

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н.,

\_\_\_\_\_ Сергій ЛЕЩЕНКО

\_\_\_\_\_ 2023 р.

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

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

**«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням просапного  
культиватора»**

Виконав здобувач вищої освіти \_\_ІІ\_\_ курсу,  
групи АІ-22М(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Зайцев Дмитро Олегович

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Віктор ДЕЙКУН

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Рецензент доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Володимир ЯЦУН

м. Кропивницький

[illegible]

## ЗМІСТ

| Розділ | Найменування структурних одиниць і розділів                                         | Арк. |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | Вступ . . . . .                                                                     | 5    |
| 2      | Технологічна частина. . . . .                                                       | 6    |
|        | 2.1. Аналіз технології вирощування заданої культури<br>(цукрових буряків) . . . . . | 6    |
|        | 2.2 Удосконалення технологічної карти на вирощування<br>цукрового буряка. . . . .   | 15   |
|        | 2.3. Розрахунки машинного (машинно-тракторного) агрегату. . . . .                   | 15   |
|        | 2.4. Розробка операційно-технологічної карти виконання<br>обраної операції. . . . . | 22   |
|        | 2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень. . . . .                                    | 23   |
| 3      | Наукова частина . . . . .                                                           | 24   |
|        | 3.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується. . . . .                  | 24   |
|        | 3.2. Призначення та будова знаряддя, яке модернізується. . . . .                    | 29   |
|        | 3.3 Програма і методика експериментальних досліджень. . . . .                       | 36   |
|        | 3.4. Результати експериментальних досліджень. . . . .                               | 39   |
|        | 3.5. Висновки по розділу. . . . .                                                   | 41   |
| 4      | Охорона праці . . . . .                                                             | 42   |
| 5      | Економічна частина . . . . .                                                        | 49   |
| 6      | Загальні висновки. . . . .                                                          | 50   |
|        | Список використаної літератури . . . . .                                            | 51   |
|        | Додатки . . . . .                                                                   | 53   |

## 1. ВСТУП

Цукровий буряк – надважлива технічна культура, яка є сировиною для цукрової промисловості. Агротехнічні вимоги до вирощування цукрового буряка мають дуже велике значення, оскільки вимагають специфічного підходу до їх виконання.

Під час економічної кризи у військовий час матеріально-технічна база буряківничих господарств зазнає суттєвих погіршень, що призводить до зниження врожайності цукрового буряка. Як наслідок, обмеження фінансових можливостей щодо придбання відповідної сільськогосподарської техніки, використання засобів захисту рослин і необхідних добрив, а також загального зниження рівня механізації процесів вирощування та збирання даної культури.

Проте, не приймаючи до уваги тимчасові труднощі, цукровий буряк все ще відіграє важливу роль у сільськогосподарському виробництві. Він є однією з провідних культур, оскільки вирощування його має значний вплив на економічний стан окремого господарства та галузі у цілому.

Цукровий буряк – важливе джерело сировини для цукропереробної промисловості, і попит на цукор ніколи не зменшувався. Тому вирощування цієї культури має високу економічну ефективність.

Удосконалення технології вирощування цукрового буряка із застосуванням просапного культиватора – важливий крок у механізації вирощування даної культури. При цьому значно полегшується і прискорюється робота в полі, забезпечуються необхідні агротехнічні вимоги та підвищується продуктивність.

Розробка даної роботи присвячена удосконаленню просапного культиватора при вирощуванні цукрового буряка.

## **2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

### **2.1. Аналіз технології вирощування заданої культури (цукрових буряків)**

#### **Біологічні особливості культури.**

Цукровий буряк – це рослина, яка вирощується для виробництва цукру та інших продуктів. Основні біологічні особливості цукрового буряка включають:

Рослина: Цукровий буряк – дворічна трав'яниста рослина, але в основному використовується на перший рік. У другому році рослина розвиває цвітіння та формує насіння.

Корінь: Есенційною частиною цукрового буряка є його коренеплід, який містить велику кількість цукру. Коренеплід має циліндричну або конічну форму.

Біологічні цикли: Зазвичай, цукровий буряк вирощується як однорічна культура. Від висіву до збору може пройти від 5 до 8 місяців.

Вимоги до ґрунту: Цукрові буряки висувають високі вимоги до ґрунту. Як правило, вони вирощуються на глибоких та добре дренованих ґрунтах. Важливий є також нейтральний або слабокислий рН ґрунту.

Вимоги до клімату: Цукрові буряки вирощуються в умовах помірного клімату. Вони є холодостійкими і вимагають великої кількості сонячного світла для оптимального росту.

Полив: Зазвичай цукрові буряки вимагають регулярного та рівномірного поливу, особливо під час утворення коренеплодів.

#### **Посів та збирання:**

Посів цукрового буряка відбувається весною, а збирання – в кінці літа або на початку осені. Важливо вчасно видаляти бур'яни та обробляти ґрунт.

Вегетативне розмноження: Основний спосіб розмноження цукрового буряка – насіннєвий. Використання насіння забезпечує велику гетерозисність та забезпечує однорідність у врожаї.

Врожайність та сорти: Врожайність цукрового буряка залежить від багатьох чинників, таких як сорт, умови вирощування, агротехніка. Є різні сорти цукрового буряка, які відрізняються в розмірах, формі коренеплодів та

вмісті цукру.

Загалом, успішне вирощування цукрового буряка вимагає дотримання правил агротехніки, оптимальних умов вирощування та відповідності біологічним особливостям цієї культури.

Цукрові буряки зазвичай включаються в сівозмину на полях, де вирощуються різні види сільськогосподарських культур. Це важливий аспект ведення сільського господарства, оскільки сівозміна сприяє підтримці родючості ґрунту, уникненню виникнення хвороб та шкідників та покращенню якості врожаю. Місце цукрових буряків в сівозміні може бути наступним:

1. Перший рік: попередник:

Цукрові буряки можуть бути вирощені після таких культур, як кукурудза, соя, картопля чи пшениця. Важливо враховувати потреби цукрових буряків у ґрунті та поживних залишків попередніх культур.

2. Другий рік: зернові чи зернобобові:

Після цукрових буряків вигідно вирощувати зернові культури, такі як пшениця, ячмінь або зернобобові рослини (горох, соя), щоб покращити структуру ґрунту та підвищити врожайність.

3. Третій рік: культури зеленої маси чи зернобобові:

Після зернових культур можна вирощувати культури зеленої маси, такі як люцерна або трюфель, щоб покращити структуру ґрунту та поповнити його азотом.

4. Четвертий рік: легумінози або олійні рослини:

Легумінози, такі як горох чи люцерна, можуть бути корисними для збагачення ґрунту азотом. Також можна розглядати вирощування олійних рослин, таких як соняшник чи ріпак.

5. П'ятий рік: картопля або інші овочі:

Після цього можна враховувати вирощування картоплі або інших овочів, що сприяють подальшому відновленню ґрунту та дозволяють використовувати його ресурси ефективно.

6. Шостий рік: легумінози чи зернобобові:

Знову вирощування легуміноз чи зернобобових рослин може допомогти покращити родючість ґрунту.

Це лише загальний підхід, і оптимальний план сівозміни може варіювати в залежності від конкретних умов, регіону та вимог конкретного сільськогосподарського підприємства. Важливо враховувати фактори, такі як властивості ґрунту, кліматичні умови, наявність шкідників та хвороб, а також економічні вагомості вирощуваних культур.

Система удобрення грає важливу роль у вирощуванні цукрових буряків, оскільки це впливає на їхній ріст, розвиток і врожайність. Основні компоненти, які потрібно враховувати при розробці системи удобрення для цукрових буряків, включають азот, фосфор, калій та інші макро- та мікроелементи. Ось загальні рекомендації:

#### Азот (N):

##### 1. Внесення перед посівом:

Азот є ключовим для росту листя та розвитку рослини. Часто рекомендується вносити значну частину азоту перед посівом (до 50-60% від загальної дози) для підтримки раннього росту.

##### 2. Добрива під листя:

Внесення азоту через листя може бути ефективним, особливо в період інтенсивного росту.

##### 3. Добрива у середині сезону:

Додаткові дози азоту можна вносити в середині сезону для забезпечення постійного росту і максимізації врожаю.

#### Фосфор (P):

##### 1. Внесення перед посівом:

Фосфор сприяє кореневому розвитку. Його рекомендується вносити перед посівом або взимку.

##### 2. Забезпечення постійного доступу:

Важливо забезпечити сталу доступність фосфору під час усього вегетаційного періоду, особливо на етапі утворення коренеплодів.

#### Калій (K):

##### 1. Потреба в середині сезону:

Калій важливий для формування цукрових коренеплодів. Вносять його в середині сезону, коли рослина активно формує корені.

##### 2. Постійне внесення калію:

Забезпечення постійний приплив калію під час усього сезону.

Мікроелементи:

1. Бор (B), Марганець (Mn), Цинк (Zn):

Мікроелементи важливі для фізіологічних процесів та врожайності. Їх вносять у вигляді комплексних добрив або окремо, якщо є необхідність.

Потрібно регулярно проводити аналізи ґрунту, щоб визначити рівні поживних речовин і адаптувати систему удобрення відповідно до потреб рослин.

Інші рекомендації:

Уникайте перевищення доз добрив, щоб уберегти рослини від негативного впливу і забезпечити сталий ріст.

Призначайте добрива з урахуванням погодних умов і можливостей рослин.

Використовуйте технології точного землеробства для точного розподілу добрив та оптимізації витрат.

Обробіток ґрунту перед посівом цукрових буряків важливий етап у вирощуванні цієї культури, оскільки від цього залежить якість ґрунту, рівномірність висіву та подальший розвиток рослин.

Першим кроком у вирощуванні цукрових буряків – основний обробіток ґрунту за допомогою плуга чи іншого знаряддя для видалення залишків попередніх культур та створення рівної робочої поверхні.

Після основного обробітку може бути застосований дисковий обробіток для подрібнення ґрунту і покращення його структури. Це також допомагає рівномірніше розподілити рештки рослин.

Застосування глибокої оранки може бути корисним для поліпшення дренажу ґрунту та розвитку кореневої системи цукрових буряків.

Перед посівом можна внести базові добрива, такі як азот, фосфор, та калій, щоб забезпечити рослини необхідними поживними речовинами на початку їхнього росту.

Проведення уточнюючого обробітку для створення ідеальної структури ґрунту для наступного посіву. Це може включати в себе використання грабель чи іншого обладнання.

Створення рівного і дрібного ґрунту для сівби шляхом розгладжування

грунту та створення робочої поверхні.

Важливо також контролювати рівень зволоженості ґрунту перед початком посіву. Якщо ґрунт занадто вологий, може бути варто відкласти сівбу, оскільки це може призвести до ущільнення ґрунту та затруднити розвиток кореневої системи.

Забезпечення чистоти поля від бур'янів до початку посіву включає в себе попередній обробіток гербіцидами або ручну обробку.

Після підготовки ложа проводиться посів цукрових буряків.

Ці етапи можуть варіюватися в залежності від конкретних умов, таких як клімат, тип ґрунту, рівень зволоженості, технологічні можливості та інші фактори. Перед початком робіт важливо врахувати специфічні умови поля та дотримуватися рекомендацій виробника і агротехнічних стандартів.

Підготовка та посів насіння цукрових буряків є ключовими етапами вирощування цієї культури. Нижче наведено загальний огляд процесу:

Важливо визначити оптимальний час для посіву цукрових буряків в вашому регіоні. Це може залежати від кліматичних умов і сорту цукрового буряка.

Перед посівом можна обробити насіння спеціальними препаратами для захисту від хвороб та шкідників. Це може покращити його проростання та стійкість до захворювань.

Глибина посіву залежить від умов ґрунту та клімату, але, як правило, насіння цукрових буряків сіється на глибину близько 2-4 см.

Встановіть відстань між рядами та міжряддя відповідно до рекомендацій для конкретного сорту цукрового буряка.

Впевніться, що ґрунт готовий до посіву: розгладжений, без грудок, з чистими від залишків попередніх культур рядами.

Використовуйте технології точного землеробства для рівномірного посіву та оптимізації використання насіння.

Цукрові буряки можна сіяти вручну або за допомогою механізмів для точного посіву. Важливо, щоб насіння розташовувалося на рівній глибині та з однаковим інтервалом.

Після посіву виконайте легке ущільнення ґрунту, щоб забезпечити контакт між насінням та ґрунтом. Однак, не ущільнюйте ґрунт занадто сильно,

оскільки це може ускладнити вилізання ростків.

Після посіву важливо забезпечити рівномірне та достатнє зволоження для стимулювання проростання насіння.

Регулярно оглядайте поле для виявлення будь-яких проблем або захворювань та вживайте відповідних заходів.

Застосовуйте додаткові заходи захисту від бур'янів та шкідників, якщо це необхідно.

Насіння цукрових буряків може бути чутливим до умов обробітку та посіву, тому важливо дотримуватися рекомендацій виробників та агротехнічних стандартів для максимальної ефективності вирощування.

Догляд за посівами цукрових буряків – це важливий етап вирощування цієї культури, оскільки від нього залежить якість врожаю. Ось основні аспекти догляду за посівами цукрових буряків:

Цукрові буряки вимагають стабільного зволоження, особливо під час активного росту. Важливо уникати пересушування або перезволоження ґрунту. Системи крапельного зрошення можуть бути ефективними для економії води та забезпечення рівномірного зволоження.

Регулярно контролюйте рівні поживних речовин у ґрунті та, в разі потреби, вносьте добрива для підтримки росту та формування коренеплодів. Враховуйте потреби в азоті, фосфорі, калії та інших елементах.

Постійно контролюйте поле на предмет бур'янів та вживайте заходів для їхнього усунення. Це може включати в себе ручну обробку або використання гербіцидів.

Враховуйте можливість захворювань та шкідників, які можуть впливати на цукрові буряки. Вчасно вживайте профілактичні заходи, такі як обробка фунгіцидами чи іншими засобами захисту.

Вибирайте сорти цукрового буряка, які відомі своєю стійкістю до конкретних шкідників чи захворювань у вашому регіоні.

Регулярно оцінюйте рівень врожайності та вживайте заходів для забезпечення найкращих умов для формування та зростання коренеплодів.

Слідкуйте за станом рослин, шукайте ознаки стресу, хвороб чи інших проблем. Регулярний моніторинг дозволить вам виявити проблеми на ранніх етапах та вчасно реагувати.

Якщо використовуєте системи іригації, налаштуйте їх для оптимального використання води та забезпечення рослин необхідною кількістю вологи.

Вилучайте непотрібні або хворі рослини, щоб уникнути поширення захворювань та забезпечити кращий доступ світла та поживних речовин для здорових рослин.

Робіть все можливе для підтримки розвитку здорової кореневої системи, включаючи відповідне внесення добрив та уникання ущільнення ґрунту.

Заздалегідь готуйтеся до збору врожаю, визначайте оптимальний час для збору та вживайте заходів для підготовки обладнання.

Догляд за цукровими буряками включає в себе комплекс заходів, які спрямовані на забезпечення найвищого рівня врожайності та якості продукції. Важливо реагувати на зміни у рості та розвитку рослин, вчасно вживати заходів для запобігання захворювань та шкідників, а також ефективно використовувати ресурси води та добрив.

Збирання врожаю цукрового буряка – це важливий етап, який впливає на якість та кількість виробленої продукції.

Врожай цукрового буряка зазвичай готовий до збору, коли рослини досягають повної технічної зрілості. Зазвичай це відбувається восени. Ознаки зрілості включають вицвітання та висихання верхівок рослин, а також сформованість цукрових коренеплодів.

Збирайте врожай у суху погоду для уникнення додаткового забруднення коренеплодів та для полегшення подальшої обробки. Також важливо обирати оптимальний час дня, коли коренеплоди не знаходяться в стані активної фотосинтезу.

Використовуйте відповідне обладнання для збирання цукрових буряків, таке як комбайни для викопування буряків з ґрунту.

В деяких випадках, особливо при вирощуванні цукрових буряків для власного вживання або на невеликих ділянках, збір може виконуватися вручну. Важливо використовувати рукавички для захисту від бруду та потенційних подразників.

Збирати буряки потрібно обережно, уникайте пошкодження коренеплодів. Особливу увагу слід звертати на обробку коренеплодів під час збору, так як подряпини чи ушкодження можуть призвести до швидкої втрати

соку та якості.

Після збору важливо відсортувати буряки за розміром та якістю. Здебільшого, буряки пакуються в мішки або ящики для зручності транспортування та подальшого зберігання. Також при великих площах одразу перевозяться відповідним транспортом на цукрові заводи для переробки або для зберігання в буртах для подальшого використання.

Цукрові буряки слід зберігати в сухих, прохолодних приміщеннях. Температура зберігання повинна бути приблизно 0-4°C. Висока вологість може спричинити псування буряків.

