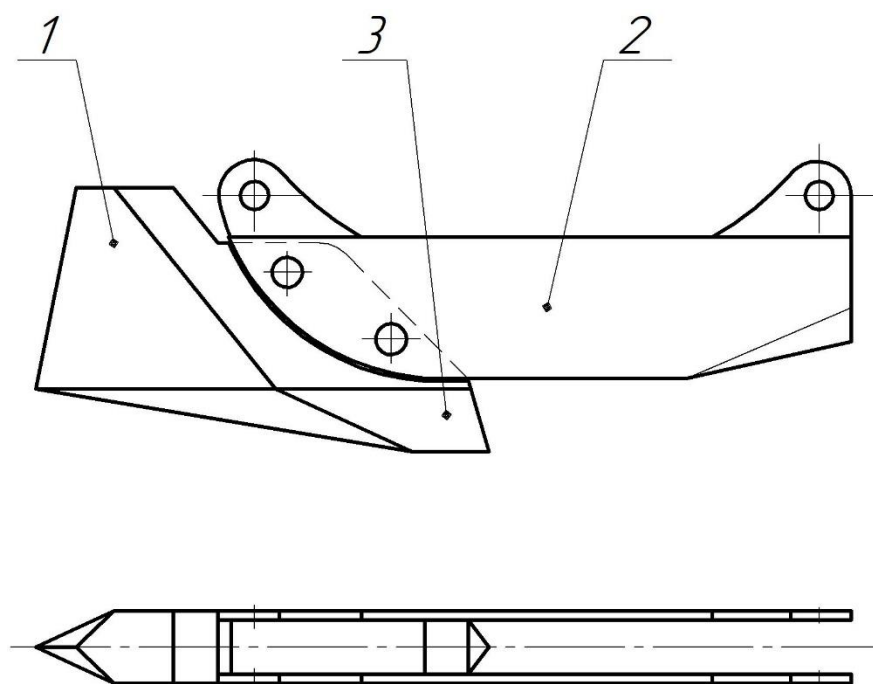


Рис. 3.6 Модернізований сошник сівалки Vesta 12

Працює сошник таким чином: під час руху на глибині посіву верхня передня частина наральника сошника 1 з гострим кутом входження розрізає шар ґрунту в вертикальній площині полегшуючи рух сошника, за рахунок клинової поверхні в горизонтальній площині проводиться відведення ґрунту в обидва боки від борозни, що усуває утворення нагортання ґрунту в передній частині сошника. Передня нижня частина п'яти 3, з тупим кутом входження в ґрунт, проводить початок формування посівної борозни сприяючи рівномірності ходу сошника, а її задня частина за рахунок клинової поверхні в вертикальній площині формує повний профіль борозни з ущільненими стінками для якісного розміщення насіння. При забур'яненості та підвищенні вологості ґрунту конструкція комбінованої поверхні наральника сошника сприяє його самоочищенню.

Ефективність роботи запропонованого сошника з комбінованою робочою поверхнею забезпечується такими факторами:

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 33   |

1. Завдяки комбінованій робочій поверхні наральника сошника рух в вертикальній і горизонтальній площині рівномірний, а тяговий опір мінімальний. Розміщена в нижній передній частині наральника п'ята із тупим кутом входження ґрунт забезпечує формування борозни, а задня клинова в вертикальній площині частина п'яти насінневого ложа для рівномірного розміщення насіння по глибині.

2. Розроблений сошник при потраплянні на перешкоди і ущільнені ділянки ґрунту руйнує їх або відводе в бік за рахунок клинових поверхонь його елементів. При цьому при підвищенні забур'яненості та вологості ґрунту конструкція сошника сприяє його самоочищенню.

### 3.2 Обґрунтування конструктивних параметрів модернізованого сошника сівалки Vesta 12

Оскільки робоча поверхня наральника розробленого сошника має складну багатогранну поверхню, то раціональним буде виконати його декомпозицію і досліджувати по частинам робочих елементів. Для теоретичного розгляду робочих поверхонь запропонованого наральника будуть використані методики запропоновані в роботах [27-31]. Для можливості декомпозиції робочих поверхонь сошника та визначення їх конструктивних характеристик була розроблена схема наведена на рис. 3.7.

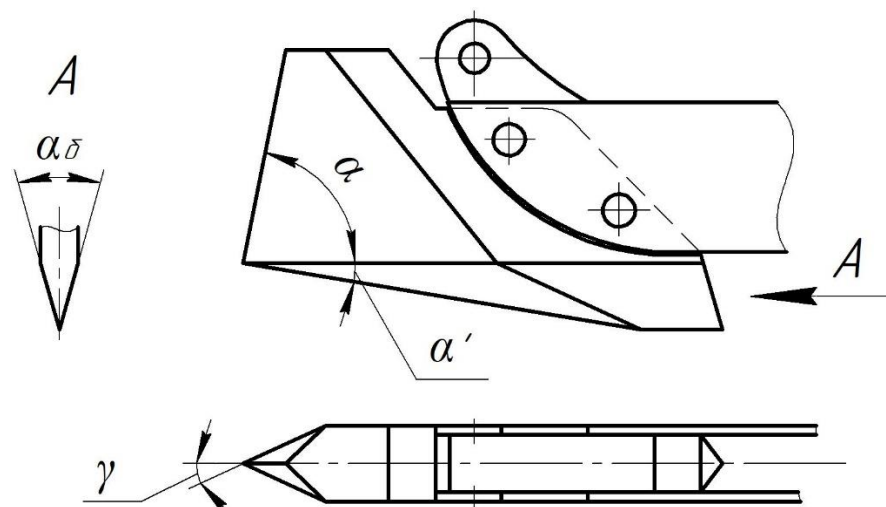


Рис. 3.7 Схема конструкційних складових модернізованого наральника

Для обґрунтування кута входження в ґрунт передньої верхньої частини наральника можна використати залежності наведені в [27]. Так при утворенні борозни наральником сошника форма і її розміри залежать в більший мірі від кута  $\alpha$  входження його передньої частини в вертикальній площині в ґрунт, а також від параметрів клину в горизонтальній площині. На рис. 3.8 проаналізовані сили які діють на наральник в вертикальній площині.

Під час роботи сошника частка ґрунту рухається в гору по передній частині наральника, якщо

$$N_{\tau} \geq F, \quad (1)$$

або

$$N \operatorname{tg} \cdot \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) \geq N \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (2)$$

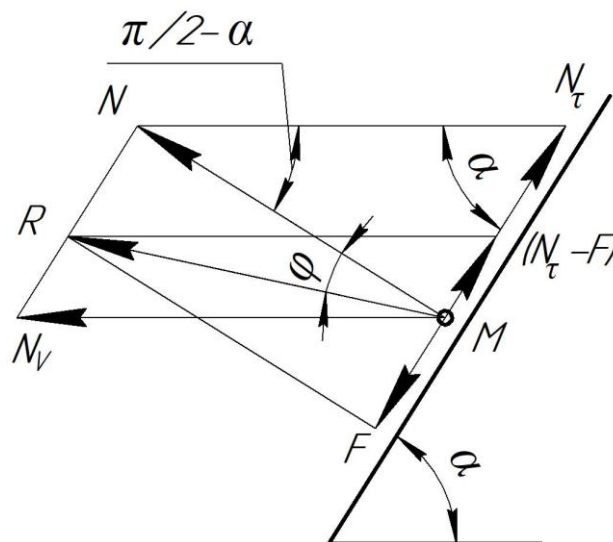


Рис. 3.8 Схема взаємодії з ґрунтом передньої частини наральника з використанням [27]

Звідки

$$\frac{\pi}{2} - \alpha \geq \varphi,$$

$$\alpha \leq \frac{\pi}{2} - \varphi, \quad (3)$$

де  $\varphi$  - кут тертя.

