

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повна назва вищого навчального закладу)
 Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
 Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему: Обґрунтування параметрів кротовача
для прокладання дренажних каналів



Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСмз-61

напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування

(назва і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пелих І.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Хомик Н.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Довбуш А.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)



м. Тернопіль – 2019

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Гевко Р.Б.

« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Пелиху Івану Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема проекту (роботи)** Обґрунтування параметрів кротувача
для прокладання дренажних каналів

Керівник проекту (роботи) Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 11 » вересня 2019 року № 4/7-799

2. **Термін подання студентом проекту (роботи)** 26 грудня 2019 року

3. **Вихідні дані до проекту (роботи)** тип машини – начіпна; призначення – для прокладання кротових дрен; глибина прокладання кротовин у торф'яних ґрунтах 0,7...1,2 м; у мінеральних – 0,5...0,85 м; продуктивність на торф'яних ґрунтах – 1,52 км/год; на мінеральних – 1,36 км/год; швидкість руху агрегату робоча – 0,5...3 км/год, на поворотах – 10 км/год, транспортна 20 км/год; агрегується з тракторами ДТ-75, Т-150; процес механічної обробки деталі; робоче креслення деталі; річна програма випуску деталей.

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

Анотація. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. САПР сільськогосподарських машин. 5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі. 6. Обґрунтування економічної ефективності. 7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. 8. Екологія. Загальні висновки

5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)**

1. Форма поперечного перетину дрен та схеми робочих органів трубоукладних машин (1А1).

2. Машина кротувальна. Загальний вигляд (1А1). 3. Кротувач Д-657. Схема принципова (1А1). 4. Кротувач. Складальне креслення (1А1). 5. Кронштейн. Складальне креслення (1А2).

Тяга кротувача. Складальне креслення (1А2) 6-7. Деталювання (2А1).

8. Розрахункові схеми (1А1). 9. Схеми машин для прокладання дренажу (1А1).

10. Комп'ютерна модель навантаженості тяги кротувача (1А1).

11-12. Спеціальні верстатні приспособлення (2А1). 13. Інструментальна наладка на операції (1А1).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
САПР сільськогосподарських машин	Сташків М.Я., доцент		
	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі	Олексюк В.П., доцент	
Обґрунтування економічної ефективності	Дмитрів Д.В., доцент		
	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., доцент	
	Екологія	Клепчик В.М., ст.викл.	
	Зварич Н.М., доцент		

7. Дата видачі завдання

11 вересня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту(роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Основна частина		
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 20.09.19	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	до 20.11.19	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	до 25.11.19	
	Спеціальна частина		
4	САПР сільськогосподарських машин	до 30.11.19	
5	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі	до 25.11.19	
	Розділи:		
6	Обґрунтування економічної ефективності	до 30.11.19	
7	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 05.12.19	
8	Екологія	до 10.12.19	
9	Анотація. Вступ. Висновки.	до 12.12.19	
10	Графічна частина. Специфікації	до 18.12.19	

Студент _____
(підпис)

Пелих І.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Хомик Н.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Пелих Іван Ігорович.

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів кротувача для прокладання дренажних каналів».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі ступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (33 найменувань), 8 додатків. Загальний обсяг текстової частини: 165 сторінок пояснювальної записки і 31 сторінка додатків, 19 таблиць, 37 рисунків.

Графічна частина складається з 12 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

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.

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 ножем (або з невеликим нахилом) із розташованим спереду розпушувачем, протягають у ґрунті трактором, або канатною тягою, за розпушувачем слідує конусоподібний розширювач, який утворює дрени.

Удосконалення технологічного процесу прокладання безматеріального дренажу із розробкою конструкції кротувача кротодренажної машини для покращення водовідведення в умовах перезволожених ґрунтів є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрям досліджень дипломної роботи.

Мета і завдання

Метою роботи є дослідження параметрів кротувача кротодренажної машини для підвищення ефективності прокладання дренажів в цілому та збільшення водовідведення, що сприятиме швидшому осушенню дренажних територій, а також удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі півмуфта.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено такі завдання:

- проаналізовано способи осушування боліт, види дренажу та способи його прокладання;
- проаналізовано засоби механізації для прокладання дренажу;
- обґрунтовано конструктивно-технологічну схему кротувача;
- вибрано основні параметри дренера;
- виконано розрахунок тягового опору кротодренажної машини;
- обґрунтовано вибір засобу агрегування кротодренажної машини;
- виконано розрахунки на міцність пальця кріплення кротувача, болтового з'єднання кріплення щік кронштейна до ножа; зварного з'єднання кронштейна із щогою та розрахунок сили, яка діє на трос кротувача;
- виконано розрахунок гідроциліндра приводу ножів дренера;
- відзначено роль гідромеліорації у підвищенні врожайності ґрунтів та тенденції у розвитку дренажних систем;
- вибрано схему прокладання дренажних каналів та розраховано відстань між дренами;
- проаналізовано методи САПР, розроблено модель об'єкту проектування – тяга кротувача і досліджено її напружено-деформівний стан;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення деталі півмуфта, виконано аналіз її технологічності;

- досліджено способи виготовлення аналогічних деталей;
- розроблено технологічний процес виготовлення деталі півмуфта, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу;
- підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи кротувальної машини; технологічний процес виготовлення деталі півмуфта.

Предмет дослідження. Технологічні, енергетичні та гідрокінематичні розрахунки кротувальної машини та розрахунки на міцність кротувача, робоче креслення деталі – півмуфта, базовий технологічний процес механічної обробки деталі.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, кінцевих елементів, економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання кротувальної машини з удосконаленим кротувачем, який сприятиме більшому відведенню води, що підвищить ефективність прокладання дренажів в умовах підвищеної вологості ґрунтів.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано агрегат для прокладання кротового дренажу у складі трактора Т-150К і кротувальної машини з удосконаленим кротувачем, який

матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат. Крім того, після проходження кротодренажної машини не потрібно проводити додаткові операції з промивання дрен, а ножі на кротувачу 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.

Розроблено також технологічний процес механічної обробки деталі півмуфта, який може бути впроваджений в умовах реального виробництва.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019.

Ключові слова: гідромеліорація, трубоукладач, дренаж, кротувальна (кротодренажна) машина, кротувач, дрeнер, трактор, гідропривод.

ЗМІСТ
ОСНОВНА ЧАСТИНА

Анотація	10
Вступ	12
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	14
1.1. Способи осушування боліт і види дренажу	14
1.2. Способи прокладання дренажу	20
1.4. Аналіз засобів механізації для прокладання дренажу	26
1.5. Опис об'єкту розробки	39
1.6. Обґрунтування теми магістерської роботи і постановка завдання на проектування	44
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	46
2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кротувача	46
2.2. Вибір основних параметрів дренера	47
2.3. Розрахунок тягового опору кротодренажної машини	47
2.4. Обґрунтування вибору засобу агрегування кротодренажної машини	52
2.5. Розрахунки на міцність елементів кротувача	57
2.5.1. Розрахунок пальця кріплення кротувача	57
2.5.2. Розрахунок болтового з'єднання кріплення щік кронштейна до ножа	60
2.5.3. Розрахунок зварного з'єднання кронштейна із щокою	65
2.5.4. Розрахунок сили, яка діє на трос кротувача	68
2.6. Розрахунок гідроциліндра приводу ножів дренера	70
2.6.1. Підбір і перевірка гідроциліндра	70
2.6.2. Розрахунок гідроциліндра на міцність	71
2.6.3. Розрахунок пальця кріплення гідроциліндра до порталу	72
2.6.4. Розрахунок пальця кріплення штока гідроциліндра до натяжного тросу	73