Термін зберігання цукрових буряків обмежений, тому важливо швидко та ефективно провести їх зберігання, або переробити в продукцію.

Маркуйте пакунки або ящики з цукровими буряками для легшого виявлення та контролю якості. Зберігайте всю необхідну документацію щодо умов зберігання та сорту.

При плануванні збору врожаю слід також враховувати попит та умови ринку. Спостерігайте за цінами та попитом на цукрові буряки на ринку.

Важливо дотримуватися виробничих стандартів та рекомендацій під час збирання врожаю цукрового буряка для максимізації виходу та якості продукції.

Відповідні склади агрегатів для виконання кожної операцій при вирощуванні цукрових буряків та строки їх проведення наведено в дод. А

### **Агротехнічні вимоги до просапних культиваторів**

Просапні культиватори є важливими засобами для обробітку ґрунту та підтримання його в гарному стані для вирощування рослин. Агротехнічні вимоги до просапних культиваторів можуть включати:

Культиватор повинен мати можливість налаштування глибини обробітку для різних культур та умов ґрунту.

Важливо, щоб культиватор забезпечував рівномірний обробіток ґрунту по всій ширині робочого органу.

Культиватор повинен мати систему для регулювання робочих органів в залежності від типу ґрунту та завдань.

Якщо це можливо, культиватор повинен бути сумісний з технологіями точного землеробства для ефективного використання ресурсів.

Культиватор повинен бути легким у керуванні та достатньо маневреним для зручного обробітку поля.

Забезпечення безпеки оператора та оточуючих важливо. Це включає в себе захист від аварій, правильне розташування керуючих елементів та ізоляцію небезпечних деталей.

Конструкція культиватора повинна бути надійною, і його деталі мають бути стійкими до зносу та корозії.

Важливо, щоб культиватор був сумісним із сучасними тракторами і відповідав їхнім технічним характеристикам.

Ефективність використання енергії важлива. Культиватор повинен витрачати мінімум енергії на одиницю обробленої площі.

У культиваторів можуть використовуватися гідравлічні системи для регулювання тиску та глибини обробітку.

Культиватор повинен бути адаптований до різних типів ґрунту, та здатний працювати в різних кліматичних умовах.

Легкий доступ до деталей для обслуговування та ремонту робить використання культиватора більш зручним.

Ці агротехнічні вимоги визначають ефективність та безпеку використання просапних культиваторів у сільському господарстві.

## **2.2 Удосконалення технологічної карти на вирощування цукрового буряка**

Удосконалення технологічної карти вирощування цукрового буряка може допомогти підвищити врожайність та оптимізувати витрати.

Нами пропонується застосувати технологічну карту вирощування цукрових буряків, яку розроблено з урахуванням досягнень науки і техніки, досвіду роботи бурякосійних сільськогосподарських підприємств, стану техніко-технологічного забезпечення сільгоспвиробника та прогнозованих покращень в близькій перспективі з урахуванням вимог ресурсозбереження і екологічного захисту довкілля.

## **2.3. Розрахунки машинного (машинно-тракторного) агрегату.**

### **Умови роботи.**

Вихідні умови роботи агрегату у складі енергетичного знаряддя та просапного культиватора:

Агрофон: важкий ґрунт, питома стійкість ґрунту – 1,8 кН/м.

Кут підйому – 3%.

Площа ділянки, на якій виконується операція – 70 га.

Ширина між рядками – 45 см.

Вибір складу машинно-тракторного агрегату для виконання операцій у сільському господарстві має велике значення для досягнення оптимальних результатів. Узгоджений та добре підібраний склад МТА дозволяє максимально використовувати потенціал агрегату, забезпечуючи ефективність, продуктивність і економічність в сільському господарстві.

Провівши аналіз технологічної карти на вирощування досліджуваної культури (цукрові буряки) і приймаючи до уваги умови роботи, для виконання заданої операції обираємо агрегат: трактор МТЗ-80 і просапний культиватор КРН-5,6). Агрегат працюватиме з агротехнічною швидкістю в межах  $V_p=4...7$  км/год.

Оптимальний вибір передачі залежить від конкретних умов роботи, індивідуальних характеристик обладнання та потреби в ефективності та витратах палива. При визначенні робочих передач та зусилля на гаку при виконанні операції, враховуємо деякі ключові фактори, такі як характеристики операції, вага або опір агрегату, тип передач та характеристики трактора

$$V_{\text{т}}^{\text{III}}=7,24 \text{ км/год} \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{III}}=14,0 \text{ кН}$$

$$V_{\text{т}}^{\text{IV}}=8,90 \text{ км/год} \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}}=14,0 \text{ кН}$$

З урахуванням величини підйому, тягове зусилля енергетичного засобу на 3-й і 4-й передачах буде:

$$P_{\text{гак}}=P_{\text{н.гаку}}-G_{\text{трактора}}i$$

де  $P_{\text{н.гаку}}$  – номінальне тягове зусилля на передачах 3 і 4;

$G_{\text{трактора}}$  – маса енергетичного засобу, кН;

$i$  – розмір підйому,  $i=0,03$ .

Тоді,

$$P_{\text{гак}}^{\text{III}}=14,0-36,4\cdot0,03=12,9 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}}=14,0-36,4\cdot0,03=12,9 \text{ кН}$$

На передачах 3 і 4 максимальна ширина захвату:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}$$

$K$  – питома протидія ґрунту,  $K=1,4$  кН/м,

$R_i$  – додаткова протидія агрегату при подолання підйому, кН/м.

Додаткова протидія при подоланні агрегатом підйому:

$$R_1 = \frac{G_M}{B_K} \cdot i$$

де  $G_M$  – маса просапного культиватора,  $G_M=13,0$  кН;

$B_K$  – установча ширина захвату просапного культиватора,  $B_K=5,6$  м;

$$R_1 = \frac{13,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,069 \text{ кН/м}$$

$$B^{\text{III}}_{\max} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

$$B^{\text{IV}}_{\max} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

Кількість культиваторів в агрегаті

$$n = \frac{B_{\max}}{B}$$

$$n^{\text{III}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

$$n^{\text{IV}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

Приймаємо по одному культиваторі при роботі на обох передачах .

Тягова протидія агрегату при такому виборі

$$R_a = (K + R_i) B_K R_K, \text{ кН}$$

$$R^{\text{III}}_a = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

$$R^{\text{IV}}_a = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

Числовий показник коефіцієнту використання тягового опору:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_a}{P_{\text{гак}}}$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

Змінний виробіток агрегатом, га/зм

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату у складі енергетичного засобу та просапного культиватор, м.,

$$B_p = B_k \beta$$

де  $B_k$  – установча ширина захвату,

$\beta$  – числовий показник коефіцієнту використання ширини агрегату:

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

$V_p$  – робоча швидкість переміщення агрегату;

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

де  $V_m$  – теоретична швидкість переміщення агрегату, км/год.;

$\delta$  – числовий показник коефіцієнту пробуксовування,

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

$$V_p^{\text{III}} = 7,24 \cdot \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год}$$

$$V_p^{\text{IV}} = 8,9 \cdot \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год}$$

$T_p$  – чистий робочий час на виконання операції по обробітку міжрядь, год.;

$$T_p = T_{\text{зм}} \tau$$

$T_{\text{зм}}$  – час зміни на операції по обробітку міжрядь,  $T_{\text{зм}} = 7$  год.;

$\tau$  – числовий показник коефіцієнту використання часу зміни

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{III}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм.}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{IV}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм}$$

Загальні витрати пального на виконання операції по обробітку міжрядь

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}$$

де  $Q_{\text{зм}}$  – сума витрат пального за зміну, кг,

$$Q_{\text{зм}} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \text{ кг/год.};$$

де  $Q_p$ ,  $Q_x$ ,  $Q_3$  – погодинні витрати пального при робочих та холостих ходах і працюючому двигуні енергетичного засобу;

$t_k$ ,  $t_3$  – час робочих ходів та зупинок, коли двигун енергетичного засобу працює, год.

Коли приймемо  $t_k = t_3$ , то отримаємо:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{\text{зм}} - T_p}{2}$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год}$$

Якщо  $\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = 0,79$  (передача 3), то матимемо:  $Q_p = 15,4$  кг/год.;  $Q_x = 9,7$  кг/год.;  $Q_3 = 1,9$  кг/год.

Якщо  $\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = 0,79$  (передача 4) то матимемо:  $Q_p = 16,7$  кг/год.;  $Q_x = 11,4$  кг/год.;  $Q_3 = 2,6$  кг/год.

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{15,4 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{19,9} = 4,07 \text{ кг/га}$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{III}} = \frac{16,7 \cdot 5,6 + 11,4 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{24,5} = 4,2 \text{ кг/га}$$

**Висновок.** При виборі передачі для міжрядного обробітку у складі трактора МТЗ-80 і просапного культиватора КРН-5,6, враховуємо відношення між тяговими зусиллями та швидкістю, які може надати трактор у різних передачах.

На 4-й передачі може збільшитися тягове зусилля, що дозволяє трактору легше подолати опір ґрунту та робочого інструменту.

Якщо на 4-й передачі трактор може забезпечити необхідне тягове зусилля при більшій швидкості, це може призвести до оптимального використання тягової сили, трактор буде працювати більш ефективно та з меншими витратами палива на одиницю оброблюваної площі.

Вища швидкість на 4-й передачі може також призвести до більшої продуктивності, оскільки трактор може швидше проходити між рядами і виконувати обробіток.

Тому агрегат для міжрядного обробітку буде працювати на 4-й передачі, додатковою обираємо передачу 3.

Підготовка агрегату. що складається з трактора МТЗ-80 і просапного культиватора КРН-5,6, для міжрядного обробітку, включає в себе декілька етапів підготовки.

Перед кожним використанням та сезоном перевірте технічний стан трактора та культиватора. Впевніться, що всі частини в гарному стані і не потребують ремонту або заміни.

Встановіть необхідну глибину обробітку на культиваторі відповідно до ваших сільськогосподарських завдань та властивостей ґрунту.

Визначте оптимальні передачі на тракторі для міжрядного обробітку. Зазвичай використовуються середні та низькі передачі для забезпечення необхідного тягового зусилля.

Перевірте рівень та якість мастила в культиваторі та тракторі. Додайте або замініть, якщо потрібно.

Встановіть необхідний тиск на ґрунт на основі характеристик вашого поля та виду роботи, щоб уникнути ущільнення ґрунту.

Переконайтеся, що всі робочі органи культиватора (лапи, диски і т.д.) в гарному стані та правильно змонтовані.

Підготовка трактора до роботи:

Перевірте рівень пального, систему охолодження та інші системи трактора перед роботою.

Проведіть тестовий запуск та короткий тест в робочих умовах для перевірки ефективності та налагодження обладнання.

Уважно спостерігайте за якістю обробітку під час перших кількох ходів, і вносьте корективи, якщо необхідно.

Регулярно перевіряйте та обслуговуйте обладнання під час робочого сезону, виконуючи потрібні регулювання та заміни деталей.

Важливо дотримуватися рекомендацій виробників та забезпечити правильне обслуговування обладнання для досягнення максимальної

продуктивності та тривалості служби.

Підготовка поля до міжрядного обробітку передбачає наступне:

Визначте стан ґрунту, його структуру, вологість та інші важливі характеристики. Це допоможе вам підготуватися до роботи і вибрати оптимальні налаштування для обладнання.

Визначте і видаліть перешкоди, що можуть заважати роботі обладнання.

Встановіть оптимальну глибину обробітку для вашого виду ґрунту та вимог культури.

Розрахуйте і встановіть оптимальну робочу ширину для вашого культиватора. Це може бути важливим для ефективного використання обладнання та збереження енергії.

Визначте ширину та відстань між рядами культур. Це важливо для точного налаштування культиватора.

Встановіть оптимальний тиск на ґрунт відповідно до характеристик вашого поля і культиватора. Це може включати регулювання тиску в шинах трактора або використання спеціальних коліс.

Перед тим, як почати роботу на великих ділянках, проведіть тестовий обробіток на невеликій ділянці, щоб переконатися, що все працює правильно.

Ці етапи можуть змінюватися в залежності від конкретних умов і вимог вашого поля. Важливо враховувати властивості ґрунту, тип культури та конкретні характеристики вашого обладнання при підготовці до роботи.

Спосіб руху агрегату на ділянці – безпетльовий з перекриттям.

Контроль якості роботи при міжрядному обробітку є критичним етапом для досягнення оптимальних результатів та забезпечення ефективності. Для контролю якості при використанні культиватора в міжрядді потрібно:

Визначити, наскільки рівномірно культиватор обробляє всю ширину міжрядь. Перевірити, чи немає пропусків або перекриття в роботі.

Визначити, чи відповідає глибина обробітку вимогам для вашого виду культури. Використовувати необхідні інструменти вимірювання для точної оцінки глибини.

Регулярно перевіряти стан робочих органів культиватора. Забезпечити їх гостроту, справність та заміну, якщо це необхідно.

Перевірте, чи робоча ширина культиватора відповідає заданій ширині та

величини міжрядь культури.

Визначте, наскільки ефективно культиватор працює зв міжряддях без пошкоджень культурних рослин. Переконайтеся, що культиватор рухається вздовж рядів культур, а не по них, для уникнення пошкоджень рослин.

Визначте висоту гребенів, які розпушують ґрунт. Вона повинна відповідати вимогам для збереження вологи та структури ґрунту.

Слідкуйте за витратами палива під час роботи культиватора. Великі відхилення можуть свідчити про неефективність роботи.

Контролюйте температуру двигуна трактора. Перегрів може вказувати на неправильні налаштування чи неефективну роботу.

Ці кроки забезпечують високу якість обробітку та ефективність використання культиватора в міжрядді.

## **2.4. Розробка операційно-технологічної карти виконання обраної операції**

У базовій технології вирощування цукрових буряків, якою користувалися в господарстві, для міжрядного обробітку посівів використовувалася ручна праця або культиватори КРН-4,2. Це потребувало значної затрати праці та робочого часу і мало низьку продуктивність праці при вирощування культури.

Для міжрядного обробітку цукрових буряків обираємо культиватор КРН-5,6 (переобладнавши його для роботи з міжряддями 45 см), який в порівнянні з культиватором КРН-4,2 має більшу ширину захвату і якісніше обробляє посіви культури.

## **2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.**

Проаналізувавши технологію вирощування цукрових буряків за базовою технологічною картою, нами було запропоновано внести наступні зміни.

Для міжрядного обробітку цукрових буряків обрано просапний культиватор КРН-5,6 з переобладнанням його для роботи з міжряддями 45 см з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив.

Це дасть можливість якісніше обробляти посіви та буде економічно вигідним, тому що одночасно виконуватимуться дві операції.

Ефективність запропонованого удосконалення можна отримати шляхом

проведення лабораторних або польових випробувань та виконання досліджень. Тому ми на основі зроблених висновків формулюють наступне:

**Мета дослідження:** підвищення ефективності застосування гранульованих мінеральних добрив, внесених при підживленні рослин під час проведення міжрядного обробітку

**Задачі.** Вивчити основні фізико-механічні властивості гранульованих добрив.

**Об'єкт дослідження:** процес подрібнення та транспортування мінеральних добрив від дозуючого апарата до тукового сошника.

**Предмет:** конструкція та параметри пружинного шнека.

### 3. НАУКОВА ЧАСТИНА

#### 3.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.

У сучасному землеробстві використовують культиватори для суцільного обробітку ґрунту або обробітку міжрядь, розпушення ґрунтів при допосівній підготовці, для ліквідації бур'янів, догляду за парами, підживлення культурних рослин.

Культиватори за призначенням поділяються на парові, просапні, універсальні та спеціальні. Класифікація та тип культиваторів наведені на рис. 3.1.