Залежність (3) показує, що при такому куті передньої частини наральника частки ґрунту прямують вгору вздовж її лобової грані, поверхня ґрунту розпушується, а сам наральник заглиблює сошник в ґрунт, створюючи хвилювий рельєф у своїй нижній частині. Такий ефект утворення борозни має негативні наслідки якщо його не усунути. В розробленій конструкції з цією метою є клинова п'ята в нижній частині наральника. Коефіцієнт тертя більшості ґрунтів України лежить в межах  $\varphi = 0,6$ , в цьому випадку, після розрахунку можна бачити, що буде доцільно використовувати прямий кут входження передньої верхньої частини наральника або близький до нього. В роботі [28] проведені експериментальні дослідження по з'ясуванню який кут передньої частини наральника може давати найменший тяговий опір з'ясовано, що він має складати близько 70-80 градусів, що можна прийняти для розробленої конструкції нового сошника.

Оскільки верхня передня робоча поверхня наральника в горизонтальній площині має клиноподібну форму, для визначення оптимальних параметрів її конструкції можна застосувати методику, викладену в [29,30]. Основним параметром, що характеризує передню робочу поверхню наральника, є кут розхилу в горизонтальній площині  $\gamma$ . Для аналізу взаємодії бічної поверхні вдосконаленого наральника з ґрунтом припустимо, що робоча поверхня має форму клину (рис. 3.9), а ґрунт є попередньо підготовленим, розпушеним і може розглядатися як сипкий матеріал.

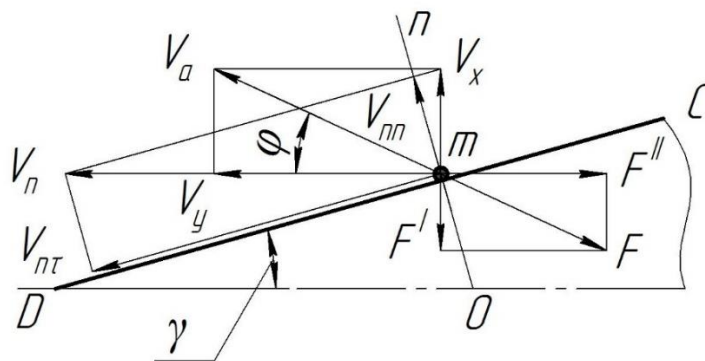


Рис. 3.9 Схема взаємодії ґрунту з бічною поверхнею наральника в горизонтальній площині

Під час руху сошника частки ґрунту взаємодіють із боковою робочою поверхнею наральника шляхом удару. При переміщені наральника із швидкістю  $V_n$  частки ґрунту, зустрічаючись із робочою поверхнею, переміщуються зі швидкістю  $V_a$ , в напрямку відхиленому від нормалі на кут зовнішнього тертя:

$$V_{nn} = V_n \cdot \sin \gamma,$$

$$V_{nn} = V_a \cdot \cos \varphi.$$

Абсолютна швидкість  $V_a$  частки:

$$V_a = V_n \cdot \sin \gamma / \cos \varphi, \quad (4)$$

де  $V_n$  – поступальна швидкість руху сошника;

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя.

Формула (4) показує, що із зменшенням кута  $\gamma$  абсолютна швидкість частки ґрунту при відкиданні також зменшується. Розкладемо на дві складові абсолютну швидкість  $V_a$ :

$V_n$  - швидкість у напрямку руху сошника,

$V_x$  - швидкість, перпендикулярна до нього.

Дальність відкидання вбік частки ґрунту залежить від складової  $V_x$  і визначається наступним виразом:

$$V_x = V_a \cdot \cos (\gamma + \varphi). \quad (5)$$

Підставивши (4) в (5) і перетворивши, одержимо:

$$V_x = \frac{V_n \cdot \sin \gamma \cdot \cos (\gamma + \varphi)}{\cos \varphi}. \quad (6)$$

Для можливості визначення найбільшого значення бокової складової абсолютної швидкості залежність (6) була досліджена на екстремум (з умовами, що перша похідна від  $V_y$  по  $\gamma$  нуль). Після перетворень маємо залежність:

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 37   |

$$2 \cdot \gamma + \varphi = \pi / 2 + k\pi . \quad (7)$$

Розглядаючи зміну швидкості в діапазоні  $[0; \pi / 2]$ , рівняння (7) набуває такого вигляду:

$$\gamma = \pi / 4 - \varphi / 2 .$$

Бокова складова абсолютної швидкості, яка, згідно з розрахунками, досягає максимального значення за певного кута  $\gamma$ . У цьому випадку бокове відкидання ґрунту бічною поверхнею наральника також буде найбільшим.

Як видно з рис. 3.10 величина бокової складової  $V_x$  зі збільшенням кута  $\gamma$  спочатку зростає, а потім знижується.

Під час формування борозни верхня передня частина наральника відводить частину сухого шару ґрунту в боки. Тому необхідно визначити максимальну дальність відкидання ґрунту в бік, що викликаний дією робочої поверхні верхньої частини наральника.

Тоді при досягненні максимальної бокової швидкості, частка ґрунту відділяється від поверхні наральника і здійснює рух з початковою швидкістю  $V_{x0}$ . Дальність відкидання ґрунту визначається за допомогою кінематичних рівнянь, враховуючи початкову швидкість та кут відхилення  $\gamma$ .

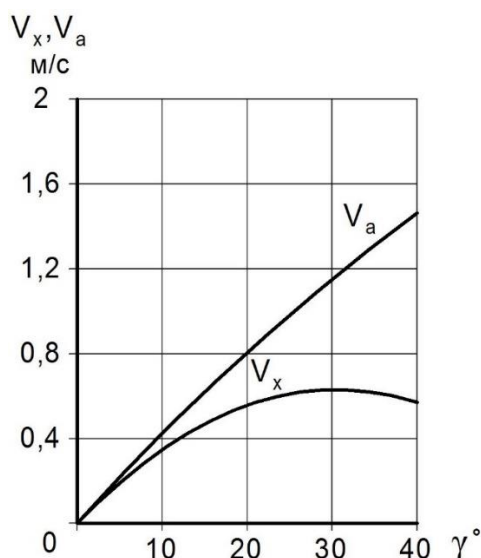


Рис. 3.10 Залежність зміни швидкостей  $V_a$  і  $V_x$  від кута розхилу поверхні наральника в горизонтальній площині

Частка ґрунту взаємодіє із силою тертя яка перешкоджає її руху:

$$F' = f_2 \cdot mg \cos(\gamma + \varphi),$$

де  $f_2$  - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту.

В напрямі  $V_x$  диференціальне рівняння руху частки буде:

$$m \frac{d^2 S(t)}{dt^2} = -f_2 \cdot mg \cos(\gamma + \varphi). \quad (8)$$

Інтегруючи (8) по  $t$ , знайдемо:

$$V_x = V_{x0} - t \cdot f_2 g \cos(\gamma + \varphi), \quad (9)$$

$$X(t) = V_{x0} \cdot t - f_2 g \cos(\gamma + \varphi) \cdot \frac{t^2}{2}. \quad (10)$$

Якщо кінцева швидкість частки ґрунту дорівнює нулю, то з рівняння (9) знайдемо час  $t$  руху частки:

$$t = \frac{V_{x0}}{g f_2 \cos(\gamma + \varphi)}.$$

Підставляючи значення  $t$  в вираз (10) маємо:

$$L = \frac{V_n^2 \cdot \sin^4 \gamma \cdot (ctg \gamma - tg \varphi)^2}{2 \cdot f_2 \cdot g \cos(\gamma + \varphi)}. \quad (11)$$

Залежність (11) показує, що дальність відкидання частки ґрунту в бік залежить від кута розхилу наральника і фізико-механічних властивостей ґрунту та пропорційна квадрату поступальної швидкості сошника. На рис. 3.11 наведена графічна залежність рівняння (11).

