

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

01.01 - МР.189 "С" 2021.02.01.123 ПЗ

**КУРІННИЙ МИКОЛА РОМАНОВИЧ**

**2022 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 004.9:631.3

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка  
(назва кафедри)  
доцент, к.т.н.

Братішко В.В.  
(ПІБ)

(підпис)

(підпис)

Гуменюк Ю.О.  
(ПІБ)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження ефективності експлуатації технологічних комплексів меліоративних машин з удосконаленням кротувача

Спеціальність 208 «Агроінженерія»  
(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова  
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми  
доктор технічних наук, проф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Г.А.Голуб  
(ПІБ)

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц. каф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Гуменюк Юрій Олександрович  
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Курінний Микола Романович  
(ПІБ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин та  
системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

К.Т.Н., доц.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

(ПІБ)

«    »

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Курінному Миколі Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Дослідження ефективності експлуатації  
технологічних комплексів меліоративних машин з удосконаленням крогувача  
затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» лютого 2021 р. № 189 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Первинна документація з техніко-  
експлуатаційними характеристиками меліоративних машин, Науково-технічна, нормативно-  
методична література

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування.
2. Обґрунтування основних параметрів об'єктів розробки
3. Дослідження основних параметрів об'єкту розробки
4. Охорона праці
5. Обґрунтування економічної ефективності

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 18 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Гуменюк Ю.О.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Курінний М.Р.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Куріцій М.Р.** /Дослідження ефективності експлуатації технологічних комплексів меліоративних машин з удосконаленням кротувача / Магістерська кваліфікаційна робота. Київ: НУБіП України, 2022. 87 с., 18 слайдів презентації.

Список використаних джерел налічує 55 назв.

На даний час актуальним і одним із правильних рішень у підвищенні ефективності роботи машинно-тракторного парку є модернізація його робочого обладнання. Тому метою наших досліджень є удосконалення робочого обладнання меліоративної техніки для прокладання дренажних каналів на базі

трактора ХТА-220-2. Виходячи з цього сформульована тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Дослідження ефективності експлуатації технологічних комплексів меліоративних машин з удосконаленням кротувача».

Для розкриття теми необхідно проаналізувати технологію будівництва дренажних каналів, методи та технології їх прокладання, вивчити конструкції робочого обладнання меліоративної техніки.

У результаті проведеного аналізу запропоновано удосконалення робочих органів меліоративної машини, а саме у конструкції кротувача встановлюються додаткові відкрilки, які забезпечують ефективніше виконання технологічного процесу.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведені техніко-конструктивні розрахунки робочого обладнання кротувача та розрахунки щодо економічної доцільності запропонованого рішення; виконані дослідження параметрів нової конструкції, розроблено технологічний процес механічної обробки деталі, спроектовано спеціальне верстатне обладнання; розроблено заходи з безпеки праці.

Усі конструктивні рішення відображено у презентаційній частині роботи.

**Мета роботи** є удосконалення робочого обладнання меліоративної техніки для прокладання дренажних каналів на базі трактора ХТА-220-2.

**Задачі дослідження:**

❖ Проаналізувати парк машин, що застосовується для меліоративних робіт та систем формування дренажних каналів.

❖ Вдосконалити технологічні процеси прокладання безматеріального дренажу із розробкою конструкції кротувача кротодренажної машини.

❖ Проаналізувати конструкцію кротувача базової моделі, встановити, щодо його вдосконалення за рахунок зміни форми та розмірів з додаванням рухомих елементів – ножів.

❖ Провести розрахунки: пальця кріплення кротувача, болтового з'єднання щік кронштейна до ножа, зварного з'єднання кронштейна зі шпокою, гідропиліндра приводу ножів дренера та елементів кріплення гідропиліндра.

❖ Вибрати схеми прокладання дренажних каналів.

❖ Провести розрахунки стійкості трактора до перекидання.

❖ Визначити економічну ефективність розробленого удосконалення

**Об'єктом дослідження** є робочий орган кротувача.

**Предмет досліджень.** Робоче обладнання меліоративної техніки для прокладання дренажних каналів.

**Ключові слова:** меліоративна техніка, дренажні канали, робоче обладнання, кротувач, експлуатація, машинно-тракторний парк

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

# ЗМІСТ

# НУБІП України

**ВСТУП**

7

.....

## **РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ**

9

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.1. | Способи осушування болот і види дренажу..... | 9  |
| 1.2. | Способи прокладання дренажу.....             | 11 |
| 1.3. | Технологія будівництва дрен.....             | 15 |
| 1.4. | Аналіз засобів механізації для прокладання   | 20 |

дренажу .....

|      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| 1.5. | Опис об'єкту розробки..... | 35 |
|------|----------------------------|----|

## **РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ**

**ОБ'ЄКТУ**

39

### **РОЗРОБКИ.....**

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1. | Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кротувача.....     | 39 |
| 2.2. | Вибір основних параметрів дренера.....                             | 40 |
| 2.3. | Розрахунок тягового опору кротодренажної машини.....               | 41 |
| 2.4. | Обґрунтування вибору засобу агрегування кротодренажної машини..... | 44 |

## **РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ**

**РОЗРОБКИ.....**

49

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.1.   | Гідромеліорація та її роль у підвищенні врожайності ґрунтів... | 49 |
| 3.2.   | Тенденції розвитку дренажних систем.....                       | 56 |
| 3.3.   | Вибір схеми прокладання дренажних каналів.....                 | 58 |
| 3.4.   | Розрахунок відстані між дренами.....                           | 59 |
| 3.5.   | САПР сільськогосподарських машин.....                          | 62 |
| 3.5.1. | Синтез і аналіз конструкцій.....                               | 62 |

# НУБІП України

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5.2. Розробка моделі об'єкту проектування.....  | 64        |
| 3.5.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання.....                                   | 65        |
| <b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>  | <b>67</b> |
| 4.1. Загальні вимоги безпеки до причіпних сільськогосподарських машин.....                                | 67        |
| 4.2. Вимоги безпеки до проектованої кротодренажної машини.....  | 69        |
| 4.3. Технічне обслуговування та зберігання кротодренажної машини.....                                     | 70        |
| 4.4. Протипожежні заходи при експлуатації кротодренажної машини.....                                      | 71        |
| <b>РОЗДІЛ 5 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>   | <b>73</b> |
| 5.1. Визначення продуктивності розробленої кротодренажної машини.....                                     | 73        |
| 5.2. Визначення експлуатаційних витратків та норм відрахувань при використанні кротодренажної машини..... | 74        |
| 5.3. Визначення річного економічного ефекту та терміну окупності кротувача.....                           | 76        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>  | <b>79</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>  | <b>82</b> |

## ВСТУП

НУБІП України

Розвиток сільськогосподарської галузі, покращення стану аграрно-промислових комплексів, індустріалізація сільськогосподарського виробництва сприяє будівництву нових дренажних систем, які повинні забезпечити кращу меліорацію сільськогосподарських угідь, прилеглих до доріг територій та споруд призначених для здійснення різноманітного вантажокопотоку та пасажирських перевезень.

НУБІП України

Технічний рівень дренажних систем обумовлює їх надійність, довговічність та продуктивність.

Спорудження дренажних систем – це трудомісткий технологічний процес, який вимагає переміщення великих об'ємів ґрунту й матеріалів, а також виконання значного обсягу робіт щодо їх переміщення, виготовлення та транспортування.

НУБІП України

Підземні дренажі призначені для поліпшення загально санітарних, агротехнічних і будівельних умов на промислових майданчиках і міських територіях, що характеризуються несприятливим (підвищеним) рівнем підземних вод, або для захисту від підтоплення розташованих на цих територіях підземних споруд і комунікацій.

НУБІП України

Застосовують кілька форм організації прокладання дренажних систем, використовуючи існуючий парк техніки і механізмів. Майже в усіх теперішніх меліоративних організаціях існуючі меліоративні машини та техніка, сильно застарілі, трудомісткі та металоємні; не забезпечують необхідної продуктивності, що у даний час веде до зменшення економічно ефективного їх використання.

НУБІП України

Особливості ринкової економіки та господарювання в умовах економічної кризи, передбачають, на сучасному етапі розвитку виробництва, створення нових зразків меліоративної техніки з високими техніко-економічними показниками.

На даний час близько 95% земляних робіт, як в агропромисловому комплексі, так і у будівельній галузі, здійснюється механічним способом.

При виконанні цих земляних робіт використовують різні за призначенням, конструкцією і принципом дії машини. Їх поділяють на: машини для підготовчих робіт; землерийно-транспортні; екскаватори; бурильні; для безтраншейної прокладки комунікацій, для гідромеханічної розробки ґрунту, для меліорації ґрунтів; для ущільнення ґрунтів.

Машини, що здійснюють меліорацію ґрунтів працюють за принципом прокладання у ґрунті водовідвідних каналів. Ці канали можуть бути, як щільними (щільнодренажними), матеріальними (трубними), так і кротовими (прокладеними у товщі ґрунту). Для здійснення цих операцій використовують кротодренажні, щільноорізаційні, трубоукладні машини.

На даний час актуальним і одним із правильних рішень у підвищенні ефективності роботи існуючого машинно-тракторного парку є модернізація його робочого обладнання.

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Способи осушування боліт і види дренажу

Земляні роботи у сільському господарстві виконують під час будівництва різних споруд – силосних ям і траншей, доріг, гребель, зрошувальних і осушувальних каналів, для переміщення ґрунту на різні відстані. Під час виконання таких робіт спочатку відділяють частину ґрунту, заповнюють ним робочий орган машини, переміщують ґрунт у задане місце і розвантажують робочий орган.

Земляні споруди за будовою і розміщенням відносно поверхні ґрунту поділяються на такі види: насипи (вреблі, дамби, насипи для шляхів), виїмки (траншеї, осушувальні канали, кювети) і напіввиїмки-напівнасипи, коли одночасно споруджують і виїмки, і насипи [10].

Для осушування болот та надмірно зволжених земель копають осушувальні канали та прокладають дрени. Осушувальні канали копають плужними канавокопачами і спеціальними болотними екскаваторами. Для обладнання дренажу застосовують дренажні машини. Для збирання і відведення води роблять канали до 1,2 м завглибшки. Ці канали доходять до збірного каналу, глибина якого від 0,2 до 2 м і ширина по дну 0,2...0,4 м. Для збирання ґрунтових вод, які виходять назовні, обладнують ловильні канали глибиною до 3 м і шириною до 1 м. Канави копають з укосами. Форма перетину каналу – трапеція. Вийнятий ґрунт укладають з обох боків каналу, або з одного боку, якщо канава є зірною і призначена для збирання води, що стікає з поверхні осушувальної площі.

Осушування з використанням відкритої мережі каналів ускладнює роботу тракторних агрегатів на оранці, сівбі та інших роботах. Крім того, канали швидко заростають чагарником та іншою рослинністю і для очищення потребують значних затрат коштів. Такі ділянки осушують, влаштовуючи закритий дренаж, який поділяють на траншейний, кротовий і циліндричний.

Траншейний дренаж будують дрепоукладачами, які прокладають у ґрунті вузькі канали (траншеї). На їх дно для відводу води розміщують гончарні або пластмасові труби, потім канали засипають ґрунтом. Стики гончарних трубок обкладають фільтрувальним матеріалом, присипають фільтрувальним наповнювачем і ґрунтом. Вода потрапляє у дренаж через стики. Пластмасові труби можуть бути гладенькі, з перфорованими круглими водоприймальними отворами або фрезерними щілинами. Діаметр труб 40...100 мм. Залежно від гнучкості пластмаси і діаметра труби їх поставляють у бухтах або відрізками. На всій довжині труби вздовж або впоперек осі у шахматному порядку мають

щілини для проникнення води [10, 20]

Для утворення труб у робочому органі безтраншейного дрепоукладача використовують плівку у рулонах. Ширина стрічки залежить від діаметра дренажної труби і способу її виготовлення. Вода всередину труб потрапляє через перфорації або через поздовжню щілину шва труби.

Глибина закладки матеріального дренажу залежить від механічного складу ґрунту, умов місцевості і необхідної норми осушення. Розрізняють мілкий дренаж – 0,8...1 м (важкі суглинки, глини), середній – 1,0...1,2 м (мішані ґрунти), глибокий – 1,5...1,8 м (торф'яники). Відстань між дренами приймають: на мінеральних ґрунтах 10...30 м, на торф'яних 25...40 м. При вклинюванні ґрунтових вод відстань між дренами скорочують до 5...10 м. Швидкість руху води у дренах задають їх нахилом: оптимальна – 0,6...0,8 м/с; найменша, допустима у глинистих ґрунтах 0,2 м/с; у дрібному піщанику 0,3 м/с [20].

Закритий дренаж покращує аерацію ґрунту, зберігає корисну площу ділянок, весною забезпечує швидке прогрівання ґрунту і підсихання. Тимчасовий дренаж може бути кротовий і щілинний. Кротовий дренаж застосовують на ґрунтах, стійких проти розмокання.

За допомогою спеціальних агрегатів на глибині від 0,4 до 1,2 м прокладають трубчаті канали подібні до кротових ходів. Діаметр порожнин від 55 мм і більше; ними вода випускається у відкриті канали або закриті осушувальні дрени (гончарні та ін.). Діаметр порожнини залежить від типу

грунту і діаметра дренажа. Довжина дрен 120...170 м. Дренажі роблять з нахилом від 0,002 до 0,005 м для стікання води. Відстань між кротовими дренажами від 2 (глинисті і важкі суглинки) до 15 м (низинні болота).

Кротові дренажі не перешкоджають роботі тракторних агрегатів. Недоліком кротового дренажу є недовговічність дрен, які швидко руйнуються, особливо на легких ґрунтах. Щілинний дренаж – це отвір у вигляді поздовжньої щілини, що звужується доверху. Діаметр щілин 50...60 см, глибина прокладання щілин до 1,2...1,5 м у торф'яниках, засмічених деревиною, відстань між щілинами 20...50 м. Довжина дрен-осушувачів визначається розмірами ділянки і їх пропускною здатністю, приймають від 100 до 250 м. Такі дренажі проривають кротовими або дренажно-щілинними машинами [9, 10, 20].

Комбінований дренаж – найбільш перспективний, однак потребує значних затрат коштів і часу; виконують у два яруси: у нижньому горизонті прокладають труби постійного дренажу, у верхньому – елементи тимчасового [30].

## 1.2. Способи прокладання дренажу

Будівництво закритих дрен, тобто спорудження підземних труб, каналів (порожнин), здійснюється за допомогою спеціальних машин і механізмів. Способи прокладання дренажу, залежно від методу закладання труб і методу утворення підземних каналів-порожнин, класифікують на траншейний і безтраншейний; залежно від виду дренажу – на трубний (матеріальний), тобто дренажу є керамічна, дерев'яна або пластмасова труба, і порожнинний (кротовий), коли дренажу є порожнина у ґрунті. Спосіб, при якому використовують траншейний і безтраншейний методи, називають комбінованим.

При траншейному способі траншею прокладають виїманням ґрунту. Якщо у відкриту траншею укладаються труби (суцільні або складені), то траншею засипають ґрунтом; якщо труби не укладають, то верхню частину траншеї закривають, а нижня порожнина є каналом-дренажу. Розрізняють широкотраншейний, вузькотраншейний і щілинний способи будівництва дрен. При ширині траншеї більше 0,3 м спосіб називають широкотраншейним, при

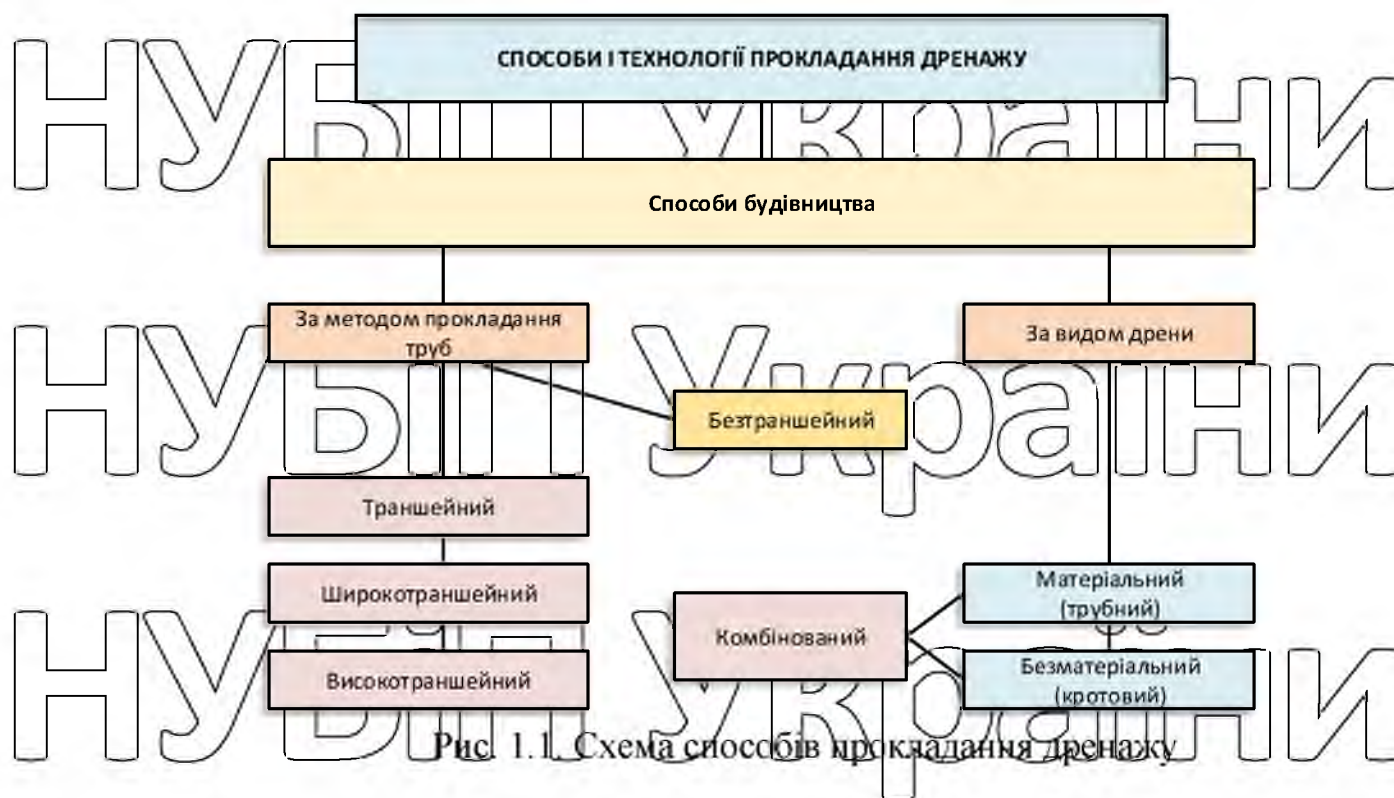
ширині 0,18...0,3 м – вузькотраншейним, 0,12...0,18 м – щілинним. Вузькотраншейний і щілинний способи не застосовують при будівництві дрен у кам'янистих ґрунтах. Щілинний спосіб застосовують тільки в експериментах і лише як порожнинний [4, 13, 14].

При безтраншейному способі будівництва дрен у товщі ґрунту за допомогою спеціального плоского ножа і об'ємного дренера (зазвичай циліндричного поперечного перетину) утворюється канал (порожнина), в який укладають спеціальну трубу (трубний, тобто матеріальний спосіб) або нічого не укладають (порожнинний, тобто кротовий спосіб).

Широкотраншейний спосіб будівництва дрен існує вже більше ста років і є найбільш поширеним. Його вдосконалення проходило шляхом послідовної механізації окремих операцій (риття траншеї, укладання труб, надання необхідного ухилу дрени, засипання траншеї), а також шляхом виконання цих операцій однією машиною.

Останніми роками ведуть роботи з автоматизації основних операцій широкотраншейного трубного способу. Сучасний широкотраншейний спосіб використовують в основному для будівництва трубних дрен великого діаметру (більше 200 мм). Вузькотраншейний, щілинний і безтраншейний трубний способи застосовують при будівництві дрен з поперечником  $\varnothing$  0,250 мм.