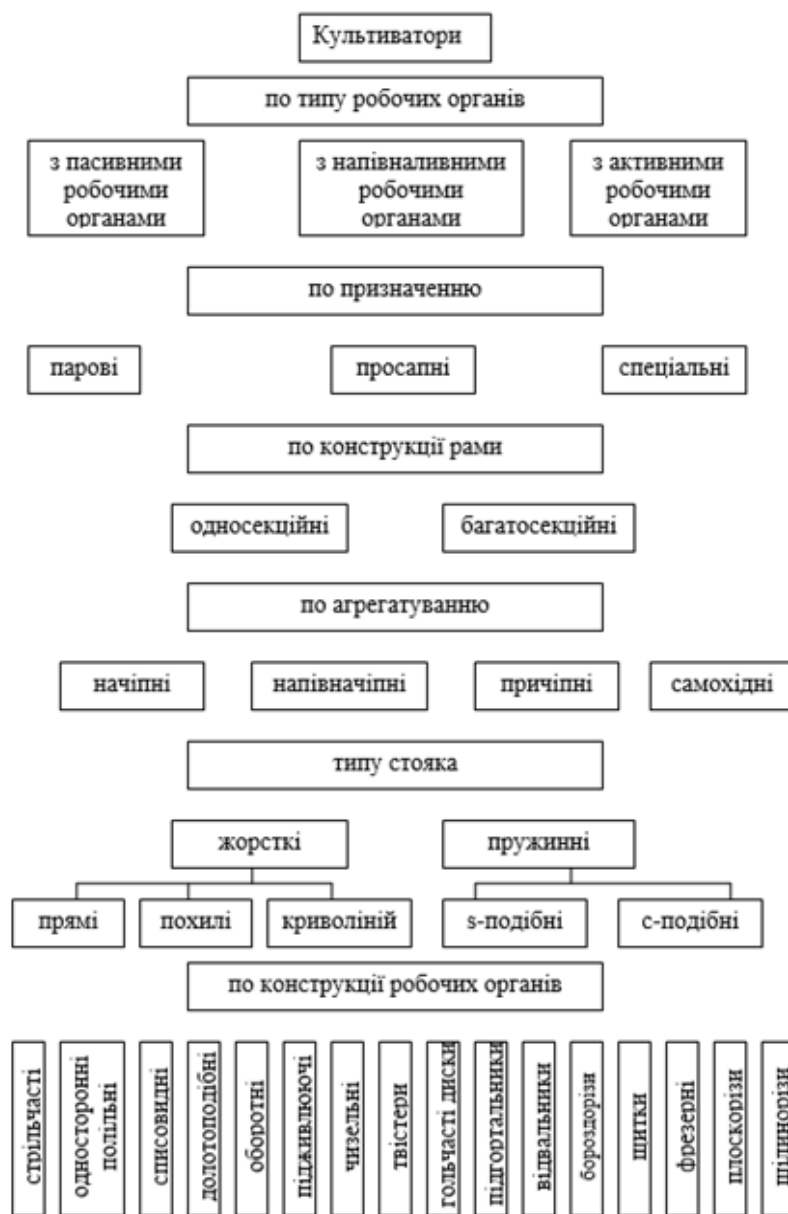


Рис. 3.1 Класифікація культиваторів

Культиватори розрізняють: за типом робочих органів, за призначенням, за конструкцією рам, за типом агрегування, за типом стояка (рис. 3.1). Найбільш поширені культиватори за конструкцією робочих органів, це пов'язано з

характером їхньої роботи на різних за складом ґрунтах.

### Огляд сучасних просапних культиваторів

Універсальний культиватор для просапних культур Gaspardo HL 8×70 використовують для знищення бур'янів на посівах кукурудзи, соняшників, буряків, сої, городніх культур, а також для розпушення ґрунту та одночасного внесення добрив (рис 3.2).



Рис. 3.2. Культиватор міжрядний для просапних культур  
Gaspardo HL 8×70 (Італія)

Культиватор простий та міцний за конструкцією, має підвищену продуктивність, може бути використаний на роботі з різними відстанями у міжряддях. Система розподілу добрив у культиваторі Gaspardo HL 8×70 дає можливість досить точно дозувати добрива, має легке регулювання, та низьке пошкодження гранул.

Просапний культиватор GALILEO (рис. 3.3) використовують для обробітку міжрядь будь-яких культур на полях з різних рельєфами.



Рис. 3.3. Міжрядні просапний культиватор GALILEO

Лінійки культиваторів GALILEO оснащуються різними варіантами для робочих елементів, існує можливість локалізації добрив при використанні спеціального розподільника.

Для обробітку ґрунту просапних культур з міжряддями 45 см на різних стадіях зростання посівів ефективно використовується культиватор УСМК-5,4 (рис. 3.4), який має функцію розподілу сухих добрив. Його застосування дає можливість якісного догляду за посівами: розпушення міжрядь, забезпечення доступу вологи, повітря, поживних речовин до кореневої системи культурних рослин; нарізання наливних борозен; внесення добрив та перемішування їх із ґрунтом, видалення паростків бур'янів.



Рис. 3.4. Культиватор УСМК-5,4 (з підживленням рослин)

Для міжрядного обробітку посівів з одночасним внесенням мінеральних добрив використовується культиватор John Deere 825 (рис. 3.5). Проста та надійна конструкція культиватор максимально спрощує процес подальшого використання та обслуговування.



Рис. 3.5. Культиватор John Deere 825

Просапний культиватор Hatzenbihler (рис. 2.6) (Австрія).



Рис. 3.6. Культиватор просапний (Hatzenbihler)

У культиваторі застосовано технологію високоточної культивації без застосування гербіцидів та внесення рідких добрив.

Для проведення міжрядного обробітку культур з міжряддям 40-45 см у всіх фазах розвитку рослин використовують просапний культиватор "SKR" (рис. 3.7). Одна з переваг даного знаряддя – у можливості швидкого і нескладного перенастроювання під виконання інші операції для інших культур.



Рис. 3.7. Просапний культиватор "SKR" (Hatzenbichler)

Для догляду за посівами кукурудзи, соняшнику, сої, буряків використовують просапний культиватор A3Tech FIGHTER (рис. 3.8) з системою внесення добрив чи гербіцидів та системою точного розміщення по в рядках із шириною міжрядь 30-75 см.



Рис. 3.8. Просапний культиватор A3Tech FIGHTER

Культиватора КНРФ 5.6-06 (рис. 3.9) використовується для міжрядного обробітку посівів просапних культур з одночасним внесенням рідких комплексних добрив.



Рис. 3.9. Культиватор КНРФ 5.6-06

Проаналізувавши ряд просапних культиваторів вітчизняних та зарубіжних виробників та виходячи з умов завдання на виконання магістерської роботи для подальшого дослідження обираємо культиватор КРН-5,6.

### **3.2. Призначення та будова знаряддя, яке модернізується**

Начіпний культиватор КРН-5,6 є агрегатом, який використовується для міжрядного обробітку ґрунту в сільському господарстві.

Основні характеристики та можливості цього обладнання:

#### **1. Тип роботи:**

КРН-5,6 призначений для обробітку міжрядь між рослинами в посадках. Він може використовуватися для розпушування та підготовки ґрунту перед посівом або під час вегетаційного періоду.

#### **2. Кількість рядів:**

Зазвичай цей культиватор має 5 або 6 рядів робочих органів, що дозволяє ефективно обробляти великі площі.

#### **3. Робочі органи:**

Культиватор оснащений робочими органами, такими як лапи або диски, які розпушують та розгладжують поверхню ґрунту.

#### **4. Регульована глибина обробітку:**

Висоту робочих органів можна регулювати, що дозволяє вам встановлювати потрібну глибину обробітку в залежності від ваших потреб та

умов ґрунту.

#### 5. Гідравлічне регулювання:

Деякі моделі можуть мати гідравлічне регулювання глибини обробітку, що полегшує використання та налаштування обладнання.

#### 6. Можливість підключення до трактора:

КРН-5,6 зазвичай призначений для тракторів певної потужності. Призначений для тягового підключення.

#### 7. Використання в сівозміні:

Міжрядний культиватор може бути використаний в сівозміні для знищення бур'янів та підтримки структури ґрунту.

#### 8. Витрати палива та продуктивність:

Витрати палива та продуктивність можуть залежати від умов роботи, глибини обробітку та інших факторів.

Перед використанням важливо вивчити інструкції виробника та забезпечити правильну підготовку та обслуговування обладнання.

Культиватор КРН-5,6 (рис. 3.11) – начіпне знаряддя, яке складається з бруса, на якому закріплені наступні вузли: замок автозчіпки, несучі колеса (2 шт.), секції робочих органів і транспортний пристрій.

Додаткові робочі органи: диски ротаційні голчасті, прополювальні борінки, аричніки, підгортачі, лапи-палички і щитки-будиночки для захисту рослин від присипання ґрунтом під час роботи на швидкостях 8-9 км/год [2].

Культиватор з основним набором робочих органів може виконувати різноманітні операції:

##### 1. Розпушування ґрунту:

Робочі органи культиватора застосовуються для розпушування ґрунту, роблячи його більш роздільним і дозволяючи корінням рослин краще проникати в глибші шари.

##### 2. Подрібнення залишків рослин:

Якщо знаряддя оснащене лапами, дисками чи іншими робочими органами, вони можуть подрібнювати залишки попередніх рослин та бур'янів, допомагаючи у їхньому розкладанні.

##### 3. Боротьба з бур'янами:

Культиватори оснащені спеціальними робочими органами, які допомагають в боротьбі з бур'янами, знищуючи їх або витягуючи з ґрунту.

#### 4. Формування гребенів:

Робочі органи можуть формувати високі гребені чи борозни в ґрунті. Це може бути важливо для створення оптимальних умов для наступного посіву.

#### 5. Підготовка ложа для посіву:

Культиватор може готувати ложе для посіву, створюючи оптимальні умови для розміщення насіння та підготовки ґрунту для вирощування рослин.

#### 6. Внесення добрив:

Культиватори можуть бути обладнані системою для внесення добрив безпосередньо в ґрунт, що допомагає у підживленні рослин.

#### 7. Створення водостійкого шару:

Робочі органи можуть створювати водостійкий шар, що допомагає утримувати вологу в ґрунті.

#### 8. Подолання зсувів ґрунту:

Культиваторів можуть долати ерозію та зсув ґрунту, створюючи структуру, яка утримує вологу.

Завдання, яке виконує культиватор, може бути визначене конкретними робочими органами та налаштуваннями, а також завданнями, які вам потрібно виконати на вашій ділянці.



Рис. 3.11. Культиватор просапний КРН-5,6  
(загальний вигляд з підживлюючим пристосуванням)

За допомогою допоміжних органів культиватор КРН-5,6 може підгортати рослин та вносити мінеральні добрива.

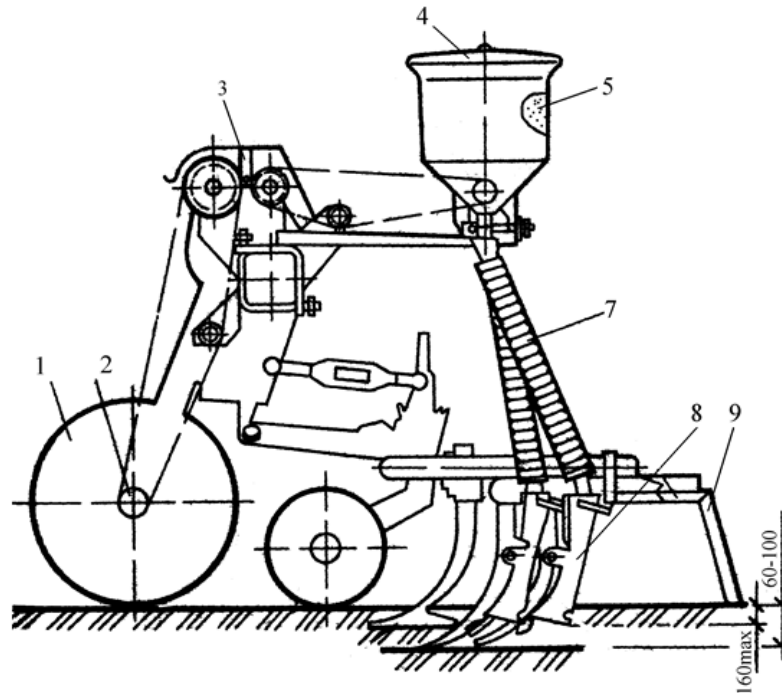


Рис. 3.12. Схема культиватора з підживлюючим пристроєм: 1 – колесо несуче; 2 – зірочка; 3 – механізм передач; 4 – туковисівальний апарат; 5 – туки; 6 – секція робочих органів; 7 – тукопровід; 8 – раструб ножа.

### Туковисівний апарат

Туковисівний пристрій є важливою частиною сільськогосподарського знаряддя, спроектованого для внесення гранульованих або пилоподібних добрив в ґрунт. Основна функція цього пристрою – точне і рівномірне розподілення добрив на задану глибину для оптимального вирощування культурних рослин.

Основні компоненти туковисівного пристрою можуть включати:

1. Туковисівний апарат (АТП-2) (рис. 3.13) – пристрій для дозування добрив і їхнього рівномірного розподілу в ґрунті. Зазвичай, цей апарат має механізм для подачі точно виміряних порцій добрив.

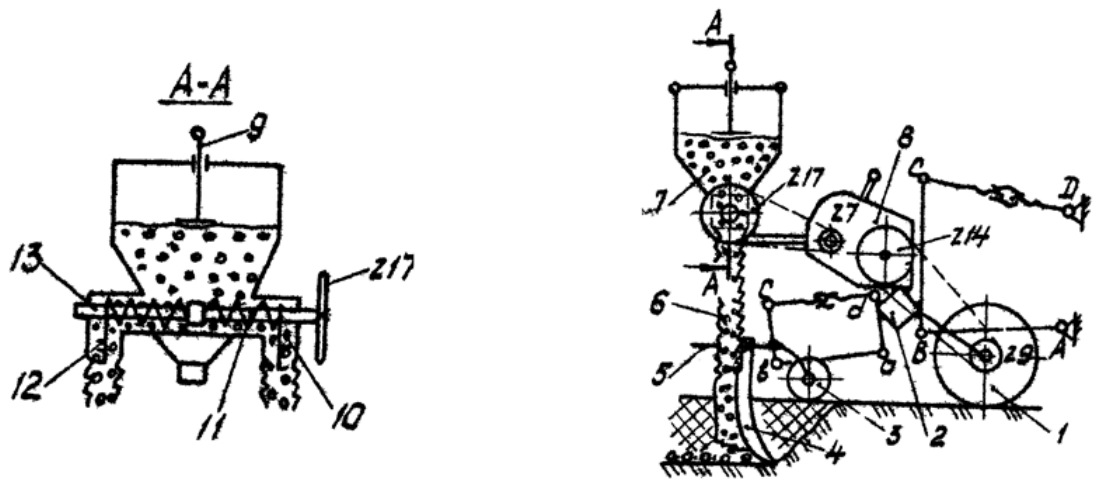


Рис. 3.13. Туковисівний пристрій культиватора КРН-5,6: ABCD – начіпка культиватора; abcd – чотирьохланковий механізм секції культиватора;  
 1 – опорно-приводне колесо; 2 – рама (брус) культиватора; 3 – копіруюче лесо секції; 4 – підживлювальний ніж; 5 – гряділь секції; 6 – тукопровід;  
 7 – бункер туковисівного апарата АТП-2; 8 – коробка (механізм) передач;  
 9 – показчик рівня туків у бункері; 10 – лійка; 11 – висіваючий механізм;  
 12 – розсіювач; 13 – вал висіваючого механізму.

2. Механізм привода. Відповідає за рух туковисівного апарата і подачу добрив в ґрунт. Привід може бути механічним чи гідравлічним, залежно від конструкції.

3. Тукопроводи. Служать для транспортування добрив від туковисівного апарата до робочих органів, які вносять їх в ґрунт.

4. Загортаючі (підживлюючі) робочі органи. Це робочі елементи, які вносять добрива в ґрунт. Вони можуть мати форму ножів або лопатей і розташовуватися за туковисівним апаратом.

Основні завдання туковисівного пристрою включають точне дозування добрив, їх транспортування та рівномірне внесення в ґрунт на визначену глибину. Це допомагає в оптимальному підживленні рослин, що ростуть на оброблюваній ділянці.

Туковисівний апарат має кілька переваг.

1. Точне дозування:

Туковисівний апарат дозволяє точно дозувати добрива, що є ключовим для забезпечення оптимального живлення рослин.

2. Ефективність використання добрив:

Добрива розподіляються рівномірно в ґрунті, що допомагає у зменшенні

втрат і підвищує ефективність їх використання.

### 3. Можливість регулювання глибини внесення:

Багато туковисівних апаратів дозволяють регулювати глибину внесення добрив, що важливо для відповідності вимогам конкретної культури та ґрунту.

### 4. Автоматизація процесу:

Туковисівний апарат може бути інтегрований в автоматизовані системи керування, що дозволяє автоматично керувати процесом внесення добрив на основі певних параметрів.

### 5. Можливість використання різних типів добрив:

У залежності від конструкції, туковисівний апарат може бути придатний для внесення різних типів добрив, включаючи гранульовані і пилоподібні, грудкуваті, злежані та з підвищеною вологістю

### 6. Підвищення врожайності:

Забезпечення рівномірного та оптимального живлення рослин сприяє підвищенню їх врожайності та якості.

### 7. Економія часу та ресурсів:

Автоматизація та точне дозування допомагають зекономити час та зменшити витрати добрив, покращуючи ефективність робіт.