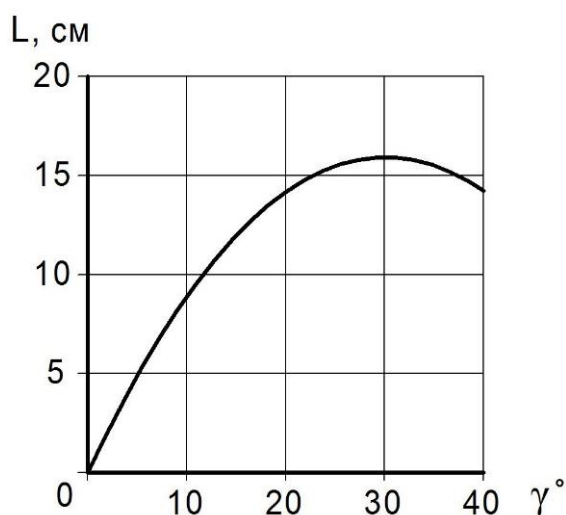


Рис. 3.11 Залежність дальності переміщення ґрунту в бік наральником від кута розхилу

На основі проведеної теоретично-аналітичної роботи, можна зробити такі висновки: найбільша дальність відкидання ґрунту досягається за значень кута розхилу  $\gamma = 30^\circ$ , після чого дальність починає зменшуватися. Це зумовлено тим, що при збільшенні  $\gamma$  бічна швидкість відкидання  $V_x$  зменшується (рис. 3.11). Таким чином для досягнення максимальної ефективності роботи сошника необхідно обмежити кут розхилу  $\gamma$  значеннями до  $30^\circ$ . Аналізуючи умови роботи наральника сошника під час посіву та агротехнічні вимоги, доцільно мінімізувати винос вологих шарів ґрунту на поверхню. З цією метою, для подальших досліджень можна прийняти кут розхилу  $\gamma = 10 \dots 20^\circ$ , що забезпечує оптимальне поєднання умов роботи сошника та вимог до якості формування борозни.

Оскільки безпосередньо формування борозни виконує нижня частина наральника із тупим кутом входження в ґрунту то необхідно дослідити роботу передньої частини п'яти наральника сошника. З цією метою можна використати методику наведену в [30-33].

Сили, які діють в вертикальній площині на передню частину п'яти наральника із тупим кутом входження в ґрунт наведені на рис. 3.12.

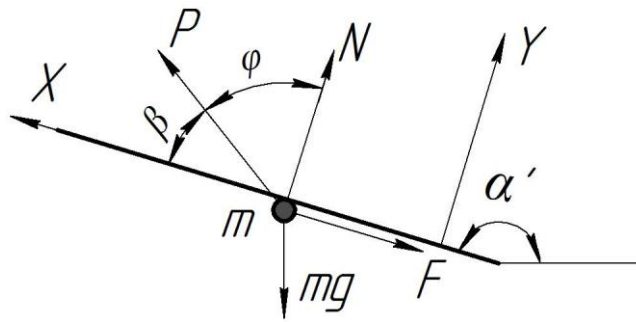


Рис. 3.12 Схема взаємодії з ґрунтом передньої частини п'яти наральника в вертикальній площині

В проекціях на осі  $X$  і  $Y$  рівняння руху:

$$-mg \sin \alpha' - F + P \cos \beta = mW_x; \quad (12)$$

$$mg \cos \alpha' + P \sin \beta + N = 0, \quad (13)$$

Вирішуючи ці рівняння відносно  $mW_x$  та  $N$  за умови, що  $F = kN$ , , маємо:

$$N = -mg \cos \alpha' - P \sin \beta; \quad (14)$$

$$mW_x = -mg \sin \alpha' - k(-mg \cos \alpha' - P \sin \beta) + P \cos \beta. \quad (15)$$

Із рівняння (14) бачимо, що щоб частка знаходилась на площині необхідно, щоб сила  $N$  була додатньою:

$$N = -mg \cos \alpha' - P \sin \beta \geq 0. \quad (16)$$

Тоді сила  $P$  не повинна перевищувати:

$$P \leq -\frac{mg \cos \alpha'}{\sin \beta}. \quad (17)$$

За цих умов щоб почався рух необхідно, щоб величина сили  $mW_x$  була додатньою:

$$mW_x = -mg \sin \alpha' - k(-mg \cos \alpha' - P \sin \beta) + P \cos \beta \geq 0. \quad (18)$$

Тобто сила  $P$  повинна бути більшою:

$$P \geq \frac{mg \sin \alpha' - kmg \cos \alpha'}{k \sin \beta + \cos \beta} . \quad (19)$$

Ця умова виконується при  $k = \operatorname{tg} \varphi$ .

Підставивши цю умову в залежність (19) і після перетворень, маємо:

$$P = \frac{mg \sin(\alpha' - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi)} . \quad (20)$$

В результаті проведених досліджень можна зробити висновки щодо конструктивних особливостей та вибору параметрів сошника: чим більший кут нахилу робочої поверхні п'яти наральника, тим менша сила  $P$  потрібна для забезпечення переміщення частки ґрунту. Це забезпечує зниження енерговитрат при роботі сошника. Враховуючи коефіцієнт тертя ґрунту по металу який дорівнює 0,6, для оптимального переміщення ґрунту теоретичні межі кута нахилу  $\alpha' \leq 160^\circ$ . Точні значення меж залежатимуть від обраного матеріалу та умов експлуатації. З метою більш точного визначення кутів нахилу робочих поверхонь у вертикальній площині (верхньої і нижньої частини наральника) необхідно враховувати: матеріал наральника - різні матеріали мають різні коефіцієнти тертя та зносостійкість, що впливають на його роботу; характеристики ґрунту (вологість, структура, тип) значно впливають на тяговий опір та продуктивність сошника. Правильний вибір параметрів забезпечить зменшення опору, поліпшення якості формування борозни та економію енергії. На основі аналізу рекомендовано проводити додаткові випробування для визначення оптимальних кутів нахилу залежно від конкретних умов експлуатації та вимог до якості виконання технологічного процесу.

В проведеному дослідженні [21] обґрунтовано параметри кута загострення пристрою для утворення насіннєвого ложа сошника просапної сівалки та отримана залежність [21, зал. 20] для визначення кута між стінками борозни для забезпечення якісного розміщення насіння по глибині борозни. Ця залежність буде справедливою і для розміщеної в задній частині

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 42   |

наральника п'яти, яка формує насіннєве ложе і має робочу поверхню із тупим кутом входження ґрунт. Для подальших досліджень можна прийняти кут п'яти яка створює насіннєве ложе в межах  $\alpha_6 = 25..35^0$ .

На основі проведених пошуково-теоретичних досліджень була обґрунтована конструкція нового сошника просапної сівалки із комбінованою робочою поверхнею та визначені його основні технологічні параметри. В подальшому планується проведення імітаційного моделювання процесу роботи нового сошника за допомогою прикладного програмного забезпечення. Потім виготовлення експериментальних зразків удосконаленого сошника та його експериментальні випробування за методикою повного факторного випробовування.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 43   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

## 4. Охорона праці

### 4.1 Аналіз виробничих чинників, що виникають при експлуатації просапної сівалки

Під час виконання роботи посівним агрегатом, який складається з трактора New Holland TD5.80 і сівалки Vesta 12, можуть з'являтися такі небезпечні умови: рухомі елементи та механізми, зокрема ланцюгові передачі, шестерні і ведучі колеса, за недотримання правил техніки безпеки здатні стати причиною травмування кінцівок; підвищена концентрація пилу в повітрі робочої зони, що виникає внаслідок глибокого проникнення сошників у ґрунт під час роботи сівалки; посилений шум і вібрації, спричинені функціонуванням трактора та агрегату; вплив хімічних речовин, таких як протруєне насіння, здатних викликати інтоксикацію або подразнення шкіри через контакт із пилом мінеральних добрив, які засипають у бункери; нервово-психологічне напруження операторів, викликане одноманітністю посівного процесу [34].