Ці способи з'явилися завдяки механізації процесів риття траншеї, укладання труб, а також автоматизації процесу надання дну траншеї необхідного ухилу.



Вдосконалення існуючих способів прокладання дренажу сталося завдяки появі полімерів: після появи у п'ятдесятих роках минулого століття пластмасових труб і стрічок стала можливою механізація закладання суцільних довгих пластмасових труб у ґрунт через вузькі траншеї і щілини. При цьому з'явилася можливість укласти труби при великих (до 2 км/год) швидкостях руху машин. Проте існуючі конструкції автоматів, що здійснюють заданий ухил дрен, і конструкції основних землерийних робочих органів не забезпечували реалізації вказаних можливостей. Наявні конструкції автоматів і землерийних робочих органів тим краще забезпечують заданий ухил і прямолінійність осі дрен, чим нижче швидкість руху машин. Поява пластмасових труб спонукала до вдосконалення конструкцій і принципів роботи автоматів ухилу і землерийних робочих органів [4, 13, 14].

Сучасний стан вузькотрашейного і безтраншейного способів характеризується вдосконаленням конструкцій машин і технології робіт, а також механізмів, які б дозволили використовувати високі швидкості руху машин при необхідній якості дрен.

Вузькотраншейний, щільний і безтраншейний порожнинні (кротові) способи будівництва дрен відрізняються простотою і малою вартістю робіт. Проте відносно низька довговічність порожнинних (кротових) дрен обмежує застосування названих способів.

Найчастіше порожнинні способи застосовують для попереднього скидання ґрунтових вод на трасі майбутніх піонерних відкритих каналів, для аерації ґрунтів, а також як доповнення до траншейного трубного способу при роботі комбінованим методом. В останньому випадку порожнинні дрени використовують для прискорення відведення ґрунтових вод трубними дренами.

Роботи з установки копірного троса і візирів ведуть підсобні працівники за вказівкою кваліфікованого працівника-розбивника, що працює з нівеліром, обладнаним похилим променем. Знаючи проектний ухил майбутньої дрени і її глибину біля гирла, розбивник налаштовує відповідно нівелір з похилим променем і дає команди підсобним працівникам. Останні вдавлюють у ґрунт віхи з візирами, або репери під генератори ліній, або металеві телескопічні упори з кроком 5..8 м один від одного і на відстані 1,5 м від осі майбутньої дрени [4, 13, 14].

Якщо немає нівеліра з похилим променем або якщо не вистачає досвідчених працівників-розбивників, установку троса роблять після виконання так званого пікетажу осей дрен і після розрахунку висоти кожного упору над пікетом. Пікетаж – це забивання у ґрунт до рівня його поверхні дерев'яних колів діаметром 30...40 мм і завдовжки 500...600 мм і нівелювання цих пікетів (забитих у ґрунті колів) із записом висотних відміток кожного пікету в спеціальну «відомість розбиття».

Таким чином, перед початком роботи дренажних машин потрібно провести вручну роботи із заготівлі і забивання у ґрунті пікетних колів, із нівелювання пікетів, установки візирів або упорів і натягуванню копірного троса із заданим прогином [4, 13, 14].

При трубних способах будівництва дрен на місці будівництва необхідно мати труби (керамічні або пластмасові), виготовлені на спеціальних заводах

(раціональне розміщення яких має важливе значення). Доставка труб від заводів-виробників до приоб'єктних складів (так називаються склади труб, створені поблизу місця майбутнього будівництва дрен) проводиться авто транспортом у спеціальних контейнерах або у бухтах (пластмасові труби). На приоб'єктних складах контейнери з трубами або бухти вивантажують із кузовів автомобілів за допомогою тракторного навантажувача. Потім контейнери з гончарними трубами тим же тракторним навантажувачем укладають на тракторний причіп і транспортують до машин (екскаваторів), що відривають траншеї і укладають труби у ґрунті. Там контейнери тим же навантажувачем встановлюють на причіп-візок або спеціальний майданчик траншейного екскаватора.

Технологія, що передбачає вивантаження дренажних труб на ґрунт поблизу траси дрени з подальшим розкладанням труб вручну уздовж траси, неекономічною і використовується досить рідко.

### 1.3. Технологія будівництва дрен

Технологія будівництва дрен широкотраншейним трубним способом. У мінеральних ґрунтах і задалегідь осушених торф'яниках технологія будівництва дрен широкотраншейним трубним способом зводиться до виконання таких операцій: риття траншей із заданим позовжнім ухилом і з одночасним укладанням у траншею керамічних або пластмасових труб екскаваторами ЕТЦ-171 або ЕТЦ-202; закладання стиків труб матеріалом, що фільтрує; присипання укладених труб торфом або гумусним шаром ґрунту; перевірка прямолінійності і точності ухилу укладених труб за допомогою нівеліра і рейки; пристосуванням сполучних, гирлових і водозабірних споруд на стиках дрен; засипання траншей ґрунтом за допомогою бульдозера.

Якщо риття траншей проводять траншейними екскаваторами, не обладнаними автоматами ухилу, або одноковшовими екскаваторами і плуговими канавокочачами (при будівництві дрен у кам'янистих ґрунтах), траншею відривають на 150...200 мм більше, ніж потрібно, а технологію будівництва доповнюють такими операціями:

➤ додаткове заглиблення і планування дна траншеї за допомогою лопат; спорудження жолоба (спеціальною лопатою) на дні траншеї для укладання труб. При цьому прямолінійність і ухил дна траншеї, що доробляється вручну, контролюють за допомогою рейки і нівеліра через кожних 0,5 м;

➤ - укладання труб у жолоб на дні траншей [4, 13, 14, 18].

При будівництві дрен у ґрунтах з великою фільтрацією ґрунтової води круті укоси траншей не можна робити із-за їх обвалення. Для роботи використовують одноковшеві екскаватори, плугові канавокопачі і фрезерні канавокопачі (типу КФН-1200). Оскільки у траншеї швидко накопичується вода,

тому траншею з пологими укосами відривають на 150...200 мм глибше, ніж потрібно за розрахунком, а технологію будівництва дрен доповнюють такими операціями:

➤ споруджують за допомогою лопат на одному з укосів на розрахунковій глибині жолоб для укладання труб. Лінію осі жолоба заздалегідь позначають кілочками і мотузкою, користуючись нівеліром, рейкою і лінійкою; труби у жолоб укладають з поверхні ґрунту за допомогою спеціального гака.

Технологія будівництва дрен вузькотраншейним трубним способом. У мінеральних ґрунтах й заздалегідь осушених торф'яниках, що не містять пеньків та іншої деревної рослинності, застосовують технологію будівництва дрен вузькотраншейним трубним способом. Вона характеризується виконанням таких операцій: риття траншей за допомогою скребкового екскаватора ЕТЦ-163 і укладання гончарних або пластмасових труб на заданий ухил і з необхідною прямолінійністю; закладання стиків гончарних труб матеріалом, що фільтрує; присипання укладених у траншею труб торфом або гумусовим шаром ґрунту; перевірка ухилу і прямолінійності укладання труб; пристрій дренажних споруд; засипання ґрунтом траншеї за допомогою бульдозера.

При укладанні пластмасових труб на екскаватор ЕТЦ-163 встановлюють бухту труби або барабан пластмасової плівки, з якої потім згущують і зшивають

трубу. Бухти труб зазвичай задалегідь укладають на кожній трасі дрени біля гирла. Плівку укладають на екскаватор.

При будівництві дрен у зимовий час зберігається та ж технологія, що і при широкотраншейному способі. Відмінність полягає у застосуванні екскаватора ЕТЦ-163 замість екскаваторів ЕТН-171 або ЕТЦ-202 і в переважному використанні пластмасових труб.

При будівництві дрен у ґрунтах, де фільтрація ґрунтової води викликає швидке осипання укосів відкритої траншеї, використовують екскаватор ЕТЦ-163 (у мінеральних ґрунтах) і гвинто-фрезерну причіпну машину МТП-39 (у торф'яних ґрунтах). При цьому укладають тільки пластмасові труби. Операції присиання труб, контролю їх прямолінійності і ухилу не проводять.

При будівництві дрен у малоосушених торф'яних ґрунтах з великим вмістом пеньків і похороненої деревини застосовують машину МТП-39 при дотриманні такої технології: встановлюють візирні віхи по нівеліру; риють траншеї машиною МТП-39 з одночасним укладанням пластмасової труби (цілісною або такою, що згортається з плівки) із заданим ухилом і з одночасним закриттям верхньої частини траншеї над укладеною частиною труби. Перед початком роботи оператор закріплює кінець пластмасової труби у якірному пристрої, що передбачається у гирлі дрени. Після прокладки дрени якірний пристрій встановлюють на місці гирла нової дрени і так далі. Робочий орган машини МТП-39 здатний перерізувати пні і деревину [4, 13, 14].

Технологія будівництва дрен безтраншейним (кротовим) способом. Застосовують у мінеральних і в основному у торф'яних ґрунтах за такою технологічною схемою: установка віх-візирів (мішеней), прокладання підземної порожнинної (кротової) дрени за допомогою машин Д-657 або КН-1200 із заданим ухилом за візирами. Рух машини починається від гирла. Ґрунти не повинні мати крупних каменів, пеньків і похороненої деревини. Кротовий дренаж застосовують переважно для поліпшення водних властивостей важких глинистих ґрунтів. Він перспективний при використанні у нечорноземних областях, при осушенні боліт і заболочених земель. Цей спосіб дренажу

найбільш простий і дешевий. Спеціальну кротову машину, або дренажний плуг, обладнаний вертикально закріпленим ножем (або з невеликим нахилом) із розташованим спереду розпушувачем, протягають у ґрунті трактором, або канатною тягою, за розпушувачем слідує конусоподібний розширювач.

Кротовий дренаж застосовують у поєднанні із закритими дренами або відкритими каналами – так званий комбінований дренаж. Кротові дрени сприяють розтріскуванню ґрунту, що підвищує його водопроникність, знижує надмірну вологість верхніх шарів ґрунту і не дозволяє у дощові періоди скупчуватися воді на щільнішому нижньому шарі. Таким чином, кротовий дренаж покращує не тільки водні властивості ґрунтів, але і їх структуру. Кротові дренажні ходи виступають як регулюючі дрени і випускаються або у закриті трубчасті горизонтальні дрени, або у відкриті канали. Кінці кротових ходів при випуску їх у відкриту каналу роблять з гончарних або азбестоцементних труб.

У глинистих ґрунтах кротовий дренаж може зберігатися до 10 років і більше, у легких ґрунтах – три-п'ять років, у піщаних нестійких ґрунтах і у рідких торф'яних, кротовий дренаж без кріплення стінок непридатний. При з'єднанні кротових дрен з гончарними трубами слід спочатку робити відкриту траншею колектора, потім проводити кротові дрени, що впадають у цю траншею, після чого укладати гончарні труби, сполучати їх з виходами кротових дрен і засипати траншеї.

На торф'яних ґрунтах кротові дрени встановлюють при ступені розкладання торфу не більше 45 %. Дрени роблять кротодренажними машинами.

Діаметри дрен 5...15 см у мінеральних ґрунтах і 10...25 см у торфах на глибині 60...100 см з ухилом 0,002...0,004; відстань між дренами 2...15 м, довжина кротових дрен до 170 м. Шар дренажного стоку під впливом крстування збільшується у два-три рази [4, 13, 14].

Для отримання потрібної форми кротової дрени кротодренажна машина повинна пресуватися з такою швидкістю, при якій частинки ґрунту, що створюють зведення дрени, встигають обклеюватися, а вода, що витісняється, і повітря йдуть у порожнину дрени.

Граничні швидкості кротодренажних машин у межах 0,7...3 км/год, в торф'яних ґрунтах швидкість вища, ніж у мінеральних. У системах із двоестороннім регулюванням водно-повітряного режиму відстані між кротовими дренами 5...10 м. Кротові дрени закладають на глибину 70, 90, 100 см від поверхні ґрунту [4, 13, 14].

У Німеччині для влаштування кротового дренажу використовують спеціальні плуги, що складаються з ножа із розпушувачим лемешем, або розпушувачем, і навісного розширювача, що є конусоподібним тілом. Крім того, при осушенні торф'яних боліт із ступенем розкладання менше 45...50 % і

потужністю торфу більше 1...1,5 м застосовують щілинний дренаж. Це вертикальні щілини шириною 16 см, вирізані у ґрунті для збору і відведення води, глибина щілин 80...100 см. Їх роблять дренажно-дисковою машиною ДДМ-5 на глибину до 1,2...1,4 м, а також машинами ДШ-1,2 і ДШ-1,4. Довжина щілин 200...300 м, відстань між ними 20...45 м з мінімальним ухилом 0,001.

Щілинні дрени виводять так, як і кротові.

Кротовий дренаж з кріпленням стінок можна застосовувати на будь-яких ґрунтах, у тому числі і на луках. Стінки кротових дренах рекомендують кріпити пористобетонною сумішшю, що підвищує продуктивність дренах.

Технологія будівництва дренах безтраншейним трубним способом. Є новою, застосовують у всіх типах ґрунтах, окрім кам'янистих, і базується на безтраншейному укладанні пластмасових труб за допомогою машини ДТБН-18.

Робочі органи цієї машини – це плоскі ножі, які створюють значні тягові опори, і тому у даний час таку технологію застосовують переважно у торф'яних ґрунтах, що не містять пеньків.

Після установки копірного троса або віх-візирів машина під'їжджає до укосу каналу, робочий орган опускається, кінець пластмасової труби кріпиться до якірного пристрою і машина починає рухатися, укладаючи трубу у порожнину, освітлену дреном, укріплену на кінці плоского ножа. У кінці дренах трубу, або плівку, обрізають, робочий орган виймають і машина під'їжджає до нового місця для прокладання дренах. Запас плівки, з якої

у середині плоского ножа згущується труба, або запас задалегідь згорнутих труб на прокладку однієї дрени знаходиться на самій машині. Особливістю розглянутої технології є можливість високих швидкостей руху машин при укладанні труб.

З проаналізованих вище способів та технологій будівництва дренажів бачимо доцільним для осушення боліт використовувати метод прокладання безматеріального (кротового) дренажу. Оскільки порівняно з іншими методами, кротовий дренаж є менш енергозатратним. Технологія його прокладання не несе за собою додаткових матеріальних витрат, якими супроводжуються інші методи прокладання матеріального дренажу.

#### 1.4. Аналіз засобів механізації для прокладання дренажу

Загальні вимоги та класифікація дренажних машин.

Комплексна механізація меліоративних робіт опирається на оптимальне поєднання використання будівельних і меліоративних машин. В основу такої оптимізації, природно, повинен бути покладений принцип забезпечення найбільшої продуктивності при дотриманні жорсткості, мінімальній трудомісткості і вартості робіт.

Сучасні механізовані способи прокладання закритого горизонтального дренажу передбачають підготовку ложа, укладання труб і фільтруючого шару, а часто і засипання за один прохід. До дренажних машин висувають такі загальні вимоги: прокладання дренажу із заданим ухилом при будь-якому рельєфі поверхні, на необхідній глибині (до 2 м в осушуваних і до 2,5... 4 м у зрошуваних зонах) і заданого діаметра (50... 300 мм і більше), правильне з'єднання дрени із закритими або відкритими колекторами, механізація всіх операцій, забезпечення постійного контролю за якістю дрени та спеціальні вимоги – залежно від типу дренажу, агротехнічних і меліоративних умов [3, 9].

Дренажні машини поділяють на такі підгрупи: для прокладання матеріального дренажу з труб; для прокладання різних пористих матеріалів (щебеню, гравію, шлаку); для прокладання кротового дренажу в торф'яних і

мінеральних грунтах у вигляді повітряних порожнин зі стінками зущільненого або стабілізованого ґрунту; для прокладання щільного дренажу в торф'яних грунтах у вигляді щільних дрен трикутного і прямокутного перетину, закритих зверху.

Машини для прокладання трубного дренажу за типом прокладуваних труб можна розділити на: дренажні трубоукладні для послідовного прокладання встик або з накладанням труб з різних матеріалів і укладання готових пластмасових труб; для формування труб із стрічки одночасно з прокладанням; для виготовлення труби у кротовій дрені.

Дренажні трубоукладні машини мають два робочих органи – землерийний і трубоукладний або трубоформуєчий. За характером виконання технологічного процесу ці машини поділяють на траншейні, вузькотраншейні і безтраншейні [4, 13, 14]. Для ліквідації замулених дрен застосовують дренопромивні машини. Всі ці види машин мають гусеничний або колісний хід, рідше на лижах.

Дренажні трубоукладні машини для прокладання дренажу траншейним і вузькотраншейним способами. Для прокладання трубного дренажу траншейним або вузькотраншейним способом прокладають траншею, надають її дну жолобоподібний профіль, укладають труби з фільтруючим шаром або без захисту труб від замулення та засипають траншею. Всі ці операції машина виконує за один прохід (крім засипання траншеї деякими машинами). Землерийний робочий орган прокладає траншею (шириною до 50...80 см і глибиною до 2...4 м) із спрофільованим дном або вузьку траншею (шириною до 25...30 см і глибиною до 2 м, а в новітніх конструкціях до 3 м), також має дно жолобоподібної форми [4, 13, 14].

Форма поперечного перетину дрен показана на рис. 1.2. Схеми землерийних робочих органів траншейних і вузькотраншейних трубоукладних машин наведені на рис. 1.3.

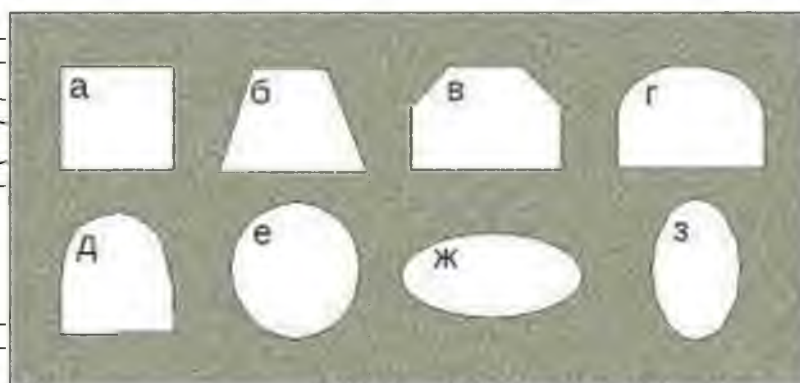


Рис. 1.2. Форми поперечного перетину дрена.

а – з труб, закладених траншейним або вузькотраншейним способом (без засипання фільтруючих матеріалів або з засипанням); б – з труб, закладених безтраншейним способом; в – з пластмасової труби, сформованої зі стрічки; г – з пористих матеріалів; д – кротова, прокладена одночасно з ґранкою; е – кротова для осушення; ж – щільний трикутного перетину; з – щільний прямокутного перетину; і – щільний змінного перетину.

