УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

**Допускається до захисту**
**Завідувач кафедри**
**_____ Войтік А.В.**
**“___” _____ 2025 р.**

# Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Обґрунтування технології виробництва кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології сівби»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Олександр ГОЛОВАНЬ
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент Олександр ТРУС
(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри**
**_____ Войтік А.В.**
**“___” _____ 2025 р.**

# З А В Д А Н Н Я
# НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Голованю Олександру Юрійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту «Обґрунтування технології виробництва кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології сівби»

керівник проекту Войтік А.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 01 ” квітня 20 25 р. № 01-06/62

2. Строк подання студентом проекту 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – виробництво кукурудзи на зерно; технологічний процес – сівбка; машина – сівлка СУПН-8А

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; технологія виробництва кукурудзи на зерно; розрахунок операційної карти на сівбу; обґрунтування вдосконалення висівного апарату; питання охорони і безпеки праці; економічне обґрунтування проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (4-8 слайдів):

Характеристика господарства; склад МТП; загальний вигляд розкидача добрив; схеми розрахунків на міцність; економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Прокопенко Е.В., доцент | | |

7. Дата видачі завдання 22 вересня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1. | Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу | 08.11.2024 р. | |
| 2. | Підготовка розділу 1 | 15.12.2024 р. | |
| 3. | Підготовка розділу 2 | 22.01.2025 р. | |
| 4. | Підготовка розділу 3 | 29.03.2025 р. | |
| 6. | Підготовка розділу 4 | 27.04.2025 р. | |
| 7. | Виконання графічної частини проекту: | 20.05.2025 р. | |
| | – Представлення проекту керівнику на перевірку | 01.06.2025 р. | |

Студент _____ Олександр ГОЛОВАНЬ
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Андрій ВОЙТІК
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**ЗМІСТ**


| | | Стор |
|---|---|---|
| | Вступ | 4 |
| 1 | Технологічна частина | 6 |
| 1.1 | Механізований технологічний процес виробництва кукурудзи на зерно | 6 |
| 1.2 | Операційна технологія внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно | 12 |
| 2 | Конструктивна частина | 18 |
| 2.1 | Обґрунтування необхідності переобладнання розкидача РУМ-5 | 18 |
| 2.2 | Стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив | 18 |
| 2.3 | Опис удосконаленого розкидача мінеральних добрив | 20 |
| 2.4 | Технологічні та конструктивні розрахунки розкидача РУМ-5 | 21 |
| 3 | Охорона праці | 28 |
| 4 | Економічна частина | 33 |
| | Висновки | 38 |
| | Список використаних джерел | 40 |

# ВСТУП

Кукурудза, також відома як маїс, виступає однією з провідних сільськогосподарських культур, що займає центральне місце у світовій аграрній економіці. Її універсальність, висока врожайність та різноманітність застосувань роблять кукурудзу стратегічно важливою для глобальної економічної стабільності та розвитку.

Кукурудза є ключовим гравцем на глобальному ринку зернових культур, займаючи чільне місце поряд з такими культурами, як пшениця та рис. Вона широко використовується в різних секторах, включно з харчовою промисловістю, тваринництвом та виробництвом біопалива. У харчовій промисловості кукурудза служить основою для виробництва кукурудзяного борошна, крохмалю, сиропів та інших продуктів, які є важливими складовими раціону харчування мільйонів людей у всьому світі. У тваринництві кукурудза є основним компонентом кормів для великої рогатої худоби, свиней та птиці, сприяючи підвищенню ефективності виробництва м'яса та молока.

Експорт кукурудзи є значним джерелом доходів для багатьох країн, зокрема для таких, як США, Бразилія, Аргентина та Україна. Зростаючий попит на кукурудзу на світовому ринку стимулює розвиток аграрних технологій, орієнтованих на підвищення врожайності та стійкості до кліматичних змін, що забезпечує стабільність у постачанні та підтримує економіку.

Вирощування кукурудзи має значний вплив на довкілля. З одного боку, інтенсивні методи землеробства можуть призводити до виснаження ґрунтів, забруднення водних ресурсів хімічними речовинами, а також до втрати біорізноманіття, що є важливим екологічним викликом. З іншого боку, запровадження сучасних технологій землеробства, таких як мінімальний обробіток ґрунту та використання покривних культур, можуть знижувати негативний вплив на екологію, підтримуючи здоров'я ґрунтів і зберігаючи їхню родючість.

Інноваційні підходи, спрямовані на підвищення ефективності використання природних ресурсів, відіграють важливу роль у зменшенні екологічного навантаження від вирощування кукурудзи. Використання технологій точного землеробства дозволяє оптимізувати використання води та добрив, знижуючи їх витрати та мінімізуючи негативний вплив на екосистеми.

Кукурудза є однією з основних культур для виробництва біоетанолу, який виступає важливою альтернативою традиційному викопному паливу. Біоетанол,

вироблений з кукурудзи, вважається сталим джерелом енергії, що допомагає зменшити викиди парникових газів і знизити залежність від нафти.

Виробництво біопалива з кукурудзи має потенціал для стимулювання економічного зростання, створення нових робочих місць та поліпшення енергетичної безпеки. Водночас існують дебати щодо впливу на продовольчу безпеку, оскільки значна частина врожаю кукурудзи може бути спрямована на виробництво пального, замість харчових продуктів.

У перспективі, розвиток технологій, що дозволяють переробляти целюлозні залишки кукурудзи, може значно підвищити ефективність виробництва біопалива та знизити конкуренцію з харчовим сектором. Це відкриває нові можливості для інтеграції кукурудзи в екологічно чисті та економічно вигідні енергетичні системи.

Кукурудза є невід'ємною частиною світового аграрного комплексу, забезпечуючи продовольчу безпеку, економічний розвиток та енергетичну стійкість. Її значення на світовому ринку, екологічні виклики та перспективи у виробництві біопалива підкреслюють необхідність збалансованого підходу до її вирощування та використання. Інтеграція інноваційних технологій та сталих практик може забезпечити ефективне використання кукурудзи на благо суспільства та навколишнього середовища, сприяючи досягненню цілей сталого розвитку.

# РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## *1.1 Механізований технологічний процес виробництва кукурудзи на зерно*

Кращими попередниками для кукурудзи є бобові культури, базилік, горох, люцерна, фіа суміш, люцерна. Хороші пшениця і ячмінь, менш придатні соняшник, цукровий буряк, сорго. Дотримання цих сівозмін виявляється доречним для успішної боротьби з бур'янами. Монокультурний ріст кукурудзи також сприймається, але він не повинен тривати більше трьох років поспіль на одній площі. Крім того, кукурудзу можна вирощувати за умов скороченого обробітку ґрунту, також прямим посівом.

Очевидно, що при таких широких можливостях сівозміни слід враховувати період природного ущільнення ґрунту та тип ґрунту. У зв'язку з більш широкими можливостями вирощування кукурудзи зараз розробляються два типи технології вирощування кукурудзи. Підживлення проводять перед глибокою оранкою шляхом внесення органічних, фосфорних і калійних мінеральних добрив. Добрива вносять поверхневим суцільним обприскуванням. У грунти з важким і середнім механічним складом ½ азотних добрив можна вносити восени при температурі 8-10 °С, закопуючи в грунт з попередньою обробкою (як і фосфорні і калійні добрива). За умов зрошення ½ азотних добрив вносять перед посівом, а решту — на підживлення.

Важливою умовою хорошого результату добрив є їх рівномірне розкидання та більш глибоке загортання у ґрунт. Підживлення мінеральними добривами проводять туковносними машинами для поверхневого дисперсного внесення добрив. Добриво вивозять на поле універсальним транспортом. У наших кліматичних умовах гній зазвичай вносять під основний обробіток ґрунту під ярі культури, в тому числі під кукурудзу. Дія ввезеного гною зберігається 3-4 роки, кількість залежить від типу ґрунту та можливості зрошення. Вноситься тукорозкидачами, якими також транспортують добрива з тукосховища в поле або через роторні зрошувачі. У цьому випадку добрива транспортують універсальним транспортом, зсипаючи в купи купами, які потім розкидають спеціалізованою технікою.

Вапнування кислих ґрунтів покращує реакцію ґрунту, фізичні властивості ґрунту та режим живлення кукурудзи. Хороші результати дає також удобрення цинком (чорноземи карбонатні і вертизоли) і молібденом (на сірих лісових ґрунтах). Якщо підживлення не містить цинк і молібден, можна використовувати постійні добрива (листове підживлення). Підготовка поля залежить від попередника, запліднення тощо, але включає льодові обробки: глибоку оранку, мілке осіннє знищення бур’янів та весняні передпосівні обробки. Основний обробіток ґрунту проводять на глибину 28-30 см прополювальними плугами. За наявності кореневих

бур'янів механічну обробку поєднують з обприскуванням гербіцидами і наступними одно-двох поверхневими обробками дисковими ґрунтообробними агрегатами.

Передпосівні обробки включають збирання та культивацію перед посівом. Вирощування ведуть у розплаві. Переважно використовувати культиватори з пружинними стійками робочих органів або комбіновані ґрунтообробні машини. Дискування рекомендовано, коли є грудки, які необхідно зішкребти. При високому хімізмі кількість обробок можна зменшити залежно від фізичних властивостей ґрунту та ступеня захоплення. Поверхня поля повинна бути вирівняна з добре приземленим ґрунтом.

Посів проводиться відкаліброваним і знезараженим насінням найбільш придатних для регіону гібридів. Захисний ефект гідрофобізації зберігається 40-60 днів, що дозволяє ранній посів. Рекомендовані агротехнічні строки посіву кукурудзи з 1 по 20 квітня. Посів проводять у рядки з міжряддями = 70 см і глибиною а = 6 - 8 см, насіння в порядку 20-30 см. Рекомендована норма висіву для умов без зрошення 5000 - 6000 насінин на акр - для умов зрошення 5500 - 7000 насінин на акр, тобто. 1,5-2,0 кг на сотку. Для точного посіву використовують пневматичні сівалки.