### 4.2 Заходи для забезпечення безпечних умов праці

Для захисту оператора посівного агрегату від проникнення пилу під час виконання посівних робіт використовується пиловловлювач із вентилятором, що мінімізує потрапляння пилу в кабінку. Дотримання норм ДСТУ 2867-94 та ДСТУ 2189-93 [35,36] забезпечує захист від впливу шуму і вібрацій шляхом застосування спеціальних шумопоглинальних засобів, таких як ізоляція кабінки трактора звукопоглинальним матеріалом та монтаж двигуна і кабінки на гумових подушках.

Для запобігання шкідливому впливу мінеральних добрив і пестицидів рекомендується механізоване завантаження сівалки протруєним насінням і добривами зі швидкістю не більше 3 м/с. У разі відсутності можливості механізованого завантаження персонал повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту, такими як респіратори ШБ-1, захисні окуляри та марлеві маски типу ПТМ-1 [37].

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

Вібраційні параметри на сидінні та в робочій зоні оператора у горизонтальній і вертикальній площинах повинні відповідати нормам СП 4282-87. Оператор також захищений від ґрунту, що може відкидатися з під коліс трактора і робочих органів, відповідно до вимог гігієнічних стандартів і положень СП 4282-87 [38].

#### **4.3 Заходи для забезпечення безпеки праці**

Для створення безпечних умов праці під час експлуатації посівного агрегату необхідно впроваджувати такі заходи [34-40]:

проведення інструктажів щодо правил техніки безпеки та експлуатації посівного агрегату;

організація навчання з використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);

обов'язкове носіння рукавичок, спецодягу, захисних окулярів, навушників і респіраторів;

регулярне технічне обслуговування сівалки та трактору для забезпечення їх надійної роботи;

огляд і тестування блокуючих механізмів і сигналізаційних систем, захисних огорожувальних пристроїв;

використання вентиляційних систем з пиловловлювачами для захисту оператора від пилу під час посіву;

забезпечення працівників засобами захисту, протимарлевими масками, респіраторами, чи окулярами, при роботі з пестицидами та добривами;

ізоляція кабіни трактора матеріалами, що поглинають шум;

обладнання робочих органів сівалки механічними затискачами, які фіксують їх у транспортному положенні;

виконання з кабіни оператора під час руху регулювання робочих органів та інших механізмів сівалки;

забезпечення стійкості сівалки при її знятті з трактора за умови зусилля не менше 200 Н;

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

розміщення помітних написів і символів, що інформують про небезпеку, на рамі сівалки;

фарбування зовнішніх елементів захисних пристроїв у сигнальні кольори (червоний або жовтий);

оснащення механізму передачі потужності шплінтами, що розриваються при перевищенні допустимого навантаження, запобігаючи передачі надмірного крутного моменту;

обладнання робочих частин сівалки автоматичними пристроями управління (УСК) для запобігання їх забиванню та підвищення безпеки обслуговуючого персоналу.

#### **4.4 Заходи з покращення умов праці при вирощуванні кормових буряків**

Для створення сприятливих умов праці у процесі вирощування кормових буряків необхідно реалізувати комплекс технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів. Основні рекомендації включають [34-40]:

використання сучасної сільськогосподарської техніки з автоматизованими системами управління для виконання робіт із посіву, догляду за рослинами та збору врожаю;

запровадження обладнання для автоматизованого внесення добрив і пестицидів, що дозволить знизити фізичне навантаження на працівників;

оснащення тракторів кабінами з системою клімат-контролю, матеріалами для поглинання шуму та елементами віброізоляції;

використання ергономічних робочих місць та сидінь, які знижують втому операторів під час тривалого робочого дня;

забезпечення працівників якісними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), такими як спецодяг, окуляри, рукавички, навушники та респіратори;

проведення регулярного огляду та перевірки справності (ЗІЗ), щоб гарантувати їх ефективність та відповідність умовам роботи;

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       | 46   |

забезпечення своєчасного технічного обслуговування техніки, щоб уникнути аварій та несправностей;

проведення інструктажів із техніки безпеки, а також організація періодичних навчань для підвищення рівня обізнаності працівників;

організація змінного графіка роботи для запобігання тривалому монотонному навантаженню на персонал;

створення умов для забезпечення працівників питною водою та обладнання місць для відпочинку;

влаштування спеціальних санітарних зон із необхідними гігієнічними засобами для відпочинку та прийому їжі;

проведення регулярних медичних оглядів працівників для раннього виявлення професійних захворювань і їх профілактики;

використання герметичних систем для зберігання та транспортування пестицидів і мінеральних добрив;

облаштування місць можливого утворення пилу вентиляційними установками та пиловловлювачами;

постійний контроль рівня шуму, вібрації та запиленості на робочих місцях для дотримання нормативних показників;

встановлення систем моніторингу та управління небезпечними виробничими факторами для оперативного реагування на їхню появу;

організація тренінгів та курсів для підвищення кваліфікації персоналу та стимулювання їхньої мотивації;

забезпечення психологічної підтримки працівників і створення сприятливого робочого мікроклімату.

Реалізація зазначених заходів дозволить підвищити безпеку і комфорт працівників, а також сприятиме ефективності праці під час вирощування кормових буряків.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 47   |

## 5. Економічна частина

### 5.1 Економічна ефективність сівалки з модернізованим робочим органом

Економічну ефективність нової конструкції робочого органу було оцінено, враховуючи:

аналіз відповідності запропонованого сошника вимогам до посіву насіння кормових буряків;

оцінювання переваг дослідної конструкції у порівнянні із серійними аналогами;

визначення рівня економічного ефекту від застосування нової конструкції в реальних умовах.

Розрахунки економічної ефективності вдосконаленого робочого органу базувалися на прогнозуванні очікуваної врожайності сільськогосподарських культур у господарствах, де він може застосовуватись.

Результати порівняльного аналізу між базовим і модернізованим технологічним процесом показали, що використання удосконаленої конструкції сошника дозволяє збільшити врожайність кормових буряків на 50 центнерів з одного гектара порівняно з заводським робочим органом.

Економічний ефект, досягнутий за рахунок підвищення врожайності, демонструє очевидні переваги нового технологічного рішення. Це дозволяє користувачам отримувати додатковий прибуток при експлуатації однієї модернізованої машини, що підвищує її конкурентоспроможність і цінність у сільськогосподарській діяльності. Для розрахунку можна використати методику наведену в [29]:

$$D_{ек} = \Delta\Pi_y \cdot C_z \cdot H_c, \quad (5.1)$$

де  $\Delta\Pi_y$  – мінімальний приріст врожайності, ц;

$C_z$  – мінімальна закупівельна ціна, грн/ц;

$H_c$  – нормативний наробіток машини за сезон, га.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 48   |

Нормативний наробіток машини за сезон визначає наступна залежність:

$$H_c = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{ez} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

де  $B$  – ширина захвату сівалки, м;

$V_p$  – швидкість руху сівалки, км/год;

$K_{ez}$  – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

$T_z$  – мінімальне завантаження сівалки за сезон, год.