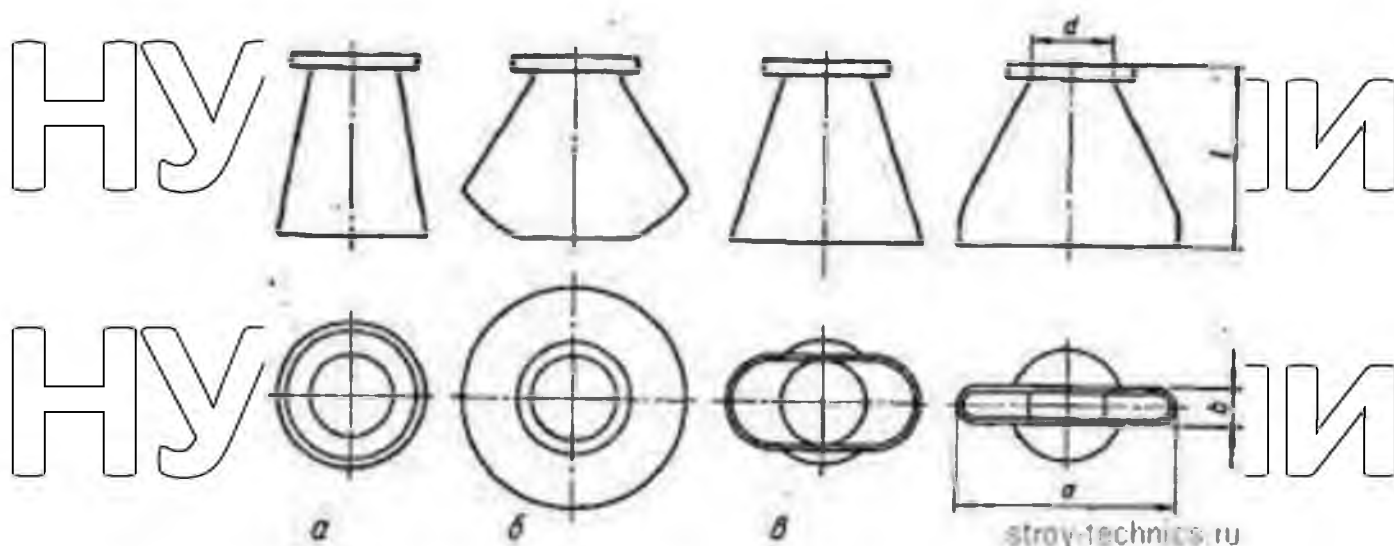


Рис. 1.3. Схеми землерийних робочих органів траншейних і

вузькотраншейних трубоукладних машин.

а – ланцюговий багатоковшовий; б – ланцюговий; в – роторний

багатоковшовий; г – роторний скребковий; д – щелевий; е – роторно-баровий;

ж – ланцюгово-баровий

Під час руху машини трубки під дією маси опускаються на дно траншеї, притискаючись торцем. Трубоукладач має закрите днище, передній кінець якого

очищає дно траншеї і надає йому форму жолоба. Стінки трубоукладача запобігають осуванню ґрунту під час укладання.

Ножовий (пасивний) робочий орган застосовують для будови безтраншейного дренажу у болотистих і болотно-торф'яних ґрунтах, рідше у мінеральних. При вільному вкладанні трубок можливі перекоси і недостатнє ущільнення стиків, особливо у траншеях. Тому найбільш перспективним слід вважати дренажні машини з робочим органом для вимушеної подачі і ущільнення трубок.

Як землерийні робочі органи траншейних машин використовують ланцюговий багатоковшовий (рис. 1.3.а), роторний багатоковшовий (рис. 1.3.в), для вузькотраншейних машин: ланцюговий скребковий (рис. 1.3.б), роторний скребковий (рис. 1.3.г) і шнековий (рис. 1.3.г).

Принцип дії цих робочих органів відомий, варто лише зазначити, що в траншейних машинах відвантаження ґрунту здійснюється стрічковим або металевим транспортером, на який розвантажуються ковпці; у вузькотраншейних машинах скрепки піднімають ґрунт тільки до поверхні, а від бровки траншеї зсувають його горизонтальними скребком або полицею.

Глибина закладки трубок багатоковшовим ланцюговим робочим органом – 1,2...4 м, багатоковшовим роторним – 1,3...2,5 м, скребковим роторним – 0,8...1,3 м, ножовим – 0,9...1,8 м.

Машини для вкладання готових пластмасових труб працюють за двома схемами: вкладають дренажну трубу через направляючий жолоб у щілину, прорізану землерийним робочим органом; протягують трубу у прокладувану дренаж.

Землерийними робочими органами можуть бути шнек (рис. 1.3.д), скребковий ланцюг (рис. 1.3.ж), ніж і т.п.

Пластмасову трубу у бухті закріплюють на машині або вкладають вздовж траси осушувача. Перед початком роботи трубу закріплюють на початку дрени. Труба розмотується з бухти під дією тягового зусилля машини. Глибина закладання труб такими машинами 0,7...2,1 м [4, 13, 20].

Мащини для формування труб із стрічки одночасно з укладанням стрічок з вініласта, поліпропілену, поліетилену та ударно-міцного полістиролу товщиною 0,3...0,7 мм формують труби діаметром від 25 до 150 мм. Виходять труби із замкнутим контуром і поздовжнім швом внакладку або встик, які утворюють водоприймальну щілину. Шов внакладку прошивають багаторядною перфорацією шпівуванням, з'єднують замком «блискавка» або залишають вільним пружнопідтиснутим при розширенні труби у ґрунті. Шов встик застосовують рідко.

При безтраншейному укладанні у щілину, прорізну ножем машини (рис. 1.4.), подають стрічку з котушки через внутрішню порожнину кожуха, який міститься за ножем. Трубоформуєний апарат рухається за ножем у нижній частині прорізаної щілини. Кінець труби попередньо закріплюють в опорному щиті на укосі колектора.

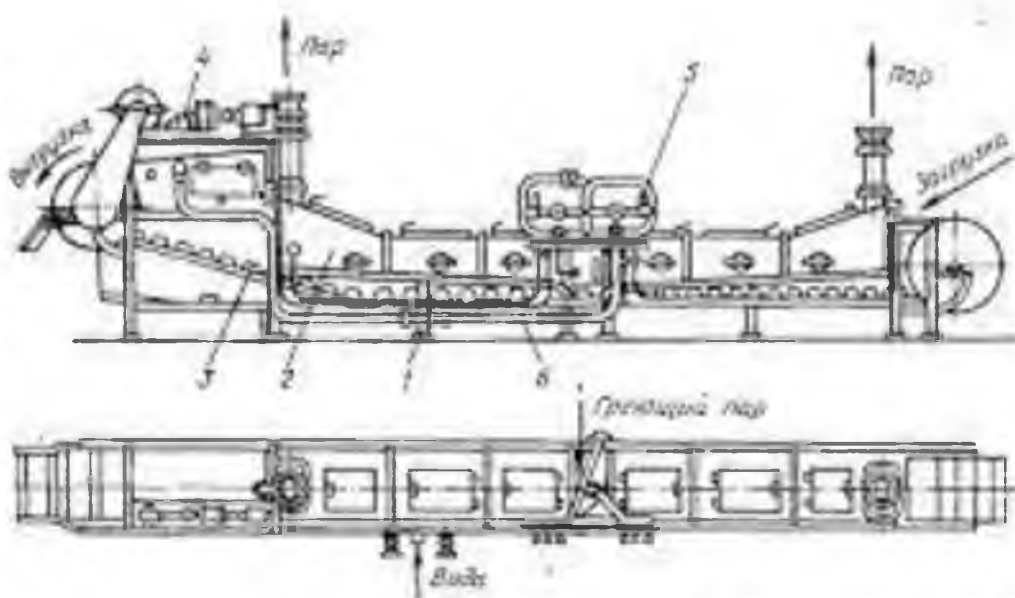


Рис. 1.4. Схема ножової машини для формування труб із стрічки  
1 – ножовий механізм; 2 – трубоформуєний апарат; 3 – лоток для стрічки; 4 – розрихлювач.

Трубоформуєчі апарати бувають вальцеві і конусні. Для вальцювання стрічку протягують тяговим зусиллям машини між чотирма колоболоподібними вальцями, розташованими у двох площинах. Між вальцями вміщений

центральный стержень, навколо якого стрічка скручується у трубу. Для формування труби у конусі через нього поступово протягують стрічку. Наприкінці конусу труба проходить через напрямні кільця для вирівнювання країв накладки.

Конусні трубоформуючі апарати значно простіші вальцевих, у 2,5 рази менші за шириною. Такий апарат поміщається у щілини, ширина яких всього на 8...10 мм перевищує діаметр формованої труби. Завдяки цьому можна зменшити ширину ножа і збільшити глибину дренажу при тому ж тяговому зусиллі трактора.

Для перфорації стиків сформованих труб є пристрій з двома рядами зірочок. Обертуючись, вони зубцями пробивають у з'єднаннях країв водопрійомні щілини шириною до 1 мм і скріплюють шву. Для кращого формування труби стрічку при русі всередині кожуха підігрівають.

Машини для прокладання дренажу з пористих матеріалів. Дренаж з пористих матеріалів, щебеню, гравію, піску, шлаку та інших матеріалів закладають у траншею або вузьку траншею з наступним засипанням.

Вузькотраншейна машина має скребковий ланцюговий робочий орган, що прокладає вузьку траншею шириною 15...16 см і глибиною до 3...3,5 м у мінеральних ґрунтах при будь-якому рівні ґрунтових вод. Ґрунт розсувається шнеками для очищення траншеї. Мозаду робочого органу на кевзній опорі рухається бункер, в який навантажувачем або самоскидами подається дренажний пористий матеріал, який надходить під дією сили тяжіння на дно траншеї. Тягове зусилля бункера передається тяговими балками рами. Ззаду до бункера прикріплені полиці увігнутої форми.

Все начинне обладнання піднімається і опускається за допомогою підйомної рами і роликів. Ця машина виконує всі операції прокладання дренажу з пористих матеріалів зі швидкістю 12...15 м/год.

Огляд машин для будови закритого дренажу. Найбільш поширені машини для будови закритого дренажу – це екскаватори-дреноукладачі типу ЭГЦ-163 (рис. 1.5.а,б), ЭГЦ-202А (рис. 1.5.в).

Екскаватор-дреноукладач ЕТЦ-163 вузькотраншейний, використо-вують для прокладання дрен у траншеї із заданим нахилом. Укладає гончарні (діаметром до 100 мм) і пластмасові (діаметром до 75 мм) дренажні труби з ізоляцією стрічками фільтрувального матеріалу.

Ширина траншеї 0,25 м, глибина 0,7...1,9 м у мінеральних ґрунтах із вмістом каменів розмірами до 10 см. Машина готує траншеї із заданим нахилом до 10 0 на підйомах і спусках і до 5 0 на косогорах. Повний профіль траншеї створюється за один прохід.

Робочий орган екскаватора – подвійний ланцюг із встановленими на ньому Г-подібними і прямими різцями. Перед робочим органом розташований транспортер, положення якого регулюється. На верхній балці рами робочого органу є каретка, на якій закріплюють трубоукладач.

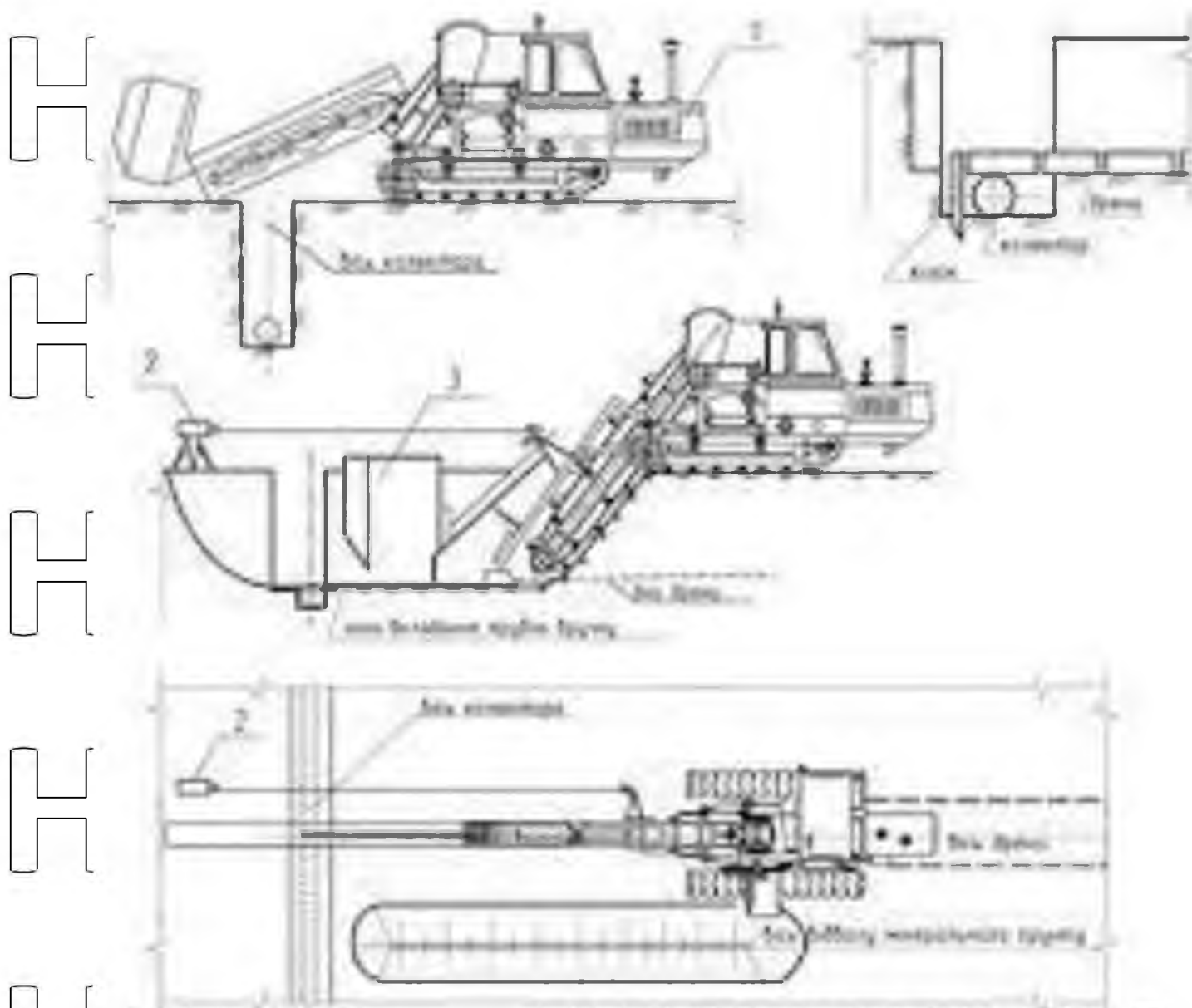
Для очищення різців робочого ланцюга від налиплого ґрунту до рами робочого органу прикріплено очисник.

Всі механізми машини регулюють електрогідросистемою, що об'єднує гідравлічну, електричну, слідкуючу системи і датчик автоматичної системи дотримання нахилу дна траншеї. В середині трубопроводу є прутковий жолоб, для опускання дренажних труб.

Жолоб має дві частини, з'єднані між собою шарніром. Нижню частину піднімають при розміщенні рулону підстиляючої стрічки фільтрувального матеріалу. У задній частині корпусу встановлюють рулон закриваючої стрічки.

Барaban для пластмасових труб встановлюють на додатковій рамі і він може займати три фіксовані положення: робоче (по осі екскаватора), для встановлення бухти (опущений з рамою на ліву сторону екскаватора), транспортне (верхня частина опущена на 180 0, барабан знаходиться під лівою гусеницею).

Машина може працювати на трьох режимах: режим А на ґрунтах зі слабкою несучою здатністю дна траншеї; режим Б на легких ґрунтах; режим В у важких ґрунтових умовах.



Фиг. 1.5. Траншейні дренажні машини.

а – вузькотраншейний для вкладки керамічних труб; б – вузькотраншейний для вкладки пластмасових труб; 1 – гідроциліндр опори трубоукладача; 2 – датчик нахилу; 3 – кронштейн; 4 – каретка; 5 – прутковий жолоб; 6 – дренажні труби; 7 – шарнір; 8 – корпус трубоукладача; 9 – шпатель; 10 і 11 – покривельна і підстилюючі вставки; 12 – опорна частина трубоукладача; 13 – подвійний ланцюг робочого органу; 14 – привод шнекового транспортера; 15 – барабан; 16 – пластмасова труба; 17 – гідроциліндри підйому робочого органу; 18 – копірний трос; в – ланцюговий багатоковшовий; 1 – трубоукладач; 2 – рама землерийного робочого органу; 3 – ковшовий ланцюг; 4 – гідроциліндри керування землерийним робочим органом; 5 – пілон; 6 – тусеничний візок; 7 –

стрічковий транспортер; 8 – кабіна з пультом керування; 9 – роздаточна коробка і коробка швидкостей; 11 – вихлодна труба; 12 – двигун; 13 – рама; 14 – хрестовина для бухти пластмасової труби; 15 – прийомний бункер; 16 – двохступенва ланцюгова передача приводу робочого органу; 17 – направляюче кільце для пластмасових труб; 18 – верхня рама; 19 – датчик механізму нахилу; 20 – гідроциліндр керування трубоукладача.

Пікети для задання глибини траншеї розбивають на відстані  $1550 \pm 50$  мм від осі траншеї справа за ходом екскаватора. Точність отримання заданого нахилу дна траншеї залежить від правильно виставленого нівеліра і натягу копірного троса.

Екскаватор може бути обладнаний змінним робочим органом барового типу, яке призначене для підготовки дренажних щілин в однорідних ґрунтах або для розробки мерзлих ґрунтів [4, 9, 10, 14, 20].

Екскаватор ЕТЦ-202А рие траншею глибиною до 2,3 м і шириною до 0,5 м із заданим нахилом дна, укладає керамічні або пластмасові труби і покриває їх фільтрувальним матеріалом із склотканини або склопологища.

Екскаватор самохідний на гусеничному ході. Складається з рами, на якій встановлено двигун Д-50 та механізми екскаватора.

Ґрунт виймають із траншеї 12 ковшів місткістю 23 дм<sup>3</sup> кожен, що прикріплені до двох ланцюгів. Ланцюги приводяться в рух від коробки швидкостей. Із ковшів ґрунт висипається у бункер, а з нього на стрічковий конвеєр для вивантаження ґрунту в бік від траншеї.

Бухта пластмасової труби довжиною до 300 м і діаметром труби 40...75 мм націплюється на барабан, який закріплюється на рамі (рис. 1.6.а). Під час роботи бухта розмотується і труба укладається на дно траншеї, вкрите фільтрувальним матеріалом (стрічкою). Одночасно з цим труба також покривається зверху таким самим матеріалом.

Керамічні дренажні труби робітник укладає у жолобок дренажного пристрою, поправляє їх на стиках і вони опускаються на дно траншеї на

фільтрувальну підстилку. Зверху труби також покривають фільтрувальним матеріалом.



Рис. 1.6. Машини для будови трубчатого дренажу.

Щоб забезпечити необхідний нахил дна, машину обладнано автоматичним електрогідравлічним слідкуючим пристроєм. Робоча швидкість 15...590 м/год.

Продуктивність 70...293 м/год. Маса 10/600 кг [4, 9, 10, 14, 20].

Екскаватор-дренсукладач ЕТЦ-460 рие траншею, глибина якої 2,5...4 м і ширина 0,6 м, укладає на дно траншеї гончарні або азбестоцементні труби,

обгорнуті вручну склотканиною і обсилає труби навкруги піщано-гравійною сумішшю шаром 15.. 17 см завтовшки.

Робочим органом є ковшовий ланцюг, що має дев'ятнадцять ковшів місткість 55 л кожен.

Вийнятий ґрунт спрямовується далі конвеєрами у траншею для її засипання після укладання труб. Потужність двигуна екскаватора 117,6 кВт (160 к.с.). Робоча швидкість 29...57,6 м/год. Продуктивність 30...50 м/год. Маса 42000кг.

Дреноукладач МД-4 (рис. 1.6.б) призначений для будівництва закритого дренажу шляхом безтраншейного укладання гнучких пластмасових дренажних труб діаметром 80 мм, захищених синтетичним або піщано-гравійним фільтром у торфових або мінеральних ґрунтах без великих, деревних включень і каміння величиною не більше 250 мм.

Складається з гусеничного тягача МД-5 на основі трактора Т-130Г, що розвиває тягове зусилля 193 кН, націпного обладнання, котушки для труб, дерноріза, системи керування та інших складальних одиниць. Ніж прорізує у ґрунті щілину, ширина якої 23 см і глибина 0,4..1,83 м.

Котушка вміщує до 600 м труб. Робоча швидкість 0,49...1,59 км/год. Продуктивність 0,55 км/год. Маса дрепоукладача 22810 кг, тягача МД-5 – 17320 кг [4, 9, 10, 14]

Машини для тимчасового дренажу. Тимчасовий дренаж виконують у вигляді кротовин і щілин, які прокладають у мінеральних та торф'яних ґрунтах, засмічених деревиною, але без пеньків. Робочі органи кротодренажної машини ніж і дреноер.