Одночасно з посівом доцільно провести обприскування гербіцидами. Для цього використовують комбіновані сівалки та міжрядні обприскувачі гербіцидами. Щоб заощадити гроші, ми можемо не обприскувати міжряддя. Тут бур'яни знищують механічною обробкою (розпушуванням).

Посів кукурудзи як першої культури проводять за класичною технологією та так званим прямим посівом. У період вегетації кукурудзи проводять такі заходи: боротьба з ґрунтом і бур'янами, підживлення, зрошення (в умовах поливу) та боротьба з хворобами і шкідниками.

Боротьбу з ґрунтовою кіркою ведуть боронуванням із застосуванням легких і середніх зубових та ротаційних борон. Це можна робити як до, так і після появи 4-5 листків культури. Обробки міжрядь починають у фазі 4, 6 і продовжують до 10-го листка. Глибина першої траншеї не повинна перевищувати 7-8 см, а другої 4-5 см.

Якщо кукурудза вирощується без поливу, то другу обробку можна поєднати з підживленням, але при поливі необхідно розкривати поливні борозни.

Знищення бур'янів, крім обробки міжрядь, проводиться також гербіцидами. Перевагами гербіцидів є те, що досягається повне знищення бур’янів на всій площі посіву. Основним недоліком цього методу є забруднення виробництва і ґрунту отруйними речовинами. Основним недоліком механічного знищення є те, що знищення бур’янів досягається лише на смузі, яка обробляється.

Найпоширенішими бур’янами в посівах кукурудзи є однорічні злакові та дводольні бур’яни, підщепи, баличка, кукурудза повзуча тощо, для знищення яких застосовують різні гербіциди та гербіцидні комбінації. Механічні та хімічні методи боротьби з бур'янами слід розглядати як цілісну взаємопов'язану систему захисту рослин.

Досягнення сталого розвитку та отримання дуже хороших врожаїв також досягається роботою в трьох напрямках: селекційно-генетичним шляхом, агротехнічними засобами, шляхом внесення та дотримання відповідних засобів захисту рослин та обробки насіння препаратами. Найважливішими хворобами, які зустрічаються на кукурудзі, є: звичайний опік листя, парша та кореневі гнилі, іржа, пліснявіння насіння та ін. Комбінація агротехнічних, біологічних та хімічних заходів і засобів є передумовою успішної боротьби з кукурудзою. шкідники. Найпоширенішими ворогами кукурудзи є: червці; сірий кукурудзяний довгоносик; кукурудзяний метелик та ін.

Полив здійснюється гравітаційним способом або дощуванням. Для самопливного поливу для підвищення продуктивності праці застосовують гнучкі трубопроводи з ухилом на кожну борозну. Гнучкий трубопровід з'єднується з розподільним каналом і розташовується поперек рядків, до кожної борозни підведені з'єднувальні шланги. Норма витрати для кожної борозни регулюється індивідуально. Її величина визначається розміром поздовжнього нахилу борозен, щоб не відбувалося водної ерозії ґрунту. Борознування проводять із гравітаційним зрошенням площ кукурудзи. Робиться це культиваторами, укомплектованими борозенковими робочими органами.

Полив дощуванням здійснюється зрошувачами та установками. Цей спосіб зрошення ефективний в зрошувальних системах із закритими напірними каналами та значними польовими макрорівновагами.

Є зацікавленість у вирощуванні кукурудзи в умовах зниженого обробітку ґрунту. Якщо існують передумови: відповідні території; оптимальна щільність грунту; відповідні гербіциди; високоефективні комбіновані машини;

Кукурудзу можна вирощувати за різних варіантів обробітку ґрунту. Зменшення обробітку ґрунту — це зниження обробітку ґрунту до ступеня непорушення біологічних вимог відповідних рослин до щільності ґрунту. З цієї точки зору вирощування кукурудзи шляхом редукційного обробітку ґрунту можна поділити на три рівні: виключення поверхневих передпосівних обробок ґрунту; щілинний передпосівний обробіток ґрунту; повне зняття обробки грунту.

При вирощуванні кукурудзи як першої культури застосовано технологію, що включає операції: основне удобрення; основна обробка грунту; передпосівне обприскування гербіцидами; стрічкова обробка ґрунту з одночасним посівом; знищення бур'янів; зрошення. При вирощуванні кукурудзи як другої культури в зернових культурах-попередниках технологія здебільшого включає операції з очищення поля від накопичених рослинних решток; Обприскування тотальними гербіцидами; обробіток ґрунту одночасним посівом або посівом насіння безпосередньо на необроблений ґрунт; Знищення бур'янів; зрошення.

Знищення бур'янів проводять у комплексі - механічна обробка горбків фрезами з одночасним обприскуванням міжсмуг гербіцидів. Обробіток ґрунту з

одночасним висівом насіння здійснюють машинами з комбінованими робочими органами. З усіх існуючих комбінованих робочих органів для дозування та висіву насіння є ротаційний інструмент підрядкового висіву та сферично-дисковий робочий орган.

Для забезпечення збирання другого врожаю кукурудзи обов'язковим є полив. Робиться як для кукурудзи першого посіву. Збирання кукурудзи на силос проводять, коли зерно знаходиться у фазі молочно-воскової стиглості, а стебла ще повністю зелені. Ця фаза триває приблизно 10 днів, а її поява протягом календарного часу залежить від гібрида.

Збирання стрижневої маси кукурудзи з одночасним зрізанням найбільш ефективно здійснюється самохідними кормозбиральними комбайнами. Оскільки збирання скошеної маси безпосередньо в транспортні засоби, що рухаються паралельно комбайнам, створює певні труднощі для організації транспортування маси до силосних ям. Ефективною вважається організація транспорту при використанні великовантажних тракторів з обслуговуючим польовим трактором і обслуговуючими транспортними тракторами.

Збирання кукурудзи на зерно проводять за двома технологіями: збирання качанів і збирання на зерно. Основні переваги першої технології: збирання можна проводити при підвищеній вологості зерна (близько 30%), коли стебла ще зелені і їх можна силосувати; Для сушіння зерна не потрібні додаткові енерговитрати; Своєчасне звільнення посівних площ під наступні культури.

Збирання качанів кукурудзи проводять кукурудзозбиральними комбайнами, укомплектованими різальними машинами та розривальними котками. Один такий зернозбиральний комбайн обслуговується двома конвеєрами – для силосу та для качанів. Для цього зручніше причепи, так як жатка кріпиться до самого комбайна. Якщо зернозбиральний комбайн не обладнаний лущильною машиною, її необхідно передбачити як стаціонарний пристрій біля кукурудзяної каструлі, де зберігаються стебла.

При зниженні вологості зерна нижче 22% у фазі зрілості кукурудзи її збирають зерновими комбайнами, укомплектованими кукурудзяними жатками (адаптерами). Отримане зерно необхідно просушити в зерносушарках. При збиранні кукурудзи на зерно слід спостерігати за розвитком фази зрілості та зниженням вологості зерна, оскільки зрілість значно збільшує втрати при зберіганні. З характеру залежностей видно, що втрати вільного і битого зерна інтенсивно зростають після 12-15 днів збирання (від початку повної стиглості зерна). При подовженні строків збирання кукурудзи особливо сильними є біологічні втрати переважно за рахунок опалого качанів, які сягають до 25%. З фазою стиглості вирощування кукурудзи продуктивність зернозбиральних комбайнів зростає, але з урахуванням збільшення втрат оптимальний строк збирання кукурудзи слід визначати економічно.

Втрати перевищують допустимі 5% після 15-го дня початку збору врожаю. Якщо припустити, що прямі витрати на виробництво після 6-го дня залишаються постійними, випливає, що оптимальний прибуток отримано за 25 днів від періоду збору врожаю з 20.IX. До 15.X. Очевидно, що для більшої точності визначення оптимального часу необхідний більш глибокий аналіз економічних процесів. Наприклад, слід враховувати зміну продуктивності машин, втрат і витрат, залежність від тривалості збору врожаю. Продуктивність комбайнів значно змінюється в процесі збирання залежно від стану культури. У сухій і повністю дозрілій кукурудзі машини розвивають вищу продуктивність, але при збільшенні терміну зберігання інтенсивно зростають втрати, особливо біологічні.

*1.2 Визначення складу сільськогосподарських машин.*

Склад сільськогосподарських машин визначаємо на підставі плану механізованих робіт і для виробництва кукурудзи на зерно на площі 800 га приведено в таблиці 1.1.

Необхідну кількість сільськогосподарських машин визначають по максимальній їх потребі в період використання.

Кількість спеціалізованих машин визначають за вимогами розрахунків в технологічних картах. Сільськогосподарські машини загального призначення котрі використовують при виконанні робіт (плуги, культиватори,сівалки та ін.), працюють неодноразово протягом року і строки їх експлуатації іноді збігаються.

Таблиця 1.1 – **Склад сільськогосподарських машин**

| № | Сільськогосподарські машини | Марка | Кількість, од. |
|---|---|---|---|
| 1. | Культиватори | КРН-5,6А<br>АПОГ-6 | 3<br>2 |
| 2. | Сівалки | Веста-12 | 2 |
| 3. | Борони | БДВ-6,5 | 2 |
| 4. | Машини для внесення добрив: мінеральних | МВД-5 | 3 |
| 5. | Навантажувачі | ПФ-0,75 | 3 |
| 6. | Котки | 3ККШ-6 | 3 |
| 7. | Причепи | 2 ПТС-4<br>1ПТС-2 | 1<br>1 |
| 8. | Обприскувачі | ОП-2000-01 | 2 |

*1.3. Розрахунок показників операційної-технології сівби кукурудзи*

*Характеристика умов роботи.*

Площа поля 800 га;

Довжина гону 1000 м;

Тип грунту чорнозем важкосуглинистий;

Питомий опір 65...71 кПа;

Величина схилу місцевості, град. 3;

Поле підготовлене для посіву кукурудзи, проведено раннє весняне боронування, передпосівна культивація.

*Агротехнічні вимоги до сівби.* Сівалка повинна забезпечувати висів каліброваного і не каліброваного насіння кукурудзи з нормою висіву 65…75 тис. шт/га.