Річний економічний ефект на одну машину:

$$E_p = D_{ek} - E_n \Delta K_{dk}; \quad (5.3)$$

де  $D_{ek}$  – додаткова економічна користь, грн;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

$\Delta K_{dk}$  – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний економічний ефект на гектар посівної площі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c,$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайність кормових буряків по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц кормових буряків [41]; значення нормативних величин [42]; технічних характеристик модернізованої машини [23]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$D_{ek} = 50 \cdot 186 \cdot 119,34 = 1109862 \text{ грн}$$

$$H_c = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 \cdot 0,65 \cdot 50 = 119,34 \text{ га}$$

$$E_p = 1109862 - 0,15 \cdot 24000 = 1106262 \text{ грн}$$

$$E_n = 1106262 / 119,34 = 9269,8 \text{ грн/га}$$

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 49   |

## Висновки

Проведений аналіз літературних джерел з агротехніки вирощування кормових буряків, а також обґрунтування змін у конструкції сівалки, дозволив зробити такі висновки:

1. Індустріальна технологія вирощування кормових буряків, на відміну від традиційних методів агротехніки, характеризується своєчасністю та високим рівнем хімізації і механізації виробничих процесів. Це забезпечує при мінімальних витратах ресурсів і праці отримання високих врожаїв. Аналіз сучасних технологій вирощування кормових буряків показує, що суттєвого зменшення собівартості можна досягти завдяки покращенню якості виконання посівних операцій. Саме процес посіву має ключове значення для забезпечення дружності та рівномірності сходів культури.

2. Проведена аналітично-пошукова робота щодо вдосконалення конструкції сошників просапної сівалки дозволила встановити, що на даний момент використовуються два основних типи сошників для посіву просапних культур: із гострим і тупим кутом входження в ґрунт. Кожен із цих типів має свої переваги і недоліки. Перспективним напрямком вдосконалення конструкцій сошників є комбінування гострого і тупого кутів входження в ґрунт у передній частині наральника. Такий підхід дозволяє об'єднати позитивні сторони обох типів сошників та мінімізувати їхні недоліки.

3. В результаті розробки модернізованої конструкції сошника був запропонований удосконалений наральник сошника який має комбіновану робочу частину. В передній верхній частині наральник має гострий кут входження в ґрунт, а в горизонтальній площині виконаний клиновим при чому висота верхньої частини наральника складає дві треті від його загальної висоти. Нижня частина наральника має суцільну п'яту з двома робочими зонами, передня частина п'яти в горизонтальній площині є клиновою з тупим кутом входження в ґрунт, а задня частина також клинова але в вертикальній площині, робочі поверхні як верхньої так і нижньої частини наральника нахилені під кутом меншим кута тертя ґрунту по сталі.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 50   |

4. Теоретично встановлені основні технологічні параметри запропонованої конструкції наральника сошника просапної сівалки: кут входження в ґрунт верхньої частини наральника знаходиться в межах  $\alpha = 70...80^\circ$ ; нижньої частини наральника і п'яти знаходиться в межах  $\alpha' = 140...160^\circ$ ; в поперечній площині кут розхилу п'яти складає  $\alpha_6 = 25...35^\circ$ ; в горизонтальній площині кут розхилу наральника знаходиться в межах  $\gamma = 10...20^\circ$ .

5. Розроблені заходи для усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів, а також покращення умов праці під час сівби кормових буряків.

6. Розроблена конструкція нового сошника просапної сівалки Vesta 12, дає можливість суттєво збільшити врожайність до 10% за рахунок формування більш кращих умов для проростання та покращити процес укладання насіння кормових буряків.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 51   |

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591с.
2. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 271с.
3. Зінченко О.І. Кормовиробництво: Навчальне видання. – 2-е вид. доп., і перероб. – К.: Вища школа, 2005. – 448 с.
4. Кормовиробництво. Практикум /О.І. Зінченко, І.Т. Слюсар, Ф.Ф. Адамень, та ін / За ред.проф. О.І. Зінченка. – К.: Нора-прінт, 2001. – 470 с.
5. Мартинюк І.В. Кормові буряки: наукові та прикладні аспекти технології вирощування : монографія. Київ : Урожай, 2006. 212 с.
6. Годівля сільськогосподарських тварин : навч. посіб. / В. А. Бурлака та ін.; під заг. ред. В.А. Бурлаки. Житомир: ДАУ, 2004. 460 с.
7. Натяга М.І. Густота насадження кормових буряків і ефективність дії добрив // Корми і кормовиробництво. – 1976. – Випуск 2 – С. 38-41.
8. Глеваський І.В. Буряківництво: навч. посібник. К.: Вища школа, 1995. 319 с.
9. Зубенко В.Ф., Роїк М.В. Буряківництво. Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження; 2 доповнене видання. К. : НВП ТОВ «Алфа – стевія ЛТД». 2007. 486 с.
10. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: Українські технології, 2008. 312 с.
11. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.
12. Роїк М. Буряки. Київ, ХХІ вік – РІАТРУД. Київ, 2001. 368 с.
13. Шевцов І. А. Чугункова Т. В. Буряки цукрові, кормові, столові. – К.: Логос, 2001. – 128 с.
14. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: [навч. посіб.]. 2 - ге вид. випр. К.: Центр навч. літ. 2004. 808 с.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

15. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва - Тернопіль:, 2005. - 228 с.

16. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тищенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тищенка /Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – 273 с.

17. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладижинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.

18. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

19. Гончарук Г.С. Якісна сівба цукрових буряків запорука високого врожаю / Г.С. Гончарук // Цукрові буряки. – 2001. – №2. – С. 8 – 9.

20. Коломієць О.П. Передумови якісної сівби / О.П. Коломієць, Г.С. Гончарук, Т.Н. Ломако // Цукрові буряки. – 1999. – № 2. – С. 17.

21. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С., Соломашенко П.М. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2010. - Вип. 40, ч.1. - С. 136-142. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf>

22. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С. Математична модель процесу роботи клинових відвальників щік сошника секції просапної сівалки. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2011, випуск 41, Ч. 2. – С. 130 – 136.

23. Product Catalog Elvorti - Chervona zirka. 2016. Technology in harmony with the nature. Kropyvnytskyi / Ukraine. URL: [https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG\\_2016\\_EN\\_SITE.pdf](https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf)

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 53   |

24. Бакум М.В. Сільськогосподарські машини / М.В. Бакум, І.С. Бобрусь, А.О. Михайлов та ін. Харківський національний технічний ун-т сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2005. Ч. 3: Посівні машини. – 2005. – 332с.

25. Патент України № 150808. Артеменко Д.Ю., Шепілова Т.П., Мажара В.А., Нестеренко О.В., Богатирьов Д.В. МПК A01C5/06 (2006.01). № u202106879/UA; Заявл. 02.14.2021; Опубл. 20.04.2022; Бюл. № 16. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1686437/>

26. Патент України № 133540. Артеменко Д.Ю., Свіренєв М.О., Онопа В.А., Комар Я.М. МПК A01C7/20 (2006.01). № u 201811332/UA; Заявл. 19.11.2018; Опубл. 10.04.2019; Бюл. № 7. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1344841/>

27. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.

28. Altuntas, E., E. Ozgoz, O. Taser and O. Tekelioglu. Assessment of different types furrow openers using a full automatic planter. Asian Journal of Plant Sciences 5 (3): 2006, 537-542. DOI: 10.3923/ajps.2006.537.542; URL: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2006.537.542>

29. Артеменко Д.Ю. Підвищення ефективності роботи сошника і прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки: дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Артеменко Дмитро Юрійович. – Кіровоград, 2007. – 223 с.