Виконують тимчасовий дренаж кротодренажними і щілинодренажними машинами (рис. 1.7.).



Рис. 1.8. Робочі органи машин для влаштування тимчасового дренажу.

а – ножовий; б – дисковий, ротаційний; в – ланцюговий скребковий (баровий); 1 – ніж, 2 – гнучкий зв'язок, 3 – дреноер, 4 – диск фрези, 5 – закриваючі ролики, 6 – ланцюг, 7 – зуб ланцюга.

У деяких випадках використовують робочий орган кротувача на сільськогосподарських плугах (див. рис. 1.7.а). До стійки корпусу його прикріплюють дещо видозміненою польовою дошкою.

Глибина закладання кротовин від 0,4 м до 1,5 м.

У кротувальних машин тягове зусилля трактора передається ножу, що прорізає щілину в ґрунті. Дреноер має передню конічну частину, яка розширює і ущільнює ґрунт. Середня циліндрична частина стабілізує рух, задня – зрізаний конус, призначений для згладжування пружних деформацій стінок дрени.

Дреноер кріплять до ножа на гнучкій тязі або безпосередньо до нижньої частини ножа (див. рис. 1.8.а).

Кротодренажні машини бувають причіпні і начіпні, їх характеристики наведені у табл.і 1.1.

Причіпні у даний час не застосовують через велику масу, низьку прохідність і труднощі регулювання нахилу.

Таблиця 1.1.

Параметри кротодренажних машин

| Тип машини | Діаметр дрени, мм | Глибина закладання дрени, мм | Число дрен за один прохід | Маса, т | Потужність, кВт | Робоча швидкість, км/год |
|------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|---------|-----------------|--------------------------|
| Причіпні   | до 120...250      | до 0,4-1                     | 1-5                       | 1-2,5   | 36,7-55         | 0,5-4                    |
| Начіпні    | 60-250            | 0,4-1,4                      | 1-5                       | 0,35-13 | 36,7-100        | 0,8-5                    |

У навісних кротодренажних машинах ніж навішують на навісній системі трактора за допомогою спеціальної рамки і поперечної рами коробчатого перетину. Такі машини можуть бути одно- і багатокорпусними для аераційного дронування.

У найбільш поширених однокорпусних дренажних машинах ніж з дреном на тяговому ланцюгу навішують на нижньому важелі навісної системи за допомогою рами. Підйом і опускання ножа здійснюється підйомними гідроциліндрами навісної системи, встановлення ножа у вертикальній площині – гідроциліндром. Машина має стрілковий показчик глибини дронування.

Двокорпусні кротодренажні машини мають аналогічний пристрій, але рама зроблена за формою, що забезпечує навішування двох паралельних ножів з дренорами. Потрібний ухил дрени витримується ручним регулюванням по візирах [13, 14, 18, 20].

Машини для щілинного дренажу (щіледренажні). Активні робочі органи щіледренажних машин працюють з високою швидкістю різання і малою поступальною швидкістю, їх характеристики наведені у табл. 1.2. Завдяки цьому вони здатні перерізати (подрібнювати) деревину, що необхідно при прокладці дрени на ділянках з ґрунтам, засміченими пеньками.

Дренажно-дискові машини (див. рис. 1.7.в) – це машини з ротаційним робочим органом. Дискова фреза має вставні зуби, закріплені по колу фрези. Зуби прорізають ґрунт і деревину боковими і зовнішніми різучими гранями. Особливість машини – складність руху фрези. Він складається з трьох простих рухів: поступального переміщення разом з машиною, обертання навколо осі і хитання разом з віссю. Тому дрена виходить розширеною донизу і має більшу площу поперечного перетину, ніж звичайна щілина.

Таблиця 1.2.

Параметри машини для щілинного дронування

| Ціледренажні машини | Швидкість руху, м/с | Глибина закладання дерни, мм | Ширина дрени, мм | Потужність, кВт | Швидкість робочого органу, м/с | Глибина закладання дрени, мм | Маса, т |
|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|---------|
| Дискова             | 200-450             | До 1                         | 40               | 44,1-58,8       | 17-18                          | 0,3-0,45                     | 6,5     |
| Барова              | 100-1800            | 0,7-1,4                      | 100-200          | 36,8-73,5       | 9,5-10                         | 0,4-0,5                      | 0,95-   |
| Гвинтова            | 200-500             | до 1,5                       | 110-150          | 73,5            | 3000                           | 0,4-0,5                      | 1,25    |

Дренажно-барові машини. Це машини з ланцюговим скребковим робочим органом баром, який навішується на трактор. Під час руху трактора з одночасним обертанням ланцюга зуби прорізають щілинну дрену. Дренажно-барові навісні машини мають ряд переваг порівняно з дренажно-дисковими. Вони прокладають дрени більшої глибини, забезпечують добру якість стінок, мають меншу масу, прорізають деревину безперервно, автоматично зупиняється при зустрічі з перешкодою. Недоліки машин — швидкий знос ріжучих елементів і ланцюга, особливо у мінеральних ґрунтах, відсутність механізму ухилу.

Дренажно-гвинтові (див. рис. 1.7.г) (шнекові) машини прокладають щілинну дрену за допомогою шнека.

### 1.5. Опис об'єкту розробки

Як аналог крогувальної машини, що удосконалюється у даній магістерській кваліфікаційній роботі, розглянемо кротодренажну машину начіпну Д-657.

Ця машина призначена для прокладання кротових дрен у торфових ґрунтах на глибину 0,7...1,2 м і в мінеральних — на глибину 0,5...0,85 м<sup>3</sup> метою осушення торфових та надлишково зволжених легких суглинків.

Робочий орган машин має вигляд ножа 5, у нижній частині якого шарнірно прикріплено дрeнер 6. Для прокладання дрeн у мінеральних ґрунтах застосовують монолітні дрeнери діаметром 80 і 100 мм, а в торфових – зварні діаметром 200 і 250 мм.

Ніж 5 шарнірно закріплено на рамі 3, він може повертатися відносно осі машини на  $10^{\circ}\dots 12^{\circ}$ , що запобігає його поломкам при повертанні агрегату. У нижній частині ножа встановлено напрямний конус для попереднього формування дрени. Остаточне формування дрени здійснюється ущільненням ґрунту під час проходження дрeнера.

Агрегатують з трактором ДТ-75Б, на якому встановлюють розподільник Р75-В2, дросель Г55-31В, запобіжний і зворотній клапани, а верхню тягу механізму навіски знімають. Робоча швидкість машини 1,6...2,5 км/год. Продуктивність 1,52 км/год під час роботи на торфових ґрунтах і 1,36 км/год – на мінеральних. Маса 755 кг [9, 10].

Кротувальна машина повинна бути у справному стані. До роботи з її експлуатації машини допускають осіб не молодших 18 років, які вивчили принцип роботи, інструкцію з експлуатації, пройшли навчання по безпечній роботі з даною технікою. Забороняється допускати до роботи з кротувальною машиною осіб, які не мають посвідчення на право управління трактором, а також тих, що не пройшли інструктаж з безпеки праці при роботі з агрегатом.

При транспортуванні кротувальної машини на навісці трактора необхідно: підняти і зафіксувати механічно у верхньому положенні навісну систему трактора; перевірити наявність світловідбивачів, транспортування без світловідбивачів забороняється; світловідбивачі та попереджувальні знаки мають бути завжди чистими і ніщо не повинно обмежувати їх видимість; транспортування кротувальної машини дорогами загального користування проводять відповідно до діючих «Правил дорожнього руху»; швидкість руху кротувальної машини при транспортуванні не повинна перевищувати 20 км/год. На схилах необхідно перемикатися на понижену передачу; при транспортуванні агрегату у світлий період доби, дорогами загального користування, на

транспортному засобі мають бути увімкнуті фари, щоб запобігти зіткненню з транспортними засобами; транспортування кротувальної машини дорогами загального користування у темний час доби забороняється.

При консервації та розконсервації підготовку поверхні, що підлягають консервації, її консервацію та розконсервацію проводять на відкритому майданчику або у спеціальному приміщенні.

Забороняється допускати до роботи осіб, які мають порізи, подразнення відкритих частин тіла. У місцях проведення консервації не дозволяється зберігати або приймати їжу, а також користуватися відкритим вогнем.

При складанні машини необхідно зачалювати вузли і деталі за місця, які мають знаки стропування; затягувати гайки ключем відповідних розмірів.

При експлуатації: необхідно дотримуватися правил безпеки праці, які передбачені «Правилами охорони праці» затвердженими наказом №202

Міністерства праці і соціальної політики від 11.08.2000р.; забороняється працювати з несправною кротувальною машиною або трактором; для запобігання травм забороняється стояти біля кротувальної машини при підніманні або опусканні її. Відмова у роботі гідросистеми трактора або іншого механізму може стати причиною непередбачуваного падіння агрегату; перед

початком руху кротувальної машини переконатися, що шлях вільний і дати попереджуючий сигнал.

При технічному обслуговуванні та усуненні несправностей:

- необхідно керуватися «Правилами охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва», затверджених наказом №512 Міністерства праці і соціальної політики від 30.11.2001;

➤ змащування та обслуговування кротувальної машини проводити тільки при опущенні її на землю при непрацюючому двигуні трактора

➤ не торкатися гострих країв незахищеними руками.

При зберіганні: повинні бути вжиті заходи, що запобігають самочинному переміщенню кротувальної машини; при встановленні на зберігання слід використовувати вантажопідйомні засоби достатньої вантажопідйомності.

Кротувальну машину агрегують з енергонасиченими тракторами нових конструкцій, які мають якісно нові показники, що підвищує продуктивність праці у 2,5...3,2 рази. Однак, слід враховувати вплив рушіїв на ґрунт і запобігати його ущільненню.

Основні шляхи запобігання ущільненню ґрунту машино-тракторними агрегатами [15, 18]:

1. Проведення польових робіт у найбільш сприятливі для розпушування ґрунту періоди.

2. Широке застосування на основних роботах при вологості ґрунту до 0,6 НВ гусеничних тракторів типу ДТ-75, Т-150, середній тиск яких на ґрунт не перевищує 50...55 кПа.

3. Проведення кротування ґрунту вологістю 0,6...0,8 НВ тракторами з розширеними гусеницями, тиск яких на ґрунт до 25 кПа.

4. Виключення використання колісних тракторів ХТА-220-2 і К-701 при ранньовесняному кротуванні ґрунту, крім операцій обробітку ґрунту по шару багаторічних трав. У випадку застосування цих тракторів у складі агрегатів при кротуванні ґрунту у весняний час при вологості ґрунту до 0,5...0,6 НВ необхідно знизити тиск у шинах трактора ХТА-220-2 до 100 кПа.

5. Установка на трактор ХТА-220-2 здвоєних ходових коліс зі зниженим тиском повітря у шинах переднього і заднього мостів відповідно до 80 і 60 кПа, дозволяє використовувати трактор при вологості ґрунту 0,7...0,8 НВ.

6. Використання енергонасичених тракторів при вологості ґрунту до 0,5...0,6 НВ.

7. Використання на весняно-польових дренажних роботах (при вологості ґрунту до 0,7 НВ) тракторів типу МТЗ на напівгусеничному ході забезпечує зниження у 1,8...2 рази тиск на ґрунт і підвищення тягових властивостей трактора.

8. Застосування широкопрофільних шин з низьким внутрішнім тиском повітря (при вологості ґрунту 0,8... 0,9 НВ).

9. Застосування при інтенсивному русі агрегатів з технологічними коліями з відстанню не менше 21 см один від одного.

10. Поєднання операцій, виконуваних за один прохід агрегату, що зменшує додаткові енерговитрати, зв'язані з розпушуванням сліду після проходу ходових систем тракторів і робочих машин.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

### 2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кротовача

Кротовий дренаж застосовують переважно для поліпшення водних властивостей важких глинистих ґрунтів. Він перспективний при використанні у нечорноземних областях, при осушенні боліт і заболочених земель. Цей спосіб

дренажу найбільш простий і дешевий. Спеціальну кротову машину, або дренажний плуг, обладнаний вертикально закріпленим ножем (або з невеликим нахилом) із розташованим спереду розпушувачем, протягають у ґрунті трактором, або канатною тягою, за розпушувачем слідує конусоподібний розширювач.

У магістерській кваліфікаційній роботі удосконалюється кротовальна машина. Базову конструкцію кротовача пропонується обладнати відкрилками для підвищення ефективності процесу.

Кротовальна машина містить раму, що складається з горизонтальної коробчастої балки і двох вертикальних стійок, між якими встановлений гідропривод (гідроциліндр), приєднаний до верхньої точки кріплення кротовача. Ніж прикріплений до рами. До ножа з допомогою шарніра приєднаний порожнистий дренаж з пазами, в яких розміщені відкрилки, що складаються з ребра трикутної форми і плоскої передньої стінки з ґрунтовідвідними кромками (графічна частина роботи).

Ніж 1 приєднано до дренажа 7 рухомо, за допомогою накладок і шпильок 2. Відкрилки ребром спираються на головку штовхача 3, виконаного у вигляді півсфери діаметром меншим, ніж дренаж, і розміщеного у внутрішній порожнині дренажа на штоку 8 з різьбою. Головка штовхача у передній частині забезпечена прорізами якими переміщається ребро відкрилки, а в задній частині, пружним елементом – гвинтовою пружиною 9, прикріпленою одним кінцем до головки, а іншим кінцем до болтового з'єднання 10 встановленого у кришці дренажа 5.

Головка штовхача зв'язана за допомогою гнучкого елемента, сталевого троса 6, з гідроциліндром. Гнучкий елемент при виході з дренажа розміщений у трубі 11 з різьбою, вкрученою у дренаж.

Кротовач працює так: перед нарізкою кротової дрени ніж кротовача опускають у колекторну канавку на задану глибину. За допомогою гідроциліндра ослабляють натяг сталевого троса, при цьому пружина відтягує головку штовхача у крайнє праве положення і відкрилки забираються у середину

порожнистого дренажа. При такому положенні відкрилок, на початку нарізки, гирло кротової дрени на довжині 3..5 м виконується для більшої стійкості круглого перетину. Потім гідроприводом поступово за допомогою сталевого троса, відтягують головку штовхача вліво, яка виливаючи на ребро відкрилок, висуває їх з пазів дренажа назовні.

При подальшому русі кротовача, разом з круглою порожниною дренажа по її периметру нарізаються щілини, які збільшують водовідвідну поверхню кротових дрен.

Плавне висунення відкрилок сприяє поступовому збільшенню розмірів щілини по їх довжині, що сприяє вирівнюванню водоприймальної здатності на всій довжині кротових дрен, інакше водоспоживна активність їх зменшується від гирла до витoku.

## 2.2. Вибір основних параметрів дренажа

Знаходимо основні параметри дренажа, визначаємо загальний тяговий опір, який виникає при роботі кротодренажної машини, зусилля, яке діє на гідроциліндр робочого органу.

Параметри дренажних каналів залежно від виду ґрунту наведені у табл.2.1.

Таблиця 2.1

Параметри прокладання дренажних каналів

| Глибина закладання дрени, м | Вид ґрунту  | Категорія ґрунту |
|-----------------------------|-------------|------------------|
| 1,4                         | Торф'яний   | 2                |
| 1,3                         | Мінеральний | 3                |
| 1,2                         | Торф'яний   | 1                |
| 1,0                         | Мінеральний | 2                |
| 0,9                         | Мінеральний | 1                |
| 0,8                         | Торф'яний   | 3                |
| 0,6                         | Торф'яний   | 3                |

Діаметр дренара вибирають з умови оптимальної стійкості дренара. Для мінеральних ґрунтів  $d = 50 \dots 150$  мм, для торф'яних  $d = 100 \dots 300$  мм.

Схема дренара показана на рис. 2.3.

Довжина циліндричної частини дренара  $l_{ц} = (1,5 \dots 2,5) \cdot d$ , мм. Кут конусності передньої частини дренара приймають: для торф'яних ґрунтів  $\beta = 40^\circ$ ; для мінеральних  $\beta = 60^\circ$ . Кут різання  $\alpha = (110 \dots 150)^\circ$ .

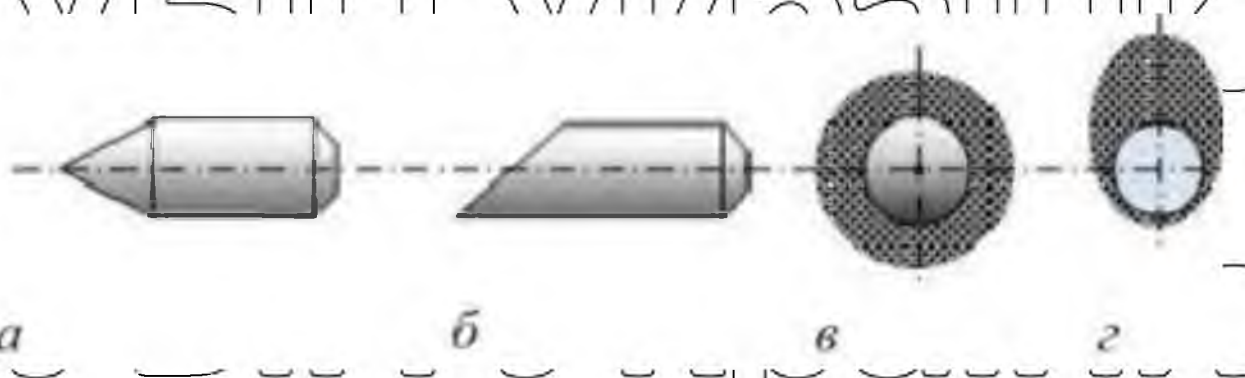


Рис. 2.1. Схема дренара

### 2.3. Розрахунок тягового опору кротодренажної машини

Сумарний тяговий опір [18]

$$W = W_1 + W_2, \quad (2.1.)$$

де  $W_1$  – опір пересуванню ножа, який описується залежністю:

$$W_1 = F_{1\text{різ}} + F_{1\text{нал}}, \quad (2.2.)$$

де  $F_{1\text{різ}}$  – сила різання ґрунту лезом ножа. Для торф'яних ґрунтів

$$F_{1\text{різ}} = 10^{-2} \cdot c_1 \cdot h_1^n, \quad (2.3.)$$

тут  $c_1$  і  $n_1$  – елементарні коефіцієнти, які залежать від  $b$  (для  $b = 2$  см:  $c_1 = 21,5$ ;

$n = 0,8$ );

тоді

$$F_{1\text{різ}} = 10^{-2} \cdot 21,5 \cdot 63^{0,8},$$

$F_{1\text{нал}}$  – сила налипання ґрунту на бокові поверхні ножа

$$F_{1\text{нал}} = k_n \cdot A_n, \quad (2.4.)$$

де  $k_n$  – питомий опір налипання ґрунту: для глини  $k_n = 7 \dots 9$  кПа для суглинку  $k_n = 5 \dots 7$  кПа, для торф'яно-болотних ґрунтів  $k_n = 2 \dots 2,5$  кПа;

$A_n$  – площа бокових поверхонь ножа, які стикуються з ґрунтом, визначається умовно як площа трапеції. Тоді

$$F_{1нал} = 2,5 \cdot 0,3 = 7,5 \text{ кН},$$

відповідно

$$W_1 = 3,9 + 0,75 = 4,65;$$

$W_2$  – загальний опір пересуванню дренера,

$$W_2 = W_2' + W_2'' \quad (2.5.)$$

де  $W_2'$  – опір пересування самого дренера,

$$W_2' = F_{зм} + F_{2нал}, \quad (2.6.)$$

де  $F_{зм}$  – опір зминання ґрунту дреном

$$F_{зм} = k_{зм} \cdot A_g, \quad (2.7.)$$

де  $k_{зм}$  – питомий опір зминанню ґрунту дреном: для ґрунтів I-ої категорії –  $k_{зм} = 70 \dots 90 \text{ кПа}$ ; для ґрунтів II-ої та III-ої категорії –  $k_{зм} = 200 \dots 250 \text{ кПа}$ ;

$A_g$  – площа поперечного перетину дрени, яка прокладається,  $\text{м}^2$ ;

$$F_{зм} = 200 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ кН}$$

$F_{2нал}$  – опір налипання ґрунту на поверхню дренера,

$$P_{2нал} = k_n \cdot \pi \cdot l_{ц} + \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot d \cdot l_{цк}, \quad (2.8.)$$

де  $l_{ц}$ ,  $l_{цк}$  – параметри дренера у м;

тоді

$$P_{2нал} = 3,14 \cdot 0,14 \cdot 0,36 + \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 1,38 \cdot 0,11 = 1,68 \text{ кН}$$

відповідно

$$W_2' = 1,68 + 0,2 = 1,88 \text{ кН};$$

$W_2''$  – опір пересуванню ножів дренера

$$W_2'' = F_{2різ} + F_{3нал}, \quad (2.9.)$$

де  $F_{2різ}$  – опір різання ґрунту ножами дренера,

$F_{2різ} = 10^{-7} \cdot c_1 \cdot h^n$ , (2.10.)