Відхилення від заданої норми висіву не повинно перевищувати ±3%. Сівалка не повинна травмувати насіння, повинна забезпечувати загортання насіння на задану глибину з відхиленням не більш ±1см. Сівалка повинна розподіляти насіння по довжині рядка рівномірно. Нерівномірність не повинна перевищувати ± 20 % і в заданий інтервал повинно вкладатися не менше 85 % насінин.

Висіяний рядок повинен бути ущільнений. Наявність незагорнутого насіння не допускається. Відхилення ширини стикових міжрядь від основних не більше 0,05 м.

*Підбір і розрахунок складу агрегату.* Для агрегатування вдосконаленої сівалки Веста-8 використовуємо трактор МТЗ – 80. Оптимальною агротехнічною швидкістю руху при сівбі кукурудзи є $V_р = 6 – 8$ км/год. Приймаємо робочу швидкість руху $V_р$= 8 км/год. Така швидкість руху посівного агрегату буде забезпечена на 4 передачі трактора МТЗ-80 ( $V_т$=8,9 км/год, при коефіцієнті буксування $\delta = 0,22$). Сила тяги трактора на обраній передачі становить $Р_т = 14$ кН [13].

Ширина захвату агрегату $B_р = 5,6$ м, кількість машин в агрегаті – 1.

Визначаємо повний тяговий опір посівного агрегату на обраній передачі:

$$R_a = B_p \cdot \kappa + G_u \frac{i}{100}, \qquad (1.1)$$

де $R_a$ – повний тяговий опір агрегату, кН;

к – питомий тяговий опір агрегату, кН;

$$k = k_0\left[1 + (V_\partial - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100}\right], \qquad (1.2)$$

де $к_0$ – питомий тяговий опір сівалки при швидкості руху $V_0$ = 5 км/год;

$V_р$ - робоча швидкість руху на обраній передачі, км/год;

$\Delta_0$ – темп зростання питомого тягового опору сівалки, %.

$G_м$ – вага сівалки, кН;

i – нахил поля, $^0$.

Питомий тяговий опір посівного агрегату з врахуванням умов роботи складе:

$$k = k_0\left[1 + (V_\partial - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100}\right] = 1{,}5\left[1 + (8-5) \cdot \frac{3}{100}\right] = 1{,}65 \ \hat{e}\acute{I} \ / \grave{i}$$

Повний тяговий опір посівного агрегату складе:

$$R_\grave{a} = B_\partial \cdot \hat{e} + G_\grave{e} \frac{i}{100} = 5{,}6 \cdot 1{,}65 + 11{,}3\frac{2}{100} = 9{,}5 \ \hat{e}\acute{I}$$

Ступінь завантаження трактора за тяговим зусиллям на вибраній передачі:

$$\xi_\partial = \frac{R_\grave{a}}{Ð_\hat{o} - G\frac{3}{100}} = \frac{9{,}5}{14 - 11{,}3\frac{2}{100}} = 0{,}69$$

Фактичний ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю близький до рекомендованого [ξ]=0,8...0,9, тому можна стверджувати, що тягове зусилля трактора використовується оптимально.

Перевірку ступеня завантаження трактора за тяговою потужністю та за ступінню завантаження двигуна за потужністю не проводимо у зв'язку з тим що фактична робоча швидкість дуже близька до номінальної.

*Підготовка агрегату до роботи.* При проведенні підготовки агрегату до роботи виконують операції підготовки трактора. При цьому встановлюють колію передніх і задніх коліс рівною 1400 мм. Тиск у шинах передніх коліс встановлюють 0,14 МПа, задніх – 0,17 МПа.

Виконують розміщення посівних секцій сівалки на регулювальному майданчику. Відстань між сошниками секцій повинна становити 700 мм ±10 мм.

Начіпляють сівалку Веста-8 на гідроначіпку трактора МТЗ-80.

Змінюючи довжину регульованих розкосів та центральної тяги забезпечують:

- паралельність бруса сівалки відносно регулювального майданчика;
- паралельність бруса сівалки осі заднього моста трактора;
- паралельність полоза сошника поверхні майданчика.

Перевіряють при заповненому насінням висіваючому апараті працездатність висіваючого апарату.

Встановлюють норму висіву по таблиці, а однонасінний висів встановлюють зміною положення штирьків вилки скидача відносно зони заповнення отворів диска висіваючого апарату.

Регулюють глибину загортання насіння. З цією метою сівалку опускають колесами і копіюючими котками секцій на бруси, товщина яких на 1 - 1,5 см менше заданої глибини загортання. Потім опускають сошники до торкання їх полозів поверхні майданчика. Остаточно норма висіву і глибина загортання перевіряється в полі.

Установлюють виліт маркерів.

При водінні тільки правим колесом:

$$L_{лев,пр.} = \frac{B \pm A + C}{2}, \qquad (1.3)$$

де B - ширина захвату, B = 5,6 м;

A - колія передніх коліс, A = 1,4 м;

С - ширина стикового міжряддя, С = 0,7 м.

Тоді:
$$L_{лів} = \frac{5,6 + 1,4 + 0,7}{2} = 3,85\,м$$

$$L_{пр} = \frac{5,6 - 1,4 + 0,7}{2} = 2,8\,м$$

При водінні серединою трактора:

$$L\ лев. = L\ пр. = 3,15\ м$$

*Підготовка поля.* Для виконання сівби кукурудзи обираємо човниковий спосіб руху, у зв'язку з чим поле на загінки не розбивається. Вид повороту – безпетльовий.

Радіус повороту агрегату на поворотній смузі залежить від стану грунту і збільшується з підвищенням швидкості руху:

$$R = K_R \cdot R_0, \qquad (1.4)$$

де $K_R$ – коефіцієнт, який враховує збільшення радіусу повороту із збільшенням швидкості руху;

$R_0$ - радіус повороту при швидкості руху $V_п$ = 5 км/год.

Для навісного посівного односекційного агрегату приймаємо $R_0=1,1B_к$ [13]. Отже $R_0$ =1,1×5,6=6,16 м.

Приймаємо швидкість руху на поворотах $V_п$=7 км/год, тоді $K_R$=1,08 [13], і радіус повороту складе R = 6,16×1,08=6,65 м.

Визначаємо ширину поворотної смуги для безпетльових поворотів:

$$E = 1,5\ R + e \qquad (1.5)$$

е – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина виїзду агрегату е залежить від кінематичної довжини агрегату $\ell_к$ і становить для агрегатів з начіпними машинами $e = 0,1\ell_к$.

Кінематична довжина агрегату визначається за залежністю:

$$\ell_к = \ell_т + \ell_м, \qquad (1.6)$$

де: $\ell_т$ – кінематична довжина трактора, $\ell_т$ = 1,2 м;

$\ell_м$ – кінематична довжина сівалки, $\ell_м$ = 1,8 м [13].

Отже, $\ell_к$ = 1,2 +1,8 = 3 м.

E = 1,5×6,65 + 0,1×3 = 10,3 м

Приймаємо E = 11,2 м (два проходи агрегату).

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів φ:

$$\varphi = \frac{\sum L_{\text{P}}}{\sum L_{\text{P}} + \sum L_{\text{X}}} \tag{1.7}$$

де: $L_р$ – довжина робочого ходу;

$$L_P = L - 2E = 1000 - 2 \times 11{,}2 = 977{,}6 м$$

$$\sum L_P = П \times L_P$$

П – кількість робочих ходів

$$П = \frac{F}{B \times L}, \tag{1.8}$$

де: F – площа поля 200 га × $10^4$ м$^2$.

$$П = \frac{200 \times 10^4}{5{,}6 \times 977{,}6} = 365$$

$$\sum L_P = 365 \times 977{,}6 = 3{,}57 \times 10^5 м$$

$L_х$- довжина холостого ходу.

$$L_х = 7 \times R + 2А, \tag{1.9}$$

$$L_х = 7 \times 6{,}65 + 2 \times 11{,}2 = 68{,}95 м$$

$$\sum L_х = П \times L_х = 365 \times 68{,}95 м = 2{,}5 \times 10^4 м$$

З врахуванням усіх даних маємо:

$$\varphi = \frac{3{,}57 \times 10^5}{3{,}57 \times 10^5 + 2{,}5 \times 10^4} = 0{,}93$$

Остаточно приймаємо: спосіб руху - човниковий.

*Робота агрегату в полі.* Для першого проходу посівного агрегату вздовж довгої сторони поля на відстані від його меж, яка дорівнює половині ширини захвату агрегату, через 100 – 200 м встановлюють віхи на одній лінії. Уздовж поперечних сторін відбивають поворотні смуги.

Продуктивність посівного агрегату за зміну визначаємо з формули:

$$W_{зм} = 0,1 \times B_р \times V_р \times T_{зм} \times \tau \quad (1.10)$$

$B_р$=5,6 м; $V_р$ = 8 км/год; $T_{зм}$ = 420 хв. (7 годин).

$\tau = \frac{Tp}{Tсм}$ - коефіцієнт використання часу зміни

$T_р$ – час основної роботи, год.

$$T_р = \frac{Tзз - Tпз - Tто - Tф - Tпер - Tтех}{60(1+\tau_{пов})} \quad (1.11)$$

Тпз – тривалість подготовчо-заключних робіт = 4 хв.

Тто – час на проведення технічного обслуговування = 24 хв.

Тф – тривалість фізіологічних потреб = 40 хвл.

Тпер - час на переїзди = 26 хвл.

Ттех – час технологічного обслуговування сівалки = 20 хвл.

τпов - коефіцієнт поворотів.

$$\tau_{ПОВ} = \frac{V_п \times t_{пов}}{3,6 \times L}$$

$V_п$ – швидкість на повороті, 7 км/год.