Позитивна якість такого апарату – це надійне виконання технологічного процесу, а недоліками являються складність конструкції, подача добрив у лійку не суцільним потоком, а порціями, тобто пульсуючий висів добрив, а саме, дрібної фракції, трудомісткість регулювання, забивання вивантажувального отвору грудочками із добрив.

Мінеральні добрива – це аморфна маса, через контакт з вологою із атмосфери, вони можуть збиваються в грудки, що негативно впливає на якісні показники роботи туковисівного апарату.

Для забезпечення однорідності фракцій добрив та ліквідації грудочок до конструкції туковисівного апарату у тукопроводі встановлено розсіювачі, які знаходяться в лійках апарату.

Для усунення вказаних недоліків нами запропоновано додатково застосувати на валу шнеків пружини зі зворотною навивкою (рис. 3.14). Вони матимуть більший крок, менший діаметр та будуть навиті безпосередньо на валу висівного апарату. Це дасть змогу подрібнювати грудочки мінеральних

добрив і якісніше підготувати матеріал для внесення. Це покращить рівномірність висіву добрив, і відповідно забезпечить підвищення врожайності.

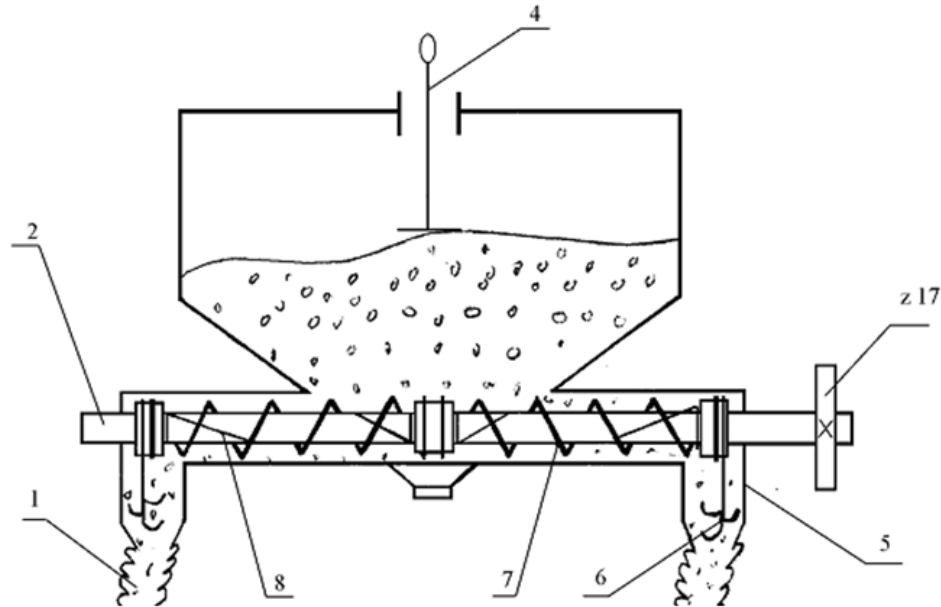


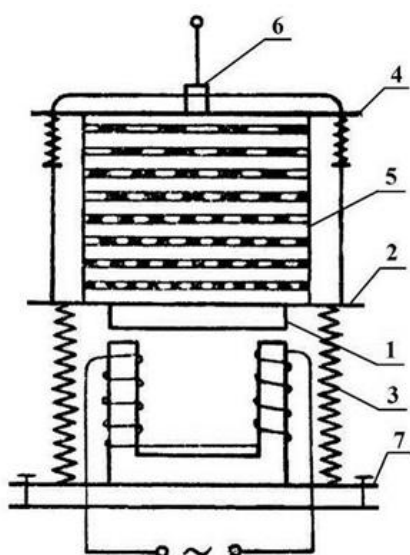
Рис. 3.14. Модернізований туковисівний апарат АТП-2.

Висівний апарат із запропонованим вдосконаленням функціонує наступним чином: грудочка добрив розтирається, потрапивши на витки пружинних шнеків з різною навівкою. Вивантаження добрив відбувається за рахунок значно вищої активності більшого шнека та різного кроку та діаметру витків використовуваного дроту на шнеках.

### 3.3 Програма і методика експериментальних досліджень

В якості **об'єкта дослідження** обрано гранульовані мінеральні добрива (ДСТУ 7881:2015).

Фракційний склад визначали за методикою просівання фракцій добрив через щілини решітного класифікатора. Було використано вібраційний решітний класифікатор РКФ-1 (рис. 3.15). Він призначений для аналізу розмірів і характеристик гладкості складу суміші за шириною та товщиною (в 1-ому випадку використовуються сита з круглими отворами, а в 2-ому – з подовгими) (рис. 3.15, б).



а



б

Рис. 3.15. Вібраційно-решітний класифікатор РКФ-1:

а – функціональна схема; б – набір решіт.

1 – якір; 2 – нижній диск; 3 – спіральні пружини (3 шт.) 4 – верхній диск;  
5 – набір лабораторних решіт; 6 – ексцентрик; 7 – платформа

Через підбір необхідної напруги живлення обмотки електромагніту за допомогою автотрансформатора (ЛАТР-2) змінювалася амплітуда коливань.

Маса мінеральних добрив визначалася на електричних терезах KERN EMB 600-2 стандартним методом прямого зважування (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Загальний вигляд електричних терез KERN EMB 600-2.

Даний прилад визначає вагу предметів з точністю 0,01 г експрес-методом. Це дозволяє вважати результати зважування достовірними.

Зразки мінеральних добрив (рис. 3.17), які використовувались в процесі

експериментальних досліджень, відбирались методом стандартного відбору проб із загальної маси.

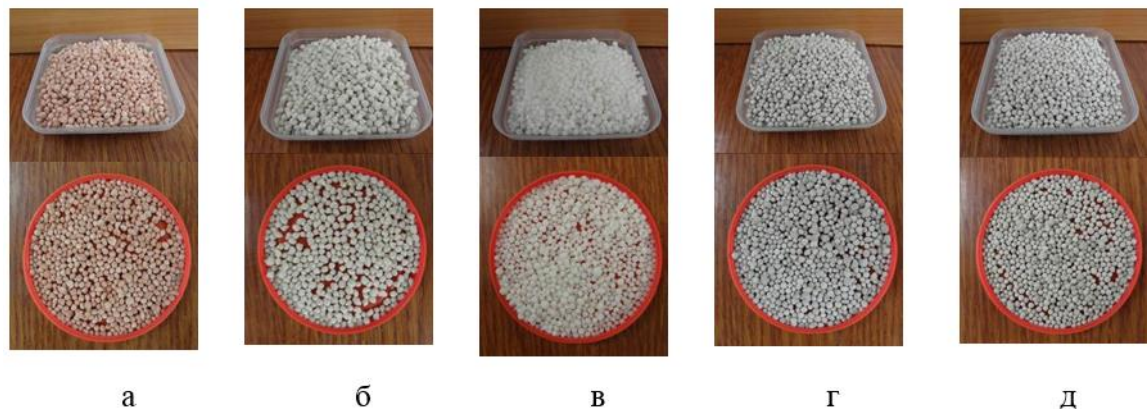


Рис. 3.17. Зразки мінеральних добрив, для яких встановлювалися аеродинамічні та фракційні характеристики (діаметр часток 2-3 мм):  
а – хлористий калій, б – діамофос, в – аміачна селітра, г – нітроамофос,  
д – суперфосфат.

Для визначення об'ємної маси мінеральних добрив використовуємо ваговий спосіб за стандартною методикою. Мінеральні добрива при цьому завантажуються у ємність певного об'єму, тоді зразок зважується на електронних вагах. Проводимо дослід з п'ятикратною повторністю, потім визначаємо середнє значення.

Дослід проводимо з п'ятикратною повторюваністю, визначаючи середнє значення. Ваговим способом за класичною методикою визначаємо вагу однієї гранули. При цьому відраховуємо 100 гранул добрив одного діаметру. Потім проводимо зважування навіски та визначаємо вагу однієї гранули.

#### **Визначення коефіцієнту тертя та загальної вологості суміші добрив**

Досліди по визначенню коефіцієнту тертя гранул добрив по поверхні проводимо у п'ятикратній повторності приладом, який запропонував В.О. Желіговський (рис. 3.18). Кут тертя ковзання визначаємо як  $\varphi = \arctg f$ .

Кут установки площини змінювався має межі 15, 25, 35, 40, вага ємності для піддослідного матеріалу становить 75 г. Вага гранульованих добрив – 50 г.

Під час проведення експерименту визначаємо час  $t$ , за який проходить матеріал ділянку  $S$ .

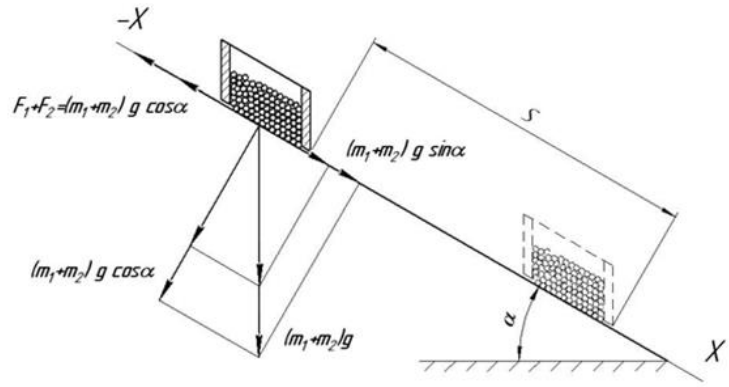


Рис. 3.18. Загальний вигляд та схема лабораторної установки для визначення коефіцієнта тертя методом скатної площини (за В.О. Желіговським).

### Визначення вологості гранул мінеральних добрив

Вологість навісок добрив визначали термостатно-ваговим методом за класичною методикою, шляхом висушування зразків в сушильній шафі при температурі  $105^{\circ}\text{C}$ , з подальшим зважуванням на електронних вагах.

### 3.4. Результати експериментальних досліджень Основні механіко-технологічні властивості гранульованих мінеральних добрив

Гранулометричний склад мінеральних добрив наведено в табл. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Гранулометричний склад комплексних мінеральних добрив, %

| № з/п | Назва добрив           | >4   | 3÷3.9 | 2÷2.9 | 1÷1.9 | <1   |
|-------|------------------------|------|-------|-------|-------|------|
| 1     | Нітроамофос (16:32:16) | 0,44 | 18,51 | 70,91 | 10,14 | 0    |
| 2     | Суперфосфат            | 0,28 | 6,05  | 35,3  | 56,7  | 1,65 |
| 3     | Хлористий калій        | 1,92 | 16,4  | 41,2  | 38,7  | 1,71 |
| 4     | Аміачна селітра        | 0,11 | 2,41  | 63,18 | 33,08 | 1,21 |
| 5     | Діамофос (16:16:16)    | 1,82 | 14,48 | 38,03 | 43,81 | 1,86 |

Підтверджено експериментами, що більша частина гранул мінеральних добрив має розміри в межах їх 2-3 мм, що складає 70-90% від їх загальної маси.

Гранули мінеральних добрив можуть поглинати вологу, тобто є гігроскопічними, їхня вологість може коливатися в широких межах залежності від вологості навколишнього середовища. Досліди ми проводили в лабораторних умовах при постійних значеннях температури та вологості, тому показники, отримані при проведенні дослідів, відповідають справжнім значенням, які передбачені державними стандартами відповідно видам добрив (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Показники механіко-технологічних властивостей основних видів  
гранульованих добрив

| №<br>п/п | Вид добрив             | Об'ємна<br>маса, кг/м <sup>3</sup> | Маса 1 гранули<br>добрив, г | Вологість<br>добрив, % |
|----------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1        | Нітроамофос (16:32:16) | 1140                               | 0,0289                      | 3,0                    |
| 2        | Суперфосфат            | 1120                               | 0,0229                      | 3,6                    |
| 3        | Хлористий калій        | 925                                | 0,0202                      | 2,3                    |
| 4        | Аміачна селітра        | 915                                | 0,0169                      | 2,4                    |
| 5        | Діамофос (16:16:16)    | 840                                | 0,0147                      | 3,4                    |

Коефіцієнти тертя мінеральних добрив по поверхнях різних матеріалів дуже відрізняються (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Коефіцієнти тертя гранул мінеральних добрив

| № за<br>п/п | Матеріал | нітроамофосу<br>К:Р:N=16:32:16 | суперфосфату<br>гранульованого | хлористого калію    | аміачної селітри    | діамофосу<br>Р:N=16:16:16 |
|-------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 1.          | Сталь    | $\frac{0,88}{0,75}$            | $\frac{0,63}{0,48}$            | $\frac{0,56}{0,60}$ | $\frac{0,44}{0,48}$ | $\frac{0,61}{0,62}$       |

|   |          |                     |                     |                     |                     |                     |
|---|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 2 | Деревина | $\frac{0,91}{0,73}$ | $\frac{0,62}{0,50}$ | $\frac{0,53}{0,51}$ | $\frac{0,52}{0,50}$ | $\frac{0,64}{0,60}$ |
| 3 | Гума     | $\frac{0,88}{0,70}$ | $\frac{0,53}{0,53}$ | $\frac{0,54}{0,44}$ | $\frac{0,49}{0,46}$ | $\frac{0,48}{0,48}$ |
| 4 | Капрон   | $\frac{0,75}{0,61}$ | $\frac{0,40}{0,43}$ | $\frac{0,48}{0,44}$ | $\frac{0,36}{0,40}$ | $\frac{0,45}{0,47}$ |
| 5 | Полімер  | $\frac{0,72}{0,62}$ | $\frac{0,42}{0,38}$ | $\frac{0,47}{0,41}$ | $\frac{0,33}{0,32}$ | $\frac{0,48}{0,48}$ |

Примітка: в чисельнику – коефіцієнт спокою  
в знаменнику – коефіцієнт тертя ковзання

### 3.5 Висновки по розділу.

Встановлення на валу туковисівного апарату культиватора додаткових пружин (виготовлених з дроту меншого діаметру) із зворотним навиванням та більшим кроком дасть можливість подрібнювати грудочки вологих або злежалих мінеральних добрив і більш якісно підготувати матеріал, що висівається, до внесення в ґрунт. Це підвищить рівномірне внесення мінеральних добрив і, як наслідок, покращить їх засвоєння кореневою системою цукрових буряків.

Перевірка механіко-технологічних, коефіцієнта тертя та коефіцієнта відновлення гранул досліджуваних мінеральних добрив встановила, що різниця в показниках є не суттєвою і не перевищує трьох відсотків, що не перевищує межі похибки. Тому ці добрива ми можемо використовувати у запропонованому туковисівному апараті.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

При експлуатації просапного культиватора необхідно враховувати наступні небезпечні і шкідливі фактори:

Культиватор КРН-5,6 є аграрним обладнанням, і його експлуатація пов'язана з рядом небезпечних і шкідливих факторів. Ось кілька аспектів, які можуть бути важливими при експлуатації культиватора:

### 1. Механічні та термічні ризики:

Можливість травматичних пошкоджень внаслідок контакту з рухомими частинами культиватора, такими як ланцюги, зубці, або інші механічні елементи.

Теплові ризики, особливо при роботі з двигуном або іншими нагрівальними елементами.

### 2. Шкідливі речовини:

Виділення газів, які можуть бути шкідливими для здоров'я, якщо культиватор працює на пальному чи інших реагентах.

### 3. Ергономічні аспекти:

Неправильна постава під час роботи може призвести до м'язових та скелетних проблем у водія або оператора.

### 4. Непередбачувані ситуації:

Необхідно ретельно вивчати технічні характеристики та функції культиватора для запобігання непередбаченим ситуаціям або аваріям.

### 5. Шум та вібрація:

Довготривалі впливи шуму та вібрацій можуть призвести до проблем з слухом та загальним здоров'ям.

### 6. Загрози навколишньому середовищу:

Використання пального або інших хімікатів може мати негативний вплив на навколишнє середовище.

### 7. Технічне обслуговування та ремонт:

Ризики пов'язані з обслуговуванням та ремонтом обладнання, включаючи можливість виникнення травм під час проведення робіт.

Важливо враховувати ці фактори при роботі з культиватором, дотримуючись всіх інструкцій безпеки та заходів захисту. Також

рекомендується проходити необхідні навчання та інструктажі для користувачів, щоб зменшити ризики та максимально забезпечити безпеку в робочому середовищі.

Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на культиваторі КРН-5,6, що працює в агрегаті з трактором, включає в себе ряд міроприємств для забезпечення безпеки та комфорту оператора. Ось деякі поради та заходи:

1. Одяг та захисне обладнання (ОЗО):

Вимагайте від оператора використовувати відповідний захист. Це може включати в себе каски, робочий одяг, захисні окуляри, та інше.

2. Правильна постава та розташування:

Забезпечте комфортну та правильну поставу оператора, щоб уникнути непотрібного навантаження на м'язи та суглоби.