де  $c_1$  і  $n$  – елементарні коефіцієнти, які залежать від  $b$  ( $c_1 = 6,5$ ;  $n = 0,8$ );

$h$  – висота ножа;  
отримаємо

$$F_{2\text{плз}} = 10^{-2} \cdot 3,2 \cdot 3,2^{0,8} = 5,1 \text{ кН}$$

$F_{3\text{нал}}$  – сила налипання ґрунту на бокові поверхні ножа, визначається за формулою

$$F_{3\text{нал}} = k_n \cdot A_n, \quad (2.11.)$$

де  $k_n$  – питомий опір налипання ґрунту: для глини  $k_n = 7 \dots 9 \text{ кПа}$ ; для суглинку  $k_n = 5 \dots 7 \text{ кПа}$ ; для торф'яно-болотних ґрунтів  $k_n = 2 \dots 2,5 \text{ кПа}$ ;

$A_n$  – площа бокових поверхонь ножа, які стикуються з ґрунтом, визначається умовно як площа трапеції. Тому

$$F_{3\text{нал}} = 2,5 \cdot 0,084 = 0,21 \text{ кН};$$

$$W_2'' = 5,1 + 0,021 = 5,3 \text{ кН}$$

Отже, загальний тяговий опір пересуванню дренера

$$W_2 = 1,88 + 4 \cdot 5,3 = 23,08 \text{ кН}$$

Розрахунок зусилля, яке діє на гідроциліндр робочого органу.  
Зусилля, яке виникає на штоці гідроциліндра при роботі машини [22]

$$F_r = \frac{(W_1 \cdot l_1 + W_2 \cdot l_2)}{l_r}, \quad (2.12.)$$

де  $l_1, l_2$  – відстані, що визначаються зі схеми, а  $l_r = 0,5 \dots 0,7 \text{ м}$  – вибираємо конструктивно ( $l_1 = 1050 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 1020 \text{ мм}$ ).

$$F_r = \frac{(4,65 \cdot 1,05 + 23,08 \cdot 1,02)}{0,7} = 40,6 \text{ кН}$$

## 2.4. Обґрунтування вибору засобу агрегування кротодренажної машини

Опис параметрів роботи.

Кротодренажна машина є начіпною машиною. Підйом та опускання у робоче положення здійснюється гідравлічною системою.

Тому, вибір трактора для агрегування з кротодренажною машиною необхідно проводити за тяговим зусиллям.

Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей для прокладання кротового дренажу рух агрегату допускається у межах 0,5...3 км/год. Базовий агрегат – це трактор ХТА-220-2 з дренажною машиною ДНШ-5 проводить кротування на I передачі з швидкістю 1,3 км/год. Прийmemo для запропонованого варіанту – агрегат у складі ХТА-220-2 та модернізованої кротодренажної машини, робоча швидкість – 2,5 км/год.

Визначаємо тягове зусилля трактора на заданій передачі з урахуванням конкретних умов.

Тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому 4, [13]

$$F_{TP} = F_{H2a} - G_{TP} \cdot i, \quad (2.13.)$$

де:  $F_{H2a}$  – номінальне тягове зусилля трактора ХТА-220-2 на відповідній передачі,  $F_{H2a} = 29 \text{ кН}$ ;

$G_{TP}$  – маса трактора,  $G_{TP} = 76 \text{ кН}$ ;

$i$  – величина підйому,  $i = 0,03$ .

Отже, з урахуванням знайдених величин, тягове зусилля на гаку трактора буде становити

$$F_{TP} = 29 - 76 \cdot 0,03 = 26,72 \text{ кН}$$

Визначимо максимальну ширину захвату агрегату [13]

$$B_{max} = \frac{F_{2dk}}{K_o + R_i}, \quad (2.14.)$$

де  $K_o$  – питомий опір ґрунту,  $K_o = 6 \text{ кН/м}$ ;

$R_i$  – додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м.

Додатковий опір

$$R_i = \frac{G_M \cdot i}{B_K}, \quad (2.15.)$$

де  $G_M$  – маса ґрунторозпушувача ( $G_M = 12,8 \text{ кН}$ );

$i$  – величина підйому,  $i = 0,03$ .

$B_K$  – конструктивна ширина захвату кротодренажної машини,  $B_K = 8 \text{ м}$ .

Тоді

При однокорпусній машині додатковий опір визначають без ширини захвату

$$R_i = \frac{12,8 \cdot 0,03}{8} = 0,058 \text{ кН/м}$$

$$R_i = 12,8 \cdot 0,03 = 0,38 \text{ кН/м}$$

Тоді, максимально можлива ширина захвату буде становити

$$B_{\text{макс}} = \frac{27,65}{6 + 0,058} = 4,48 \text{ м}$$

Виходячи із технологічного параметру прокладання дрени відстань між дренами повинна бути не менше 8м. Звідси приймаємо кротодренажну машину однокорпусною.

Визначаємо робочий опір кротодренажної машини [13]

$$R_{\text{пл}} = (K + R_i) \cdot B_k, \quad (2.16)$$

Тоді

$$R_{\text{пл}} = (6 + 0,38) \cdot 4,18 = 26,7 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{\text{ТЗ}} = \frac{F_{\text{пл}}}{F_{\text{зак}}}, \quad (2.17)$$

Тобто

$$\eta_{\text{ТЗ}} = \frac{26,7}{27,65} = 0,91$$

Визначаємо змінну продуктивність [13]

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.18)$$

де  $B_p$  – робоча ширина агрегату;

$V_p$  – робоча швидкість.

Робочу ширину агрегату визначаємо так:

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (2.19)$$

де  $B_k$  – конструктивна ширина захвату;

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату,  $\beta = 1,05$ .

Тоді

При однокорпусній машині робочої ширини агрегату, як такої не буде.

Робочий час зміни

$$B_p = 8 \cdot 0,51 = 8,4 \text{ м}$$

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.20)$$

де  $T_{зм}$  – час зміни,  $T_{зм} = 7 \text{ год}$ ;  
 $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни,  $\tau = 0,81$   
 Тобто

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

Тоді

$$W_{зм}^m = 0,1 \cdot 8,4 / 2,5 \cdot 5,67 = 11,9 \text{ км/зм}$$

$$W_{зм}^a = 0,1 \cdot 8 \cdot 1,3 \cdot 5,67 = 5,9 \text{ км/зм}$$

Розрахунок витрати палива

де  $Q_{зм}$  – витрати палива за зміну

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3, \quad (2.22)$$

$$Q_{зм} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.21)$$

де  $Q_p$ ,  $Q_x$ ,  $Q_3$  – годинна витрата палива за час робочих та холостих ходів і

на зупинках з працюючим двигуном, приймаємо:

$$Q_p^b = Q_p^m = 25 \text{ км/год.}$$

$$Q_x^b = Q_x^m = 15,7 \text{ км/год.}$$

$$Q_3^b = Q_3^m = 3,3 \text{ км/год.}$$

$T_p$ ,  $t_x$ ,  $t_3$  – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, приймаємо  $t_x = t_3$

Отже

$$Q_{зм}^a = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 154,7 \text{ кг/зм}$$

Тоді, з урахуванням знайдених величин, витрати палива на метр дренажу:

$$Q_{зм}^m = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 154,7 \text{ кг/зм}$$

$$Q_{га}^m = \frac{154,7}{11,9} = 24,95 \text{ кг/м}$$

$$Q_{га}^a = \frac{154,7}{5,9} = 26,2 \text{ кг/м}$$

Економія палива при застосуванні запропонованих змін у технології

$$E_{га} = Q_{га}^m - Q_{га}^a, \quad (2.23.)$$

$$E_{га} = 26,2 - 24,95 \text{ кг/га}$$

У перерахунку на всю довжину прокладеного дренажу

$$E = E_{га} \cdot L_{др}, \quad (2.24.)$$

де  $L_{др}$  – довжина прокладеного дренажу за рік.

Довжину дренажу визначимо як середнє статистичне значення за останні

три роки

$$L = \frac{L_{2006} + L_{2007} + L_{2008}}{3}, \quad (2.25.)$$

$$L = \frac{L_{2018} + L_{2019} + L_{2020}}{3}$$

$$L = \frac{285 + 310 + 325}{3} = 306 \text{ км}$$

$$E = 1,27 \cdot 306 \text{ кг}$$

Отже, результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат

для кротового прокладання дренажу у складі трактора ХТА-220-2 матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат.

Крім того, після проходження кротодренажної машини не потрібно проводити додаткові операції промивання дрен, а ножі на кротовачу сприяють

більшому відведенню води. Це дозволить підвищити ефективність прокладання

дренажів в цілому, а також збільшити водовідведення, що сприятиме швидшому

осушенню дренажних територій і спрогнозувати позитивний економічний ефект

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ

### РОЗРОБКИ

# НУБІП України

#### 3.1. Гідромеліорація та її роль у підвищенні врожайності ґрунтів

Виробництво будь-якої продукції на сучасному етапі розвитку продуктивних сил, зв'язане з певним впливом на навколишнє середовище.

Побічним ефектом кожної екологічної діяльності, в тому числі пов'язаної з сільським господарством є забруднення навколишнього середовища

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва розпочалася, коли у сільському господарстві замість вирубно-вогневої та завально-перелогової

систем з їхнім самовідновленням родючості ґрунту був зроблений перехід до сівозміи, мінеральних добрив, нових сортів і порід.

Інтенсифікація виробництва спричиняє підвищення рівня його спеціалізації. Це максимізує виробничо-економічні показники і призводить до

# НУБІП України

швидкого виснаження природних ресурсів і до необхідності вносити в такі агросистеми великі кількості антропогенної енергії. Інтенсифікація виробництва сприяє росту виходу готової продукції, але її якість є значно гіршою. Крім цього, інтенсифікація у виробництві сільськогосподарської продукції викликала багато небажаних наслідків. Головними з них є деградація ґрунтів, забруднення природного навколишнього середовища залишковими кількостями мінеральних добрив та пестицидів, несприятливі зміни гідрологічного режиму та поєднані з ними процеси опустелення та заболочення.

Регенерація навколишнього середовища проходить досить повільно, тому на даний час встановлені певні норми обмеження викидів шкідливих речовин. Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, ґрунтово-рослинний покрив є регулятором водного балансу суші. Це – універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення.

Основними засобами відновлення ґрунтів є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін, періодична консервація ґрунтів.

Однією з основних проблем є проблема втрати родючості із-за багаторазового обробітку ґрунтів різними знаряддями за допомогою потужних і важких колісних тракторів, що в свою чергу забруднюють ґрунт відпрацьованими газами, мастилом та паливом, а також високий рівень зволоженості ґрунтів.

Оскільки меліоративні господарства спеціалізуються на меліорації, побудові зрошувальних каналів і дренажних систем, то охорона ґрунтів тут є одним з головних чинників екологічної кризи.

Однією з основних проблем у господарствах є проблема втрати несучої здатності ґрунтів із-за багаторазового обробітку різними знаряддями за допомогою потужних і важких колісних тракторів [31-33].

Сьогодні дедалі більш відчутними стають негативні наслідки хімізації сільського господарства – погіршуються властивості ґрунту, його стан, через

нагромадження в ньому великої кількості шкідливих хімічних речовин, що вносяться без належних розрахунків і врахування екологічних законів.

Важливим елементом ґрунту є гумус. Необхідно відзначити, що вміст гумусу в ґрунтах не є досить високим, тому актуальним є питання розробки агротехнічних заходів, які покликані зберегти та збільшити вміст гумусу у ґрунтах господарств.

Великої шкоди ґрунту завдають паливо-мастильні матеріали, які потрапляють у ґрунт через використання несправної техніки, що здійснює обробіток земельних площ. Саме тому необхідно витримувати терміни і якість проведення технічного обслуговування і ремонту тракторів та автомобілів.

Господарства, що здійснюють меліорацію, є споживачем і одночасно забруднювачем природних вод через використання міңдообрив, пестицидів та інших хімікатів, створення великих площ зрошуваних або осушуваних земель [31-33].

На сучасному етапі господарювання залежно від природно-кліматичних умов застосовується гідротехнічна меліорація, яка передбачає регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів, створення нормальних умов розвитку мікробіологічних процесів у ґрунті. Площі сільськогосподарських угідь, де природне зволоження ґрунтів постійно або коротко строково перевищує потребу рослин у воді, потребують штучного видалення надлишкової вологи для покращення аерації ґрунтів, підвищення їх температурного режиму і спонукання аеробних процесів гниття органічної речовини.

Одностороннє осушування не забезпечує реалізації потенційної можливості ґрунтів і культур у сталому високому виробництві біологічної речовини. Сучасна гідромеліорація надає перевагу системам двостороннього регулювання, які передбачають подачу води і видалення її з поля залежно від необхідності, тими ж самими технічними спорудами, що значно підвищує ефективність землеробства [26, 27, 31-33].

Для забезпечення у ґрунті необхідної кількості повітря і тепла, при яких добре розвиваються мікробіологічні процеси і засвоюються рослинами поживні

речовини, наявність вологи у ґрунті повинна складати 50-80 % повної вологосмності. Але в деяких районах України (західні області, Полісся, низини рік) вологість ґрунту довгий період перевищує вказані межі.

До перезволожених земель відносяться також болота і надмірно зволожені мінеральні ґрунти. Мінеральні ґрунти бувають надмірно зволожені в окремі періоди року і не мають торфового покриття.

Причини надлишкової зволоженості ґрунту [26, 27, 31-32]:

- затоплення поверхні паводковими водами або водою, що стікає з вище розташованої водоскидної площі;

- відсутність або дуже повільний і недостатній стік талих вод і опадів у зв'язку з низьким розташуванням місцевості, малим нахилом, задернілістю і утворенням купин на поверхні поля;

- високе стояння ґрунтових вод, пов'язане з малим випаровуванням води з поверхні поля, великою кількістю опадів, високою вологосмністю ґрунту через значний вміст у ньому органічної речовини.

Багато сільськогосподарських культур не переносять затоплення, а надлишкова волога і заболочення не дозволяють вирощувати високі врожаї без попереднього осушення і окультурення. Для більшості заболочених територій

максимум природного зволоження спостерігається у весняний період і під час осінніх дощів.

При осушенні необхідно регулювати сток води, зменшувати і не допускати подачі надлишкової води на дану поверхню, знижувати рівень ґрунтових вод, змінювати водо- і повітропроникність ґрунту, збагачувати його добривами.

При високому стоянні ґрунтових вод їх рівень понижують – це є норма осушення. Залежно від типу ґрунту і культур, які планується вирощувати на таких землях норма осушення за дослідженнями професора А.А. Черкасова може коливатися у межах 40...90 см. Нижчі показники для легких ґрунтів, вищі для важких і низинних боліт.

Найменша норма осушення на луках і багаторічних травах, найбільша під технічні культури. Протягом вегетаційного періоду вона може бути меншою, а на час дозрівання її потрібно збільшити.

Осушувальні меліорації передбачають будівництво систем вертикального або горизонтального дренажу. Вертикальний дренаж – це система колодязів, з яких відкачується вода. Найбільше розповсюджений горизонтальний дренаж у вигляді відкритих або закритих підземних трубопроводів з керамічних, азбестоцементних або пластмасових труб, а також без матеріальний дренаж у вигляді продавлених у ґрунті кротовин (порожнин) або прорізаних і закритих зверху щілин [26, 27, 31].

Відкриті і закриті системи мають свої недоліки і переваги. Відкрита система дешевіша у будівництві, доступна для обслуговування і контролю, але забирає багато площі і обмежує використання сільськогосподарської техніки.

Тому відкриті системи застосовують тільки для осушення лук, пасовищ та інших ділянок, де техніка майже не використовується.

На орних землях раціональніше застосовувати закриті дренажні системи, незважаючи на їх більшу вартість та трудомісткість контролю і ремонту. Перевага закритих систем – більший термін експлуатації, можливість використання всієї площі поля і механізації польових робіт. Розміщення, розміри і конструкцію елементів осушувальної системи вибирають відповідно з ґрунтовими гідрологічними умовами, а також з врахуванням організаційно-господарських вимог сучасного механізованого виробництва і техніко-економічних міркувань.

При проектуванні регульованої системи необхідно забезпечити відповідний водно-повітряний режим ґрунту і, одночасно, прискорити схід надмірної кількості води.

Дренажні машини повинні задовольняти такі вимоги: прокласти дренаж із заданим нахилом при будь-якому рельєфі поверхні з мінімальним скривленням дренажної лінії; відсутність зворотних нахилів; будівництво дренажу при високому рівні ґрунтової води, у нестійких, ліпучих і мерзлих ґрунтах з

включенням деревини і каміння; прокладання дренажних труб на розрахункову глибину (до 1,5...2,5 м в зонах осушення і до 2,5...4 м у зонах зрошення) необхідного діаметра (50...300 мм) з різних матеріалів (кераміки, пластами, та інших); правильне сполучення дренажних труб між собою; суцільний захист або засипання фільтруючим матеріалом; постійний контроль за якістю укладання; повна механізація всіх виробничих процесів; виконання спеціальних агро меліоративних вимог [27].

Безматеріальний дренаж виконують кротуванням у вигляді кротових дренажних труб (продавлених у ґрунті циліндричних порожнин) і щільованням – прорізуванням щільованими трубками різної форми і закритих зверху. Кротові дренажі прокладають у мінеральних і торф'яних безвапнистих ґрунтах. Щільовання на глибину 0,5...1,5 м можливо робити у ґрунтах і при наявності деревини, оскільки виконується це активними ріжучими органами.

Дренажі роблять кротовим або дренажним плугом, коли вологість ґрунту на глибині закладання кротовин близька до капілярної вологості. Тоді дренаж буде міцна і довговічна. Найчастіше кротовий дренаж закладають на 20 см глибше орного шару кротувачами, приєднаними до трактора (рис. 3.1.).



Рис. 3.1. Кротувач

На начіпну систему трактора закріплюють ніж, що прорізає у ґрунті щільну. До нижнього кінця ножа кріпиться жорстко або через ланцюг дренаж, який розсуває і ущільнює ґрунт передньою конічною частиною. Середня циліндрична частина стабілізує рух дренажа, а задня (урізаний конус) – згладжує пружні деформації стінок дрени [26, 27].

Дренажі виготовляють з металу або з деревини з металевим корпусом діаметром 60...100 мм для мінеральних ґрунтів і до 300 мм для болотно-торф'яних ґрунтів.

Кротодренажні машини бувають однокорпусні, як удосконалена у даній магістерській роботі, і багатокорпусні з поперечною рамою, на якій кріплять кілька ножів з дренажами. Крім кротового дренажу застосовують кротування ріллі – прокладавання кротовин на глибину 0,35...0,50 м без дотримання нахилу [27].

Кротування швидко осушує орний шар, сприяє аерації і прогріванню ґрунту, дозволяє скоріше почати польові роботи. Кротування доцільно проводити під час оранки – при цьому кротувач встановлюють на один з корпусів плуга. Такий корпус складається з подовженої польової дошки 5 (рис. 3.2.), на якій закріплено болтом 2 і запобіжною шпилькою 1 короткий ніж 3, до якого приварено в нижній частині дренаж 4. Кротовини утворюються на відстані 1...1,5 м одна від одної з діаметром 0,05...0,06 м. При зустрічі з перепоною запобіжна шпилька 1 перерізується і ніж 3 дренажем повертається навколо осі болта 2 (положення б).