$t_{пов}$ – тривалість повороту, 1 хвл = 60 сек.

$$\tau_{ПА} = \frac{7 \times 60}{3,6 \times 1000} = 0,12$$

З врахуванням цього:

$$T_Р = \frac{420 - 4 - 24 - 40 - 26 - 20}{60(1+0,12)} = 4,6 \text{ãîä}$$

$$\tau = \frac{Tp}{T\tilde{n}ì} = \frac{4,6}{7} = 0,65$$

$$W_{зм} = 0,1 \times 5,6 \times 8 \times 7 \times 0,65 = 20,1 \quad га.$$

Розрахунок витрат палива на 1 га проводимо по залежності:

$$g = \frac{Gp \times Tp + Gпов \times Tпов + Gпер \times Tпер + Go \times To}{Wзм} \qquad (1.12)$$

$G_р$, $G_{пов}$, $G_{пер}$, $G_0$ – витрата палива відповідно під час роботи, на поворотах, на переїздах і зупинках із працюючим двигуном, кг/га

$$Tпов = Tp \times \tau_{пов} \qquad (1.13)$$

$T_{пов} = 4,5 \times 0,12 = 0,405$ год.

To = Tпз+Tф = 4+44 = 44 хвл = 0,73 год.

Gp = 9 кг/год; Gпов=5 кг/год; Gпер= 5 кг/год; Go = 1,4 кг/год.

$$g = \frac{9 \times 4,5 + 5 \times 0,405 + 0,42 \times 5 + 0,73 \times 1,4}{20,1} = 3,65 \hat{e}\tilde{a}/\tilde{a}\grave{a}$$

*Контроль якості сівби.* При першому проході агрегату перевіряють відповідність фактичної норми висіву і глибини загортання насіння. При необхідності проводять необхідні корегування.

Контроль якості посіву зводиться до перевірки фактичної норми висіву і її відповідності заданій, глибини загортання насіння, значення стикових міжрядь.

Фактичну норму висіву перевіряють на довжині 14,3 м для всіх десяти рядків.

При цьому, якщо відхилення перевищує ± 5%, проводять відповідні корективи. Якщо глибина загортання відрізняється від заданої більше, ніж на ±1 см, змінюють положення сошників або змінюють жорсткість нажимних пружин.

Розмір стикового міжряддя перевіряється при другому і третьому проходах посівного агрегату. Якщо розмір стикового міжряддя відрізняється від заданого ( або основного) більше, ніж на ±5 см, змінюють відповідно довжину маркера.

# РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Сівалки точного висіву від John Deere, зокрема модель ExactEmerge, є визнаними лідерами у сфері сучасних агротехнологій. Вони забезпечують високу точність і продуктивність посівного процесу, навіть при високих швидкостях. Розглянемо детально будову цього інноваційного обладнання, яке робить процес посіву максимально ефективним.

Висівний апарат є центральним вузлом сівалки, що відповідає за точне розподілення насіння в ґрунт.

Технологія BrushBelt™: Ця унікальна система використовує спеціальний ремінь з щітками, які утримують насіння під час його транспортування до насіннєвого ложа. Ремінь забезпечує надійну доставку насіння з високою точністю, дозволяючи уникнути двійників і пропусків, що гарантує рівномірний розподіл на полі.

Вакуумна система: Вона створює стабільний вакуум, що утримує насіння на місці, поки воно не потрапить на ремінь, що дозволяє забезпечити точність і надійність висіву навіть на високих швидкостях.

Однією з переваг сівалки є її бункери, розроблені для зменшення простоїв і підвищення ефективності.

Великі бункери для насіння: Ці бункери мають значний обсяг, що дозволяє зменшити кількість зупинок для заправки під час посіву. Це особливо важливо для великих площ, де зменшення часу простою критично важливе.

Система дозування добрив: Інтегрована система дозволяє точно дозувати і розподіляти добрива одночасно з висівом насіння. Це забезпечує оптимальне живлення рослин з самого початку їх росту.

Сошники в сівалках ExactEmerge забезпечують точне розміщення насіння на необхідній глибині, що є критично важливим для початкового розвитку рослин.

Дискові сошники високої якості: Вони рівномірно розрізають ґрунт, формуючи ідеальне насіннєве ложе, що сприяє дружньому і рівномірному проростанню насіння.

Регульований тиск на сошники: Це дає змогу адаптувати сівалку до різних типів ґрунтів і умов поля, забезпечуючи оптимальне проникнення і стабільність навіть на складних ґрунтах.

John Deere ExactEmerge оснащена передовими технологіями управління, які забезпечують максимальний контроль над процесом висіву.

SeedStar™ Mobile: Ця система дозволяє оператору контролювати всі аспекти висіву за допомогою мобільного пристрою. Вона надає в реальному часі інформацію про швидкість висіву, норму розподілу насіння і якість його розміщення.

Інтегровані датчики: Вони забезпечують постійний моніторинг процесу, виявляючи будь-які відхилення або проблеми, що дозволяє негайно вжити заходів для їх усунення.

Конструкція шасі та підвіски сівалки забезпечує її стабільність і маневровість, що особливо важливо при роботі на різних типах полів.

Пневматична підвіска: Забезпечує рівномірний розподіл ваги сівалки, що дозволяє стабільно працювати навіть на нерівних або схильних до ерозії поверхнях, зберігаючи при цьому точність висіву.

Адаптивність до різної ширини міжрядь: Сівалка дозволяє легко налаштовувати ширину міжрядь в залежності від потреб різних культур, що робить її універсальним інструментом для фермерів, які вирощують різноманітні культури.

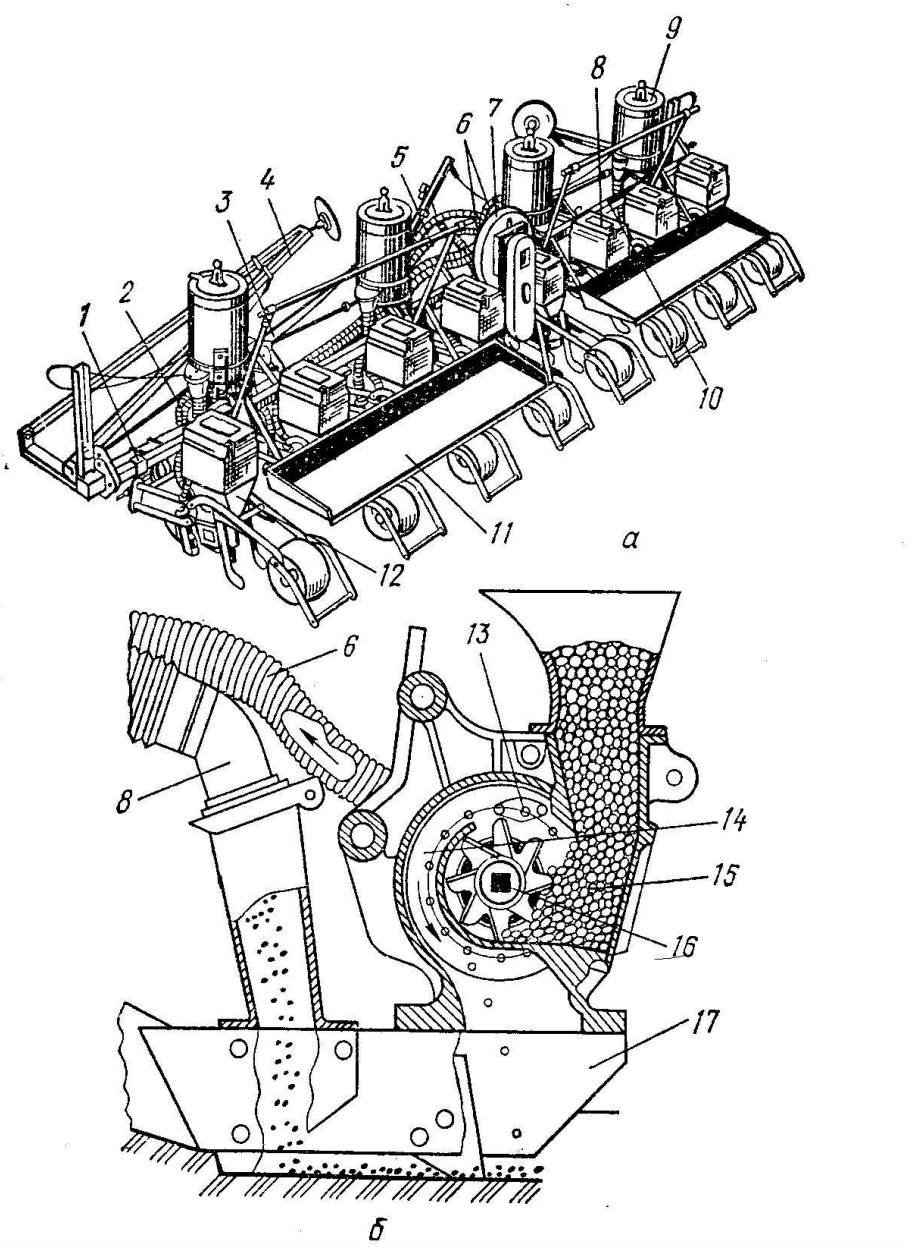



Рисунок 2.1 – Сівалка ВЕГА-8

а – загальний вид; б – схема технологічного процесу

1 – рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – кронштейн; 4 – маркер; 5 – замок; 6 – повітропроводи; 7 – вентилятор; 8 – тукопровід; 9 – туковисіваючі апарати; 10-чистик; 11 – підніжка; 12 – секція; 13 – скидаюча вилка; 14 – висіваючий диск; 15 – забірна камера; 16 – зворушувач; 17 – сошник.

Сівалки точного висіву від Kinze та Amazone є провідними рішеннями в аграрній галузі, кожна з яких має свої унікальні переваги, що задовольняють різні потреби фермерів. Давайте детально розглянемо будову і функціональність кожної з них, щоб зрозуміти, які технологічні рішення вони пропонують і як вони можуть вплинути на ефективність сільськогосподарських робіт.

Технологія Multi-Vac: Висівний апарат Kinze використовує вакуумний принцип для утримання насіння, що гарантує високу точність розміщення. Вакуумний диск делікатно підбирає насіння, а електричний привід забезпечує незалежну роботу кожного апарату, що дозволяє точно регулювати норму висіву для кожного ряду. Це рішення мінімізує ризик двійників та пропусків, що є критично важливим для оптимізації врожайності.