30. Дмитро Артеменко. Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур. Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія / заг. ред. А.А. Кашканов. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2023. – С. 72-110. [https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech\\_transport.pdf](https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech_transport.pdf)

31. Artemenko, D., S. Leshchenko, V. Onopa, V. Majara, and V. Deikun. Analysis of the combined coulter point of the precision seed drill. Agricultural

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>МВКБ 00.000 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                       | 54   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

Engineering International: CIGR Journal, 24(4), 2022: 57-71.

<https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/7435/3947>

32. Сисолін П.В. та інш. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

33. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.

34. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

35. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.

[https://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_2867-94.pdf](https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf)

36. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

37. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту. [http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu\\_7239\\_2011.pdf](http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf)

38. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. [https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F\\_4282-87](https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87)

39. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції. [http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015\\_2.HTM](http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM)

40. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

41. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни. <https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

42. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВКБ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 55   |

## **Додатки**

Операційна карта посіву кормових буряків

МВКБ 00.001 Т4

| Назва груп показників                      | Параметри, вимоги, нормативи                                                                                                                                                                                                                                                                      | Схеми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Умови роботи                               | Площа – 120 га, довжина гонів – 900 м, ширина гонів – 856 м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина посіву – 3 см.                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Агротехнічні вимоги                        | Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ±1 см, суміжних проходів ±5 см, відхилення від заданої глибини посіву ±2 см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Склад агрегату і підготовка його до роботи | Трактор New Holland TD5.80, сівалка Vesta 12, робоча ширина захвату 5,4 м, мінімальний радіус повороту – 6,5 м, кінематична довжина агрегату – 6,4 м.<br>Підготовка агрегату:<br>1. провести щозмінне ТО трактора і сівалки;<br>2. відрегулювати на задану норму висіву;<br>3. встановити маркери |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Підготовка поля                            | Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 23,4 м.                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Спосіб руху                                | Спосіб руху гонівий човниковий, спосіб повороту петльовий грушоподібний                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Швидкість руху                             | Робоча передача V, враховуючи буксування, робоча швидкість 6,8 км/год                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Показники організаційного процесу          | Тривалість циклу 18 хв, технічна продуктивність за цикл 0,72 га/ц; змінна продуктивність агрегату 21,2 га/зм, кількість циклів за зміну 24 ц/зм                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Контроль за якістю роботи сівалки          | Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше ± 5 мм. Норма висіву становить 9–10 насінин на 1 м рядка (2–3 кг/га) або 1,5–2,0 посівні одиниці.                                                                                                                                           | При оцінці якості посіву враховувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибину посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загорання, точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1 м рядка і заміряти відстань між насінинами, прямотинність рядків – на довжині 50 м відбити базову лінію і через 0,5 м заміряти відхилення. |

Лист 1 з 1

Стор. №

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

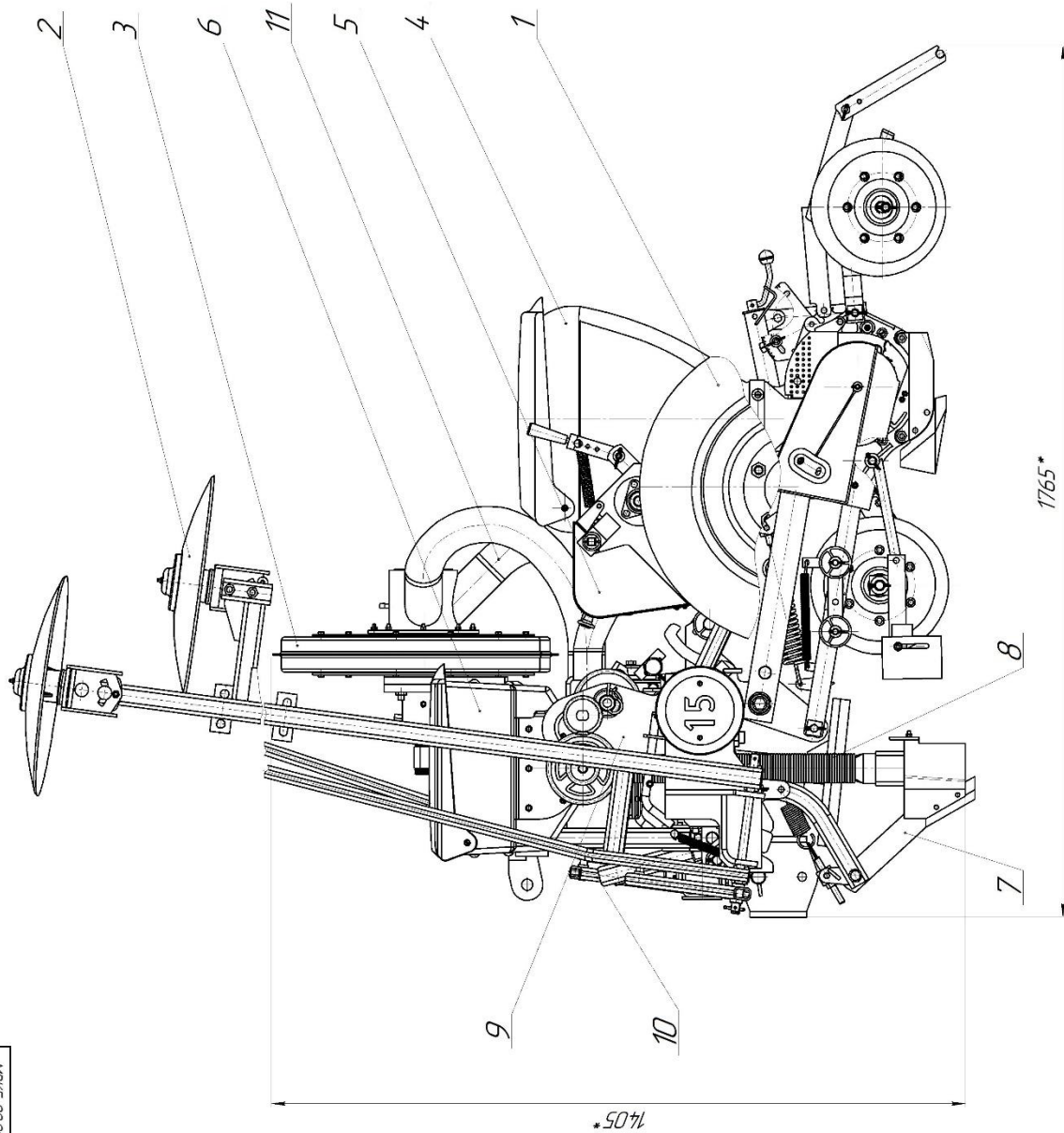
|                  |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|
| МВКБ 00.001 Т4   |        |        |        |
| Операційна карта |        |        |        |
| Лист             | Листів | Листів | Листів |
| 1                | 1      | 1      | 1      |
| ІНТ4             |        |        |        |
| гр. А4-234-1     |        |        |        |
| Варіант А1       |        |        |        |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення      | Найменування              | Кіл. | Прим. |
|--------|------|------|-----------------|---------------------------|------|-------|
|        |      |      |                 | <u>Документація</u>       |      |       |
| A1     |      |      | МВКБ 00.000 СБ  | Складальне креслення      | 1    |       |
|        |      |      |                 | <u>Складальні одиниці</u> |      |       |
|        |      | 1    | МВКБ 00.000.01  | Опорно приводне колесо    | 2    |       |
|        |      | 2    | МВКЦБ 00.000.02 | Маркери                   | 2    |       |
|        |      | 3    | МВКБ 00.000.03  | Вентилятор                | 1    |       |
|        |      | 4    | МВКБ 00.000.04  | Секція робочих органів    | 12   |       |
|        |      | 5    | МВКБ 00.000.05  | Коробка зміни передач     | 2    |       |
|        |      | 6    | МВКБ 00.000.06  | Туковисівний апарат       | 3    |       |
|        |      | 7    | МВКБ 00.000.07  | Сошник туковий            | 12   |       |
|        |      | 8    | МВКБ 00.000.08  | Система трубопроводів     | 12   |       |
|        |      | 9    | МВКБ 00.000.09  | Механізм передач          | 2    |       |
|        |      | 10   | МВКБ 00.000.10  | Механізм навіски          | 1    |       |
|        |      | 11   | МВКБ 00.000.11  | Повітряпровід             | 2    |       |
|        |      |      |                 |                           |      |       |