3.	ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	75
3.1.	Гідромеліорація та її роль у підвищенні врожайності ґрунтів	75
3.2.	Тенденції розвитку дренажних систем	82
3.3.	Вибір схеми прокладання дренажних каналів	84
3.4.	Розрахунок відстані між дренами	86
	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА:	
4.	САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	89
4.1.	Методи САПР	89
4.2.	Розробка моделі об'єкту проектування.....	93
4.3.	Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання.....	95
5.	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ.....	97
5.1.	Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі	97
5.2.	Проектування технологічного процесу механічної обробки.....	101
5.3.	Розробка спеціальних верстатних пристроїв	129
	РОЗДІЛИ:	
6.	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	130
6.1.	Визначення продуктивності розробленої кротодренажної машин	130
6.2.	Визначення експлуатаційних видатків та норм відрахувань при використанні кротодренажної машини	132
6.3.	Визначення річного економічного ефекту та терміну окупності кротувача	134
7.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	138
7.1.	Загальні вимоги безпеки до причіпних сільськогосподарських машин.....	138
7.2.	Вимоги безпеки до проектованої кротодренажної	

машини	140
7.3. Технічне обслуговування та зберігання	
кротодренажної машини	141
7.4. Протипожежні заходи при експлуатації	
кротодренажної машини	143
7.5. Організація протипожежного захисту та проведення	
протипожежної профілактики на промисловому об'єкті.....	144
7.6. Характеристика пожежі на промисловому об'єкті	145
7.7. Засоби гасіння пожеж на промислових об'єктах	147
8. ЕКОЛОГІЯ	153
8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища.....	153
8.2. Забруднення довкілля машинобудівним підприємством	
при виготовленні ґрунтообробної техніки.....	152
8.3. Заходи зменшення забруднення довкілля машинобудівним	
підприємством сільськогосподарського профілю	152
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	159
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	161
ДОДАТКИ	163

АНОТАЦІЯ

Завданням магістерської роботи є обґрунтування параметрів кротувача для прокладання дренажних каналів та розробка технологічного процесу механічної обробки деталі. Робота містить такі розділи:

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. Описано способи осушування боліт, види дренажу, способи прокладання дренажу, технологія будівництва дрен, проведено аналіз засобів механізації для прокладання дренажу, описано об'єкт розробки, обґрунтовано тему магістерської роботи.

2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки. Зазначено сучасні тенденції розвитку дренажних систем; обґрунтовано конструктивно-технологічну схему кротувача, вибрано схему прокладання дренажних каналів, розраховано відстань між дренами, вибрано основні параметри дренера, розраховано тяговий опір кротодренажної машини, проведено розрахунки на міцність елементів кротувача та розрахунки гідроциліндра приводу ножів дренера.

3. Дослідження основних параметрів об'єкту розробки. У розділі відзначено роль гідромеліорації у підвищенні врожайності ґрунтів; досліджено тенденції розвитку дренажних систем; проведено вибір схеми прокладання дренажних каналів та розрахунок відстані між дренами при застосування кротувача удосконаленої конструкції.

4. САПР сільськогосподарських машин. Розділ включає опис методів і систем САПР сільськогосподарської техніки, розробку моделі об'єкту проектування – тяги кротувача, аналіз даних за результатами моделювання.

5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі. У розділі виконано аналіз конструктивних особливостей деталі маточина, розроблено технологічний процес механічної обробки деталі маточина та підібрані спеціальні верстатні пристрої.

6. Обґрунтування економічної ефективності. У розділі визначено продуктивність розробленої кротодренажної машини, експлуатаційних видатків та норм відрахувань при її використанні та річного економічного ефекту і терміну окупності кротувача.

7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначені загальні вимоги охорони праці до причіпних сільськогосподарських машин; розроблені вимоги безпеки і порядок технічного обслуговування та зберігання проектованої кротодренажної машини; описано протипожежні заходи при експлуатації кротодренажної машини; організацію протипожежного захисту та проведення протипожежної профілактики на промисловому об'єкті; наведено характеристику пожеж та засобів гасіння пожеж на промислових об'єктах.

8. Екологія. Відзначено актуальність охорони навколишнього середовища; проаналізовано забруднення довкілля, що виникає при виготовленні ґрунтообробної техніки та запропоновано заходи зменшення забруднення довкілля машинобудівним підприємством сільськогосподарського профілю.

Загальні висновки. Наведені загальні висновки від результатів впровадження у виробництво запропонованих у дипломній роботі рішень.

Об'єм дипломної роботи: графічна частина складається із 12 листів креслення формату А1; розрахунково-пояснювальна записка містить 165 сторінок машинописного тексту, у тому числі 37 рисунків і 19 таблиць, 33 посилання на літературні джерела, додатки на 31 сторінці.

ВСТУП

Розвиток будівельної 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 вантажопотоку та пасажирських перевезень.

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.

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.

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.

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 щілинними (щіледренажними), матеріальними (трубними), так і кротовими (прокладеними у товщі ґрунту). Для здійснення цих операцій використовують кротодренажні, щілинорізальні, трубоукладні машини.

На даний час актуальним і одним із правильних рішень у підвищенні ефективності роботи існуючого машинно-тракторного парку є модернізація його робочого обладнання. Тому метою нашого дослідження є удосконалення робочого обладнання меліоративної техніки для прокладання дренажних каналів на базі трактора Т-150К.

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 (греблі, дамби, насипи для шляхів), виїмки (траншеї, осушувальні канали, кювети) і напіввиїмки-напівнасипи, коли одночасно споруджують і виїмки, і насипи [10].

Для осушування боліт 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 1,2 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 щілинний.

Траншейний дренаж будують дреноукладачами, 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 дреноукладача 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 канави або закриті осушувальні

дрени (гончарні та ін.). Діаметр порожнини залежить від типу ґрунту і діаметра дренера. Довжина дрен 120...170 м. Дрени роблять з нахилом від 0,002 до 0,005 м для стікання води. Відстань між кротовими дренами від 2 (глинисті і важкі суглинки) до 15 м (низинні болота).

Кротові дрени 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 дрени 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 дрени – на трубний (матеріальний), тобто дреною є керамічна, дерев'яна або пластмасова труба, і порожнинний (кротовий), коли дреною є порожнина у ґрунті. Спосіб, при якому використовують траншейний і безтраншейний методи, називають комбінованим.

При траншейному способі траншею прокладають вийманням 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-дреною. 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 30...250 мм.