Система Precise: Amazone застосовує комплексну систему, що поєднує механічні та пневматичні компоненти для забезпечення точності висіву. Використання електронних систем управління дозволяє відстежувати процес у реальному часі, забезпечуючи високу точність навіть при роботі на високих швидкостях. Це рішення ідеально підходить для фермерів, які прагнуть максимальної продуктивності при мінімальних витратах.

Великі бункери: Kinze оснащує свої сівалки місткими бункерами, що призначені для тривалого висівання без частих зупинок для дозаправки. Це особливо корисно для великих площ, де зупинки можуть значно вплинути на продуктивність.

Комбіновані бункери: Amazone пропонує інтегровані рішення, де бункери для насіння і добрив поєднані, що дозволяє оптимізувати процеси внесення добрив і висіву. Це рішення підвищує ефективність і знижує витрати на додаткове обладнання.

Дискові сошники високої якості: Використання міцних матеріалів забезпечує чистий розріз ґрунту, формуючи ідеальне насіннєве ложе. Регулювання тиску на сошники дозволяє адаптуватися до різних ґрунтових умов, що забезпечує стабільність і точність.

Універсальні сошники: Сошники Amazone легко адаптуються до різних умов і типів культур. Їх конструкція сприяє ефективній роботі на різних ґрунтах, що підвищує загальну продуктивність і якість висіву.

Kinze Blue Vantage™: Ця інтуїтивно зрозуміла система управління забезпечує реальний контроль над процесом висіву через сенсорний дисплей. Оператор може легко відстежувати норму висіву, швидкість, а також виявляти і коригувати пропуски чи двійники.

Амазоне CCI 1200: Ця просунута система управління використовує інтерфейс ISOBUS для інтеграції з іншими системами, полегшуючи управління і підвищуючи ефективність роботи. Вона забезпечує повний контроль над процесом висіву, дозволяючи фермеру точно налаштовувати параметри для досягнення оптимальних результатів.

Пневматична підвіска: Дозволяє рівномірно розподіляти вагу сівалки, забезпечуючи стабільність навіть на нерівних полях. Це рішення допомагає зберігати точність висіву в будь-яких умовах.

Гідравлічне регулювання: Amazone використовує гідравлічні системи, що забезпечують рівномірний розподіл ваги і стабільність. Це полегшує роботу на різних типах полів і підвищує загальну продуктивність.

У Сполучених Штатах ряд фірм активно займається розробкою та виробництвом сівалок для гребневого посіву кукурудзи. Цей метод є інноваційним підходом до сівби, що дозволяє значно знизити витрати на обробку ґрунту, оскільки виключає необхідність осінньої та весняної глибокої обробки. На думку американських дослідників, гребневий посів сприяє збереженню ґрунтової вологи та покращує умови для проростання насіння, що є критично важливим у регіонах з дефіцитом вологи. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання ресурсів і знижувати витрати, що є вагомим фактором для фермерів, які прагнуть підвищити рентабельність свого виробництва.

Французька компанія «Huard» розробила сівалку для посіву кукурудзи під плівку, доступну в двох варіантах – дворядний і чотирирядний. Цей метод має свої унікальні переваги, які роблять його привабливим для фермерів, що прагнуть максимізувати врожайність. Завдяки перфорації на плівці, рослини можуть вільно проростати, тоді як бур'яни не мають такої можливості, що робить цю технологію безгербіцидною. Крім того, плівка створює парниковий ефект, дозволяючи висівати теплолюбну кукурудзу на 10-12 днів раніше, ніж зазвичай. Це не лише сприяє збереженню ґрунтової вологи, але й забезпечує стабільні врожаї навіть у посушливих умовах, що є важливим фактором для фермерів у регіонах з нестабільними кліматичними умовами.

Однак, не все так просто. Складність конструкції сівалки та додаткові витрати на плівку можуть не завжди виправдовуватися за рахунок збільшення врожайності. Дослідження, проведені в Інституті зернового господарства УААН, показали, що хоча посів під плівку дійсно прискорює дозрівання кукурудзи на три тижні, недостатня якість плівки та висока вартість обладнання перешкоджають широкому впровадженню цього методу в практику. Ці фактори змушують фермерів ретельно зважувати всі "за" і "проти" перед впровадженням такої технології в свої господарства.

Аналіз сучасних технічних засобів для сівби кукурудзи свідчить про те, що основним типом висівного апарату є пневматичний. Більшість сівалок точного висіву для кукурудзи оснащені пневматичними апаратами, які працюють завдяки розрідженню. Проте, такі апарати мають ряд недоліків, які можуть вплинути на ефективність їх використання:

**Засмічення отворів**: Отвори, через які насіння присмоктується, можуть легко засмічуватись залишками, що знижує ефективність роботи і вимагає додаткового обслуговування.

**Порушення підведення насіння**: Насіння може зависати в насінному каналі, що порушує безперервність процесу і може призвести до нерівномірного розподілу.

**Енергетичні витрати**: Пневматичні системи потребують значних енергетичних витрат для подолання сил інерції насіння, що може вплинути на загальну економічність процесу.

**Обмеження за розміром насіння**: Диски присмоктують переважно великі насінини, що може обмежувати використання для дрібного насіння, зменшуючи універсальність обладнання.

**Проблеми зі скидачем**: Проблеми з роботою скидача "зайвих" насінин можуть призвести до защемлення насіння, особливо при сівбі дрібного насіння, що вимагає додаткового налаштування і обслуговування.

На основі аналізу патентних джерел, більшість рішень щодо вдосконалення пневматичних висівних апаратів зводиться до введення додаткових пристроїв, які ускладнюють їх будову та регулювання. Це може знижувати надійність виконання технологічного процесу сівби, що є небажаним для фермерів, які прагнуть

стабільності і простоти в експлуатації. Метою вдосконалення висівних апаратів точного висіву є підвищення їх надійності та забезпечення рівномірного розподілу насіння. Пропонується розробка нового механічного висівного апарату дискретної дії, який можна було б використовувати на сівалках типу СУПН без зміни базових конструктивних елементів. Такий підхід може значно підвищити ефективність і знизити витрати на висів.

У сучасному аграрному секторі технології сівби кукурудзи постійно вдосконалюються, щоб відповідати вимогам часу і забезпечувати максимальну ефективність. Гребневий посів є перспективним методом, що дозволяє знизити витрати на обробку ґрунту, тоді як посів під плівку пропонує унікальні переваги в умовах дефіциту вологи. Однак, висока вартість обладнання та додаткові витрати на матеріали можуть стримувати їх широке впровадження. Пневматичні висівні апарати потребують подальшого вдосконалення для підвищення надійності і ефективності. Важливим завданням залишається розробка механічних апаратів, що забезпечать рівномірний розподіл насіння і зменшать витрати енергії. Таким чином, інновації в технологіях сівби кукурудзи залишаються ключовими для підвищення врожайності та ефективності сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи стабільність і зростання аграрного сектору в умовах постійних змін.

Схема запропонованого висівного апарату представлена на рис. 2.2.

Висівний апарат складається з корпусу 1 із насіннєпроводом 2. У корпусі запресовані втулки 3, у яких установлений вал 4. На кінці вала за допомогою шпонки 5 і гайки 6 закріплений диск 7. До диска 7 гвинтами 8 концентрично кріпиться кільцевий барабан 9 із трубчастими захватами 10. Всередині захватів знаходяться притискачі 11, що мають можливість переміщатися до центра барабана під дією на їхні голівки нерухомого кулачкового елемента 12 і від центра до периферії під дією пружин 13. У нижній частині корпуса перед входом захватів в завантажувальну камеру 14 установлена гребінка 15 із щітками 16. Щітки забезпечують вільний прохід захватів у завантажувальну камеру і утримують у ній насіння. Вище камери завантаження встановлені щітки 17 і щітки-відкидачі 18. У зоні викидання насіння встановлений напрамляч, що складається з нерухомої частини 19 і рухливої частини 20, шарнірно з'єднаних осями 21.

У верхній частині корпуса кріпиться пристосування для зміни положення кулачкового елемента 12 відносно барабана, що складає з опори 22, гайки 23, тяги 24 і двох гвинтів 25 і 26, що переміщаються в радіальних пазах 27 корпуса. Трубчасті захвати мають притискачі 28 перемінної ширини.

Висівний апарат працює наступним чином. Трубчасті захвати 10, обертаючись разом з барабаном 9, при вході в завантажувальну камеру підготовлені до захвату насіння своїми притискачами 28, тому що головка притискача 11, набігаючи на криволінійну частину кулачкового елемента 12, переміщує притискач до центра обертання на величину висоти робочої частини притискача h.

Насіння з великою товщиною або округлої форми майже повністю заповнюють простір під торцем притискача 11. Тонке насіння заповнює цей простір орієнтовно на 1/2 висоти h робочої частини притискача. Друга тонка насінина в цей простір не може потрапити, тому що вільний простір, що залишився, між першою насіниною і торцем притискача обмежений розмірами $h_2$ і d. Де $h_2$ - товщина притиснутої насінини; d - величина перекриття насіниною і притискачем.