Рис. 3.2. Корпус плуга з кротувачем.

### 3.2. Тенденції розвитку дренажних систем

Дренажні системи застосовують для попереднього осушення перезволожених та болотистих ділянок великої площі. Виконують його протягуючи через масив водоносного шару сигароподібні «снаряди». У результаті формуються порожнини, якими відбувається збір і відведення дренажних вод під впливом геодезичного або гідравлічного ухилу. Нарізана мережа кротового дренажу збирається колекторами для самотічного або примусового скидання. Однак, кротовий дренаж має обмежений термін служби, який залежить від типу ґрунтів, у яких прокладений. Основний недолік – це замулення стінок кротової дрени, через що утворюється кільцевий ущільнений контур, що негано фільтрує воду. Тому при будівництві кротового дренажу

проводять додаткові заходи для зміцнення стінок і створення стійких порожнин дренажів, зокрема, наповненням її фракційною, фільтруючою сумішшю [13, 20]

Влаштувають дренаж із листових і рулонних дренажних пластмасових систем з виступами для створення порожнин для відведення дренажних вод.

Основними проблемами розвитку галузі дренажних систем є:

- створення і використання переважно машин безперервної дії, які мають кращі показники питомої продуктивності й енергоємності порівняно з машинами циклічної дії;

- збільшення надійності та довговічності машин;

- розробка машин переважно у вигляді начіпного або напівначіпного обладнання до базових машин, що дасть змогу на 40...60 % знизити масу порівняно з причіпними;

- збільшення параметрів робочих органів і машини в цілому, тобто перехід до машин більшої типорозмірної групи зі збільшеною потужністю і продуктивністю;

- практика перебудови дренажу, яка стала наслідком переважання об'ємів реконструкцій об'єктів, пов'язаних з водовідведенням над плановим (первинним) будівництвом дренажних систем, що супроводжується додатковими витратами на виконання земляних робіт та придбання дренажних матеріалів;

- створення машин із широкими наборами змінного обладнання як неперервної, так і циклічної дії для виконання різних операцій технологічного характеру;

- створення процесу, що допоможе ефективніше використовувати машини у часі, і проводити цілодобову експлуатацію і скоротити кількість різнотипних машин;

- використання машин із комбінованими робочими органами дасть можливість збільшити розміри споруд, які розробляються, і зменшити кількість проходів машин.

Сучасний стан розвитку меліоративних агрегатів спонукає до підвищення продуктивності дренажних машин. Здійснити це можна за рахунок:

- ▶ підвищення швидкості та зусиль робочих органів використанням базових машин більшої потужності;

- ▶ широке застосування активних робочих органів у комплексі з пасивними;

- ▶ проектування машин комплексної механізації для переходу від машин, які виконують окремі операції, до машин, що виконують комплекс операцій у певному технологічному процесі або із закінченим циклом технологічного процесу;

- ▶ широке впровадження гідроприводу як для робочих органів, так і для механізмів керування і автоматики, використання прогресивних гідростатичних, гідродинамічних та інших типів силових передач;

- ▶ автоматизація роботи машин для просторової поперечної і поздовжньої стабілізації, стабілізації режимів роботи, їх регулювання і контролю, розроблення машин з програмним керування технологічного процесу;

- ▶ створення машин для закладання вибухових речовин з метою розробки меліоративних споруд спрямованим вибухом;

- ▶ розробка робочих органів для руйнування середовища газодинамічним способом із подачею на поверхню робочого органа стиснених газів або повітря;

- ▶ збільшення надійності та довговічності машин застосуванням нових, прогресивніших зносостійких матеріалів, які придатні до умов експлуатації меліоративної техніки.

### 3.3. Вибір схеми прокладання дренажних каналів

Горизонтальний дренаж на заданому масиві буде працювати при наявності інфільтраційного напірного живлення за рахунок поступання частини ґрунтових вод знизу із напірного пласта. При цьому слід очікувати у проєктованих умовах

збільшення інтенсивності напірного живлення за рахунок пониження поверхні ґрунтових вод і підвищення вертикального градієнту.

Опади і випарування води із ґрунту змінюються протягом року. Тому глибина залягання ґрунтових вод буде змінюватися у часі. Для нормального осушення вибраної території потрібно правильно визначити відстань між дренами. Розробляємо схему прокладання дренажних каналів (рис. 3.3.)

За середньорічну приймаємо критичну глибину залягання ґрунтових вод, яка дорівнює для даних умов  $h=1$ .

Глибину закладання дрен приймаємо більше критичної глибини ґрунтових вод  $H_d=1,5$  м. Через наявність кривої дисперсії на міждренній смузі ґрунтові води знаходяться на глибині більшій, ніж 1,5 м.

Прийнявши криву дисперсії у вигляді параболи, розрахуємо середню на междренній смузі глибину ґрунтових вод [13].

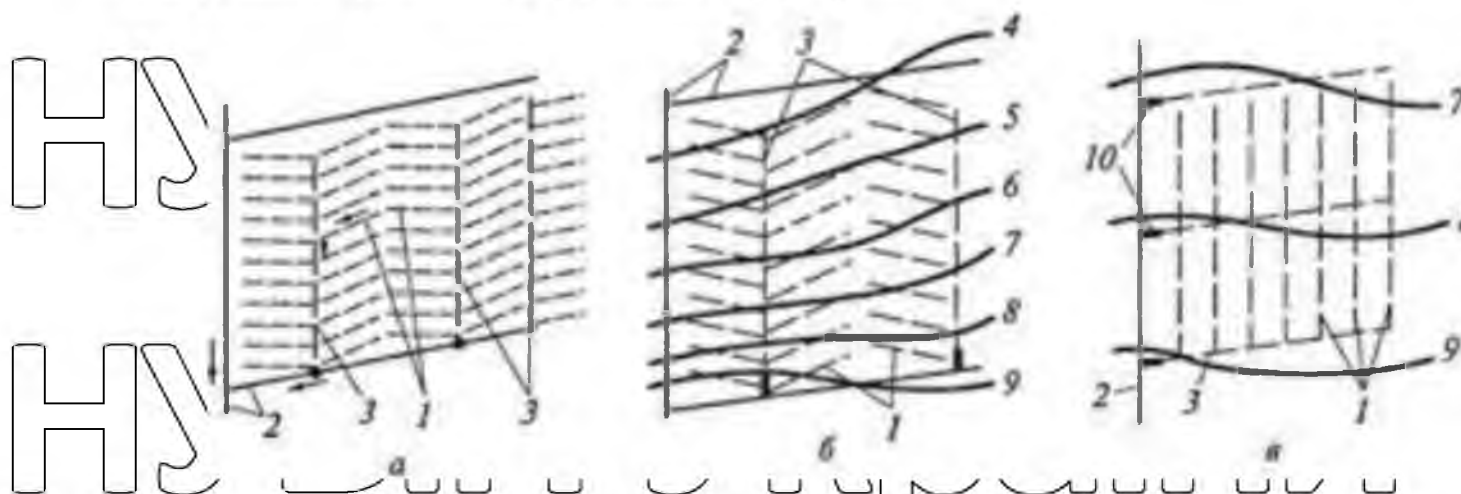


Рис. 3.3. Схема прокладання дренажних каналів.

ЛК – ливникові канали; МК – магістральні канали; Д – дренажні канали.

Визначимо середньорічну величину інфільтраційного живлення, тобто живлення ґрунтових вод «зверху» за формулою [22]

$$q = \alpha_2 O_c + O_p + D_2 + K, \quad (3.1)$$

де  $\alpha_2 O_c$  – кількість атмосферних опадів, тут  $\alpha_2=1,0-0,1$ .

Інфільтраційне живлення складає

$$q = 266 + 10044 + 25 \cdot 1 + 110668 = 4131 \text{ м}^3/\text{рік};$$

# або $q = \frac{451}{365 \cdot 10000} = 0,0011 \text{ м}^3/\text{доб.}$

## 3.4. Розрахунок відстані між дренами

Розрахуємо відстань між дренами за формулою С.Ф. Аверьянова, що враховує наявність інфільтраційного і напірного живлення, а також залягання напірного пласта на великій глибині [18]

$$B = \frac{\pi \cdot T}{T'}, \quad (3.2.)$$

де  $B$  – шукана відстань між дренами, м

$T'$  – приведена потужність слабопроникного пласта, яку визначають як

$$T' = T_1 + \frac{K_1}{K_2} T_2, \quad (3.3.)$$

Отримаємо

$$T' = 17 + \frac{0,2}{0,02} \cdot 10 = 117 \text{ м}$$

Схема закладання дрени показана на рис. 3.4.

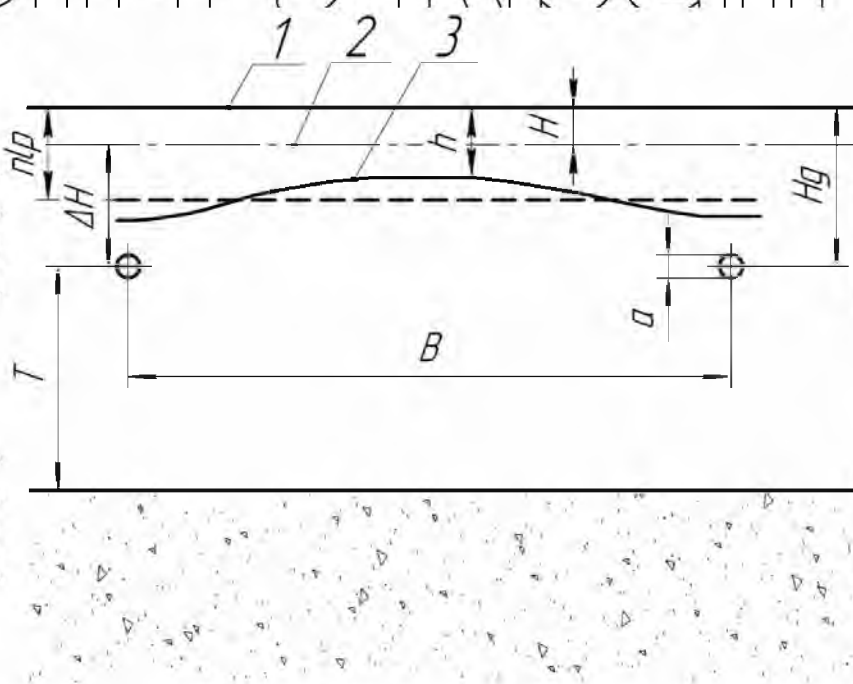


Рис. 3.4. Схема закладання дрени

Відстань від поверхні до осі дрени

$$H_g = \sqrt{\frac{\Delta H + q \cdot T}{\Delta h}}, \quad (3.4.)$$

де  $\Delta H$  – перевищення поверхні п'єзометричних натисків пласта над віссю дрен (див. рис. 3.4.);

$q$  – приведена величина інфільтраційного живлення;

$\Delta h$  – збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрен.

Отримано

$$\Delta H = 1,5 - 0,5 = 1 \text{ м.}$$

Приведену величину інфільтраційного живлення знаходимо із залежності

$$q = \frac{q_0}{K_f}, \quad (3.6.)$$

де  $K_f$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту, дорівнює  $0,2 \text{ м/доб}$ ;

$\Delta h$  – збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрен.

Отримано

$$q = \frac{0,00114}{0,5} = 0,00228$$

Збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрен

$$\Delta h = H_0 - h, \quad (3.7.)$$

таким чином

$$\Delta h = 1,5 - 1 = 0,5 \text{ м}$$

Визначаємо величину  $\Delta H$

$$\Delta H = \frac{1,5 + 0,00228 \cdot 117}{0,5} = 1,53 \text{ м}$$

Знаходимо діаметр дрени

$$d = \sqrt{2 \cdot d_1 \cdot (\Delta h + d_1)}, \quad (3.8.)$$

$$d = \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot (0,5 + 0,15)} = 0,8 \text{ м}$$

Підбираємо  $T' = 56,3$  і за формулою (3.2.) визначаємо відстань між дренами

$$R = \frac{3,14 \cdot 117}{56,3} = 6,52 \text{ м}$$

Модуль дренажного стоку знайдемо так

$$D = \frac{Q}{B}, \quad (3.9.)$$

Маємо

$$D = \frac{0,333}{6,52} = 0,051 \text{ м}$$

Отже, на даному масиві дренаж відводить не тільки інфільтраційні води, але й значний об'єм напірних вод.

У подальшому приймаємо відстань між дренами  $B = 7 \text{ м}$ .

Проведені дослідження доводять доцільність застосування кротувача удосконаленої конструкції для прокладання безматеріального дренажу у перезволожених ґрунтах для регулювання водно-повітряного режиму і, як наслідок, підвищення родючості ґрунту.

### 3.5. САПР сільськогосподарських машин

#### 3.5.1. Синтез і аналіз конструкцій

Проектування – складний і важко формалізований процес, що об'єднує такі важливі процедури, як синтез структури, вибір параметрів елементів, аналіз і ухвалення рішення.

Під синтезом розуміються проектні процедури, направлені на отримання нових описів проєктованого об'єкту відповідно до заданих показників його функціонування. Аналіз – це проектні процедури, що мають на меті отримання інформації про властивості проєктованого об'єкту по заданому його опису.

Завдання синтезу пов'язані із створенням проектних документів і самого проєкту, а завдання аналізу пов'язані з оцінкою проектних документів.

Процедури синтезу діляться на процедури структурного і параметричного синтезу.

Пошук раціонального технічного рішення при вибраному фізичному принципі дії здійснюється методами структурного синтезу. Визначення оптимальних значень параметрів елементів технічної системи відомої структури

представляє собою завдання параметричного синтезу, або параметричній оптимізації. Метою структурного синтезу є визначення структури об'єкту – переліку типів елементів, складових об'єкт, і способу зв'язку елементів між собою у складі об'єкту.

Параметричний синтез полягає у визначенні числових значень параметрів елементів при заданих структурі і умовах працездатності, що впливають на вихідні параметри об'єкту, тобто при параметричному синтезі потрібно знайти крапку або область в просторі внутрішніх параметрів, в яких виконуються ті або інші умови (зазвичай умови працездатності).

Процедури аналізу діляться на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.

При одноваріантному аналізі задані значення внутрішніх і зовнішніх параметрів, потрібно визначити значення вихідних параметрів об'єкту. Подібне завдання звичайно зводиться до однократного вирішення рівнянь, що складають математичну модель, що і обумовлює назву даного виду аналізу.

Багатоваріантний аналіз полягає в дослідженні властивостей об'єкту в деякій області простору внутрішніх параметрів. Такий аналіз вимагає багатократного вирішення систем рівнянь (багатократного виконання одноваріантного аналізу). Синтез називається оптимізацією, якщо визначаються найкращі в заданому значенні структура і значення параметрів. При розрахунках оптимальних значень параметрів при заданій структурі говорять про параметричну оптимізацію. Завдання вибору оптимальної структури називають структурною оптимізацією.

Постановка завдання оптимізації має змістовний сенс тільки у тому випадку, коли з'являється необхідність вибору одного з конкуруючих варіантів, отриманих при обмеженості ресурсів. Технічне проектування завжди ведеться в умовах жорстких обмежень на матеріальні, енергетичні, тимчасові та інші види ресурсів. Вибір критерію є одним з важливих етапів постановки завдання оптимізації, оскільки всі подальші дії направлені на пошук об'єкту, найбільш близького до оптимального по вибраному критерію.

Вибір цільової функції носить суб'єктивний характер, і тому об'єкт може бути оптимальний тільки в сенсі даного критерію. У більшості підходів до оцінки технічного об'єкту прийнято орієнтуватися на еталонні зразки, на думку провідних фахівців галузі (експертні оцінки) або на техніко-економічні показники, визначувані технічним завданням (ТЗ) на проектування. При підготовці ТЗ зазвичай враховуються досягнення, отримані в світовій практиці, а також в тій чи іншій мірі експертні оцінки, тому більш об'єктивною слід вважати орієнтацію на ТЗ. Якнайповніша оцінка проектних рішень може бути виконана на основі аналізу техніко-економічних показників з врахуванням вимог, що сформульовані в ТЗ.

Значення цільової функції може зростати або спадати із збільшенням якості вихідного параметра, тому в першому випадку необхідно шукати максимум, а в другому – мінімум цільової функції. Кожна з складових вектор вихідних параметрів залежить від безлічі внутрішніх параметрів проектного об'єкту. Слід зазначити, що значення деяких внутрішніх параметрів призначаються і не підлягають зміні. До таких параметрів, наприклад, можна віднести параметри уніфікованих елементів або ті з них, значення яких обумовлені в технічному завданні на проектування. Решта параметрів можна вибрати, орієнтуючись на прототипи з врахуванням власного досвіду і оцінки можливих перспектив розвитку конструкцій подібних об'єктів.

### 3.5.2 Розробка моделі об'єкту проектування

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану тяги кротовача від зусиль, що діють на неї. За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створимо твердотільну модель тяги кротовача (рис. 3.6.).

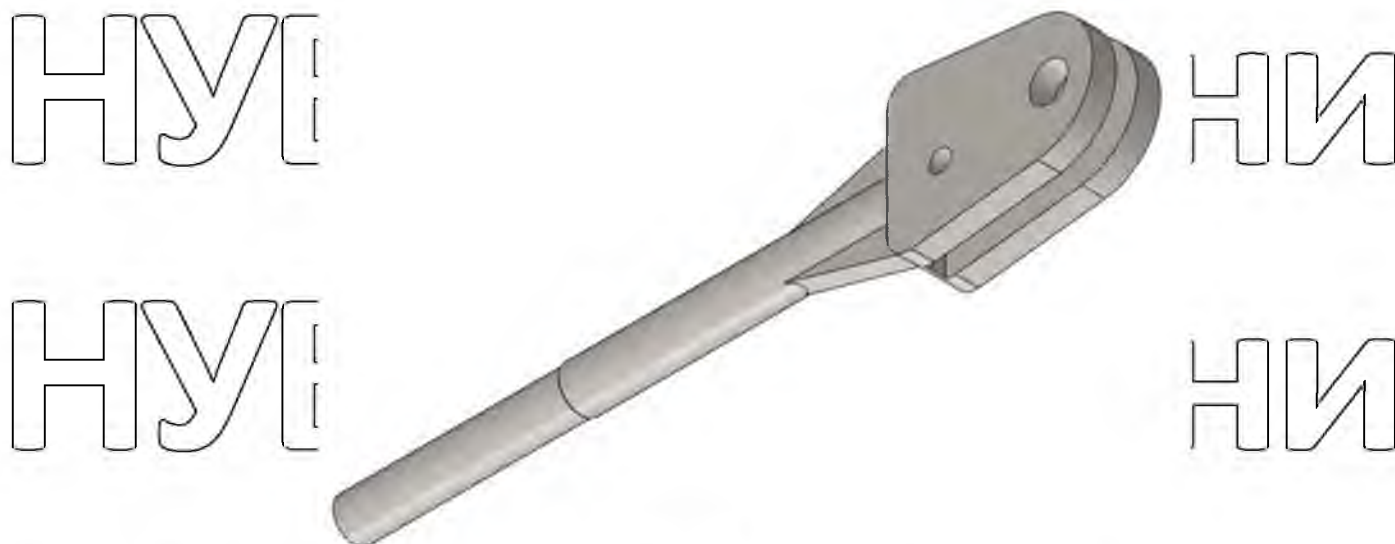


Рис. 3.6. Твердотільна модель тяги кротувача

За допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation системи тривимірного моделювання SolidWorks проводимо аналіз напружено-деформівного стану тяги кротувача.

Для цього задаємо умови її закріплення – закріплення різьбового кінця тяги кротувача (рис. 3.7.а) та задаємо навантаження рівне загальному тяговому опору пересування дрена W 2 = 23,08 кН. Створюємо триангуляційну сітку кінцевих елементів на 3D-моделі тяги кротувача (рис. 3.7.б).