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

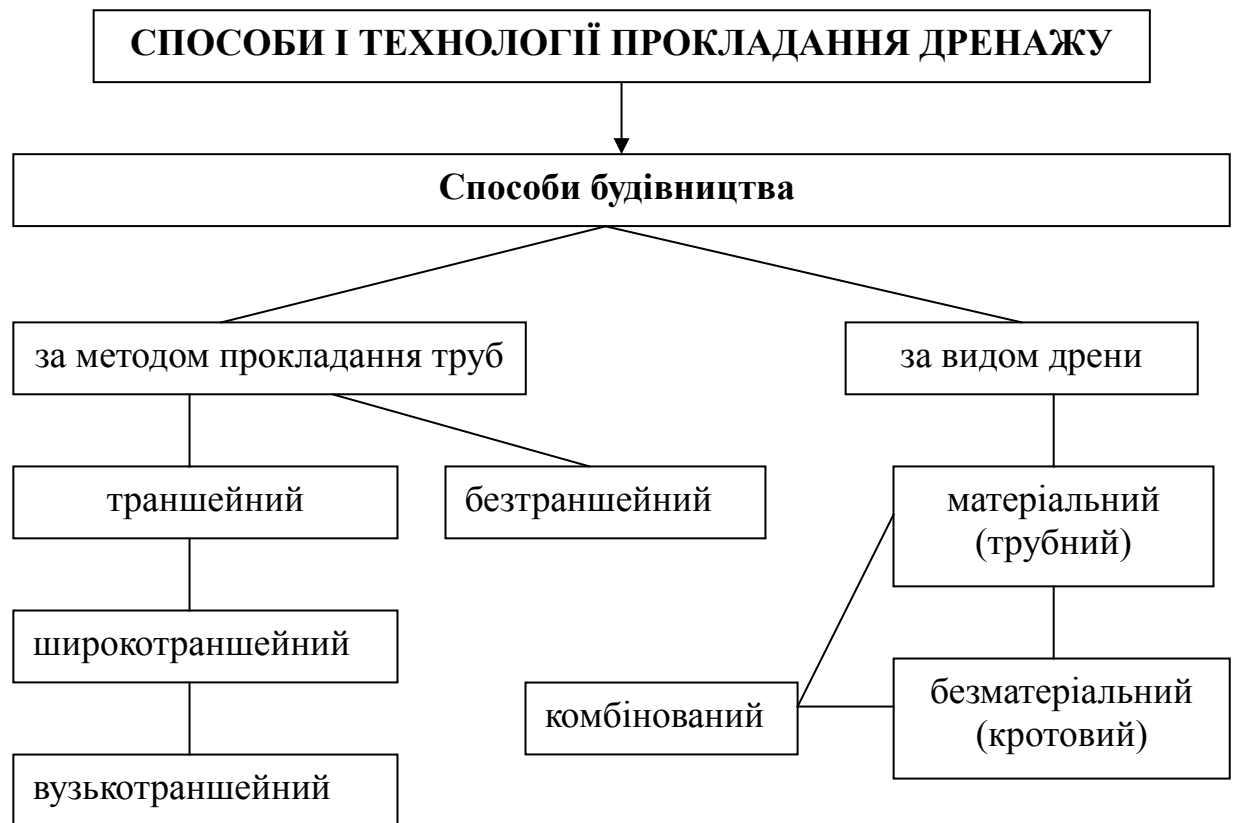


Рисунок 1.1 – Схема способів прокладання дренажу

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 укладати труби при великих (до 2 км/год) швидкостях руху машин. Проте існуючі конструкції автоматів, що здійснюють заданий ухил дренажів, 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 дренажів, 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 вузькотраншейного 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, щілинний 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 вдавляють 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, створювані поблизу місця майбутнього будівництва дрен) проводиться автотранспортом 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, є неекономічною і використовується досить рідко.

1.3. Технологія будівництва дрен

Технологія будівництва дрен широкотраншейним трубним способом. У мінеральних ґрунтах і заздалегідь осушених торф'яниках технологія будівництва дрен широкотраншейним трубним способом зводиться до виконання таких операцій: риття траншей із заданим поздовжнім ухилом і з одночасним укладанням у траншею керамічних або пластмасових труб екскаваторами ЕТН-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 канавокопачами (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 присипання 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 траншей 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 ножом (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 канаву 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 укласти 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 кротування збільшується у два-три рази [4, 13, 14].

Для отримання потрібної форми кротової дрени кротодренажна машина повинна просуватися 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 двостороннім 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 розпушуючим 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 дрен рекомендують кріпити пористобетонною сумішшю, що підвищує продуктивність дрен.

Технологія будівництва дрен безтраншейним трубним способом. Є новою, застосовують у всіх типах ґрунтах, окрім кам'янистих, і базується на безтраншейному укладанні пластмасових труб за допомогою машини ДПБН-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, освічену дреномером, укріпленим на кінці плоского ножа. У кінці дрени трубу, або плівку, обрізають, робочий орган виймають і машина під'їжджає до нового місця для прокладання дрени. Запас плівки, з якої усередині плоского ножа згущується труба, або запас заздалегідь 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 якості, 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 ґрунтах у вигляді повітряних порожнин зі стінками з ущільненого або стабілізованого ґрунту; для прокладання щілинного дренажу в торф'яних ґрунтах у вигляді щілинних 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 дрени.

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].

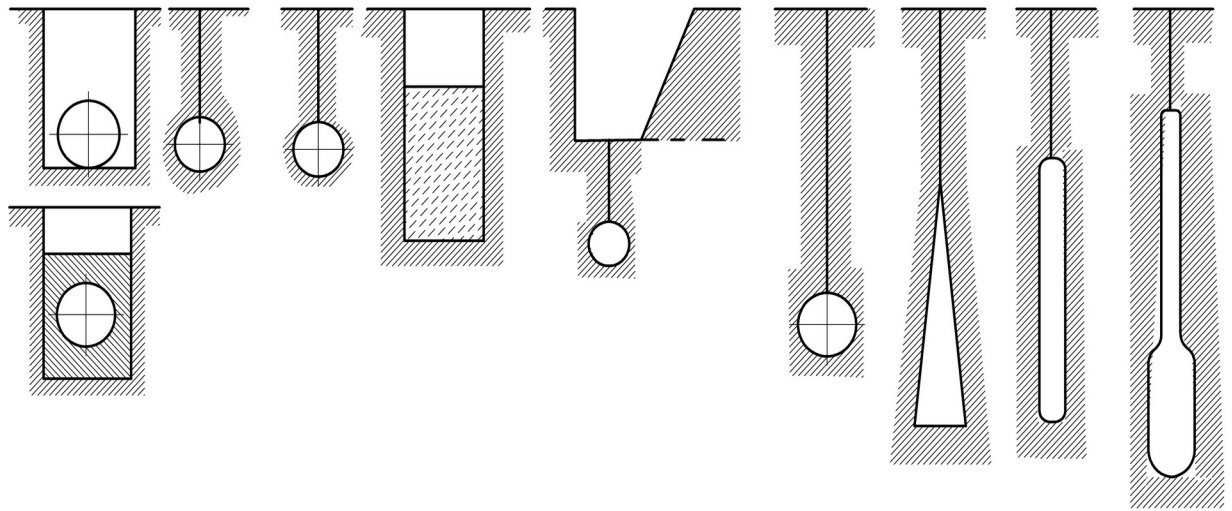
Під час руху машини трубки під дією маси опускаються на дно траншеї, притискаючись торцем. Трубоукладач має закрите днище, передній кінець якого очищає дно траншеї і надає йому форму жолоба. Стінки трубоукладача запобігають осуванню ґрунту під час укладання.

Ножовий (пасивний) робочий орган застосовують для будови безтраншейного дренажу у болотистих і болотисто-торф'яних ґрунтах, рідше у мінеральних.

При вільному вкладанні трубок можливі перекоси і недостатнє ущільнення стиків, особливо у траншеях. Тому найбільш перспективними слід вважати дренажні машини з робочим органом для вимушеної подачі і ущільнення трубок.