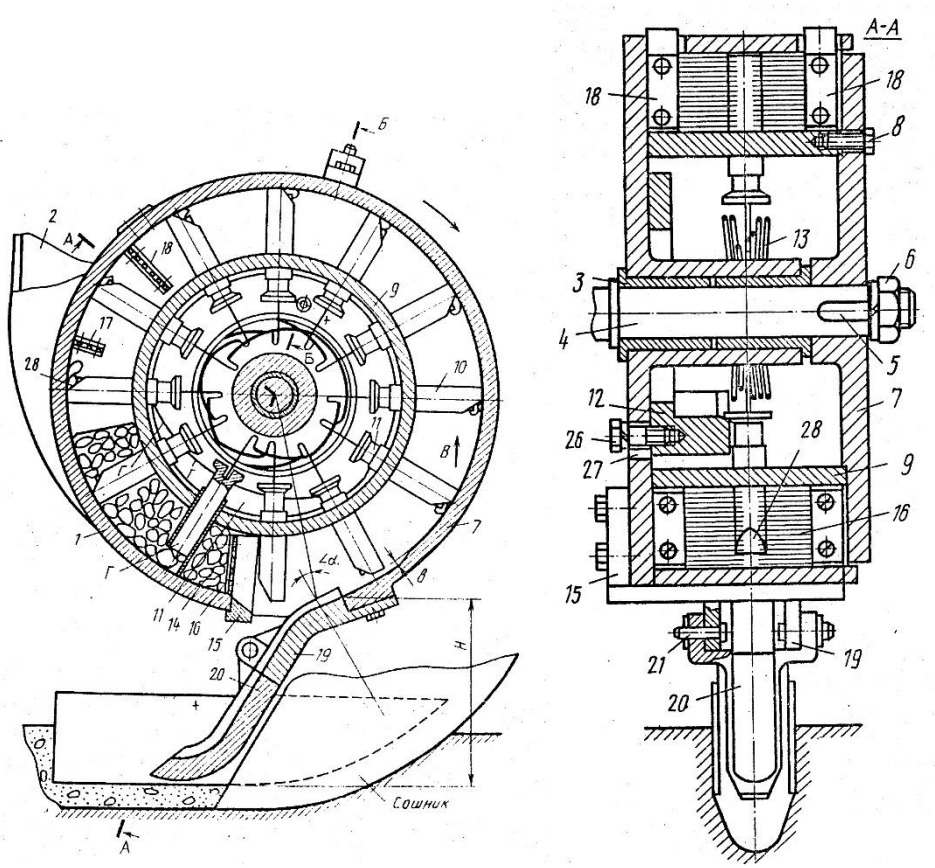



Рисунок 2.2 – Схема висівного апарату:1 – корпус; 2 – бункер; 3 – втулка; 4 – вал; 5 – шпонка; 6 – гайка; 7 – диск; 8 – гвинт; 9 – барабан; 10 – захват; 11 –

притискач; 12 – кулачок; 13 – пружина; 14 – забірна камера; 15 – гребінка; 16 – щітка; 17 – щітка ; 18 – щітка відкидаюча; 19 – нерухомий напрямляч; 20 – рухомий напрямляч; 21 – вісь; 22 – опора; 23 – гайка; 24 – тяга; 25 і 26 – гвинти; 27 – паз; 28 – робоча частина захвата.

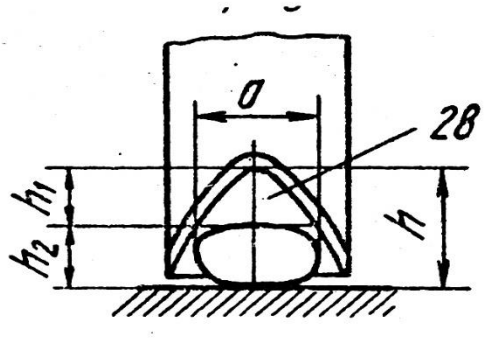



Рисунок 2.3 – Схема фіксації насінини

При виході захватів з камери 14 завантаження притискач 11, збігаючи своєю головкою по кривій Г з кулачкового елемента 12, під дією пружини 13 притискає насіння до внутрішньої поверхні корпуса. Сила тертя насіння об корпус притискає насінину до задньої стінки захвату. Якщо захватом зафіксовано дві насінини, то при проході через щітки 17 друга насінина, слабко затиснена у верхній частині притискача, вадаляється щіткою і відлітає в невизначеному напрямку. Щоб уникнути влучення цих насінин в зону викидання встановлені щітки-відкидачі 18.

Велике насіння в процесі тертя по внутрішній поверхні корпуса може бути заклинено в притискачі. Тому при підході до зони викидання насінина видавлюється пружиною 13 на величину b (рис.2.2). Після цього притискач, набігаючи своєю головкою на кулачок, звільняє насінину. Всі насінини перед початком вільного падіння мають практично рівні початкові швидкості. У момент зходу насіння з напрямляча їхня швидкість зростає до величини, близької до $V = V_1 + \sqrt{g}\,H$, де $V_1$ - колова швидкість насіння; H - висота напрямляча.

Варіюючи значеннями $V_1$ і H, можна одержати горизонтальну складову швидкості насіння в момент сходу його з напрямляча, рівну швидкості сівалки і зворотну по напрямку. Це в сполученні з малою висотою падіння насіння з напрямляча різко зменшує силу удару насіння об ґрунт і, отже, відскік.

Щоб уникнути поломок напрямляча і налипання на його робочу поверхню ґрунту при опусканні сівалки без руху сівалки вперед, нижня частина 20 спрямовувача виконана рухомою і кріпиться на нерухомій частині 19 напрямляча за допомогою осі 21.

Для використання даного висіваючого апарату для висіву насіння інших культур, що відрізняються розмірами від насіння кукурудзи, передбачене регулювання ходу притискача. При обертанні гайки 23 тяга 24 переміщає в радіальних пазах 27 корпуса 1 гвинт 25 разом з кулачковим елементом 12 і гвинтом 26. Переміщаючи робочу крайку Г кулачкового елемента 12 від центра барабана 9 до периферії, можна змінювати відстань $h_2$ (рис.2.3) між торцем притискача і поверхнею корпуса в момент входу захвату в камеру завантаження в залежності від фракції насіння різних культур.

Природа, масштаб і середовище ведення сільського господарства значно відрізняються в Європі, як і складність використовуваних методів роботи. Зернові культури та вирощувана худоба відрізняються від країни до країни, а також змінюються з часом. Рівні та умови фінансової підтримки фермерських господарств різняться і продовжують змінюватися. Робоча сила на фермі змінюється завдяки зростанню часткової зайнятості та меншій кількості працівників на фермі. Ступінь і характер механізації сільського господарства також змінюються, особливо тому, що робоча сила все більше замінюється технікою.

Сільськогосподарська економіка не обмежується лише сільським господарством – вона також включає такі види діяльності, як рибальство та лісництво, кожна з яких має деякі спільні риси, але значно відрізняється від сільського господарства. Однак диверсифікація є загальною темою для всього сектора, наприклад, багато ферм додали потужності з виробництва харчових продуктів, лісового господарства та інші види економічної діяльності з метою підвищення економічної життєздатності діяльності ферм.

Європейська Комісія кожні 4 роки проводить дослідження ферм по всій Європі. В їхній останній публікації висвітлено радикальні зміни, які відбуваються в секторі. Виникає картина консолідації з більшими фермами, більш інтенсивним виробництвом і меншою кількістю працівників, які виробляють вищий рівень економічної продукції.

У сукупності ці фактори впливають на ризики для здоров’я та безпеки не лише для працівників сільського господарства, а й для членів сім’ї, оскільки члени сім’ї все ще потребують значного вкладу праці в далеку діяльність, а багато сімейних ферм також є життєвим простором для всіх члени сім'ї.

Реєстрація нещасних випадків і професійних захворювань суттєво відрізняється між країнами, і важко отримати достовірне загальноєвропейське уявлення про рівні та тенденції (особливо щодо професійних захворювань). Це стосується всіх економічних секторів, але особливо сільськогосподарського, де підприємства дуже малі з точки зору кількості зайнятих, що зазвичай призводить до заниження звітності.

Тим не менш, деякі країни повідомляють детальну статистику щодо смертельних і несмертельних випадків у сільському господарстві.

Важко знайти точну статистику щодо професійних захворювань у галузі.

Існують великі відмінності між державами-членами щодо кількості нещасних випадків (смертельних і несмертельних). Несмертельні нещасні випадки на виробництві в 2014 році становили від 3,6 тисячі на 100 000 зайнятих у Португалії до 75 на 100 000 зайнятих у Румунії. Смертельні випадки на виробництві в 2014 році

коливалися від 7,1 смертей на 100 000 зайнятих у Румунії до 1,0 смертельних випадків на 100 000 зайнятих у Нідерландах.

Загальний рівень смертельних випадків у сільському господарстві, як правило, дуже високий – у багатьох країнах він має найвищий показник серед інших галузей. Будівництво, транспортування та зберігання, виробництво та сільське господарство, лісове господарство та рибальство мають найвищий рівень смертельних випадків, на які припадає 67% усіх нещасних випадків у ЄС.

В Ірландії, наприклад, у сільському господарстві спостерігається найвищий рівень нещасних випадків зі смертельним результатом: 23 на 100 000 працівників у період з 2009 по 2015 рік, що в 10 разів перевищує середній рівень у всіх секторах, тоді як сільськогосподарський сектор займає друге місце за рівнем нещасних випадків без смертельних наслідків.

Наявні дані щодо професійних захворювань у сільському господарстві є набагато менш надійними, ніж у випадку нещасних випадків. Якою б не була справжня частота виникнення цих захворювань, багато відомо про природу таких захворювань.

ПРИЧИНИ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ ТА ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

За даними Європейської комісії, найпоширенішими причинами смертей у сільському господарстві є:

 транспортні аварії (наїзд або перекидання транспортних засобів);

 Падіння з висоти (з дерев, через дахи);

 Удар від падаючих або рухомих предметів (машин, будівель, тюків, стовбурів дерев);

 Утоплення (у водоймах, шламових цистернах, зернових силосах);

 Поводження з худобою (напад або роздавлення тваринами, зоонозні захворювання);

 Контакт з механізмами (незахищені рухомі частини);

 Захоплення (під обваленими конструкціями);

 Електрика (ураження електричним струмом).

Усього за цей період було зареєстровано 194 випадки смерті в сільському господарстві, причому основні причини смерті були пов’язані з тракторами, механізмами та іншими сільськогосподарськими транспортними засобами (загалом це становить 48% смертей).

Смертність від нещасних випадків з худобою спричинила ще 14% смертей.

Загальний спосіб класифікації небезпек використовує такі категорії:

 Ергономічний - повторювані рухи, неправильне підняття

 Біологічні – бактерії, віруси, комахи, рослини, птахи, тварини, люди тощо.