3. Інструктаж та навчання:

Проводьте регулярний інструктаж щодо правил безпеки та ефективного використання обладнання. Навчайте операторів вірним технікам роботи.

4. Захист від Шкідливих Випарів:

Забезпечте наявність захисних засобів віддиху або вентиляції для зменшення впливу можливих шкідливих випарів, особливо якщо використовуються хімічні реагенти.

5. Система зворотного відсмоктування пилу:

Розгляньте можливість встановлення системи зворотного відсмоктування пилу, щоб уникнути вдихання пилу, який може утворюватися під час роботи культиватора.

6. Регулярні перерви:

Забезпечте регулярні перерви для оператора для відпочинку та відновлення. Довготривале використання обладнання може викликати втоми та стрес.

7. Системи захисту від шуму:

Деякі культиватори можуть виробляти великий рівень шуму. Забезпечте, щоб оператор був уніформований щодо можливого негативного впливу шуму та використовував захисні засоби для вух.

8. Обслуговування та перевірки:

Регулярно перевіряйте обладнання на наявність будь-яких дефектів чи поломок. Ретельне технічне обслуговування може знизити ризик аварій та травм.

Ці заходи можуть бути внесені в робочий процес та регламент безпеки для забезпечення найвищих стандартів санітарії та гігієни праці при використанні культиватора КРН-5,6 в агрегаті з трактором.

Забезпечення безпечних умов праці на просапному культиваторі є критичним для збереження здоров'я та безпеки оператора. Нижче перераховані заходи, які можна вжити для забезпечення безпечних умов експлуатації:

1. Інструктаж та навчання:

Проводьте детальний інструктаж з безпеки для кожного оператора, який працює з культиватором. Забезпечте їм знання щодо коректного використання та обслуговування обладнання.

2. Особистий захист:

Вимагайте від оператора використовувати відповідний особистий захист, такий як захисний одяг, рукавиці, окуляри, та інше, що може захистити його від можливих травм.

3. Перевірка та технічне обслуговування:

Регулярно перевіряйте стан культиватора, включаючи зубці, ланцюги, та інші робочі органи. Ретельне технічне обслуговування може уникнути аварій та травм.

4. Захист від термічних та механічних ризиків:

Забезпечте наявність захисних елементів, щоб запобігти травмам внаслідок контакту з рухомими частинами обладнання. Також важливо враховувати можливість нагрівання деталей та вживати заходи для запобігання опікам.

5. Використання органічного опаду:

Забезпечте відведення вологи від поверхні оброблюваного ґрунту, щоб уникнути утворення грязі та ущільнення.

6. Організація робочого простору:

- Забезпечте чітке обмеження робочої зони, щоб уникнути випадкових зіткнень та травм.

7. Система захисту від шуму:

Враховуйте можливість використання захисних навушників або інших засобів для зменшення впливу шуму на слух оператора.

#### 8. Захист від Викидів:

У разі використання двигуна або інших джерел енергії, забезпечте ефективні системи вентиляції для відведення можливих викидів чи газів.

#### 9. Екстрені заходи:

Позначте місце розташування екстрених засобів та знання персоналу про їх використання у випадку аварії.

Ці заходи повинні бути взяті до уваги в рамках системи безпеки та експлуатації для забезпечення оптимальних умов праці на просапному культиваторі.

При роботі на просапному культиваторі, важливо дотримуватися заходів пожежної безпеки для запобігання виникненню пожеж та мінімізації ризику поширення вогню. Ось кілька ключових заходів:

##### 1. Перевірка наявності інструкцій:

Забезпечте наявність та ретельне вивчення інструкцій із пожежної безпеки, які пов'язані із конкретним типом просапного культиватора.

##### 2. Запобігання перегріванню двигуна:

Регулярно перевіряйте стан та ефективність системи охолодження двигуна. Утримуйте двигун у гарному робочому стані.

##### 3. Безпечна заправка:

Виконуйте процедури заправки пального або інших робочих рідин на відкритому повітрі та подалі від джерел запалювання.

##### 4. Контроль за робочими рідинами:

Тримайте під контролем робочі рідини, які можуть бути запальними. Переконайтеся, що немає витоків і що всі системи щільні.

##### 5. Система випуску газів:

Регулярно перевіряйте стан вихлопної системи та випуск газів, особливо при використанні горючих палив. Забезпечте відповідність стандартам безпеки.

##### 6. Захист від спалаху та перегріву:

Використовуйте матеріали, які мають високий рівень стійкості до перегріву та спалаху.

## 7. Експлуатація на безпечних відстанях:

Уникайте роботи в небезпечних умовах, таких як надмірна трава, сухий рослинний матеріал чи пил, які можуть легко запалитися.

## 8. Обладнання для гасіння:

Маєте під рукою засоби пожежогасіння, такі як вогнегасники, для негайної реакції у випадку пожежі.

## 9. Позначення Зон Ризику:

Визначте та позначте зони ризику пожежі, і навчіть персонал правилам та процедурам пожежної безпеки.

## 10. Ізоляція вогнебезпечних зон:

Визначте зони, де робочий процес може викликати іскри або нагрівання, та вживайте заходів для ізоляції цих зон від можливих джерел загоряння.

Забезпечення безпечної роботи на просапному культиваторі вимагає комплексного підходу до пожежної безпеки, включаючи технічні, організаційні та індивідуальні заходи.

Інструкція по техніці безпеки є важливим документом для забезпечення безпечної експлуатації культиватора. Ось загальний перелік заходів та порад, які можуть бути включені в таку інструкцію:

### Підготовка до роботи:

#### 1. Ознайомлення з Інструкцією:

Перш ніж розпочати роботу, оператор повинен ознайомитися з інструкцією по експлуатації.

#### 2. Особистий захист:

Завжди носіть захисний одяг, рукавиці, захисні окуляри і взуття.

#### 3. Огляд обладнання:

Ретельно оглядайте культиватор перед роботою, переконайтеся, що всі робочі органи в нормальному робочому стані.

### Робочий процес:

#### 4. Безпечний запуск:

Дотримуйтеся правил безпечного запуску двигуна, переконайтеся, що робочий простір вільний від перешкод.

#### 5. Управління швидкістю та гальмуванням:

Дотримуйтеся рекомендацій щодо прискорення та гальмування. Уникайте

різких рухів, які можуть призвести до втрати контролю.

#### 6. Керування обладнанням:

Навчіться ефективно керувати культиватором, дотримуючись вказівок виробника.

#### 7. Безпека Під час Роботи:

Уникайте роботи близько до інших працівників та перешкод. Стежте за безпекою оточуючих.

#### 8. Захист від механічних пошкоджень:

Уникайте роботи в районах, де можливі механічні пошкодження внаслідок зіткнень з іншими об'єктами.

Заходи безпеки для двигуна та гальм:

#### 9. Охолодження Двигуна:

Перевіряйте стан та ефективність системи охолодження двигуна, щоб уникнути перегріву.

#### 10. Гальмівна система:

Регулярно перевіряйте гальмівну систему, щоб вона була в належному стані.

Перед завершенням роботи:

#### 11. Вимкнення та зберігання:

Перед завершенням роботи вимикайте культиватор і забезпечте його безпечне зберігання.

#### 12. Перевірка на місці зберігання:

Перевірте, чи культиватор зберігається в безпечному місці, де немає небезпеки пожежі чи інших аварій.

Загальні заходи безпеки:

#### 13. Навчання та тренування:

Забезпечте навчання та тренування операторів з використання культиватора та заходів безпеки.

#### 14. Позначення зон ризику:

Визначте та позначте зони ризику, інформуйте операторів про можливі небезпеки.

#### 15. Проведення регулярних перевірок:

Регулярно перевіряйте та обслуговуйте культиватор відповідно до

рекомендацій виробника.

#### 16. Пожежні засоби:

Забезпечте наявність вогнегасників та інших засобів для гасіння пожежі на робочому місці.

Ця інструкція повинна бути завжди доступною та ретельно дотримуватися, щоб забезпечити безпечну експлуатацію культиватора.

## **5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

Запропонована модернізація просапного культиватора дозволить підвищити рівномірність внесення мінеральних добрив і, як наслідок, покращить їх засвоєння кореневою системою цукрових буряків.

При цьому зменшується час на технічне обслуговування використовуваного знаряддя при проведенні міжрядних обробітків цукрових буряків і одночасного їх підживлення.

Як наслідок – економія часу (тобто заробітної плати), а, значить, і пального.

Це буде економічно вигідним для господарства.

## **6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Кваліфікаційна робота має на меті удосконалення просапного культиватора, який застосовують при обробітку міжрядь цукрових буряків.

Після аналізу технології вирощування цукрових буряків у господарстві, запропоновано удосконалити технологічну карту на вирощування обраної сільськогосподарської культури. Розроблено операційно-технологічної карту на виконання операції міжрядного обробітку. Розраховано машинно-тракторного агрегату для її проведення. Визначено мету і задачі досліджень.

Вивчивши агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку цукрових буряків, запропоновано для виконання даної операції просапний культиватор КРН-5,6 який переобладнаємо для роботи з міжряддями 45 см з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив.

Для усунення недоліків туковисівного апарата, встановленого на культиваторі, нами запропоновано додатково застосувати на валу шнеків пружини зі зворотною навивкою. Вони матимуть більший крок, менший діаметр та будуть навиті безпосередньо на валу висівного апарату, що дасть змогу подрібнювати грудочки мінеральних добрив і якісніше підготувати матеріал для внесення, покращить рівномірність висіву добрив, а, значить, більш ефективно застосовувати гранульовані мінеральні добрива, внесені при підживленні рослин під час проведення міжрядного обробітку

Це дасть можливість поліпшити технологічний процес вирощування цукрових буряків і, відповідно, забезпечить підвищення врожайності та буде економічно вигідним для господарства.

У науковій частині представлено стан питання про машину, яка модернізується. Об'єктом дослідження обрано гранульовані мінеральні добрива. За методикою досліджень визначено коефіцієнт тертя та загальної вологості суміші використовуваних добрив. Наведено результати експериментальних досліджень

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
3. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропивний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.
4. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
5. Шкрегаль О.М. Стан питання та сучасні розробки робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту / О.М., Шкрегаль О.С. Вотченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – Вип. 91. – С. 122- 129.
6. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив: навч. посібник / В. М. Сало, С. М. Лещенко та ін. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
7. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL:<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8095/1/PŷPŋP P %28PŭP %29%202018%20%28P·%20PSPsPjPμCŦP°C†C–C”CŦ%29.pdf>.
8. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с.  
[http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika\\_2016.pdf](http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf).

9. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с. UR <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10486/1/Підручник%20ОНД%202019.pdf>

10. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011. 65. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н.

11. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.

12. Методичні вказівки до виконання економічного розділу магістерських робіт зі спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / укл. Вдовиченко Л.В. та ін. – Кіровоград: КНТУ, 2012. 71. Економіка підприємств АПК: Навчальний посібник / За редакцією проф. Дусановського С.Л. – Тернопіль: Горлиця, 2008. – 257 с.

# ДОДАТКИ

## ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

### Українська індустріальна

Українська індустріальна технологія виробництва цукрових буряків передбачає розміщення їх у ланках з багаторічними травами, зайнятими та чистими парами; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту; внесення 40-50 т/га гною +  $N_{90}P_{120}K_{160}$  восени +  $N_{70}$  в підживлення прикореневим способом; використання інкрустованого чи дражованого насіння гібридів цукрових буряків української або спільної з КВС селекції з показниками лабораторної схожості понад 90%, енергії проростання – 80% і більше, одноростковості й вирівняності – не менше 95%; сівбу при фізичній стиглості ґрунту нормою 1,3 п.о. на 1 га; посходову систему захисту з використанням вискоєфективних посходових гербіцидних композицій (бетанал прогрес ОФ, пірамін турбо, голтікс, карібу, лонтрел, пантера, центуріон та ін.); розпушування ґрунту в міжряддях після сильних дощів та при підживленні; внесення фунгіцидів для боротьби з хворобами листя (борошниста роса, церкоспороз), механізоване збирання врожаю.

### Зарубіжна індустріальна

Те ж саме, але використовують дражоване насіння гібридів цукрових буряків іноземної селекції, підживлення азотними добривами здійснюють урозкид без загортання в ґрунт, ґрунт у міжряддях не розпушується, використовують комплекс машин іноземного виробництва.

### Українська інтегрована (проміжна)

Українська інтегрована (проміжна) передбачає розміщення цукрових буряків у ланках з багаторічними травами, зайнятими чистими парами, горохом, кукурудзою; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту, внесення 30 т/га гною +  $P_{60}K_{80}$  восени +  $N_{80}$  в підживлення прикореневим способом, сівбу при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 6-7<sup>0</sup>С нормою висіву 3 п.о. на 1 га, використання протруєного насіння вітчизняних сортів та гібридів з лабораторною схожістю не нижче 80%, одноростковістю й вирівняністю 85%, комбіновану систему захисту від бур'янів (до сходів – ґрунтові гербіциди, по сходах – вибірково лонтрел, пантера, центуріон, бетанал), систему до – і післясходових боронувань, триразове різноглибинне розпушування ґрунту в міжряддях з одночасним присипанням бур'янів у захисній зоні рядків,

застосування ручної праці на коригуванні густоти рослин та прополованні бур'янів, використання фунгіцидів для боротьби з хворобами, механізоване збирання врожаю.

### **Екстенсивна**

Екстенсивна технологія виробництва цукрових буряків передбачає використання задовільних попередників, звичайну оранку на глибину 25-30 см, сівбу в дещо пізніші строки (при проростанні бур'янів) нормою висіву 4 п. о. на 1 га протруєного насіння сортів вітчизняної селекції з лабораторною схожістю 80%, одноростковістю і вирівняністю 85%, без застосування добрив, формування густоти рослин уручну, багаторазові ручні прополовання, механізми на догляді й збиранні врожаю не використовують.

Результати апробації технологій, сортів та гібридів цукрових буряків дають підстави стверджувати, що індустріальні технології дають змогу повніше розкрити потенціал сучасних сортів і гібридів цукрових буряків, який знаходиться в таких межах: урожайність – 500-650 ц/га, збір цукру – 80-110 ц/га (табл. 1).

Таблиця 1

Продуктивність цукрових буряків залежно від технологій вирощування

| Технологія                  | Густота,<br>тис.<br>шт/га | Урожайність,<br>ц/га | Цукристість,<br>% | Збір<br>цукру,<br>ц/га |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|------------------------|
| Українська<br>індустріальна | 94                        | 519                  | 15,2              | 78                     |
| Зарубіжна<br>індустріальна  | 105                       | 512                  | 15,4              | 81                     |
| Українська<br>інтегрована   | 85                        | 501                  | 14,9              | 73                     |
| Екстенсивна                 | 87                        | 323                  | 14,9              | 48                     |

Українська інтегрована технологія за показниками врожайності не поступалася індустріальним. Вирощування ж цукрових буряків за екстенсивною технологією зумовлювало недобір 36-38% врожаю коренеплодів і 35-40% збору цукру.

Індустріальні технології потребують виробничих витрат на рівні 3,9-4,1 тис.

грн./га, що пов'язано з високими ресурсними витратами (добрива, насіння, засоби захисту рослин). Економічнішою є українська інтегрована технологія, в якій програми удобрення та захисту менш насичені, частково застосовується дешева ручна праця на догляді.

Суттєвим недоліком екстенсивної, а також інтегрованої технологій є їх висока насиченість ручною працею, що в перспективі неминуче призведе до різкого зниження економічних показників виробництва цукрових буряків. За нашими розрахунками, у перспективі з наближенням ціни робочої сили до західноєвропейських стандартів (не менше 5 у.о. за 1 люд.-год.) при вирощуванні цукрових буряків за екстенсивною технологією виробничі витрати і собівартість продукції зростуть у 12 разів, у зв'язку з чим виробництво виявиться збитковим. Збільшення виробничих витрат та підвищення собівартості продукції (більш як у 1,5 рази) при вирощуванні цукрових буряків за інтегрованою технологією в майбутньому зумовить зменшення маси прибутку в два, зниження рівня рентабельності – у 3,5 рази. Показники ж економічної ефективності при вирощуванні цукрових буряків за індустріальними технологіями залишаються на досить високому рівні: маса прибутку – 3,9-4,2 тис. грн./га, рівень рентабельності – 83-91%.

Отже, у перехідний період на етапі реформування, враховуючи багатокладність аграрного сектора, різне економічне, соціальне становище суб'єктів виробництва, демографічну ситуацію, виробництво цукросировини може вестися за різними технологіями. При цьому переваги мають індустріальні інтенсивні технології, які можливі для великих, економічно спроможних формувань із достатнім забезпеченням енергетичними, матеріальними, технічними та фінансовими ресурсами, що досягли високої культури землеробства, мають висококваліфіковані кадри.