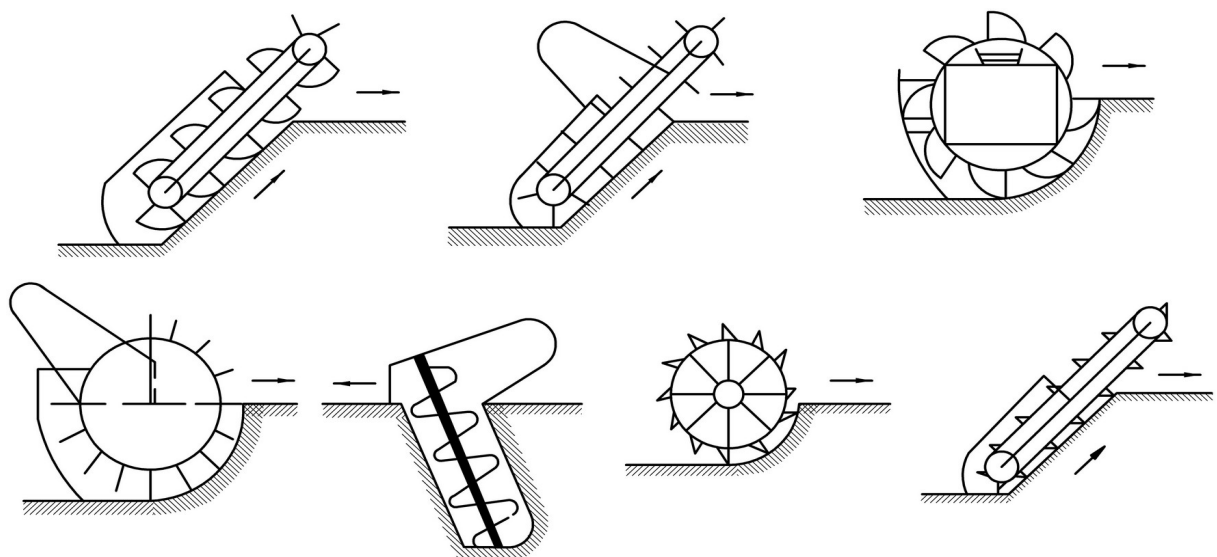
Форма поперечного перетину дрен показана на рисунку 1.2.

Схеми землерийних робочих органів траншейних і вузькотраншейних трубоукладних машин наведені на рисунку 1.3.



a – 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 оранкою; *е* – кротова для осушення; *ж* – щілинний трикутного перетину; *з* – щілинний прямокутного перетину; *и* – щілинний змінного перетину.

Рисунок 1.2 – Форми поперечного перетину дрен:



a – ланцюговий багатоковшовий; *б* – ланцюговий; *в* – роторний багатоковшовий; *г* – роторний скребковий; *д* – шнековий; *е* – роторно-баровий; *ж* – ланцюгово-баровий

Рисунок 1.3 – Схеми землерийних робочих органів траншейних і вузькотраншейних трубокладних машин:

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

Принцип дії цих робочих органів відомий, варто лише зазначити, що в траншейних машинах відвантаження ґрунту здійснюється стрічковим або металевим транспортером, на який розвантажуються ковші; у вузькотраншейних машинах скребки 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 дренажну трубу.

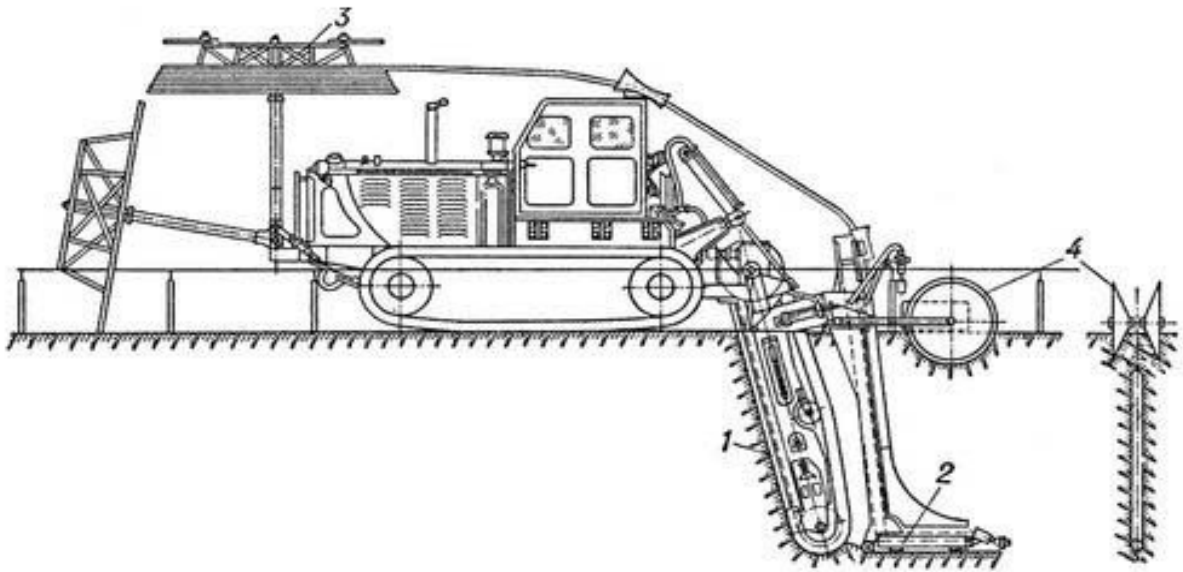
Землерийними робочими органами можуть бути шнек (рисунок 1.3д), скребковий ланцюг (рисунок 1.3ж), ніж і т.п.

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].

Машини для формування труб із стрічки одночасно з укладанням стрічок. З вініпласта, 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 багаторядковою перфорацією щільюванням, з'єднують замком «блискавка» або залишають вільним пружнопідтиснутим при розширенні труби у ґрунті. Шов встик застосовують рідко.

При безтраншейному укладанні у щілину, прорізану ножем машини (рисунок 1.4), подають стрічку з котушки через внутрішню порожнину кожуха, який міститься за ножем. Трубоформуєчий апарат рухається за

ножем у нижній частині прорізаної щілини. Кінець труби попередньо закріплюють в опорному щиті на укосі колектора.



1 – ножовий механізм; 2 – трубоформуючий апарат; 3 – лоток для стрічки;
4 – розрихлювач.

Рисунок 1.4 – Схема ножової машини для формування труб із стрічки:

Трубоформуючі апарати бувають вальцеві і конусні. Для вальцювання стрічку протягують тяговим зусиллям машини між чотирма жолобоподібними вальцями, розташованими у двох площинах. Між вальцями вміщений центральний 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-трьома рядами зірочок. Обертаючись, вони зубцями пробивають у з'єднаннях країв водоприйомні 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. Позаду робочого органу на ковзній опорі рухається бункер, в який навантажувачем або самоскидами подається дренаючий 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.