 Психосоціальні - стрес, втома тощо.

 Фізичні – клімат, освітлення, шум тощо.

 Хімічний – залежить від фізичних, хімічних і токсичних властивостей хімічної речовини

Ергономічні небезпеки. Робота на фермі, яка передбачає виснажливі фізичні навантаження та високий рівень фізичної праці, призводить до того, що працівники ферм піддаються особливому ризику розвитку МСЗ через ергономічні небезпеки. Приклади деяких робочих умов, з якими стикаються фермери, включають підйом і перенесення важких вантажів, роботу з часто зігнутим тулубом, ризик нещасних випадків, спричинених непередбачуваними діями худоби та вплив вібрації від сільськогосподарських транспортних засобів і механічних ручних інструментів. Фермери вразливі до ряду МСЗ, включаючи: остеоартрит кульшового та колінного суглобів, біль у попереку, розлади верхніх кінцівок і синдром вібрації кисті/руки, а також до наслідків травм, таких як розтягнення, переломи та вивихи. Порушення опорно-рухового апарату можуть призвести до важкого тривалого болю і страждання для окремих людей. Окрім фізичних наслідків, вони також можуть призвести до подальших негативних наслідків, таких як зниження працездатності, зниження прибутку ферми, низька якість життя та виникнення інших проблем зі здоров'ям, таких як стрес або депресія.

Біологічні небезпеки. Існує дві основні групи біологічних агентів, які вважаються професійними небезпеками:

 Алергенні та/або токсичні агенти, що утворюють біоаерозолі (бактерії, ендотоксини, гриби, мікотоксини, β-глюкани, частинки рослинного та тваринного походження), що спричиняють професійні захворювання дихальних шляхів, кон'юнктиви та шкіри.

 Агенти, що викликають зоонози та інші інфекційні захворювання, які можуть поширюватися кліщами чи комахами-переносниками, повітряно-крапельним шляхом, аліментарним шляхом або безпосередньо при контакті зі шкірою.

Існує кілька шляхів зараження біологічним агентом. Це потрапляння збудника всередину, вдихання збудника, потрапляння через слизові оболонки, потрапляння через пошкоджену шкіру, підшкірне потрапляння, фізичне зараження та трансплацентарно. Поширеними зоонозними захворюваннями є криптоспоридіоз, лептоспіроз, туберкульоз великої рогатої худоби, сальмонела та стрептокок.

Психосоціальні небезпеки. Менше відомо про психосоціальні небезпеки, пов'язані з сільським господарством, порівняно з іншими основними джерелами небезпеки. Проте дослідження виявили низку конкретних ризиків, включаючи довгий робочий день, ізоляцію, фінансову невизначеність, труднощі з плануванням, адміністративні вимоги та взаємодію між стресом і впливом багатьох фізичних ризиків.

Фізичні небезпеки – це небезпеки для навколишнього середовища, які можуть завдати шкоди працівникам сільського господарства під час або без контакту.

Приклади фізичних небезпек включають: шум і вібрацію, електрику, тепловий і холодний стрес, смерть і травми від машин і тварин, падіння з висоти і сонячне випромінювання.

 Шум і вібрація: вібруючі поверхні є одним із основних джерел шуму, і зазвичай відбувається вплив обох типів фізичних факторів стресу.

 Електрика: у сільському господарстві електричні аварії відбуваються в основному з таких причин: вилка містить нещільну (плаваючу) землю, обладнання підключено без використання верхньої частини вилки та/або розетки, використовуються невідповідні побутові вилки та інші аксесуари, «Тимчасові» на подовжувачах використовуються з'єднання як стрічкові, так і неклеєні, до ланцюгів освітлення підключається портативна апаратура, в тому числі інфрачервоні лампи.

 Машини: найвищий ризик нещасних випадків через використання машин або ручних інструментів спостерігається в сільському господарстві. Багато машин у сільському господарстві можуть застаріти та не мати сучасних засобів безпеки. Крім того, обладнання може не регулярно обслуговуватися кваліфікованими механіками.

 Тварини: деякі працівники сільського господарства будуть тісно працювати або контактувати з різними тваринами в рамках своєї роботи. Через їх розмір і непередбачувану природу велика рогата худоба спричиняє багато смертельних і несмертельних травм. Бики спричиняють велику кількість смертей на фермах через нещасні випадки худоби. Значні також напади корів, що недавно отелилися.

 Падіння з висоти: Основним ризиком під час роботи на висоті є падіння з драбин, через крихкі покрівельні матеріали або з незахищених країв даху чи інших конструкцій.

 Клімат: кліматичні умови можуть посилити існуючі проблеми зі здоров’ям і безпекою та призвести до професійних ризиків. Приклади включають вплив гарячого та холодного середовища; забруднення повітря; Кліматичні умови можуть впливати на поширеність і поширення переносників, патогенів, господарів і алергенів; Екстремальні погодні явища можуть призвести до смертності на виробництві, травм, захворювань і психічного стресу.

Хімічна небезпека: Приклади хімічної небезпеки в сільському господарстві включають пестициди, гербіциди, родентициди, овець, олії та паливо. Хімічні агенти можуть впливати на працівників при вдиханні, контакті зі шкірою, через пошкоджену шкіру, проковтуванні, через плаценту або при контакті з очима. На вплив хімічних речовин може впливати низка факторів, таких як природа та фізична форма хімічної речовини, шлях надходження в організм, суміш залучених речовин, дозування, вплив та індивідуальні фактори. Найбільш поширеними речовинами, які становлять хімічну небезпеку в сільському господарстві, є пестициди, гербіциди, родентициди, овець, олії та паливо.

## ПІДСУМКИ ТА ВИСНОВКИ

З цього огляду ризиків роботи в сільськогосподарському секторі можна зробити ряд висновків:

 Робочі місця на фермах є складними робочими середовищами з кількох причин – вони часто мають численні небезпеки різних типів у значних кількостях, і вони часто поєднують середовище життя та роботи для фермерів та їхніх сімей.

 Сільськогосподарська робота інтенсифікується на різних роботах, де менше фермерів, зайнятих повний робочий день, і працівників ферми обробляють великі господарства та виробляють більшу продуктивність.

 Сільськогосподарський сектор є одним із найнебезпечніших секторів європейської економіки щодо нещасних випадків зі смертельними наслідками. У деяких країнах, таких як Ірландія, він є найнебезпечнішим, тоді як у більшості інших він входить до двох чи трьох найнебезпечніших.

 ДТП без смертельних наслідків також трапляються дуже часто.

 Багато професійних захворювань пов’язані з роботою на фермі, але часто не реєструються.

 Існує неузгоджена звітність про нещасні випадки на фермах між державами-членами, і це ускладнює порівняння рівнів нещасних випадків або ефективності систем охорони здоров'я та безпеки в сільському господарстві.

Потрібні систематичні та інтегровані підходи до оцінки та запобігання ризикам перед лицем складних і великих ризиків для здоров’я та безпеки в сільському господарстві. Їх мають підтримувати всі основні зацікавлені сторони в секторі, в тому числі агентства з БГП, сільськогосподарські організації, навчальні агентства, а також самі фермери. Багатообіцяючі підходи існують у ряді країн, і їх можна адаптувати та впровадити для використання в усьому секторі в Європі.

# РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічне обґрунтування виконується з метою визначення раціонального варіанту технології за одним або сукупністю економічних критеріїв (мінімум приведених затрат, максимум прибутку, термін повернення кредиту, строк окупності капіталовкладень тощо).

Таблиця 4.1 – **Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності пристрою для розкриття кореневої системи**

| Показник | Значення |
|---|---|
| Марка енергетичного засобу | МТЗ-80 |
| Вартість трактора, тис. грн. | 83,7 |
| Річне завантаження трактора, год. | 1200 |
| Сумарні відрахування на трактор (амортизація. ТО та ремонт), % | 38,5 |
| Вартість пристрою, грн. | 84000 |
| Річне завантаження пристрою, год. | 450 |
| Сумарні відрахування на пристрій (амортизація. ТО та ремонт), % | 38 |
| Кількість обслуговуючого персоналу | 1 |
| Продуктивність за годину зміни по площі маточника, га | 7,37 |
| Заробітна плата, грн./год. | 7,5 |
| Витрата палива, кг/га | 1,16 |
| Ціна палива, грн. | 9,40 |
| Нерівномірність внесення добрив % | ± 15% |

Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Вартість паливно-мастильних матеріалів дорівнює:

$$C_1 = Ц_К Q_П, \text{ грн/га} \quad (4.1)$$

де: $Ц_К$ – комплексна ціна кілограма палива, грн/кг**;**

$Q_П$ – витрата палива, кг/га.

$$C_1 = 9{,}4 \cdot 1{,}16 = 10{,}9 \text{ грн/га}$$

Основна заробітна плата

$$C_2 = \frac{m_1 П_1 + m_2 П_2 + \ldots + m_6 П_6}{W_{зм}}, \text{ грн/га} \quad (4.2)$$

де: $m_i$ – кількість працівників на агрегаті *і-ої* кваліфікації;

$П_i$ – оплата праці за змінну норму виробітку робочого *і-ої* кваліфікації, грн;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, га.

Додаткова заробітна плата

$$C_3 = C_2 K_{д\,зп} / 100, \text{ грн/га} \quad (4.3)$$

де: $K_{д\,зп}$ – плановий коефіцієнт нарахування додаткової заробітної плати, *%* $(K_{д\,зп} = 10...35\%)$.

Відрахування на соціальні заходи

$$C_4 = ПФ + ФСС + ФЗ, \text{ грн/га} \quad (4.4)$$

де: $ПФ, ФСС, ФЗ$ – відрахування в пенсійний фонд, фонд соціального страхування і фонд зайнятості.