Інтегровані (проміжні) технології найдоцільніші більшості агроформувань з обмеженими енергетичними, матеріальними, фінансовими ресурсами і наявністю трудових ресурсів з навантаженням до 1-1,5 га на одного працівника. Екстенсивні технології як виняток можливі для застосування в перехідний період для дрібнотоварних виробників із незначною площею землеволодіння, дефіцитом коштів та засобів виробництва, при навантаженні до 0,5 га на одного працівника. У перспективі із зростанням продуктивних сил, культури землеробства, оплати праці домінуючими технологіями в буряківництві неминуче стануть індустріальні,

інтенсивні.

## Технологічний розрахунок

Розміщують культиваторні лапи на знарядді так, щоб не заклинювалися бур'янами сусідні лапи. При цьому поле повинно бути оброблене без огріхів.

Щоб виконати вказані вимоги робочі органи культиваторів розміщують у 2 або 3 ряди. Відстань між сусідніми лапами прийнято так, щоб забезпечити певне перекриття зон деформації ґрунту під дією робочих органів. Тобто, величина відстані між сусідніми робочими органами та їх рядами обирається з умов поширення зони деформації ґрунту при дії на нього робочих органів культиватора.

Дворядне розміщення робочих органів забезпечить повне підрізання бур'янів і попередження забивання їх. Використання лапи з пружною ланкою дає змогу отримати більш рівномірну глибину обробітку і рівномірну поверхню ґрунту. Отримуємо відстань між лапами на ходу

$$L = \frac{S}{\operatorname{tg}[90 - (\gamma + \varphi')]},$$

де  $2\gamma$  – кут розходження леза лапи,  $\gamma=30^\circ$ ;

$\varphi'$  – кут тертя ґрунту об метал,  $\varphi'=15^\circ$ .

$$L = \frac{0.70}{\operatorname{tg}[90 - (30 + 15)]} = 0,43.$$

Перекриття між полільними лапами обираємо з умов забезпечення повного підрізання бур'янів

$$C = L \operatorname{tg} \delta$$

де  $\delta$  – кут випадкового відхилення культиватора від прямої лінії,  $\delta=7...10^\circ$

$$C = 0,43 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 0,037 \text{ м.}$$

Схема розміщення лап при обробці міжрядь на рис. 1.

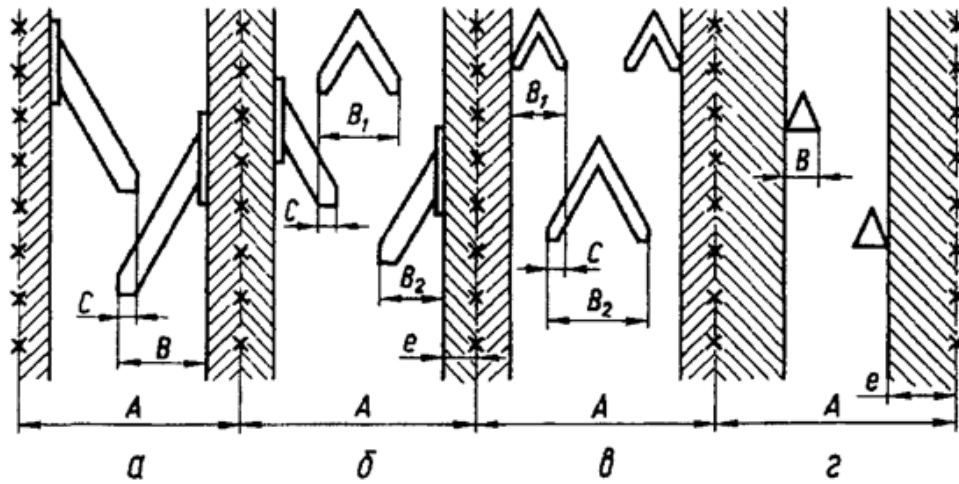


Рис. 1. Схема розміщення лап на просапному культиваторі

Стрілчасті лапи звичайно розміщують попереду однобічних, тому що у цьому випадку одержують більш рівномірну глибину обробітку та рівну поверхню. Лапи з пружними ланками розташовують попереду односторонніх так у цьому випадку проходить більш рівномірна глибина обробітку. Ширина захисної зони складає 9...12 см. Ширина захвату лап  $b_1$  та  $b_2$  пов'язана співвідношенням

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}S - (c - \Delta b),$$

де  $\Delta b$  – захисна зона,  $\Delta b = 0,1$  м

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}0,7 - (0,037 - 0,10) = 0,41;$$

з конструктивних міркувань приймаємо

$$b_1 = 270 \text{ мм}$$

$$b_2 = 330 \text{ мм.}$$

При стандартних розмірах лап ширина захисної зони

$$\Delta b = \frac{1}{2}S + c - b_1 - \frac{1}{2}b_2 ,$$

$$\Delta b = \frac{1}{2}700 + 370 - 132 - \frac{1}{2}330 = 423 \text{ мм.}$$

### Енергетичний розрахунок. Визначення тягового опору

Енергоємність процесу обробітку ґрунту культиваторами значно менша, ніж плугами. Тому їх тяговий опір визначають, як правило, орієнтовними розрахунками за формулою:

$$R_x = K_k B_m$$

де  $K_k$  – питомий опір культиватора; при глибині обробітку 10-12 см  $K_k = 1,1-1,4$  кН/м;

$B_m$  — ширина захвату культиватора.

$$R_x = 1,5 \cdot 5,6 = 8,4 \text{ кН/м.}$$

При міжрядному обробітку, тобто для просапних культиваторів:

$$R_x = (A - 2e)nK_k$$

де  $n$  — кількість міжрядь, які одночасно обробляє культиватор;

$A$  — величина міжряддя;

$e$  — величина захисної зони.

$$R_x = (0,7 - 0,15) \cdot 8 \cdot 8,4 = 36,96 \text{ Н.}$$

По тяговому опору культиватора вибираємо трактор МТЗ-80.

### **Розрахунок поздовжньої стійкості агрегату**

Поздовжня стійкість машинно-тракторного агрегату визначається умовами перекидання трактора. У начіпних агрегатів на стійкість впливає:

- положення начіпної машини;
- положення агрегату (транспортне чи робоче);
- напрям сили тяги;
- розміщення центра ваги і точки причеплення щодо задньої осі трактора.

Перекидання трактора в поздовжній площині можливе при русі на підйом і під час спуску.

Для колісних начіпних агрегатів (рис. 2) критерієм поздовжньої стійкості трактора  $X_H$ , що являє собою відношення обертаючого моменту, утворюваного вагою начіпного знаряддя, піднятого у транспортне положення, до моменту, здатного викликати відрив від землі передніх коліс трактора.

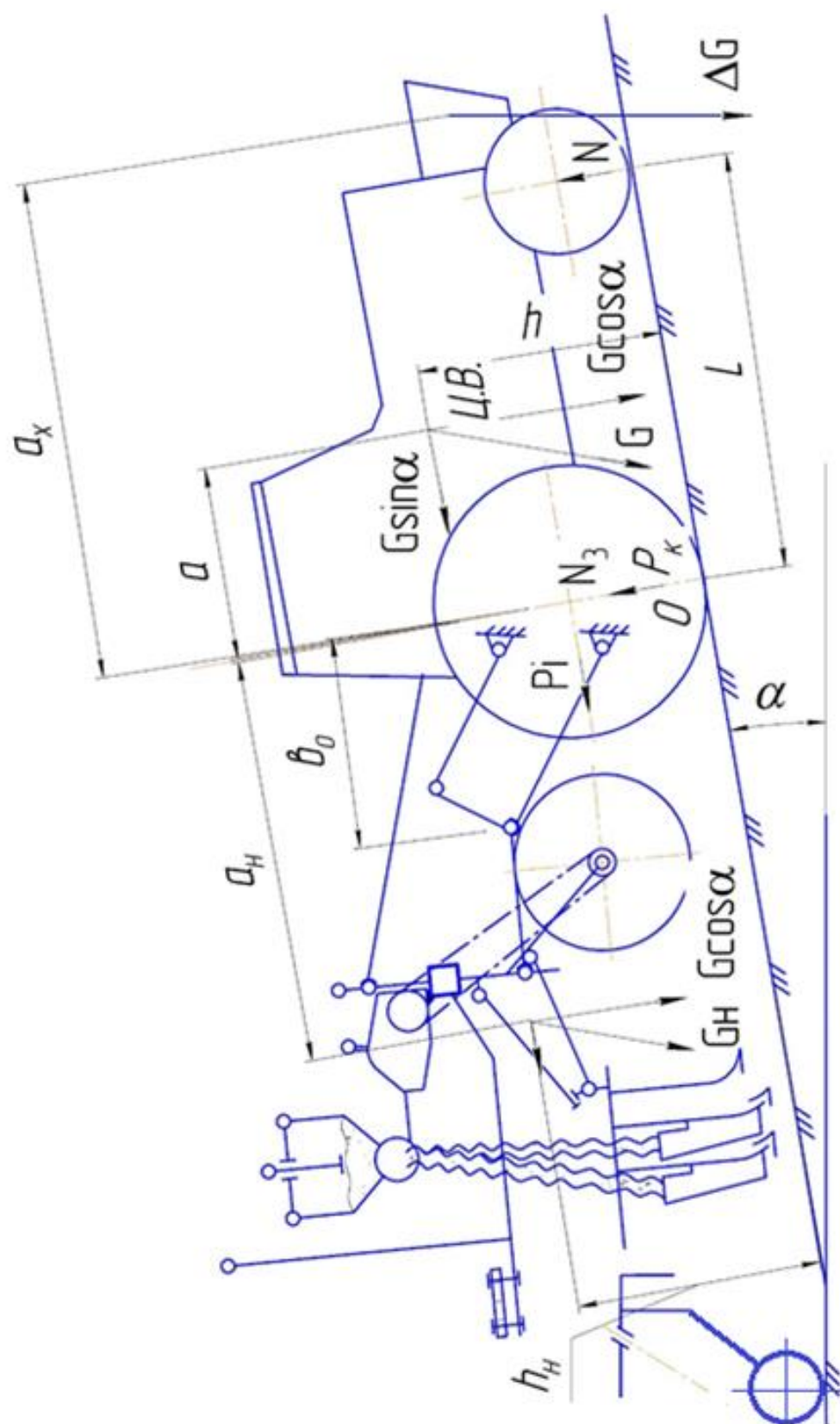


Рис. 2. Розрахункова схема сил, які діють на колісний трактор, що рухається на підйом з начіпною машиною.

$$X_H = \frac{M_M}{M_e},$$

де  $M_M = G_M b,$

тобто  $X_H = \frac{G_M b}{G_T Q}.$

$G_T=36000$  Н – експлуатаційна вага трактора;

$G_M=8800$  Н – експлуатаційна вага навісного знаряддя;

$Q=0,24$  м – поперемжна координата центра тяжіння трактора відносно осі ведучих коліс;

$b=0,65$  м – висіт центра тяжіння піднятого в транспортне положення знаряддя відносно осі ведучих коліс трактора;

$L=2,7$  м – поперемжна база трактора.

При  $X \leq 0,4$  будуть забезпечені задовільна керованість та поперемжна стійкість навісного агрегату.

$$M_e = G_T Q,$$

При статичному положенні навантаження на передні та задні колеса трактора МТЗ-80:

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b}{2}.$$

$$R_1 = \frac{36000 \cdot 0,724 - 8800 \cdot 0,965}{2} = 8786 \text{ Н}.$$

$$R_2 = G_T + G_M - R_1.$$

$$R_2 = 36000 + 8800 - 8786 = 36010 \text{ Н}.$$

При рухові агрегату

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b - G_{\text{заг}} \tau f}{L},$$

де  $G_{\text{заг}} = G_T + G_M$

$$G_{\text{заг}} = 36000 + 8800 = 44800 \text{ Н};$$

$\tau$  – радіус прокочування ведучих коліс,  $\tau=0,4$ ;

$f$  – коефіцієнт, який враховує перекочування,  $f=0$ ,

$$R_{1p} = \frac{36000 \cdot 0,724 - 88000 \cdot 0,965 - 44800 \cdot 0,64 \cdot 0,1}{2,37} = 6270 \text{ Н}.$$

$$R_{2p} = G_T + G_M - R_{1p}.$$

$$R_{2p} = 36000 + 8800 - 6270 = 38530 \text{ Н}.$$

Найбільше значення  $R_1 = 6270$  Н  $R_{1p} = 38530$  Н не перевищують максимальну вантажопідйомності усіх шин трактора, який входить до складу агрегату

$R'_1 = 12000\text{Н}$  і  $R_2 = 39700\text{Н}$ , тобто:

— передня вісь  $R'_{1b} = 24000\text{Н}$ ;

— задня вісь  $R'_{2b} = 49400\text{Н}$ .

Коефіцієнт повздовжньої стійкості агрегату

$$X'_H = \frac{G_M \cdot b}{G_m a}.$$

$$X'_H = \frac{8800 \cdot 0,965}{36000 \cdot 0,724} = 0,326.$$

Повздовжня стійкість та задовільна керованість агрегату забезпечуються.

Розраховуємо критичний кут підйому агрегату, що рухається вгору

$$\text{tg}\alpha_{\text{кр}} = \left( \frac{\text{tg}\alpha_{\text{пр}}(1 - X'_H)}{1 + \tau_H} \right) - f,$$

де  $\alpha_{\text{к}}$  – критичний кут підйому, град.

$$\text{tg}\alpha_{\text{пр}} = \frac{Q}{h}.$$

$$\text{tg}\alpha_{\text{пр}} = \frac{0,724}{0,821} = 0,881.$$

$$\tau_H = \frac{G_M}{G_T}.$$

$$\tau_H = \frac{8800}{36000} = 0,24.$$

$h$  – вертикальна координата центра тяжіння трактора,  $h=0,821$ .

$$\text{tg}\alpha_{\text{кр}} = \left( \frac{0,881 \cdot (1 - 0,33)}{1 + 0,24} \right) - 0,1 = 0,376.$$

$$\alpha_{\text{кр}} = \text{arctg}0,376 = 0,36.$$

### **Розрахунок агрегату на поперечну стійкість**

Конструкція культиватора виконана так, аби центр тяжіння його (рис. 3) при начіпленні на трактор міг розташовуватися на осі симетрії трактора.

Коли агрегат рухається на поперечному рельєфі поля з поперечним ухилом, може виникнути небезпека щодо можливого його перекидання чи зісковзування вбік, особливо при агрегуванні з начіпними машинами.

Крайній поперечний кут нахилу рельєфа поля при розвороті агрегата:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} < \frac{\left( G_a^2 (B+b) - P_{\text{ц}} \sqrt{G_a^2 (B+b)^2 + 4(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c} \right)}{2(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c},$$

де  $G_a$  – вага агрегату, кН;

$$G_a = G + G_k.$$

$G$ ;  $G_k$  – вага трактора та культиватора відповідно, Н;

$$G_a = 36000 + 8800 = 4,48 \cdot 10^4 \text{ кН};$$

$B = 1,35$  м – ширина колії трактора;

$b = 0,7b_{\text{ш}} = 0,7 \cdot 0,394 = 0,2786$  – для колісного трактора;

$b_{\text{ш}} = 0,394$  м – ширина шини колеса трактора.

$P_{\text{ц}}$  – відцентрові сили усіх частин агрегату, які виникають при рухові його на повороті, кН.

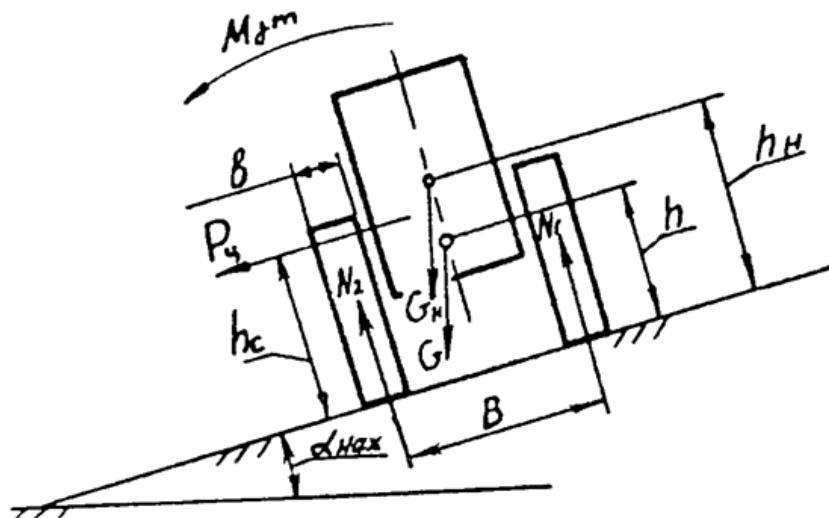


Рис. 3. Розрахункова сема сил, які діють на агрегат на поперечному схилі

$$P_{\text{ц}} = \frac{G_a V^2}{gR}.$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{44800 \cdot 2,36^2}{9,8 \cdot 6,0} = 4244 \text{ Н},$$

тут  $V = 2,36$  м/с – швидкість агрегату;

$g = 9,8$  м/с<sup>2</sup> – прискорення сили тяжіння;

$R = 6,0$  м – радіус повороту агрегату.

$$h_c = 0,5(h_T + h_H).$$

$$h_c = 0,5 \cdot (0,821 + 0,966) = 0,893.$$

$h_c$  – вертикальна координата центра тяжіння трактора і культиватора, який піднято в транспортне положення.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(44800^2 \cdot (1.35 + 0.276) - 2462 \sqrt{44800^2 \cdot (1.35 + 0.276)^2 + 4 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0.91^2})}{2 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0.893}$$

$$\alpha_{\text{нах}} = \arctg 0.982 = 44^\circ 48'.$$

Приймаємо  $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} = 0.98$ .