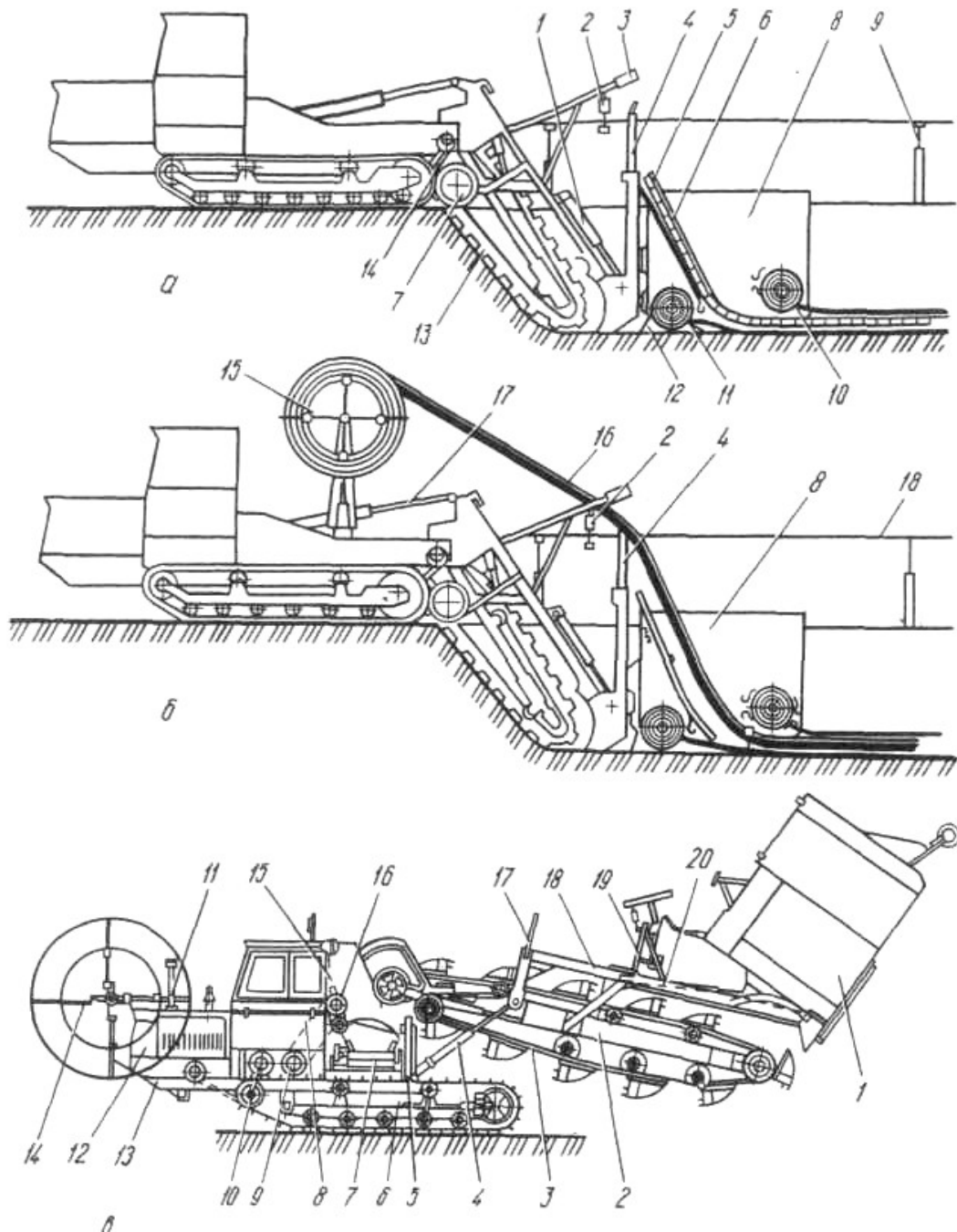
Все начіпне обладнання піднімається і опускається за допомогою підйомної рами і роликів. Ця машина виконує всі операції прокладання дренажу з пористих матеріалів зі швидкістю 12...15 м/год.

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

Екскаватор-дреноукладач ЕТЦ-163 вузькотраншейний, використовують 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.



a – вузькотраншейний для вкладання керамічних труб; *б* – вузькотраншейний для вкладання 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 – штатив; 10 і 11 – покрівельна і підстиляючі плівки; 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 – гусеничний візок; 7 – стрічковий транспортер; 8 – кабіна з пультом керування; 9 – роздаточна коробка і коробка швидкостей; 11 – вихлопна 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.

Рисунок 1.5 – Траншейні дреноукладачі:

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.

Всередині 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.

Барабан 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° , барабан знаходиться під лівою гусеницею).

Машина може працювати на трьох режимах: режим *A* на ґрунтах зі слабкою несучою здатністю дна траншеї; режим *B* на легких ґрунтах; режим *B* у важких ґрунтових умовах.

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

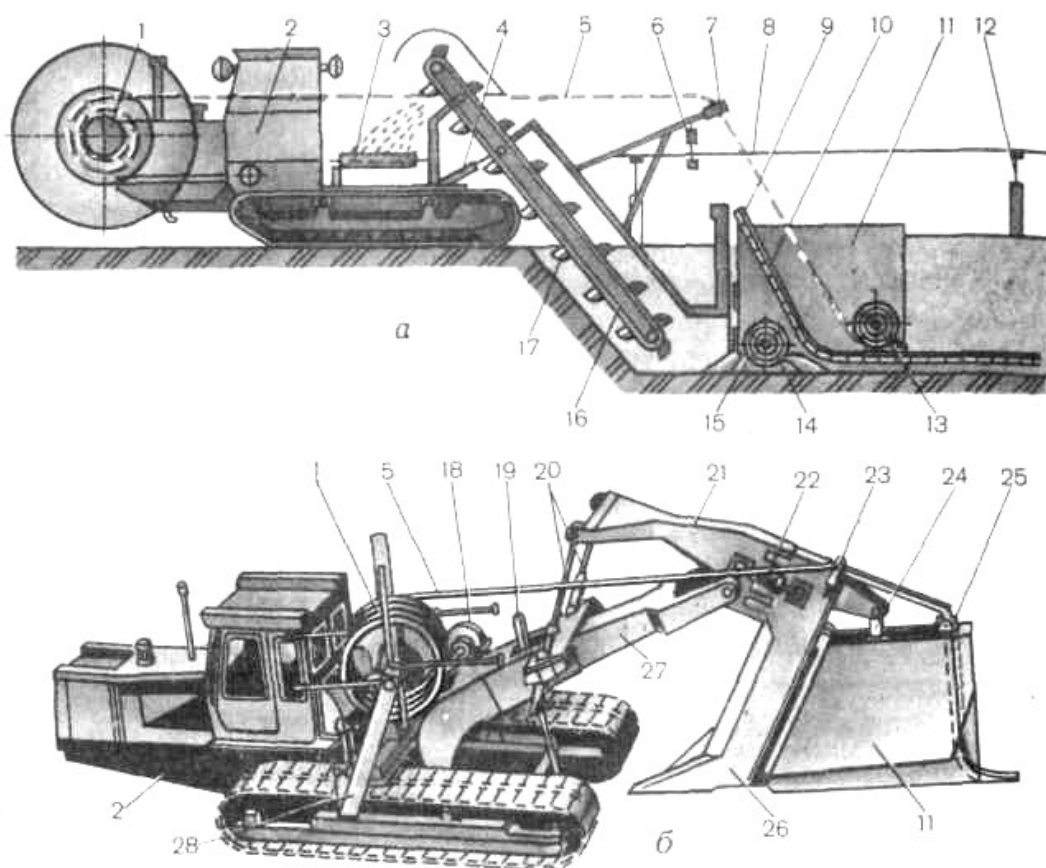
Екскаватор може бути обладнаний змінним робочим органом барового типу, яке призначене для підготовки дренажних щілин в однорідних ґрунтах або для розробки мерзлих ґрунтів [4, 9, 10, 14, 20].

Екскаватор ЕТЦ-202А риє 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 склополотна.

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

Грунт виймають із траншеї 12 ковшів місткістю 23дм^3 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 начіплюється на барабан, який закріплюється на рамі (рисунок 1.6а). 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.



а – екскаватор-дреноукладач ЭТЦ-202А; *б* – ножовий дреноукладач МД-4; 1 – бухта; 2 – шасі; 3 – транспортер; 4, 19, 20, 22 і 24 – гідроциліндри; 5 – пластмасова труба; 6 – датчик; 7 – кільце; 8 – дріт; 9 – керамічні труби; 10 – жолоб; 11 – трубоукладач; 12 – штатив; 13 і 14 – котушки; 15 – башмак; 16 – землерийний робочий орган; 17 – ковші; 18 – лебідка; 21 – рукоятка; 23 і 25- ролики; 26- ніж; 27- стріла; 28- кронштейн.

Рисунок 1.6 – Машини для будови трубчатого дренажу:

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. 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-дреноукладач 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 обсипає 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 42000 кг.