Вони розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} ПФ &= ФОП\ К_{ПФ}\ /100, \\ ФСС &= ФОП\ К_{ФСС}\ /100, \\ ФЗ &= ФОП\ К_{ФЗ}\ /100, \end{aligned} \tag{4.5}$$

де: $К_{ПФ}, К_{ФСС}, К_{ФЗ}$ - відповідно коефіцієнти відрахування в пенсійний фонд, фонд соціального страхування і фонд зайнятості, % ($К_{ПФ} = 32{,}7\%; К_{ФСС} = 2{,}8\%; К_{ФЗ} = 2{,}5\%$);

Фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$ФОП = С_2 + С_3,\ \text{грн/га}. \tag{4.6}$$

Розрахунок балансової вартості основних виробничих фондів і амортизаційних відрахувань

Відрахування на амортизацію будівель машинного двору

$$С_5 = С_{БУД} К_{АБ}\ /100,\ \text{грн} \tag{4.7}$$

де: $К_{АБ}$ – нормативні коефіцієнти відрахувань на амортизацію будівель машинного двору, *%* (*$К_{АБ}$=2,5…3,5%*).

$С_{БУД}$ – вартість будівництва, *грн*.

$$С_{БУД} = Ц_{БУД} V_{БУД} + Ц_Т S_Т,\ \text{грн} \tag{4.8}$$

де: $Ц_{БУД}$ – вартість будівництва будівель машинного двору, грн/м$^3$;

$Ц_Т$ – витрати на благоустрій території машинного двору, грн./м$^2$

$S_Т$ – площа території машинного двору, м$^2$

Відрахування на амортизацію обладнання машинного двору

$$С_6 = С_{ОБЛ} К_{АО}\ /100,\ \text{грн} \tag{4.9}$$

де: $К_{АО}$ – нормативний коефіцієнт відрахувань на амортизацію обладнання машинного двору, % ($К_{АО}$ =15…25%);

$С_{ОБЛ}$ – балансова вартість обладнання, грн. 183800 грн

Відрахування на амортизацію, поточний ремонт і технічне обслуговування МТП:

$$С_7 = \frac{Б_Т \cdot а_{ТР}}{100 \cdot W_г \cdot t_{ТР}} + \frac{Б_{зч} \cdot а_{зч}}{100 \cdot W_г \cdot t_{зч}} + \frac{Б_М \cdot а_М \cdot n_М}{100 \cdot W_г \cdot t_м}, \text{ грн/га} \qquad (4.10)$$

де: $Б_{ТР}$, $Б_{ЗЧ}$, $Б_М$ – балансова вартість відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, грн;

$а_{ТР}$, $а_{ЗЧ}$, $а_М$ – норми відрахувань на амортизацію відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, %,

$W_г$ – продуктивність агрегату, га/год;

$t_{ТР}$, $t_{зч}$ і $t_М$ – зональне (або фактичне) завантаження трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, год.

Розрахунок загальновиробничих та загальногосподарських витрат.

Загальновиробничі витрати включають затрати на спецодяг, витратні матеріали для забезпечення роботоздатності оргтехніки, телефонного зв'язку, санітарного стану побутових приміщень та непередбачені додаткові затрати на інші потреби (реклама продукції і т.д.):

$$С_8 = С_{ПЕ} К_{ЗВ} / 100, грн., \qquad (4.11)$$

де: $К_{ЗВ}$ – нормативний коефіцієнт відрахувань на загальновиробничі витрати, % ($К_{ЗВ} = 2{,}5...5\%$).

С $_{ПЕ}$ – прямі експлуатаційні витрати, грн.;

$$С_{ПЕ} = S(\sum_{i=1}^{4} С_i + С_7) + К_0(С_5 + С_6) \qquad (4.12)$$

де: $К_о$ – коефіцієнт, що показує, яка частка продукції (або зарплати) припадає на даний вид продукції від загального її обсягу у рослинництві.

Загальногосподарські витрати – зарплата керівникам господарства, бухгалтерам, затрати на освітлення вулиць, рекламу продукції та інші

$$C_9 = (C_{ПЕ} + C_8)K_{ЗГ} / 100, \text{ грн.} \quad (4.13)$$

де: $K_{ЗГ}$ – нормативний коефіцієнт відрахувань на загальногосподарські витрати, %, ($K_{ЗГ}$ =0,5…3,5%**)**.

$C_{ПЕ} + C_8$ – сумарні витрати на виробництво, грн.

Розрахунок виробничої собівартості

Виробнича собівартість всього обсягу продукції

$$C_{10} = A \cdot n + Б \text{ , грн} \quad (4.14)$$

де: $A$ – поточні прямі витрати на одиницю продукції, грн/т;

$Б$ – разові непрямі витрати на весь обсяг продукції, грн.;

$n$ – обсяг продукції, т.

Виробнича собівартість одиниці продукції

$$C_{10'_{пр}} = A + Б / n, \text{ грн/т} \quad (5.15)$$

Поточні і разові витрати:

$$A = \sum_{i=1}^{4} C_i / \text{И}, \quad (5.16)$$

де: И – урожайність культури, т/га

$$Б = K_0(C_5 + C_6) + C_8 + C_9 + S(C_7), \text{ грн} \quad (5.17)$$

де: $K_o$ – коефіцієнт, що показує, яка частка продукції (або зарплати) припадає на даний вид продукції від загального її обсягу у рослинництві;

$S$ – площа вирощування певної культури, га.

Відповідно до даної формули зі збільшенням обсягу виробництва собівартість продукції знижується за гіперболічною залежністю (навіть при дотриманні незмінного технологічного процесу і пов'язаних з ним одноразовими і поточними витратами). Проте таке зниження собівартості відбувається тільки у визначених межах збільшення обсягу виробництва. Воно обмежується продуктивністю технологічного обладнання, що використовується. При необхідності збільшення обсягу виробництва буде потрібно додаткове введення визначеної кількості одиниць технологічного обладнання. При порівнянні економічності технологічних варіантів у якості найкращого приймається той варіант, який при заданому обсязі виробництва дає найменшу собівартість.

Розглянутий метод добре використовується при випуску однорідної продукції.

Таблиця 4.2 – **Показники економічної ефективності**

| Показник | Базовий | Модернізований | Відхилення +/- |
|---|---|---|---|
| Фонд заробітної плати, грн/га | 100,35 | 100,35 | - |
| Прямі експлуатаційні витрати, грн. | 229870,3 | 217490,2 | -12380,1 |
| Загальновиробничі витрати, тис. грн. | 5570,21 | 5430,73 | -130,48 |
| Загальногосподарські витрати, тис. грн. | 2290,45 | 2220,93 | -60,52 |
| Виробнича собівартість всього обсягу продукції, тис. грн. | 24468,93 | 22563,86 | -1905,07 |
| Виробнича собівартість одиниці продукції, тис. грн/т. | 8,12 | 6,53 | -1,59 |
| Поточні прямі витрати на одиницю продукції, тис. грн/т. | 3,72 | 2,6 | -1,12 |
| Термін окупності, рік | | 1,2 | |

Провівши вдосконалення висівного апарату сівалки СУПН-8А ми отримаємо зменшення виробничої собівартості продукції на 1590 грн., а отриманий економічний ефект дозволить окупити затрати на модернізацію сівалок за 1,2 роки.

# ВИСНОВОК

Найбільш перспективною технологією вирощування кукурудзи в наш час є інтенсивна малогербіцидна, яка передбачає використання високоякісного насіння, сучасних засобів механізації вирощування при обмеженому використанні засобів хімічного захисту рослин.

Одним з важливих напрямків вдосконалення технологій вирощування кукурудзи є оптимізація площі живлення рослин за рахунок підвищення рівномірності розташування насіння в борозні при проведенні сівби.

Аналіз існуючих сівалок вітчизняного та закордонного виробництва а також патентний аналіз висівних апаратів точного висіву свідчить про те, що одним з найбільш перспективних напрямків розвитку є розробка і впровадження універсальних механічних дозуючих пристроїв, які забезпечують підвищену рівномірність висіву.

Запропонований висівний апарат забезпечує більш рівномірний розподіл насіння по довжині рядка за рахунок усунення такого явища як відскакування насінини від дна борозни. Практичне впровадження запропонованого механічного висівного апарату можливе на базі широко поширених сівалок типу СУПН без заміни базових конструктивних елементів висівних апаратів.

Проведені розрахунки операційно-технологічної карти показують, що використання посівного агрегату на базі удосконаленої сівалки дасть змогу збільшити робочу швидкість руху, а відтак і продуктивність.

## Список використаних джерел

1. Справочник механизатора /И.В.Горбачев , Б.С.Окнин ,В.М.Халанский и др..; Под ред. А.Н.Карпенко , 3-е изд. Перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985 - 32 с.

2. Типові норми витрат палива і виробітку на механізовані польові роботи Держагропром УРСР-К.: Урожай, 1991.- 472с.

3. Типові норми виробітку і витрати палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві (Держагропром УРСР;Центр. норм. досл. ст. з праці Держагропрому УРСР-Л.: Урожай. 1987-416с.

5. Науково-технічні, економічні та екологічні основи механізації процесів підвищення родючості ґрунту: Тези допов. респ. наук.-техн. конф. Глеваха. 12-15 листопада 1991р. Київ,1991.

6. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімант А.С. "Експлуатація машинотракторного парку в аграрному виробництві" Київ. "Урожай" 1993-275с.

7. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини.-5-те вид., перероб.-К: Урожай, 1988.-384с.

8. Довідник з охорони праці в сільському господарстві ( запитання і відповіді) / С. Д. Лахман, В. П. Целинський С. М. Козирєв та ін. ; За ред. С. Д. Лахмана. -К.: Урожай, 1990. - 400с.

9. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машин / В. І. Ко-чев, А. С. Кушнарьов, В. Д. Роговий та ін.; За ред. В. І. Кочева. - К.: Урожай, 1993.-264с.

10. Практикум з технологічної наладки та усунення несправностей сільськогосподарських машин / Г. Р. Гаврилюк, Г. І. Живолуп, П. С. Короткевич та ін.; За ред. Г. Р. Гаврилюка. - К.: Урожай, 1995.- 280с.

11. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко 1.1. та ін.; за ред. Гречкосія В.Д.-К: Урожай, 1991.-400с.

12. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. та ін. - К.: Урожай, 1987.- 336с.