|          |      |                |       |      |                                                 |  |      |      |        |
|----------|------|----------------|-------|------|-------------------------------------------------|--|------|------|--------|
|          |      |                |       |      | МВКБ 00.000                                     |  |      |      |        |
| Зм.      | Лист | № докум.       | Підп. | Дата |                                                 |  |      |      |        |
| Розроб.  |      | Габрилюк       |       |      |                                                 |  |      |      |        |
| Перев.   |      | Артемченко     |       |      |                                                 |  |      |      |        |
|          |      |                |       |      |                                                 |  |      |      |        |
| Н.контр. |      | Мачок          |       |      |                                                 |  |      |      |        |
| Затв.    |      | Васильковський |       |      |                                                 |  |      |      |        |
|          |      |                |       |      | Універсальна<br>пневматична<br>сівалка Vesta 12 |  | Літ. | Лист | Листів |
|          |      |                |       |      |                                                 |  |      |      | 1      |
|          |      |                |       |      | ЦНТУ                                            |  |      |      |        |
|          |      |                |       |      | зр. АІ-23М-1                                    |  |      |      |        |

Формат A4

МВКБ 00.000.05



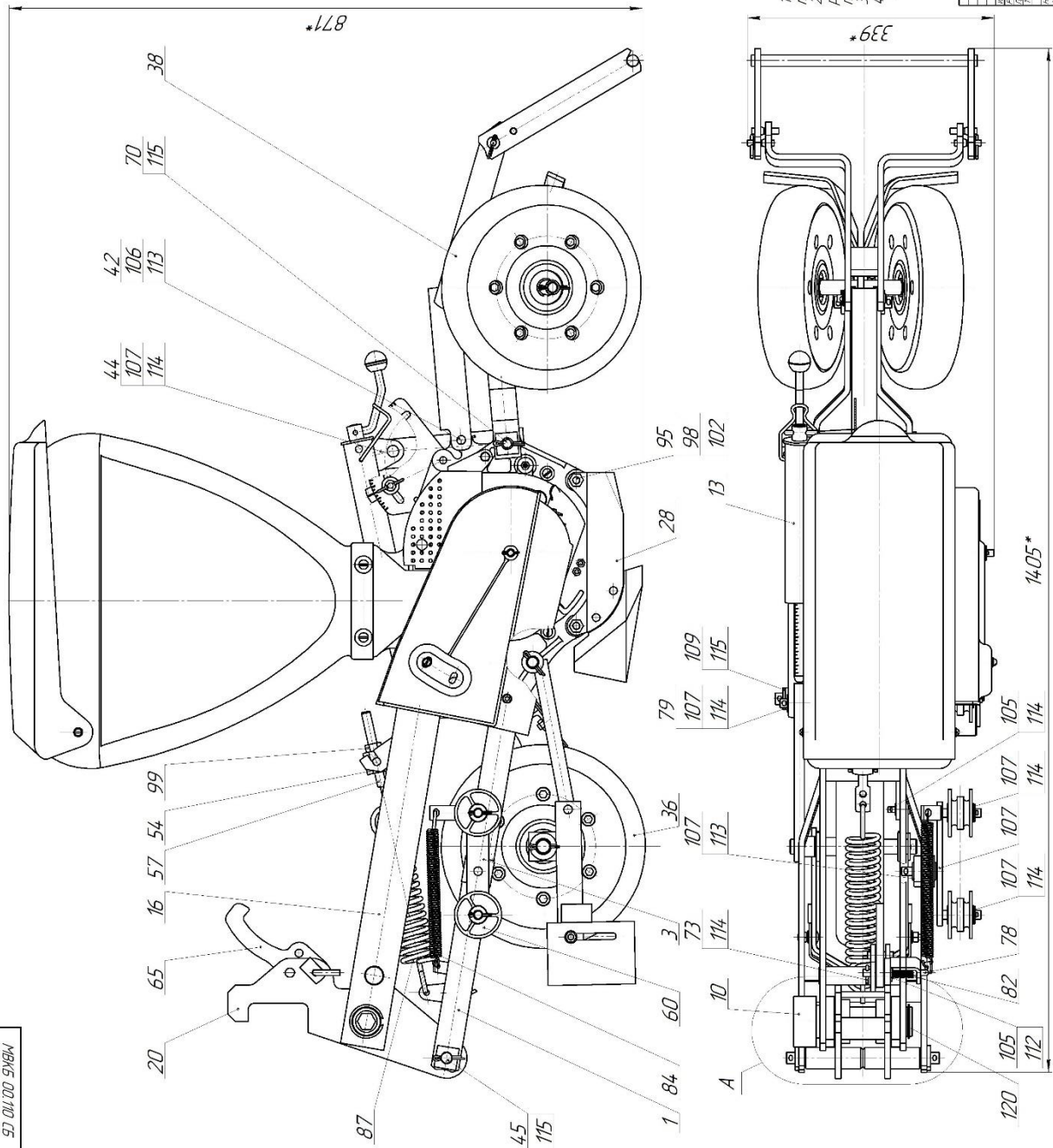
1. Нейказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 234.209 – 82.
2. При передачі сідлажки в транспортне положення колюща дистанціюється на стійки транспортного пристрою поз.18.
3. Сідлажка повинна бути пофарбована по ГОСТ 6572 – 91 емаллю АС – 182 по ГОСТ 19024 – 79.
4. Збрана і пофарбована сідлажка повинна бути одягнута на стелі на протязі 15 хв. при частоті обертання опоро-привідних коліс  $115 \text{ рад/с}$  ( $172 \text{ об/хв} \pm 10 \text{ об/хв}$ ) з встановленим механізмом передачі на середнє і максимальне передаточне відношення.
5. Тиск в шинах окремо-привідних коліс повинен складати  $0,157 \text{ МПа}$ .
6. \*Розміри для довідок.

|                |  |             |  |      |  |              |  |              |  |
|----------------|--|-------------|--|------|--|--------------|--|--------------|--|
| МВКБ 00.000.05 |  |             |  |      |  |              |  |              |  |
| Заказчик       |  | Університет |  | Мета |  | Класифікація |  | Класифікація |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |
| Виконавець     |  | МВКБ        |  | 1274 |  | 14           |  | 1            |  |