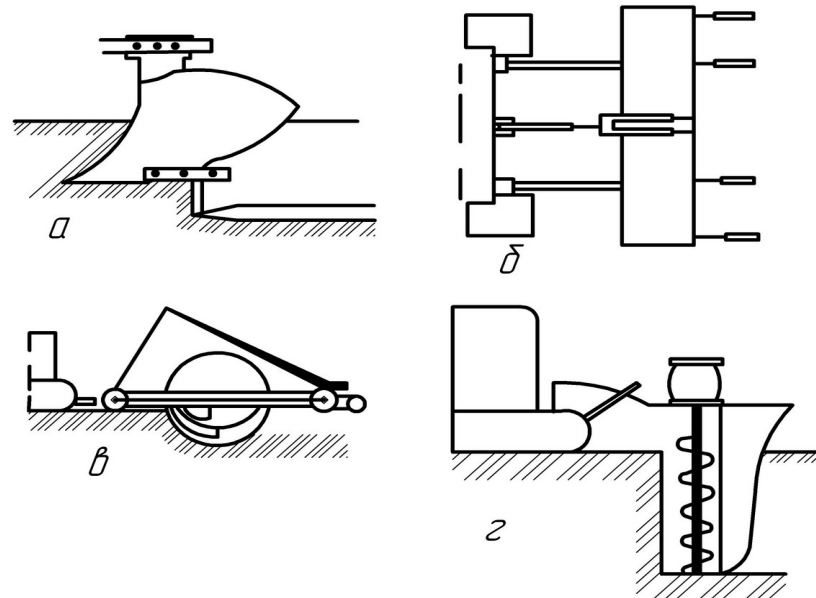
Дреноукладач МД-4 (рисунок 1.6б) призначений для будівництва закритого дренажу шляхом безтраншейного укладання гнучких пластмасових дренажних труб діаметром 80 мм, захищених синтетичним або піщано-гравійним фільтром у торфових або мінеральних ґрунтах без великих деревних включень і каміння величиною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

Складається з гусеничного тягача МД-5 на основі трактора Т-130Г, що розвиває тягове зусилля 193 кН, начіпного 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 дреноукладача 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 дреноукладач.

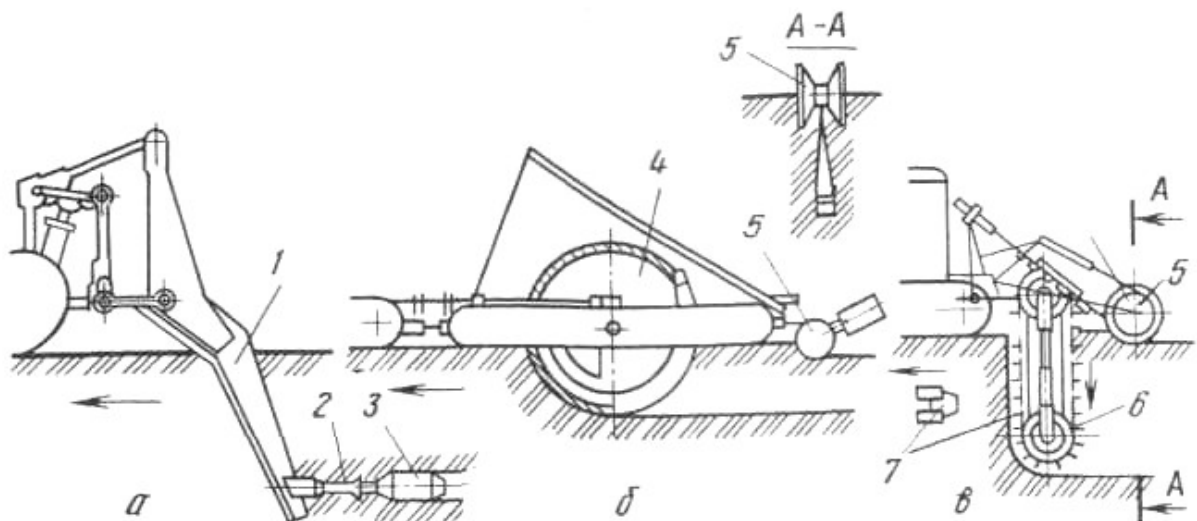
Виконують тимчасовий дренаж кротодренажними і щілюдренажними машинами (рисунок 1.7).

Кротодренажні машини. Робочі органи цих машин – ніж 1 і дрeнер 3 (рисунок 1.8а).



a – кротувач на корпусі плуга; *б* – начіпна кротодренажна машина для аераційного дренажу; *в* – дренажно-дискова (ротаційна); *г* – дренажно-гвинтова.

Рисунок 1.7 – Схеми кротодренажних і щілювальних машин:



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

Рисунок 1.8 – Робочі органи машин для влаштування тимчасового дренажу:

Ніж під час роботи у мінеральних ґрунтах може вільно гойдатися у поперечній площині. Це зменшує згинальні напруження у ньому, викликані нерівномірністю опору руху ножа у ґрунті і прямолінійністю руху трактора. Вузькі траншеї після проходу ножа засипати не потрібно.

У деяких випадках використовують робочий орган кротувача на сільськогосподарських плугах (див. рис. 1.7а). 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. Дренер має передню конічну частину, яка розширює і ущільнює ґрунт. Середня циліндрична частина стабілізує рух, задня – зрізаний конус, призначений для згладжування пружних деформацій стінок дрени. Дренер кріплять до ножа на гнучкій тязі або безпосередньо до нижньої частини ножа (див. рис. 1.8а).

Кротодренажні машини бувають причіпні і начіпні, їх характеристики наведені у таблиці 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 начіпних кротодренажних машинах ніж навішують на начіпній системі трактора за допомогою спеціальної рамки і поперечної рами коробчатого перетину. Такі машини можуть бути одно- і багатокорпусними для аераційного дренажування.

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

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 таблиці 1.2. Завдяки цьому вони здатні перерізати (подрібнювати) деревину, що необхідно при прокладці дренажів на ділянках з ґрунтами, засміченими пеньками.

Дренажно-дискові машини (див. рис. 1.7в) – це машини з ротаційним робочим органом. Дискова фреза має вставні зуби, закріплені по колу фрези. Зуби прорізають ґрунт і деревину боковими і зовнішніми ріжучими 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 дренаж виходить розширеною донизу і має більшу площу поперечного перетину, ніж звичайна щілина.

Таблиця 1.2 – Параметри машини для щілинного дренажування

Щіледренажні машини	Швидкість руху, м/с	Глибина закладання дрени, мм.	Ширина дрени, мм	Потужність, кВт	Швидкість робочого органу, м/с	Глибина закріплення 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	0,95-1,25
Гвинтова	200-500	до 1,5	110-150	73,5	3000	0,4-0,5	-

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 дренаж. Дренажно-барові навісні машини мають ряд переваг порівняно з дренажно-дисківими. Вони прокладають дрени більшої глибини, забезпечують добру якість стінок, мають меншу масу, прорізають деревину безперервно, автоматично зупиняються при зустрічі з перешкодою. Недоліки машин — швидкий знос ріжучих елементів і ланцюга, особливо у мінеральних ґрунтах, відсутність механізму ухилу.

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

1.5. Опис об'єкту розробки

Як аналог кротувальної машини, що удосконалюється у даній дипломній роботі, розглянемо кротодренажну машину начіпну Д-657 (графічна частина роботи).

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 з метою осушення торфових та надлишково зволжених легких суглинків.

Робочий орган машин має вигляд ножа 5, у нижній частині якого шарнірно прикріплено дренир 6. Для прокладання дрен у мінеральних ґрунтах застосовують монолітні дренири 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 $10...12^{\circ}$, 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 дренира.

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 агрегатують 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 0,6НВ 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 Т-150 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 Т-150К до 100кПа.

5. Установка на трактор Т-150К 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.

1.6. Обґрунтування теми магістерської роботи і постановка завдання на проектування

Дренаж зазвичай використовують при попередньому осушенні крупних ділянок. Виконують його протяганням через масив водоносного шару декількох сигароподібних «снарядів». При цьому формуються циліндрові 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.

Не дивлячись на ряд явних переваг такого способу, а саме, відсутність додаткових матеріальних витрат, скорочені терміни будівництва, є також істотні недоліки. Кротовий дренаж має обмежений термін служби, залежний від типу ґрунтів у яких його влаштовують, замулення стінки кротової дрени утворює кільцевий ущільнений контур, що погано фільтрує воду.