### 3.5.3 Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання

Результати розрахунку НДС тяги кротувача за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation подано на рис. 3.8. – 3.10.

На рис. 3.8. подано результати розрахунку напружень у тязі кротувача.

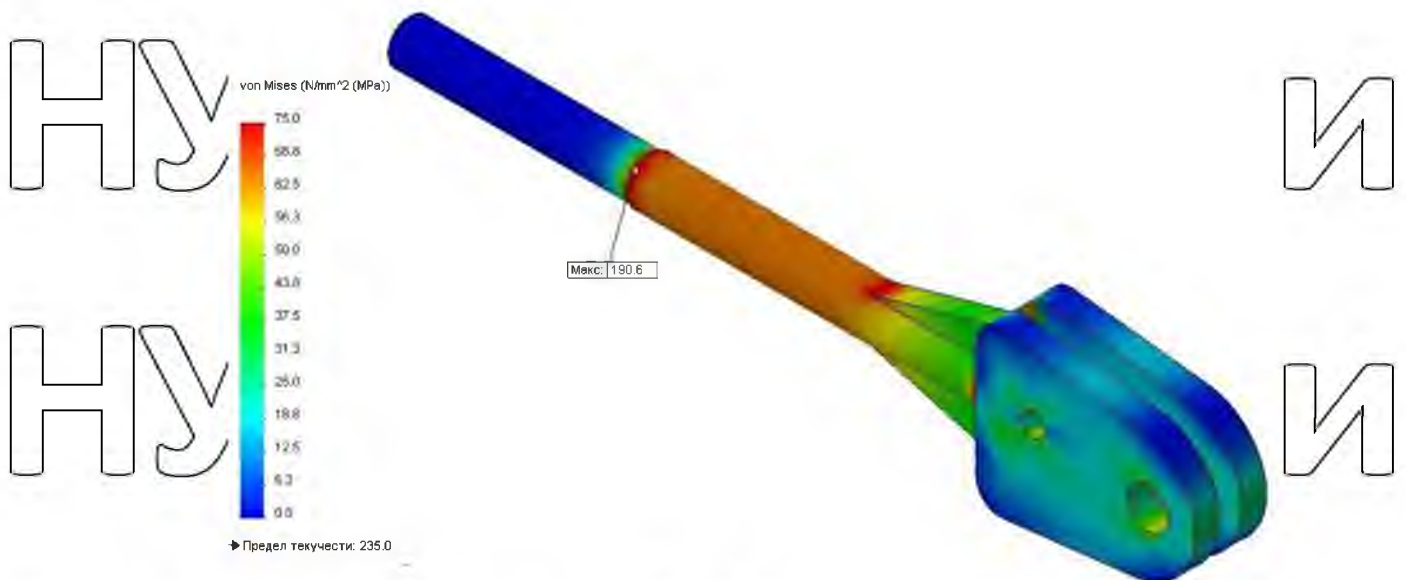


Рис. 3.8. Результати розрахунку напружень тяги кротовача (за теорією Фон Мізеса)

На рис. 3.9. показано деформації тяги. Максимальне переміщення спостерігається збоку головки тяги і складає  $\approx 0,12$  мм.

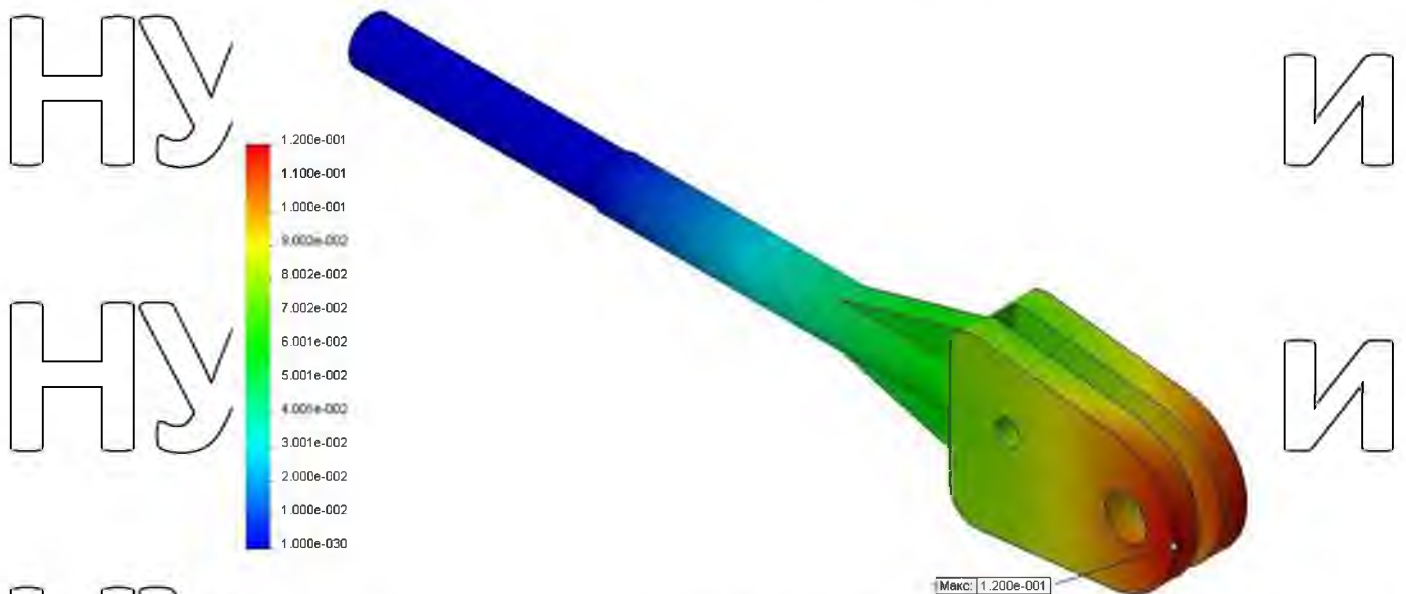


Рис. 3.9. Результати розрахунку деформації тяги кротовача.

На рис. 3.10. показано розподіл запасу міцності у тязі. Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності становить 1,23.

НУБІП України

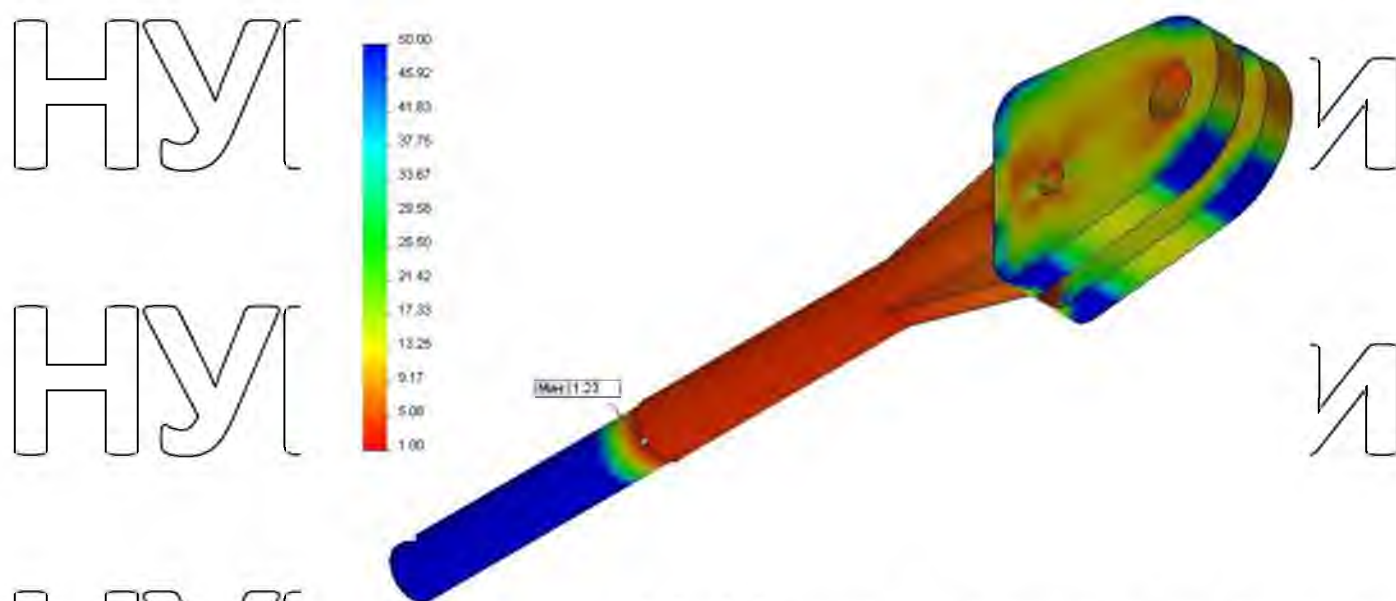


Рис. 3.10. Розподіл коефіцієнтів запасу міцності у тязі кротована

Як бачимо за результатами розрахунку, максимальні напруження у тязі кротовача становлять  $\approx 191$  МПа і спостерігаються у місці переходу від різьбової до гладкої частини.

#### 4.1. Загальні вимоги безпеки до причіпних сільськогосподарських машин

Конструктивне виконання агрегатів та здійснення ними функціонального призначення має відповідати вимогам стандартів: ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002 – загальні вимоги безпеки; ГОСТ 12.1.004 – пожежна безпека; ГОСТ 12.1.008 – біологічна безпека; ГОСТ 12.4.026 – вимоги до знаків безпеки; ГОСТ 12.2.042 – вимоги до огороження та блокіровок, а також до засобів малої механізації; ГОСТ 12.2.049 – ергономічні вимоги.

Додаткові вимоги, що не передбачені цими стандартами, повинні встановлюватись у стандартах і технічних умовах на агрегати конкретних типів.

Кути поперечної стійкості агрегатів такі:

- ❖ для машин в агрегаті з енергозасобом – не менше;
- ❖ для машин, використовуваних на базі тракторних причепів та напівпричепів, згідно з ГОСТ 10000-75;
- ❖ для сільськогосподарських універсальних навантажувачів згідно з технічними умовами.

Сільськогосподарські агрегати з колісними енергетичними засобами повинні мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси енергозасобу.

Для забезпечення поздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластових вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20 кг.

Причіпні, напівпричіпні машини у відчепленому стані повинні зберігати стійкість при застосуванні до тих зусиль не менше 200 Н.

Одноосні причіпні машини повинні мати регульовану опору на снізі.

Вимоги до габаритів агрегатів згідно з ГОСТ 12.2.019.

Агрегати, ширина яких перевищує габарити енергозасобу, повинні бути обладнані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного, передні – білого кольорів. Розташування їх на агрегаті згідно з вимогами.

Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи конструкції кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних у коло діаметром 100 мм.

Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих, або жовтих та чорних смуг під кутом до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Вони можуть наноситися також на сигнальні щитки розміром не менше 250x250 мм. Смуги та фігури повинні бути виконанні із світловідбиваючих матеріалів (фарба, плівка та ін.).

Механізми, які при агрегуванні з енергозасобом закривають прилади його світлової сигналізації, повинні бути обладнані власними приладами світлової сигналізації.

На машинах типу причепів або напівпричепів ззаду зліва має бути нанесений знак обмеження максимальної швидкості. Кольорове зображення знака – згідно з ГОСТ 10807; діаметр – від 160 до 250 мм, ширина кайми – діаметра; на цих агрегатах повинна бути зазначена гранична вантажопідйомність. Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої [5].

Агрегати та робочі органи повинні бути обладнані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Елементи конструкції агрегатів повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Елементи конструкції агрегатів не повинні обмежувати оператору огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження.

При розташуванні точок змащування у важкодоступних місцях застосовують пристрої дистанційного, централізованого подавання мастила або забезпечене одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний термін роботи вузла. Місця розташування точок змащення повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору агрегату.

Машини повинні бути забезпечені комплектом інструменту, якщо такий відсутній у комплекті енергозасобу, відповідно з нормативно-технічною документацією, та мати спеціальний ящик або сумку для його зберігання.

Причіпні машини повинні бути укомплектовані противідкатними упорами під колеса.

Кольорове оформлення та фарбування агрегатів повинно відповідати таким вимогам [5]:

- ❖ загальний фон кольору машини повинен відрізнятися від основного фону, на якому вона експлуатується (кольору приміщення, площадок, перероблених технологічних матеріалів та ін.);

- ❖ зовнішні поверхні машин, які у процесі експлуатації повинні постійно знаходитися у полі зору операторів з їх робочих місць, необхідно покривати фарбою з матовою або з напівматовою фактурою, яка запобігає появі відбитих відблисків на робочих місцях;

- ❖ кольори частин машин, поверхні панелей, пульта та поста керування, органів керування та елементів, які повинні знаходитися у полі зору операторів, повинні бути контрастними до іншого фону.

#### 4.2. Вимоги безпеки до проектованої кротодренажної машини

До експлуатації та обслуговування кротодренажної машини допускають осіб, які закінчили курси з вивчення конструкції і правил експлуатації даного агрегату.

В експлуатаційній документації має бути зазначено, що до роботи з кротодренажною машиною, допускають осіб, які ознайомлені з будовою та правилами його експлуатації.

Кротодренажна машина має бути обладнана світлоповертачами згідно з ГОСТ 8769. Допускається також нанесення на елементи конструкції агрегату чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм.

Вузли і деталі гідросистеми кротодренажної машини мають бути надійними, виключаючи витікання масла і самовільне опускання робочих органів. Гідросистема кротодренажної машини повинна з'єднуватись з гідросистемою енергозасобу за допомогою розподільчих муфт.

Кротодренажна машина має мати крім причіпного пристрою, страховий ланцюг або трос.

Попадання на ґрунт паливо-мастильних речовин (масло, дизельне паливо, солідол і т. п.) під час агрегування кротодренажної машини з енергозасобом, а також у процесі експлуатації не допускається. Розміщення маслянок повинно забезпечувати зручний і безпечний доступ до них.

Кротодренажна машина повинна бути обладнаний комплектом інструменту, необхідним для обслуговування її у польових умовах.

Для очищення ножа кротодренажна машини повинна бути укомплектована ручним чистиком [5].

На великогабаритних вузлах кротодренажної машини мають бути позначені місця стропування згідно ГОСТ 14192.

#### 4.3. Технічне обслуговування та зберігання кротодренажної машини

Технічне обслуговування кротодренажної машини, як і інших ґрунтообробних машин, проводять щозмінне та післясезонне.

Щозмінне технічне обслуговування кротодренажної машини проводять одночасного з обслуговуванням трактора, з якою вона працює.

При щозмінному технічному обслуговуванні очищують кротодренажну машину від ґрунту та рослинних решток. Перевіряють стан робочих органів, кріплення всіх складальних одиниць, особливо кріплення робочих органів та секцій. У разі необхідності замінюють робочі органи і підтягують ослаблені кріплення. Всі тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення кротодренажної машини. Перевіряють стан шин і тиск повітря в них.

Післясезонне технічне обслуговування виконують при встановленні кротодренажної машини на зберігання. При цьому, крім операцій щозмінного

технічного обслуговування виконують ще й такі роботи. Проводять огляд і дають оцінку стану кротодренажної машини, визначають можливість її подальшого використання без ремонту, у разі необхідності – ремонтують. На непридатні для роботи деталі складають дефектну відомість і передають механіку для оформлення заявки на їх придбання, якщо не можна виготовити ці деталі у майстернях господарства. Деталі з пошкодженим покриттям підфарбовують. Усі тертьові поверхні деталей та складальних одиниць очищають від бруду і змащують густим мастилом. Особливо ретельно очищають ніж, промивають і змащують.

Колеса з пневматичними шинами перебирають. Камери посипають тальком. Шини при зберіганні захищають від сонячних променів.

Зберігають кротодренажну машину під навісом або на відкритих майданчиках з твердим покриттям. Під робочі органи ставлять підкладки. При зберіганні на відкритих майданчиках знімають гідроциліндри, шланги гідросистеми і здають на склад. З гідроциліндрів і маслопроводів гідравлічної системи випускають масло [5].

Інструмент та запасні частини, що додаються до кротодренажної машини, очищають, змащують, кріплять бірки з номерами машин і здають на склад. При зберіганні кротодренажної машини періодично оглядають їх стан чистиком.

#### **4.4. Протипожежні заходи при експлуатації кротодренажної машини**

Категорично забороняється:

а) курити на машині поблизу складування сіна, соломи та інших місць підвищеної пожежонебезпеки;

б) заправляти двигун паливом у місцях складування (сіна, соломи) та інших місцях підвищеної пожежонебезпеки;

в) проводити ремонт машин та інші роботи з використанням відкритого вогню у місцях складування сіна, соломи та інших місцях підвищеної пожежонебезпеки.

До початку збиральних робіт машина повинна бути обладнана вогнегасником і лопатою.

Не дозволяється на вогнегасник вішати одяг або класти сторонні предмети, вони заважають швидко використати його у випадку необхідності. Вогнегасник повинен бути завжди справним і своєчасно заправленим [5].

У нічний час при виході з ладу електрообладнання користуватися вогнебезпечними ліхтарями.

Необхідно слідкувати за тим, щоб прокладка колектора добре ущільнювала і не відпускала б відпрацьовані газу. Недостатнє ущільнення може привести до загоряння легкозаймистих матеріалів.

Щоб попередити замикання проводів потрібно кожного дня перевіряти справність електропроводки, слідкувати за якістю ізоляції електропроводів і не допускати забруднення їх мастилом і пилом.

При заправці машини і перевірці рівня пального та мастила не можна користуватися відкритим вогнем і курити, допускати підтікання мастила у місцях з'єднання трубопроводів. Своєчасно усувати підтікання у системі живлення і змащення двигуна. Пролите пальне і мастило потрібно витерти.

Необхідно своєчасно очищати машину, двигун, захисні сітки радіаторів від рослинних залишків, випускати трубу і колектор від нагару.

Стационарні пости технічного обслуговування та агрегати технічного обслуговування повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

Паливопроводи необхідно чистити на двигуні після перекриття подачі палива. У машин, які пройшли технічне обслуговування не повинно бути підтікання пального.

Особи, які працюють на машині, а також ті, які беруть участь у технічному обслуговуванні, повинні знати пожежотехнічні мінімуми [23, 44].

## РОЗДІЛ 5 ОБРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 5.1. Визначення продуктивності розробленої кротодренажної машини

У даній магістерській кваліфікаційній роботі розроблено кротувач кротодренажної машини, яку використовують для прокладання дренажних безматеріальних систем кротодренажним способом. Запропонована конструкція забезпечує можливість кращого прокладання дренажних систем та каналів, а проведене вдосконалення дає змогу покращити відведення дренажних стоків, що сприятиме прискоренню осушення заданої території.

Проведемо розрахунок економічної ефективності кротодренажної машини за експлуатаційними показниками за умови, що функціональні показники машин є однаковими, або суттєво між собою не відрізняються.

Скористаємося для цього рекомендаціями ГОСТ 23728-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [23].

Продуктивність кротодренажної машини за годину чистого часу визначаємо за часом прокладання однієї дрени

$$P_{\text{кр}} = \frac{60l_d}{T_d}, \quad (5.1)$$

де  $T_d$  – час прокладання дрени;  
 $l_d$  – довжина дрени.

Час прокладання дрени

$$T_d = T_{\text{кр}}, \quad (5.2)$$

$$T_{\text{кр}} = t_p + t_s + t_n + t_x, \quad (5.3)$$

де  $t_p$  – час чистого прокладання дрени;  
 $t_s$  – час заглиблення, виймання робочого органу і встановлення його на заданий нахил;

$t_n$  – час повороту;

$t_x$  – час холостого ходу.

Підставивши дані, знайдемо час прокладання дрени базовою і удосконаленою машинами:

$$T_{d,б} = 207 + 0.66 + 2 + 2 = 212 \text{ год};$$

$$T_{d,в} = 237 + 0.66 + 2 + 2 = 242 \text{ год};$$

Відповідно технічна продуктивність у метрах прокладеної дрени згідно (5.1.) для удосконаленої і базової машин:

$$P_{Тзм.д} = \frac{60 \cdot 170}{212} = 48,1 м/год;$$

$$P_{Тзм.б} = \frac{60 \cdot 170}{242} = 42,1 м/год;$$

Продуктивність за годину часу зміни знаходимо з виразу

$$P_{зм} = P_2 \cdot K_{ен} \cdot K_{зм}, \quad (5.4.)$$

де  $P_2$  – продуктивність за годину змінного часу;

$K_{ен}$  – коефіцієнт експлуатаційної надійності;

$K_{зм}$  – коефіцієнт використання часу зміни.