|                        |          |                |          |                  |                      |              |            |
|------------------------|----------|----------------|----------|------------------|----------------------|--------------|------------|
| Перв. примен.          | Формат   | Зона           | Поз.     | Обозначение      | Наименование         | Кол.         | Примечание |
|                        |          |                |          |                  |                      |              |            |
| Справ. №               | A1       |                |          | МВЦБ 00.110 СБ   | Складальне креслення |              |            |
|                        |          |                |          |                  | Документація         |              |            |
|                        |          |                |          |                  | Складальні одиниці   |              |            |
|                        | A4       | 1              |          | 509.046.1250     | Поводок              | 1            |            |
|                        | A4       | 3              |          | 509.046.1270     | Натяжник             | 1            |            |
|                        | A4       | 10             |          | 509.046.1440     | Опора                | 1            |            |
|                        | A4       | 16             |          | 509.046.14 90А-1 | Поводок              | 1            |            |
|                        | A4       | 20             |          | 509.046.2050А    | Кронштейн            | 1            |            |
|                        | A2       | 28             |          | МВКБ 00.120      | Сошник               | 1            |            |
|                        | A4       | 33             |          | 509.046.4 720    | Винт регулювальний   | 1            |            |
| Инд. № д.д.л.          | A2       | 36             |          | 509.046.4 750А   | Каток передній       | 1            |            |
|                        | A2       | 38             |          | МВКБ 00.140      | Прикочующий каток    | 1            |            |
| Взам. инд. №           | А0       | 40             |          | МВКБ 00.150      | Апарат висівний      | 1            |            |
|                        |          |                |          |                  |                      |              |            |
| Подп. и дата           |          |                |          |                  |                      |              |            |
|                        |          |                |          |                  |                      |              |            |
| Инд. № подл.           | Изм.     | Лист           | № докум. | Подп.            | Дата                 | МВКБ 00.110  |            |
|                        | Разраб.  | Габрилюк       |          |                  |                      | Лит.         | Лист       |
|                        | Проб.    | Артеменко      |          |                  |                      |              | Листов     |
|                        |          |                |          |                  |                      |              | 1          |
|                        | Н.контр. | Мачок          |          |                  |                      | ЦНТУ         |            |
|                        | Утв.     | Васильковський |          |                  |                      | зр. АІ-23М-1 |            |
| Секція робочих органів |          |                |          |                  |                      | Формат А4    |            |
| Копіював               |          |                |          |                  |                      |              |            |

[illegible]

[illegible]



1. Крайній момент записання деталей поз. 95 і поз. 98 – 19.23 кн 119.2.3 кгс/м.
2. Всі шарнири спряжені деталі повинні дільно рухатись одна відносно одної без згодень і перекосів.
3. \*Розміри для довідок
4. Інші технічні вимого згідно У 99 У 293-05/78447-37-255/2005

[illegible]

[illegible]



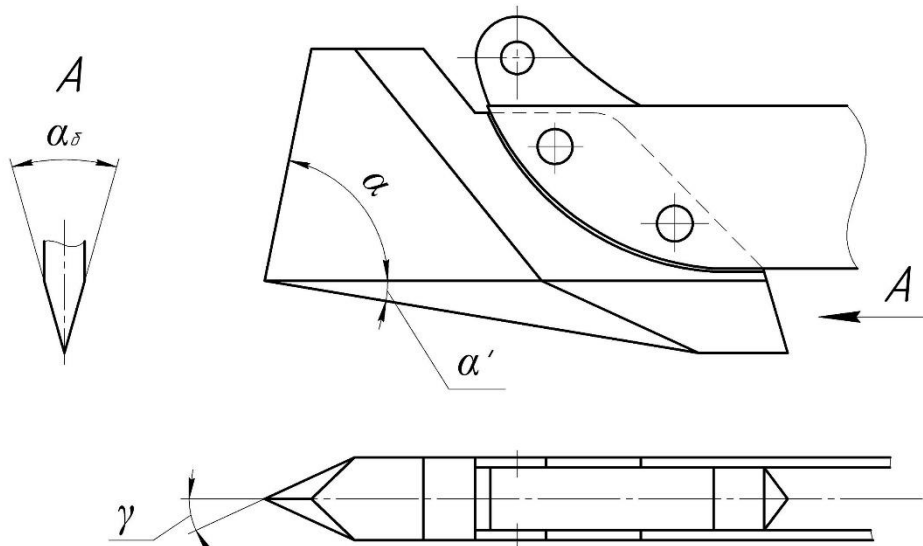
## MRKE 00001 HU

Для досягнення **мети** поставлено такі задачі:

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес роботи насіннєвого сошника просапної сівалки.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає в тому, що: встановлено закономірності впливу геометричних параметрів робочої поверхні наральника сошника на виконання процесу утворення борозни та обґрунтовано їх раціональні значення;

аналітично обґрунтовано раціональні параметри робочих елементів наральника сошника, що підвищують якість виконання технологічного процесу утворення борозни і ефективності роботи сошника в цілому.



### **Схема конструкційних складових модернізованого наральника**

|                              |  |  |  |  |  |                            |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |
|------------------------------|--|--|--|--|--|----------------------------|--|--|---------|--|--|--------|--|--|---------|--|--|
|                              |  |  |  |  |  | МВКБ 00.001 НЧ             |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |
|                              |  |  |  |  |  | Мета та задачі дослідження |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |
|                              |  |  |  |  |  |                            |  |  | Дис.    |  |  | Розкр. |  |  | Історія |  |  |
|                              |  |  |  |  |  |                            |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |
| Головний<br>Заст.<br>Техніч. |  |  |  |  |  |                            |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |
|                              |  |  |  |  |  | Ліст                       |  |  | Додаток |  |  |        |  |  |         |  |  |
| Худож.<br>Сект.              |  |  |  |  |  | —<br>ЛНТУ<br>зр. АП-234-1  |  |  |         |  |  |        |  |  |         |  |  |

## Обґрунтування параметрів удосконаленого сошника сівалки Vesta 12

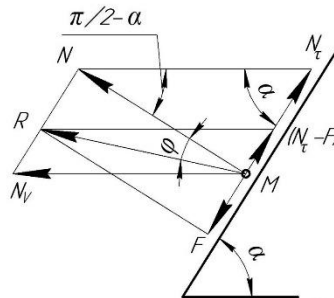


Схема взаємодії з ґрунтом передньої частини наральника  
Кут нахилу передньої частини наральника

$$\alpha \leq \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (1)$$

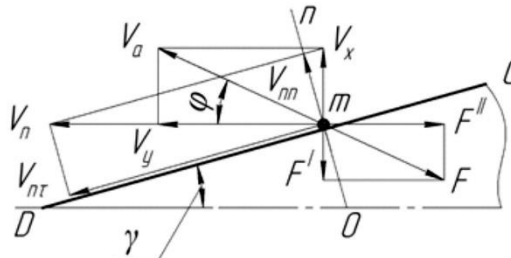


Схема взаємодії ґрунту з бічною поверхнею наральника  
в горизонтальній площині  
Дальність відкидання часток ґрунту в бік  
в горизонтальній площині

$$L = \frac{V_n^2 \cdot \sin^4 \gamma \cdot (\operatorname{ctg} \gamma - \operatorname{tg} \varphi)^2}{2 \cdot f_2 \cdot g \cos(\gamma + \varphi)} \quad (2)$$

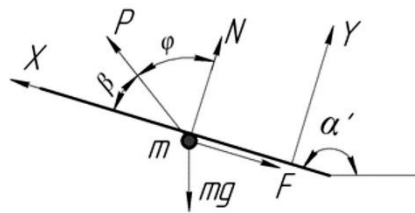


Схема взаємодії з ґрунтом передньої частини п'яти  
наральника в вертикальній площині  
Сила опору передньої частини п'яти наральника

$$P = \frac{mg \sin(\alpha' - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi)} \quad (3)$$

|                |                  |                        |         |         |
|----------------|------------------|------------------------|---------|---------|
| МВКБ 00.002 НЧ |                  |                        |         |         |
| Мова           | Українська       | Назва                  | Вид     | Вид     |
| Рівень         | Університетський | Теоретичні дослідження | Алг.    | Лінійні |
| Рік            | 2019             | Дет.                   | Лінійні | І       |
| Викладач       | Викладач         | ІНТН                   | ІНТН    | ІНТН    |
| Зміст          | Зміст            | Зміст                  | Зміст   | Зміст   |