Останнім часом при будівництві кротового дренажу проводять додаткові заходи щодо зміцнення стінок дрени і створення стійких порожнин дрени, зокрема, наповнення її фракційною, фільтруючою сумішшю.

Набувають поширення дренажні системи у вигляді листових і рулонних дренажних пластмасових систем з виступами для створення порожнин для відведення дренажних вод.

Метод прокладання безматеріального (кротового) дренажу порівняно з іншими методами, є найменш енергозатратним. Технологія його прокладання не несе за собою додаткових матеріальних витрат, якими супроводжуються методи прокладання матеріального дренажу.

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 Т-150К. Виходячи з цього сформульована тема магістерської роботи: «Обґрунтування параметрів кротувача для прокладання дренажних каналів».

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 роботі необхідно провести техніко-конструктивні розрахунки робочого обладнання кротувача та розрахунки щодо економічної доцільності запропонованого рішення; виконати дослідження параметрів нової конструкції, розробити технологічний процес механічної обробки деталі, спроектувати спеціальні верстатні пристосування; розробити заходи з безпеки праці та охорони навколишнього середовища відповідно до поставленого завдання.

Усі конструктивні рішення слід відобразити у графічній частині роботи.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кротувача

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 ножом (або з невеликим нахилом) із розташованим спереду розпушувачем, протягають у ґрунті трактором, або канатною тягою, за розпушувачем слідує конусоподібний розширювач.

У магістерській роботі удосконалюється кротувальна машина.

Базову конструкцію кротувача пропонується обладнати відкрilками для підвищення ефективності процесу.

Кротувальна машина містить раму, що складається з горизонтальної коробчастої балки і двох вертикальних стійок, між якими встановлений гідропривод (гідроциліндр), приєднаний до верхньої точки кріплення кротувача.

Ніж прикріплений до рами. До ножа з допомогою шарніра приєднаний порожнистий дрeнер з пазами, в яких розміщені відкрilки, що складаються з ребра трикутної форми і плоскої передньої стінки з ґрунтовідвідними кромками (графічна частина роботи).

Ніж 1 приєднано до дрeнера 7 рухомо, за допомогою накладок і шпильок 2. Відкрilки ребром спираються на головку штовхача 3, виконаного у вигляді півсфери діаметром меншим, ніж дрeнер, і розміщеного у внутрішній порожнині дрeнера на штоку 8 з різьбою.

Головка штовхача у передній частині забезпечена прорізами якими переміщається ребро відкрilки, а в задній частині, пружним елементом –

гвинтовою пружиною 9, прикріпленою одним кінцем до гака 4 головки, а іншим кінцем до болтового з'єднання 10 встановленого у кришці дренера 5.

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

Кротувач працює так: перед нарізкою кротової дрени ніж кротувача 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 дренера. 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 впливаючи на ребро відкрилок, висуває їх з пазів дренера назовні.

При подальшому русі кротувача, разом з круглою порожниною дренера 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 дренера

Знаходимо основні параметри дренера, 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 таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри прокладання дренажних каналів

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

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

Схема дренажа показана на рисунку 2.3.

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

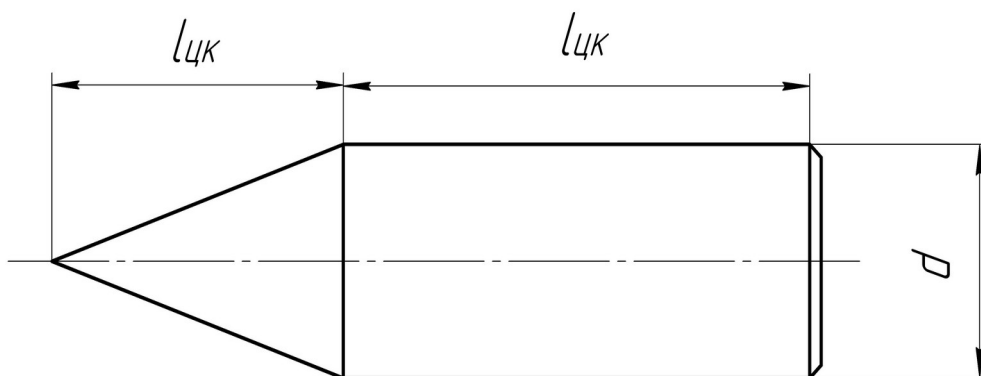


Рисунок 2.1 – Схема дренажа

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 – елементарні коефіцієнти, які залежать від b (для $b = 2\text{см}$:

$$c_1 = 21,5; n = 0,8);$$

тоді

$$F_{1\text{різ}} = 10^{-2} \cdot 21,5 \cdot 63^{0,8} = 3,9\text{кН};$$

$F_{1\text{нал}}$ – 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 $k_n = 7...9\text{кПа}$; для суг-

линку $k_n = 5...7\text{кПа}$; для торф'яно-болотних ґрунтів $k_n = 2...2,5\text{кПа}$;

A_n – площа бокових поверхонь ножа, які стикаються з ґрунтом,

визначається умовно як площа трапеції. Тоді

$$F_{1\text{нал}} = 2,5 \cdot 0,3 = 0,75\text{кН};$$

відповідно

$$W_1 = 3,9 + 0,75 = 4,65\text{кН};$$

W_2 – загальний опір пересуванню дренера,

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

де W_2' – опір пересування самого дренера,

$$W_2' = F_{3M} + F_{2нал}; \quad (2.6)$$

де F_{3M} – опір зминання ґрунту дреном

$$F_{3M} = k_{3M} \cdot A_g; \quad (2.76)$$

де k_{3M} – питомий опір зминання ґрунту дреном: для ґрунтів I-ої категорії

- $k_{3M} = 70 \dots 90 \text{ кПа}$; для ґрунтів II-ої та III-ої категорії – $k_{3M} = 200 \dots 250 \text{ кПа}$;

A_g – площа поперечного перетину дрени, яка прокладається, м^2 ;

$$F_{3M} = 200 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ кН};$$

$F_{2нал}$ – 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 $l_{ц}$, d , $l_{цк}$ – параметри дренера у м;

тоді

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

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,

$$F_{2різ} = 10^{-2} \cdot c_1 \cdot h^n; \quad (2.10)$$

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

h – висота ножа;

отримаємо

$$F_{2різ} = 10^{-2} \cdot 3,2 \cdot 32^{0,8} = 5,1 \text{ кН};$$

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

$$F_{\text{знал}} = k_n \cdot A_n; \quad (2.11)$$

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 стикаються з ґрунтом, визначається умовно як площа трапеції. Тому

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

$$W_2'' = 5,1 + 0,21 = 5,3 \text{кН}.$$

Отже, загальний тяговий опір пересуванню дрeнера

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

Розрахунок зусилля, яке діє на гiдроциліндр робочого органу

Зусилля, яке виникає на штоці гiдроциліндра при роботі машини [22]

3

$$F_{\Gamma} = \frac{(W_1 \cdot l_1 + W_2 \cdot l_2)}{l_{\Gamma}}, \quad (2.12)$$

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

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

2.4. Обґрунтування вибору засобу агрегування кротодренажної машини

Опис параметрів роботи.

Кротодренажна машина є начіпною машиною. Підйом та опускання у робоче положення здійснюється гiдравлічною 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 Т-150К з дренажною машиною ДНШ-5 проводить кротування на I передачі з швидкістю 1,3 км/год. Прийємо для запропонованого варіанту – агрегат у складі Т-150К 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]

$$F_{TP} = F_{H_{\text{зак}}} - G_{TP} \cdot i, \quad (2.13)$$

де $F_{H_{\text{зак}}}$ – номінальне тягове зусилля трактора Т-150К на відповідній передачі, $F_{H_{\text{зак}}} = 29 \text{ кН}$;

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]

$$B_{\text{м. арг}} = \frac{F_{\text{зак}}}{K_0 + R_i}, \quad (2.14)$$

де K_0 – питомий опір ґрунту, $K_0 = 6 \text{ кН/м}$;

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_{κ} – конструктивна ширина захвату кротодренажної машини, $B_{\kappa} = 8\text{ м}$.