Одержимо:

$$P_{зм.д} = 48,1 \cdot 0,95 \cdot 0,7 = 31,98 м/год;$$

$$P_{зм.б} = 42,1 \cdot 0,95 \cdot 0,7 = 27,98 м/год;$$

## 5.2. Визначення експлуатаційних витратків та норм відракувань при використанні кротодренажної машини

Експлуатаційні витатки на одиницю продуктивності кротодренажної машини

$$B_к = 3_о + A + B + 3_{км}, \quad (5.5.)$$

де  $3_о$  – питома заробітна плата оператора на прокладання одного метра

кротового дренажу

$$3_о = \frac{t_{год}}{P_{зм}}, \quad (5.6.)$$

де  $t_{год}$  – тарифна ставка, тоді

$$3_о = \frac{210}{31,98} = 6,6 \text{ грн/м};$$

$$3_о = \frac{220}{27,98} = 7,8 \text{ грн/м};$$

$A$  – питомі відрахування на реновацію і капітальний ремонт, визначаються за формулою:

$$A = \frac{C_m \cdot a}{100 \cdot \Pi_{зм} \cdot t_p}, \quad (5.7)$$

де  $C_m$  – балансова ціна машини;

$a$  – норма відрахувань на амортизацію;

$t_p$  – нормативне річне завантаження машини.

Одержимо:

$$A_o = \frac{45000 \cdot 16}{100 \cdot 31,98 \cdot 160} = 1,40 \text{ грн/м};$$

$$A_b = \frac{39000 \cdot 16}{100 \cdot 27,98 \cdot 160} = 1,39 \text{ грн/м};$$

$P$  – питомі затрати на поточний ремонт

$$P = \frac{C_m \cdot r}{100 \cdot \Pi_{зм} \cdot t_p}, \quad (5.8)$$

де  $r$  – норми відрахування на поточний ремонт;

тоді

$$P_o = \frac{45000 \cdot 6,5}{100 \cdot 31,98 \cdot 160} = 0,57 \text{ грн/м};$$

$$P_b = \frac{39000 \cdot 6,5}{100 \cdot 27,98 \cdot 160} = 0,56 \text{ грн/м};$$

$z_{пм}$  – питомі затрати на паливо мастильні матеріали

$$z_{пм} = \frac{(N \cdot \alpha_o \cdot D \cdot C_n)}{1000 \cdot \Pi_{зм}}, \quad (5.9)$$

де  $N$  – потужність трактора;

$\alpha_o$  – коефіцієнт використання потужності двигуна;

$C_n$  – ціна одного кілограма палива,

відповідно

$$z_{пм.о} = \frac{132 \cdot 0,71 \cdot 220 \cdot 36}{1000 \cdot 31,98} = 23,1 \text{ грн/м};$$

$$z_{пм.б} = \frac{132 \cdot 0,71 \cdot 220 \cdot 36}{1000 \cdot 27,98} = 26,5 \text{ грн/м};$$

Просумувавши експлуатаційні видатки для кожної машини, отримаємо:

$$B_{\delta} = 6,6 + 1,40 + 0,57 + 23,1 = 31,67 \text{ грн/м};$$

$$B_{\delta} = 7,8 + 1,39 + 0,56 + 26,5 = 36,25 \text{ грн/м};$$

### 5.3. Визначення річного економічного ефекту та терміну окупності кротувача

Річна економія від зниження експлуатаційних видатків з розрахунку на одну машину

$$E_{\delta} = (B_{\delta} - B_{\delta}) \cdot \Pi_{\text{зм.д}} \cdot t_p, \quad (5.10)$$

Підставивши дані, одержимо

$$E_{\delta} = (36,25 - 31,67) \cdot 31,98 \cdot 160 = 23434 \text{ грн.}$$

Питомі капіталовкладення

$$K_{\Pi} = \frac{T_a}{\Pi_{\text{зм.д}} \cdot t_p}, \quad (5.11)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$K_{\Pi\delta} = \frac{45000}{31,98 \cdot 160} = 8,8 \text{ грн/м};$$

$$K_{\Pi\delta} = \frac{39000}{27,98 \cdot 160} = 8,6 \text{ грн/м};$$

Зниження питомих капіталовкладень визначимо як

$$K = \frac{K_{\Pi\delta} - K_{\Pi\delta}}{K_{\Pi\delta}} \cdot 100\%, \quad (5.12)$$

тобто

$$K = \frac{8,8 - 8,6}{8,8} \cdot 100\% = 2,27\%$$

Річний економічний ефект від використання однієї кротувальної машини з розробленим кротувачем визначаємо за формулою

$$E_p = [(B_{\delta} - B_{\delta}) + (K_{\Pi\delta} - K_{\Pi\delta})] \cdot \Pi_{\text{зм.д}} \cdot t_p, \quad (5.13)$$

Підставивши дані, одержимо

$$E_p = [36,25 - 31,67] + 0,15(8,8 - 8,6) \cdot 31,98 \cdot 160 = 23588 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень знайдемо за формулою

$$T_{ок} = \frac{D_k}{E_p}, \quad (5.14.)$$

де  $D_k$  – додаткові капіталовкладення на виготовлення кротувача удосконаленої конструкції,  $D_k = 8000 \text{ грн.}$

Тоді

$$T_{ок} = \frac{8000}{23588} = 0,34.$$

Питомі затрати праці

$$z_{п} = \frac{1}{N_{зм}}, \quad (5.15.)$$

для порівнювальних машин:

$$z_{п} = \frac{1}{31,98} = 0,031 \text{ люд.год/м};$$

$$z_{п} = \frac{1}{27,98} = 0,035 \text{ люд.год/м};$$

Зниження питомих затрат праці

$$N_{п} = \frac{z_{п.б} - z_{п.д}}{z_{п.б}} \cdot 100\%, \quad (5.16.)$$

Одержимо

$$N_{п} = \frac{0,035 - 0,031}{0,035} \cdot 100\% = 11,4\%.$$

Результати розрахунку економічної ефективності від використання кротувальної машини з розробленим кротувачем наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

Економічна ефективність проекту

| Показники  | Варіант                             |   |
|--|-------------------------------------|---|
|  | базовий                             | новий   |
| Склад агрегату   | ХТА-220-2+<br>кротувальна<br>машина | ХТА-220-2+<br>кротувальна<br>машина<br>удосконалена |
| Час прокладання дрени, год                                   | 242                                 | 212   |
| Продуктивність у метрах прокладеної дрени, м/год             | 42,1                                | 48,1  |
| Продуктивність у метрах прокладеної дрени, м/год             | 42,1                                | 48,1  |
| Продуктивність за годину часу зміни, м/год                   | 18,75                               | 18,18   |
| Заробітна плата на прокладання 1м кротового дренажу, грн/м   | 6,6                                 | 7,8   |
| Відрахування на реновацію і капітальний ремонт, грн/м        | 1,39                                | 1,40  |
| Затрати на поточний ремонт, грн/м                            | 0,57                                | 0,56  |
| Затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/м                | 36                                  | 36  |
| Експлуатаційні витрати, грн/м                                | 36,25                               | 31,67   |
| Питомі капітальні вкладення, грн/м                           | 8,8                                 | 8,6   |
| Питомі затрати, люд.год/м                                    | 0,035                               | 0,031   |
| Річний економічний ефект від використання однієї машини, грн |                                     | 23588   |
| Термін окупності додаткових капіталовкладень, років          |                                     | 0,34  |

Отже, очікуваний економічний ефект від впровадження кротувальної машини з розробленим кротувачем складає 23588 грн. на рік на одну машину, а затрати праці при її використанні зменшаться на 11%.

**ВИСНОВКИ**

Рівень механізації меліоративних робіт більшості господарств не відповідає сучасним вимогам і завданням, які ставляться перед меліоративним будівництвом.

Технологічні процеси проведення меліоративно-будівельних робіт потребують значних обсягів фінансування. Будування дренажних систем і формування водостоків каналів проводиться морально застарілою та трудомісткою технікою.

Аналіз парку машин, що застосовується для меліоративних робіт та систем формування дренажних каналів, показує, що важливою задачею є вдосконалення технологічного процесу їх прокладання та обладнання, що використовується на таких операціях.

У даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано вдосконалити технологічний процес прокладання безматеріального дренажу із розробкою конструкції кротувача кротодренажної машини.

Кротовий дренаж застосовують переважно для поліпшення водних властивостей важких глинистих ґрунтів, у нечорноземних областях, при осушенні боліт і заболочених земель. Цей спосіб дренажу найбільш простий і дешевий. Спеціальну кротову машину, або дренажний плуг, обладнаний вертикально закріпленим ножом (або з невеликим нахилом) із розташованим спереду розпушувачем, протягують у ґрунті трактором, або канатною тягою, за розпушувачем слідує конусоподібний розширювач, який утворює дрени.

Проаналізувавши конструкцію кротувача базової моделі, встановили, що його можна вдосконалити за рахунок зміни форми та розмірів з додаванням рухомих елементів – ножів. Це не потребує значних затрат на технологію виробництва нової конструкції, що свідчить про простоту вдосконалення.

Удосконалений кротувач кріпиться до ножа кротовальної машини шарнірно за допомогою пальця. Основу кротувача становить порожнистий дренаж з пазами, у яких розміщені відкрилки-ножі, що складаються з ребра трикутної форми і плоскої передньої стінки з ґрунтовідвідними кромками.

Ножі-відкрилки кріпляться до кротувача за допомогою пальцевого з'єднання. При виконанні технологічного процесу ножі-відкрилки можуть змінювати кут нахилу відносно дренера за допомогою гідроциліндра, який з'єднаний з ножами тросом, на кінці якого закріплено півсферичний штовхач.

Перед нарізкою кротової дрени ніж кротувача опускають у колекторну канавку на задану глибину. За допомогою гідроциліндра ослаблюють натяг сталевого троса, пружина відтягує головку штовхача у крайнє праве положення і відкрилки ховаються у середину порожнистого дренера. При такому положенні відкрилок, на початку нарізки, гирло кротової дрени на довжині 3...5 м виконується круглого перетину для більшої стійкості. Потім гідроприводом поступово, за допомогою сталевого троса, відтягують головку штовхача вліво, яка впливаючи на ребро відкрилок, висуває їх з пазів дренера назовні. При подальшому русі кротувача, разом з круглою порожниною дрени по її периметру, нарізаються щілини, що збільшують водовідвідну поверхню кротових дрен.

Плавне висунення відкрилок створює поступове збільшення розмірів щілин по їх довжині, що сприяє вирівнюванню водоприймальної здатності на всій довжині кротових дрен, для запобігання зменшенню водоспоживаної активності. Для удосконаленої конструкції кротувача з умови оптимальної стійкості дренера прийнято його діаметр: для мінеральних ґрунтів мм, для торф'яних ґрунтів мм. Проведено розрахунки: пальця кріплення кротувача, болтового з'єднання щік кронштейна до ножа, зварного з'єднання кронштейна зі шпокою, гідроциліндра приводу ножів дренера та елементів кріплення гідроциліндра.

Вибрано схему прокладання дренажних каналів, розраховано відстань між дренами. Виконано розрахунок тягового опору кротодренажної машини, обґрунтовано вибір засобу агрегування. Проведено розрахунок стійкості трактора до перекидання.

Результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат для прокладання кротового дренажу у складі трактора ХТА-220-2 і кротувальної

машина з удосконаленим кротувачем матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат. Крім того, після проходження кротодренажної машини не потрібно проводити додаткові операції з промивання дрени, а ножі на кротувачі сприяють більшому відведенню води. Це дозволить підвищити ефективність прокладання дренажів в цілому, а також збільшити водовідведення, що сприятиме швидшому осушенню дренажних територій і спрогнозувати позитивний економічний ефект.

При визначенні економічної ефективності розробленого удосконалення кротувача розраховували: величину капітальних вкладень; затрати на оплату праці; затрати на ПММ; затрати на ремонт і ТО; прямі експлуатаційні затрати; річний економічний ефект, термін окупності удосконаленого кротувача. Порівнявши розрахункові значення, бачимо, що запропонований пристрій має кращі економічні показники, ніж базовий.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено аналіз технологічності деталі; удосконалено технологічний процес її виготовлення; спроектовано спеціальне верстатне обладнання; розроблені заходи із безпеки праці та охорони навколишнього середовища відповідно до поставлених завдань.

Конструктивні рішення, запропоновані у роботі, відображені у презентації та розраховані у розрахунково-пояснювальній записці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.

2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3 – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

3. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: 1979. – 461 с.

4. Борщов Т.С., Мансуров Р.А. Землеройные и мелиоративные машины. – Л.: Колос, 1976. – 560 с.

5. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: Новий світ, 2000. – 230 с.

6. Горбачев А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск.: Высшая школа, 1983. – 298 с.

7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1979

8. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.

9. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1976. – 510 с.

10. Комаристов В.Е., Дунай Н.Ф. Сільськогосподарські машини. – К.: Вища школа, 1987. – 486 с.

11. Кучерявий В.П. Екологія. Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 500 с.

12. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. – 188 с.

13. Миронюк С.К., Ельгурт Я.Б. Механізація осушувальних меліоративних робіт. – К.: Урожай, 1969. – 423 с.

14. Мер И.И. Мелиоративные машины. – М.: Колос, 1964. – 340 с.

15. Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. – Львів: Афіша, 1999. – 256 с.

16. Нефедов И.М., Осипов М.К. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1978.

17. Опір матеріалів / Під заг. ред. акад. АН УРСР Г.С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1986. – 775 с.

18. Практикум по мелиоративным машинам / Б.А. Васильев, В.В. Комисаров, И.И. Мер и др.; Под ред. И.И. Мера. – М.: Колос, 1984. – 192 с.

19. Режимы резания. Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972.

20. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

21. Справочник технолога-машиностроителя. в 2-х томах под ред. А.Г. Косиловой., Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985 – Т.1. – 656 с.

22. Теория, конструкция и расчет строительных и дорожных машин. / Л.А. Гоберман, К.В. Степанян, А.А. Ярпин, и др.; Под ред. Л.А. Гобермана. – М.: Машиностроение, 1979.

23. Замора Я.П. Стан вивчення особливостей ґрунтоутворюючих побічних продуктів / Я.П. Замопа, В.В. Камішанов, А.Ю. Ліннік, І. І. Семенов, В. П. Купка // Наук. Вісник Нац. Університет біонаук і прикладного забезпечення України. Серія «Техніка та енергетика агропромислового комплексу». – К.: НУБІПУ, 2012. – Випуск 170, ч. 1. – С.284-296.

24. Шатров Р. В. Експлуатація машин та обладнання, Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт, / Р. В. Шатров, В. Д. Гречковській, В. Г. Опалка. – Київ, 2012. – 60 с.

25. Войтюк В. Д. Експлуатація машин та обладнання в рослинництві: Методичний посібник для студентів спеціальності 6.100.102, „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва, / В.

Д. Войтюк, Р. В. Шатров, С. М. Бондар. – Київ, 2014. – 396 с.

26. Шкарівський Г.В. Використання просапних агрегатів на базі колісного трактора тягового класу 3: [монографія] / Г.В. Шкарівський. – К.: ИП «КОМПРИНТ», 2017. 405 с.

27. СОЛОХА М. Автоматичне керування культиваторами для міжрядного обробітку ґрунту просапних культур / М. Солоха // Пропозиція. — 2016. — № 12. — С. 162-165

28. *Погорілий Л.В.* Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління / *Л.В. Погорілий* // Техніка АПК. – 2004. - №1-2. – С. 6-7.

29. *Кутьков Г.М.* О технологических свойствах мобильных энергетических средств / *Г.М. Кутьков* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Наукове фахове видання. Випуск 40, Мелітополь. – 2006. – С 140-148.

30. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. ГОСТ 23728-88/ГОСТ 23730-88.

31. Усов П.В. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1967. – 236 с.

32. Чернавский С.А. Проектирование технологических передач.- М.: Машиностроение, 1976. – 608 с.

33. Степанов В.Н., Киселев А.Н., Третьяков Н.Н. Основы агрономии / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1977. – 352 с.

34. Бакум М.В., Бобрусь І.С., Лук'яненко В.М., Трофимченко Ю.І. Меліоративні машини. – Харків: ХДТУСГ, 2001. –308 с.

35. Хомик Н.І. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 191 с.

36. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на

спеціалізацію «Манини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляничя В.А., 2018. – 164 с.

37. Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Черненко В.В., Манжелей В.С. Особливості системи дистанційного моніторингу комплексу експлуатації транспортного засобу. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2020) : збірка матеріалів ХІІ Міжнародної науковопрактичної конференції, 27-29 травня 2020 р. Херсон: ХДМА. 2020. С.84-86.

38. Волков В.П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков, В.П. Матейник, П.Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХП». – 2013. – № 29 (1002). с.138-144.

39. Волков В.П. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Г.К. Шурко, Ю.В. Волков // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2017. – № 14 (1236). – С. 10–20.

40. Волков В.П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів Монографія / Під редакцією Волкова В.П. / Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. // Харків: Вид-во Планов А. М., 2018. - 298 с.

41. Худяков І.В. Особливості формування та аналізу інформаційних структур системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів у взаємодії з тахографом / Худяков І.В., Симоненко Р.В., Манжелей В.С., Черненко В.В. // Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики: монографія / Blatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон: ХДМА, 2019. – с. 250-259. 217

42. Пелех М., Блашак Б.О., Хомик Н.І. Дренаж ґрунтів – один із способів меліорації // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I 8

міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 27-28 листопада 2019). – Тернопіль. – ТНТУ, 2019. – С. 125.

43. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Основи агрономії. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. – 300 с.

44. Хомик Н.І., Гаврон Н.Б., Рубанець Н.А. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 248 с.

45. Хомик Н.І., Олексюк В.П., Цьонь О.П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 288 с.

46. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004. – 199 с.

47. Войтюк В.Д., Демко А.А., Рубльов В.І., Надточій О.В., Демко С.А. Структура і загальні положення концепції технічного сервісу енергонасиченої с.г. техніки. Вісник Харків. ДТУСУ. «Підвищення надійності відновл. деталей машин»-Вип. 15. Харків, 2004-С.214-222.

48. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. – Тернопіль, 2005. – 228 с.

49. Данильченко М.Г., Гладич Б.Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61 с.

50. ГОСТ 12.2.019-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности (с Поправкой) / Межгосударственный стандарт. Дата введения 2017-07-01

51. Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного

комплексу / В.П. Волков, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Вісник  
 Національного транспортного університету. – 2014. – Вип. 30. – С. 51-62.

52. Аналіз чинників, що визначають інтенсивність і характер зносу  
 протектора шин та його зв'язок з технічним станом елементів автомобіля / О.П.

Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов, М.І. Гнатюк // Наукові нотатки. – 2011. –

№ 31. – С. 170-176.

53. Матейчик В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з  
 використанням бортових діагностичних комплексів / Матейчик В.П., Волков

В.П., Комов П.Б., Грицук І.В., Комов А.П. Волков Ю.В. // Науковий журнал

«Управління проектами, системний аналіз і логістика». – К.: НТУ, 2014. – Випуск  
 13, 370 с., стор. 126-138.

54. Фурсов В. А., Бибииков С. А., Якимов П. Ю. Локализация контуров  
 объектов на изображениях при вариациях масштаба с использованием  
 преобразования Хафа // Компьютерная оптика. – 2013. – 37(4). С. 496–502.

55. Небаба С. Г., Захарова А. А. Алгоритм построения деформируемых 3D  
 моделей лица и обоснование его применимости в системах распознавания  
 личности // Труды СПИИРАН. – 2017. – Вып. 52. – С. 157–179. 218

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України