По наступному співвідношенні  $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} \geq f_c$ ,

Після перевірки впливу ґрунту схилу на характер нестійкого положення агрегату, визначаємо, що настане раніше для агрегату: перевертання чи сповзання агрегату зі схилу.

де  $f_c = 0.4$  – коефіцієнт зчеплення з вологим ґрунтом

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} > f_c.$$

$$0.98 > 0.4.$$

Визначили, що раніше настане сповзання.

Для сухого ґрунту  $f_c = 1.1$ ,

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} < f_c.$$

$$0.98 < 1.1.$$

визначили, що раніше відбудеться перевертання.

## Технічна характеристика культиватора КРН-5,6

| №<br>п/п | Найменування показника                                                                                                                                                                                                                                        | Одиниця<br>вимірю-<br>вання | Числове<br>значення<br>показника                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| 1        | Продуктивність за 1 год основного часу,                                                                                                                                                                                                                       | га/год                      | 3,4-5,6                                          |
| 2        | Робоча швидкість руху на основних операціях                                                                                                                                                                                                                   | км/год                      | 5-10                                             |
| 3        | Робоча ширина захвату                                                                                                                                                                                                                                         | м                           | 5,6                                              |
| 4        | Ширина міжрядь                                                                                                                                                                                                                                                | см                          | 70                                               |
| 5        | Глибина обробітку:<br>— поліельними лапами<br>— розпушувальними лапами                                                                                                                                                                                        | см                          | 6-10<br>10-16                                    |
| 6        | Глибина внесення добрив, не більше                                                                                                                                                                                                                            | см                          | 16                                               |
| 7        | Захисна зона з однієї сторони рядка при обробітку ґрунту в міжряддях:<br>— поліельними лапами<br>— розпушувальними лапами                                                                                                                                     | см                          | 9-16<br>12-20                                    |
| 8        | Число персоналу по професіям, необхідного для обслуговування операцій, безпосередньо пов'язаних з роботою машини<br>— основного<br>— допоміжного                                                                                                              | люд.                        | 1<br>1                                           |
| 9        | Маса машини, не більше<br>— суха конструктивна з комплектом робочих органів для культивування ( з лапами поліельними односторонніми і стрічастими)<br>— суха конструктивна з повним комплектом робочих органів (і пристосувань) ЗІП                           | кг                          | 880±<br><br>26<br>1420±28                        |
| 10       | Габаритні розміри, в робочому положенні<br>— ширина<br>— довжина<br>— висота<br>в транспортному положенні<br>— ширина<br>— довжина<br>— висота                                                                                                                | мм                          | 6500<br>2100<br>1700<br><br>2090<br>7465<br>2025 |
| 11       | Основні показники якості виконання технологічного процесу:<br>— підрізання (знищення) бур'янів<br>— пошкодження культурних рослин<br>— перекриття між поліельними лапами, не менше<br>на змінних операціях робочих органів<br>на одній секції робочих органів | %<br>%<br>мм                | 100<br>0-1,5<br><br>50<br>30                     |
| 12       | Строк служби                                                                                                                                                                                                                                                  | рік                         | 8                                                |
| 13       | Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування                                                                                                                                                                                                     | люд./год.                   | 0,17                                             |
| 14       | Дорожній просвіт, не менше                                                                                                                                                                                                                                    | мм                          | 300                                              |
| 15       | Транспортна швидкість, не більше                                                                                                                                                                                                                              | км/год                      | 15                                               |

### Розрахунок на міцність стояка культиваторної лапи

До стояків закріплюються лапи, які сприймають зусилля від опору оброблюваного шару ґрунту

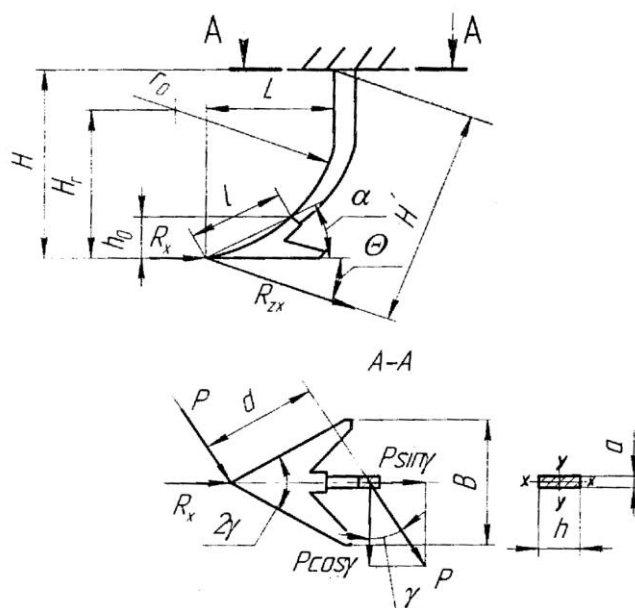


Рис.1. Розрахункова схема стояка

Профіль стояка культиватора характеризується радіусом  $r_0$  вильотом  $L$  та висотою  $H$  (рис. 2).

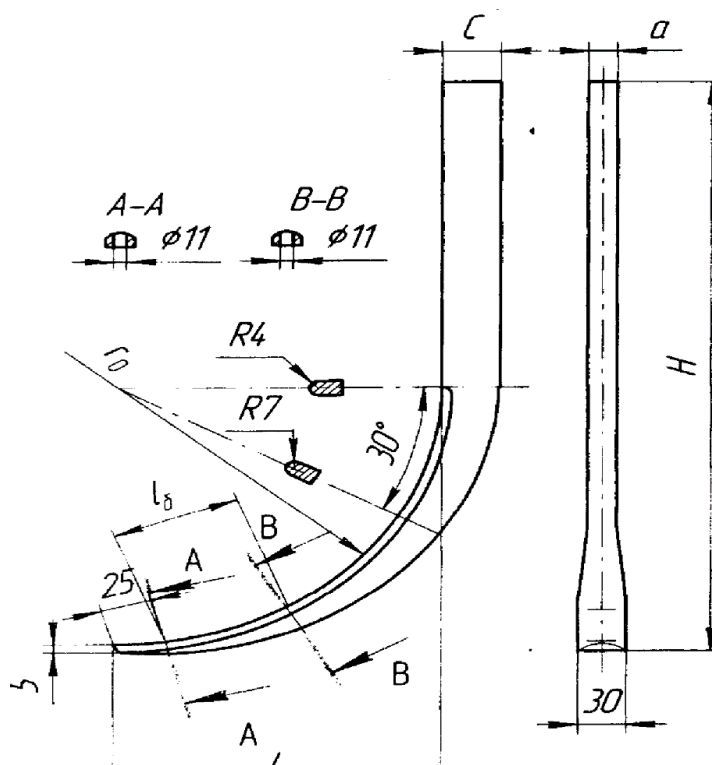


Рис. 2. Схема для побудови стояка лапи.

Значення радіуса  $r_0$  визначаємо з виразу

$$r_0 = \frac{H_r - \ell \sin \alpha}{\cos \alpha},$$

де  $H_r = 2h_0$ ,  $h_0$  – максимальна глибина ходу лапи,  $h_0 = 120$  мм ];

$$H_r = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мм};$$

де  $\ell$  – довжина прямої ділянки лапи (рис. 3);

$\alpha$  – кут піднімання лапи.

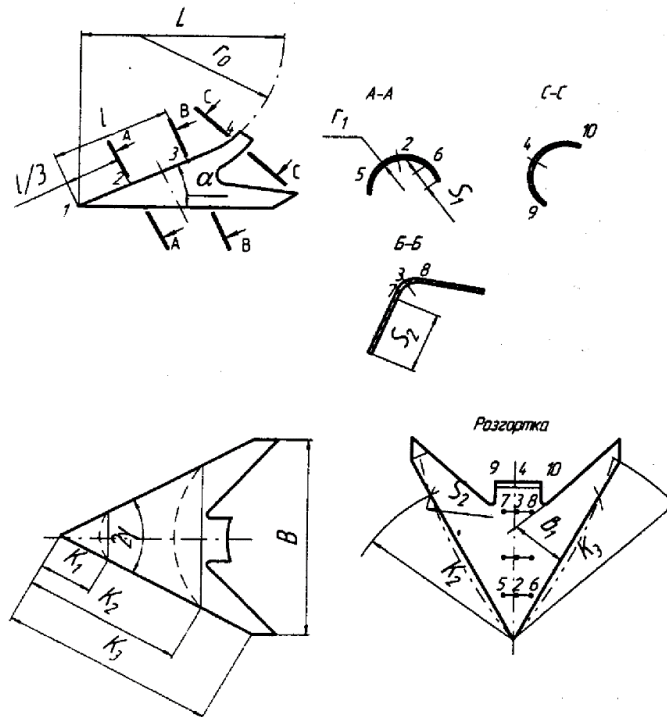


Рис. 3. Схема побудови проєкцій стрілкової лапи із хвостовиком та її розгортки.

Кут піднімання лапи  $\alpha$  є похідним від значень кутів  $\gamma$  та  $\beta$ , який визначають із тригонометричних співвідношень:

$$\alpha = \arctg(\sin \gamma \cdot \tg \beta).$$

$$\alpha = \arctg(\sin 35^\circ \cdot \tg 18^\circ) = 40^\circ.$$

Довжину  $\ell$  прямої ділянки лапи визначаємо за формулою

$$\ell = b_1 \frac{\sin \beta}{\cos \alpha}.$$

де  $b_1$  – ширина крила лапи;

$\beta$  – кут кришення.

$$\ell = 85 \cdot \frac{\sin 18^\circ}{\cos 40^\circ} = 96 \text{ мм}.$$

Тоді

$$r_0 = \frac{240 - 96 \cdot \sin 40}{\cos 40} = 282 \text{ мм.}$$

Виліт L розраховуємо за формулою

$$L = r_0(\ell - \sin \alpha) + \ell \cos \alpha.$$

$$L = 282 \cdot (96 - \sin 40^\circ) + 96 \cdot \cos 40^\circ = 2,68 \cdot 10^4 \text{ мм.}$$

Висоту стояка (відстань від опорної поверхні лапи до низу рами) знаходимо з умови запобігання забиванню культиваторів:

$$H = H_1 + h_0,$$

де  $H_1$  – відстань від низу рами до поверхні ґрунту,  $H_1 = 320$  мм.

$$H = 320 + 120 = 440 \text{ м.}$$

Проводимо розрахунок стояка лапи на згин.

Діюче на лапу зусилля  $R_{zx}$  при розрахунках перетину стояків слід подвоювати із-за нерівномірності навантажень, які прикладаються до лап.

Згинальний момент у небезпечному перетині А-А (рис. 4) дорівнює:

$$M_3 = R_{zx} H';$$

де

$$R_{zx} = R_x / \cos \Theta = 10^{-3} KB / \cos \Theta.$$

$K$  – питомий опір культиватора;  $K = 1,7$  кН/м [8];

$\Theta$  – кут нахилу рівнодіючої до горизонту,  $\Theta = 10^\circ$ ;

Підставляючи значення  $R_{zx}$  у формулу (4.51), одержуємо:

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot K \cdot B \cdot H' / \cos \Theta,$$

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330 \cdot 320 / \cos 10^\circ = -427,9 \text{ Н·м.}$$

Підбираємо перетин стояка за максимальним згинальним моментом шляхом обчислення необхідного моменту опору:

$$W = \frac{M_3}{[\sigma_{-1}]}.$$

Оскільки стандартні стояки лап у перетині мають прямокутну форму, то моменти опору відносно осей перетину будуть:

$$W_x = \frac{ha^2}{6}; \quad W_y = \frac{ah^2}{6}.$$

$$W_x = \frac{16 \cdot 45^2}{6} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

$$W_y = \frac{45 \cdot 16^2}{6} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Матеріал стояків приймаємо сталь Ст. 5 по ГОСТ 380-71 з характеристиками  $\sigma_B=500\dots640$  МПа,  $\sigma_T=290$  МПа,  $\tau_T=170$  МПа,  $\sigma_{-1}=(0,4\dots0,5)\sigma_B$ ;  $\sigma_B=28$  кг/мм<sup>2</sup>=280 МПа,  $\tau_{-1}=(0,2\dots0,3)\sigma_B$ ,  $\psi_\sigma=0$ ,  $\psi_\tau=0$ .

Під час випадкових поворотів агрегату із заглибленими лапами у стояках виникають напруження від кручення та згину. Вони досягають значних величин і тому їх необхідно враховувати при розрахунках стояків на міцність.

Максимальне напруження виникає при навантаженні, яке прикладене до кінця леза або носка залежно від розміщення стояка відносно лапи.

Крутний момент:

$$M_{кр}=Pd;$$

де  $P$  – сила опору;

$d$  – відстань від точки прикладання сили до центру перетину стояка

$$P_{max}=R_x=10^{-3}KB=10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330=0,561 \text{ Н};$$

$$M_{кр}=0,561 \cdot 0,180=100,98 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо максимальні моменти від складових сили  $P$ :

$$M_x=PH\sin\gamma.$$

$$M_y=PH\cos\gamma.$$

$$M_x=0,561 \cdot 320 \sin 35^\circ = -76,867 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_y=0,561 \cdot 320 \cos 35^\circ = 162,23 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо приведені моменти

$$M_{прx} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_x^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \sin^2 \gamma}.$$

$$M_{прy} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_y^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \cos^2 \gamma}.$$

$$M_{прx} = \sqrt{100,98^2 + (-76,867)^2} = 126,907 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_{пру} = \sqrt{100,98^2 + 162,23^2} = 193,644 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Перетин стояка визначаємо за максимальним значенням приведенного моменту:

$$W=\frac{M_{\pi p_{\max}}}{\left[\sigma_{-1}\right]}.$$

$$W=\frac{19364}{28}=691\text{ }\mathrm{mm}^3.$$

$$\frac{193.64}{280}=0.692\text{ }.$$



# ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

МР 00.000 Т1

Культура – цукрові буряки

Площа – 70 га

Урожайність – 460 ц/га

| Назва технологічних операцій                                 | Обсяг<br>робіт | Склад агрегату |                              | Обслуговуючий персонал |        |                |                        |        |                | Змінна    | Витрати  |
|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------|------------------------|--------|----------------|------------------------|--------|----------------|-----------|----------|
|                                                              |                | трактор        | с.-г.<br>машина,<br>знаряддя | трактористи            |        |                | робітники ручної праці |        |                | норма     | праці    |
|                                                              |                |                |                              | кількість              | розряд | тарифна ставка | кількість              | розряд | тарифна ставка | виробітку | люд.год. |
| Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 8 км | 12 т           | МТЗ-80         | ЗЖВ-18                       | 1                      | II     | 0,71           | -                      | -      | -              | 8,4 т     | 10,01    |
| Навантаження та розвантаження гербіциду                      | 0,5 т          | вручну         |                              | -                      | -      | -              | 1                      | II     | 0,67           | 8 т       | 0,42     |
| Приготування робочого розчину і заправка агрегату            | 12 т           | вручну         |                              | -                      | -      | -              | 1                      | III    | 1,02           | 12 т      | 7,0      |
| Внесення гербіцидів                                          | 30 га          | ЮМЗ-6/1        | ПОМ-630                      | 1                      | III    | 0,86           | -                      | -      | -              | 23 га     | 9,10     |
| Основний обробіток ґрунту                                    | 100 га         | T-150          | КВК-3,5                      | 1                      | V      | 1,52           | -                      | -      | -              | 13,48     | 35,34    |
| Підготовка мінеральних добрив                                | 30 т           | -              | ИСЧ-4                        | 1                      | III    | 0,86           | 1                      | II     | 0,67           | 36 т      | 11,27    |
| Завантаження мінеральних добрив                              | 30 т           | ЮМЗ-6/1        | ПФ-0,5                       | 1                      | II     | 0,86           | -                      | -      | -              | 42 т      | 9,66     |
| Транспортування мінеральних добрив до 8 км                   | 30 т           | ЮМЗ-6/1        | 2ПТС-4                       | 1                      | II     | 0,86           | -                      | -      | -              | 12 т      | 33,81    |
| Внесення мінеральних добрив                                  | 100 га         | МТЗ-80         | КРН-5,6                      | 1                      | IV     | 1,06           | -                      | -      | -              | 25,12 га  | 27,87    |
| Передпосівна культивування на глибину 10-12 см               | 100 га         | T-150          | КПС-4, БЗСС-1,0              | 1                      | IV     | 1,06           | -                      | -      | -              | 35 га     | 20       |
| Протруєння насіння                                           | 1,0 т          | ПС-10А         |                              | -                      | -      | -              | 2                      | IV     | 1,21           | 4,0 т     | 0,18     |
| Завантаження насіння                                         | 1,0 т          | вручну         |                              | -                      | -      | -              | 2                      | II     | 0,67           | 8 т       | 0,91     |
| Транспортування насіння в поле, до 10 км                     | 24 т           | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | -        |
| Підготовка мінеральних добрив                                | 5 т            | вручну         |                              | -                      | -      | -              | 4                      | II     | 0,67           | 8 т       | 4,41     |
| Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км          | 5 т            | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | -        |
| Сівба з внесенням добрив                                     | 100 га         | МТЗ-80         | ССТ-12                       | 1                      | IV     | 1,06           | -                      | -      | -              | 14,5 га   | 48,3     |
| Довсходове боронування                                       | 100 га         | МТЗ-80         | БЗСС-1,0                     | 1                      | III    | 0,84           | -                      | -      | -              | 58 га     | 17,5     |
| Підвезення води для приготування розчину, до 10 км           | 40 т           | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | -        |
| Приготування робочого розчину і заправка агрегату            | 40 т           | вручну         |                              | -                      | -      | -              | 2                      | III    | 0,87           | 12        | 23,31    |
| Оприскування всходів                                         | 100 га         | ЮМЗ-6          | ПОМ-630                      | 1                      | III    | 0,86           | -                      | -      | -              | 23га      | 30,45    |
| Перший міжрядний обробіток                                   | 100 га         | МТЗ-80         | КРН-5,6                      | 1                      | III    | 0,84           | -                      | -      | -              | 27,87га   | 48,3     |
| Сапання з прориванням                                        | 100 га         | вручну         |                              | -                      | -      | 1,82           | -                      | -      | -              | 0,14      | 5000     |
| Другий міжрядний обробіток                                   | 100 га         | МТЗ-80         | КРН-5,6                      | 1                      | IV     | 1,06           | -                      | -      | -              | 213 га    | 32,86    |
| Зрізання гички                                               | 100 га         | МТЗ-80         | БМ-6А                        | 1                      | IV     | 1,06           | -                      | -      | -              | 14,5 га   | 29,17    |
| Викопування буряків                                          | 100 га         | РКМ-6          |                              | 1                      | V      | 1,52           | -                      | -      | -              | 7,8       | 23,33    |
| Транспортування до місця зберігання                          | 1500т          | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | 3000     |
| Укладання буряків в бурти                                    | 3000т          | вручну         |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | 15 т      | 1400     |
| Транспортування гички до 10 км                               | 1200т          | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | 800      |
| Транспортування буряків на завод                             | 1500           | автомобілі     |                              | -                      | -      | -              | -                      | -      | -              | -         | 3000     |

Лист 1 з 1

Стор. №

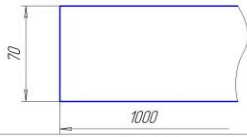
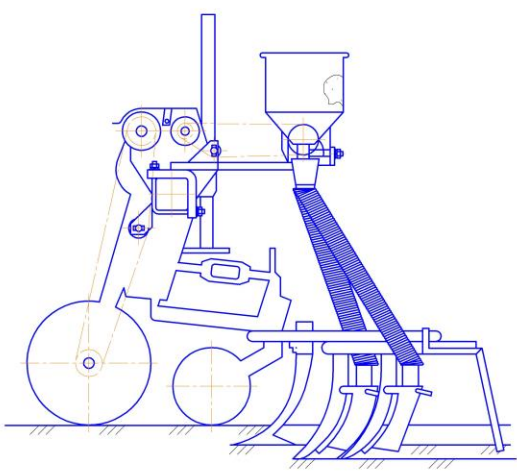
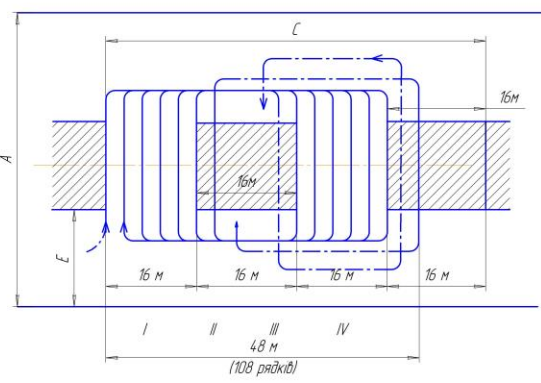
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

|                                                    |              |       |       |
|----------------------------------------------------|--------------|-------|-------|
| МР 00.000 Т1                                       |              |       |       |
| Цей Арк.                                           | № докум.     | Лист  | Лист  |
| Розроб.                                            | Зачекає Д.О. |       |       |
| Вірв.                                              | Біляшук В.А. |       |       |
| Ухвал.                                             |              |       |       |
| Масло                                              | Масло        | Масло | Масло |
| Завод                                              | Завод        | Завод | Завод |
| Технологічна карта на вирощування цукрових буряків |              | Лист  | Масло |
| ---                                                |              | 11    | ---   |
| ЦНТУ                                               |              | ---   | ---   |
| г.р. АІ-22М(14)                                    |              | ---   | ---   |
| Формат А1                                          |              | ---   | ---   |

# ОПЕРАЦІЙНА КАРТА НА МІЖРЯДНИЙ ОБРОБІТОК

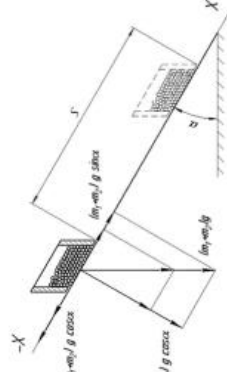
МР 00.000 Т2

| НАЗВА<br>ГРУП ТА<br>ПОКАЗНИКІВ                            | ПАРАМЕТРИ, ВИМОГИ, НОРМАТИВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | СХЕМИ                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Умови<br>роботи                                           | Площа - 70 га<br>Довжина гонів - 1000 м<br>Величина підйому - 3%<br>Глибина культивуції - 10 см                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |
| Агротехнічні<br>вимоги                                    | 1. Обробіток міжрядь у фазі 5-7 листків проводять на глибину 10-12 см з одночасним знищенням бур'янів у рядках полольними борінками. Захисна зона при цьому повинна бути 13 см (відхилення понад 2-3 см не допускається).<br>2. При досягненні рослинами висоти 35-40 см ґрунт розпушують на глибину 6-7 см з одночасним присипанням бур'янів у рядках шаром ґрунту за допомогою загортачів. Відхилення фактичної глибини розпушування ґрунту в міжряддях повинно бути не більше 1 см.<br>3. Поверхню ґрунту в міжряддях після обробітку має бути рівною без грудок. На поверхню поля не повинен виноситись нижній вологий шар ґрунту. Глибина борозен після проходу робочих органів допускається до 3 см.<br>4. Підрізання усіх бур'янів у міжряддях, знищення полівними борінками не менше 65-70% однорічних бур'янів шляхом присипання шаром ґрунту із застосуванням загортачів не менше 90%. Пошкодження рослин соняшнику під час обробітку міжрядь не повинно перевищувати 1%. |                                                                                                                      |
| Склад<br>агрегату<br>і<br>підготовка<br>його<br>до роботи | Трактор МТЗ-80, просапний культиватор<br>Робоча ширина захвату - 5,6 м<br>Мінімальний радіус повороту - 3,6 м<br>Кінематична довжина агрегату - 4,04<br>Підготовка агрегату:<br>1. Провести щозмінний технічний огляд трактора, перевірити комплектість і технічний стан культиватора.<br>2. Змінюючи довжину центральної тяги механізму націпки трактора брус культиватора встановити у горизонтальне положення.<br>3. Підібрати необхідні робочі органи відповідно до заданого обробітку ґрунту, встановити їх у тримачах і закріпити стояки лап стопорними гвинтами або скобами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <br>Схема просапного культиватора |
| Швидкість<br>руху                                         | Робоча передача - IV<br>враховуючи буксування, робоча швидкість<br>$V_r = 7,38$ км/год                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                      |
| Підготовка<br>поля                                        | До початку міжрядного обробітку на полі відмічають вішкою перше від краю стикове міжряддя, яке повинно бути стиковим при обробітку міжрядь. З поля прибирають усі зайві предмети, особливо метали. Якщо перешкоди неможливо прибрати, її відмічають вішками.<br>Ширина поворотної смуги - 7,34 м<br>Оптимальна ширина загінки - 36,4 м<br>Кількість загінки - 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |
| Показники<br>організації<br>процесу                       | 1. Тривалість циклу - 0,27 год<br>2. Технічна продуктивність за цикл - 1,06 га/ц<br>3. Змінна продуктивність агрегату - 23,1 га/зм<br>4. Кількість циклів за зміну - 22<br>5. Витрати палива на 1 га - 4,2 кг/га<br>6. Витрати палива за зміну - 97,02 га/зм<br>Спосіб руху - безпелтьовий з перекриттям                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                      |
| Контроль<br>за<br>якістю                                  | 1. Відхилення глибини від заданої не повинно перевищувати $\pm 4$ см.<br>2. Знищення бур'янів в міжряддях більше 90%<br>3. Пошкодження та зрізання рослин соняшнику - до 2%<br>4. Гребеністість поверхні ґрунту в міжряддях - до 3 см                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                      |

|              |              |                        |       |
|--------------|--------------|------------------------|-------|
| МР 00.000 Т2 |              |                        |       |
| Укр. Агр.    | М. Пилип.    | Підп.                  | Підп. |
| Розроб.      | Заклад ДД.   | Операційна карта       |       |
| Варіант.     | Відпав. В.А. | на міжрядний обробіток |       |
| Головний.    |              | Автори: Т.І. Аношкін   |       |
| Начальник.   | Міжк. В.В.   | ЦНТУ                   |       |
| Зам.         | Відпав. В.С. | гр. АІ-22М(14)         |       |
| Коректор     |              | Формат А1              |       |



## Засоби реалізації експерименту



## Результати експериментальних досліджень

Гранулометричний склад комплексних мінеральних добрив, %

| № з/п | Назва добрив          | >4   | 3+3,9 | 2+2,9 | 1+1,9 | <1   |
|-------|-----------------------|------|-------|-------|-------|------|
| 1     | Нітроамфос (16:32:16) | 0,44 | 18,51 | 70,91 | 10,14 | 0    |
| 2     | Сульфосфат            | 0,28 | 6,05  | 35,3  | 56,7  | 1,65 |
| 3     | Хлористий калій       | 1,92 | 16,4  | 41,2  | 38,7  | 1,71 |
| 4     | Аміачна селітра       | 0,11 | 2,41  | 63,18 | 33,08 | 1,21 |
| 5     | Діамфос (16:16:16)    | 1,82 | 14,48 | 38,03 | 43,81 | 1,86 |

Показники механіко-технологічних властивостей основних видів

| № ш/п | Вид добрив            | Об'ємна<br>міся, кг/м <sup>3</sup> | Маса 1 гранули<br>добрив, г | Вологість<br>добрив, % |
|-------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1     | Нітроамфос (16:32:16) | 1140                               | 0,0289                      | 3,0                    |
| 2     | Суперфосфат           | 1120                               | 0,0229                      | 3,6                    |
| 3     | Хлористий калій       | 925                                | 0,0202                      | 2,3                    |
| 4     | Амачна селітра        | 915                                | 0,0169                      | 2,4                    |
| 5     | Діамфос (16:16:16)    | 840                                | 0,0147                      | 3,4                    |

### Коефіцієнти тертя гранул мінеральних добрив

| № за<br>п/п | Матеріал | нітроамфосф<br>К:Р:N=16:32:16 | суперфосфат<br>гранульований | хлористого калію | аміачної селітри | діамофосф<br>P:N=16:16:16 |
|-------------|----------|-------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| 1.          | Сталь    | 0,88<br>0,75                  | 0,63<br>0,48                 | 0,56<br>0,60     | 0,44<br>0,48     | 0,61<br>0,62              |
| 2           | Деревина | 0,91<br>0,73                  | 0,62<br>0,50                 | 0,53<br>0,51     | 0,52<br>0,50     | 0,64<br>0,60              |
| 3           | Гума     | 0,88<br>0,70                  | 0,53<br>0,53                 | 0,54<br>0,44     | 0,49<br>0,46     | 0,48<br>0,48              |
| 4           | Капрон   | 0,75<br>0,61                  | 0,40<br>0,43                 | 0,48<br>0,44     | 0,36<br>0,40     | 0,45<br>0,47              |
| 5           | Полімер  | 0,72<br>0,62                  | 0,42<br>0,38                 | 0,47<br>0,41     | 0,33<br>0,32     | 0,48<br>0,48              |





[illegible]

|               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
|---------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|--|-----------|----------|---------|------|---------|-------------|--------|----------|--------|-------------|--|--|----------|--|--|--|----------|------------|--|--|-------|--------------|--|--|
| Перв. примен. |              | MP 00.607                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | ✓ Ra 12,5 (✓)           |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Справ. №      |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Подп. и дата  |              | <p>1. Термічну обробку виконувати після здійснення навивки пружини згідно ОСТ 012-96.</p> <p>2. * Розмір для довідок</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Инв. № дубл.  |              | MP 00.607                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Взам. инв. №  |              | Шнек                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Подп. и дата  |              | <table border="1"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Маса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>0,12</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>Арқш 1</td> <td>Арқшів 1</td> <td></td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                         |  | Лит.      | Маса     | Масштаб | -    | 0,12    | 1:1         | Арқш 1 | Арқшів 1 |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Лит.          | Маса         | Масштаб                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| -             | 0,12         | 1:1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Арқш 1        | Арқшів 1     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Инв. № подл.  |              | <table border="1"> <tr> <td>Вим. Арк.</td> <td>№ док-м.</td> <td>Підп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Розроб.</td> <td>Зайцев Д.О.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Перев.</td> <td>Дейкун В.А.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Мачок Ю.В.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Затв.</td> <td>Леценко С.М.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |      |                         |  | Вим. Арк. | № док-м. | Підп.   | Дата | Розроб. | Зайцев Д.О. |        |          | Перев. | Дейкун В.А. |  |  | Т.контр. |  |  |  | Н.контр. | Мачок Ю.В. |  |  | Затв. | Леценко С.М. |  |  |
| Вим. Арк.     | № док-м.     | Підп.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Дата |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Розроб.       | Зайцев Д.О.  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Перев.        | Дейкун В.А.  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Т.контр.      |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Н.контр.      | Мачок Ю.В.   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
| Затв.         | Леценко С.М. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
|               |              | Сталь 60<br>ГОСТ 1050-74                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | ЦНТУ<br>гр. АІ-22М(1,4) |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |
|               |              | Копіював                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | Формат А4               |  |           |          |         |      |         |             |        |          |        |             |  |  |          |  |  |  |          |            |  |  |       |              |  |  |

Перв. примен.

Справ. №

MP 00.601

✓ (✓)

1. Робочу кромку наплавити сплавом сармаїту товщиною 2 мм.

2. \* Розміри для довідок.

|              |      |              |       |      |  |                                                                                                                |  |  |
|--------------|------|--------------|-------|------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|              |      |              |       |      |  | MP 00.601                                                                                                      |  |  |
|              |      |              |       |      |  | Стояк                                                                                                          |  |  |
| Вим.         | Арк. | № док.       | Підп. | Дата |  |                                                                                                                |  |  |
| Розроб.      |      | Зайцев Д.О.  |       |      |  |                                                                                                                |  |  |
| Перев.       |      | Дейдун В.А.  |       |      |  |                                                                                                                |  |  |
| Т.контр.     |      |              |       |      |  |                                                                                                                |  |  |
| Инв. № подл. |      |              |       |      |  | Сталь 55 ГОСТ 1050-74                                                                                          |  |  |
| Н.контр.     |      | Мачок Ю.В.   |       |      |  | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>ЦНТУ</div> <div>зр. АІ-22М(1,4)</div> </div> |  |  |
| Затв.        |      | Леценко С.М. |       |      |  |                                                                                                                |  |  |

Копіював

Формат А4