Тоді

$$R_i = \frac{12,8 \cdot 0,3}{8} = 0,058 \text{ кН/м}.$$

При однокорпусній машині додатковий опір визначають без ширини захвату

$$R_{i1} = 12,8 \cdot 0,03 = 0,38 \text{ кН/м}.$$

Тоді, максимально можлива ширина захвату буде становити

$$B_{\text{макс}} = \frac{26,75}{6 + 0,058} = 4,48 \text{ м}.$$

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

Визначаємо робочий опір кротодренажної машини [13]

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

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

$$\eta_{\text{ТЗ}} = \frac{26,7}{29} = 0,91.$$

Визначаємо змінну продуктивність [13]

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

де B_p – робоча ширина агрегату;

V_p – робоча швидкість.

Робочу швидкість агрегату визначаємо так

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

де B_k – конструктивна ширина захвату;

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

Тоді

$$B_p = 8 \cdot 1,05 = 8,4 \text{ м.}$$

При однокорпусній машині робочої ширини агрегату як такої не буде.

Робочий час зміни

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

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм} = 7 \text{ год}$;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,81$.

Тобто

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

Тоді

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

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

Розрахунок витрати палива

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

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну

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

де Q_p, Q_x, Q_z – годинна витрата палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, приймаємо:

$$Q_p^{\bar{}} = Q_p^M = 25 \text{ км/год};$$

$$Q_x^{\bar{}} = Q_x^M = 15,7 \text{ км/год};$$

$$Q_z^{\bar{}} = Q_z^M = 3,3 \text{ км/год}.$$

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

Отже

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

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

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

$$Q_{za}^M = \frac{154,7}{11,9} = 24,95 \text{ кг/м};$$

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

Економія палива при застосуванні запропонованих змін у технології

$$E_{za} = Q_{za}^M - Q_{za}^a, \quad (2.23)$$

тобто

$$E_{za} = 26,2 - 24,95 = 1,27 \text{ кг/га}.$$

У перерахунку на всю довжину прокладеного дренажу

$$E = E_{za} \cdot L_{dp}, \quad (2.24)$$

де L_{dp} – довжина прокладеного дренажу за рік.

Довжину дренажу визначимо як середнє статистичне значення за останні три роки

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

Тобто

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

Тоді економія палива

$$E = 1,27 \cdot 306 = 389 \text{ кг.}$$

Отже, результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат для кротового прокладання дренажу у складі трактора Т-150К матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат.

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

2.5. Розрахунки на міцність елементів кротувача

2.5.1. Розрахунок пальця кріплення кротувача

Кротувач кріплять до ножа кротувальної машини (рисунок 2.2 і графічна частина роботи) з допомогою пальця, який встановлюється в отвір тяги кротувача (рисунок 2.3 і графічна частина роботи).

Проведемо перевірку міцності кріплення пальця кротувача (рисунок 2.4) на зминання, попередньо прийнявши матеріал пальця сталь 40Х, допустиме зусилля зминання $[\tau]_{зм} = 96 \text{ Н / мм}^2$ [2].

Знайдемо зусилля, що виникає у системі за формулою [25]

$$\tau_{зм} = \frac{4 \cdot F \cdot 2}{\pi \cdot d^2} \cdot h, \quad (2.26)$$

де F – сила що діє на палець;

d – діаметр пальця, мм;

h – проміжок виникнення напружень $h = 2 \text{ мм}$.

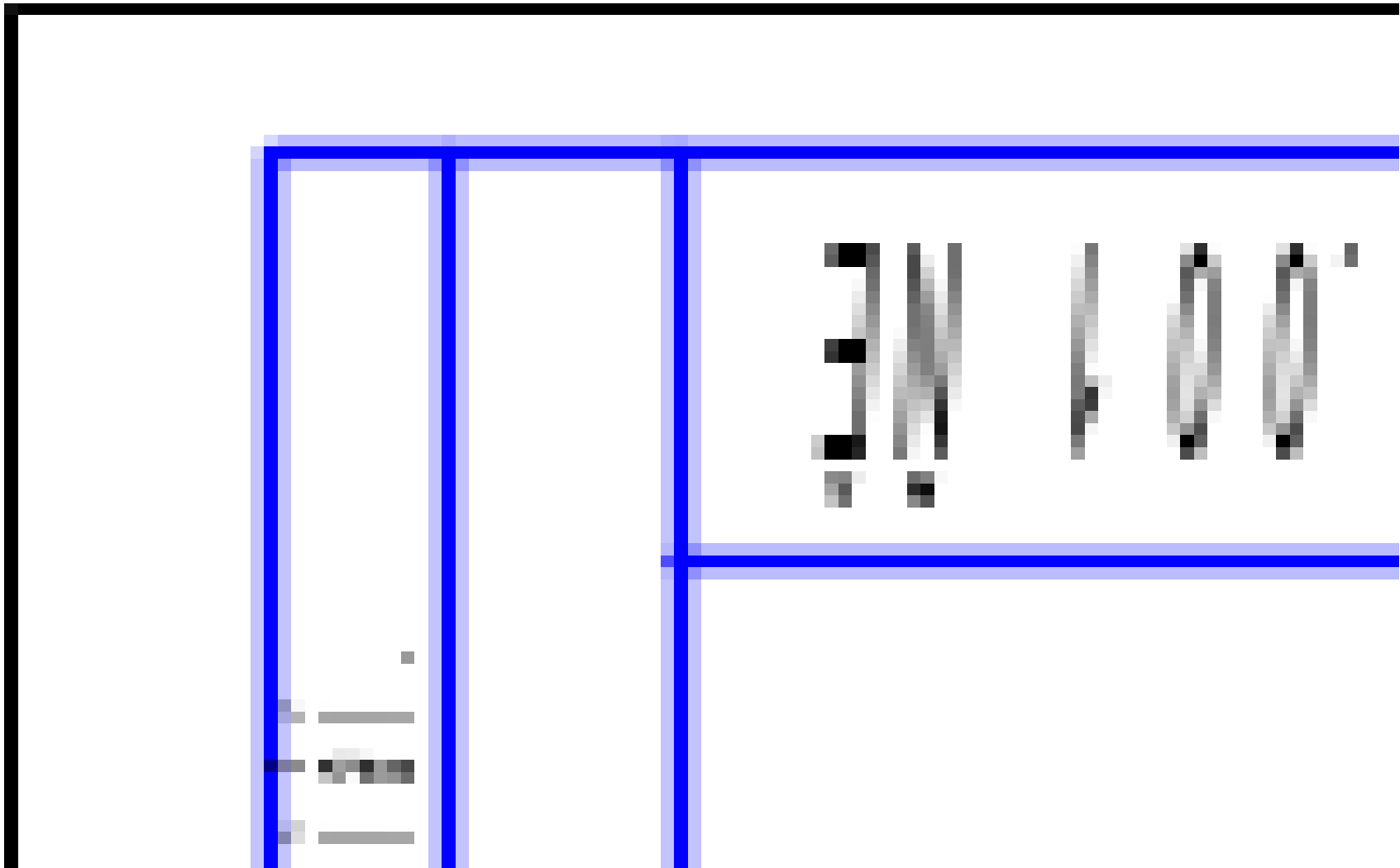


Рисунок 2.2 – Ніж кротувальної машини

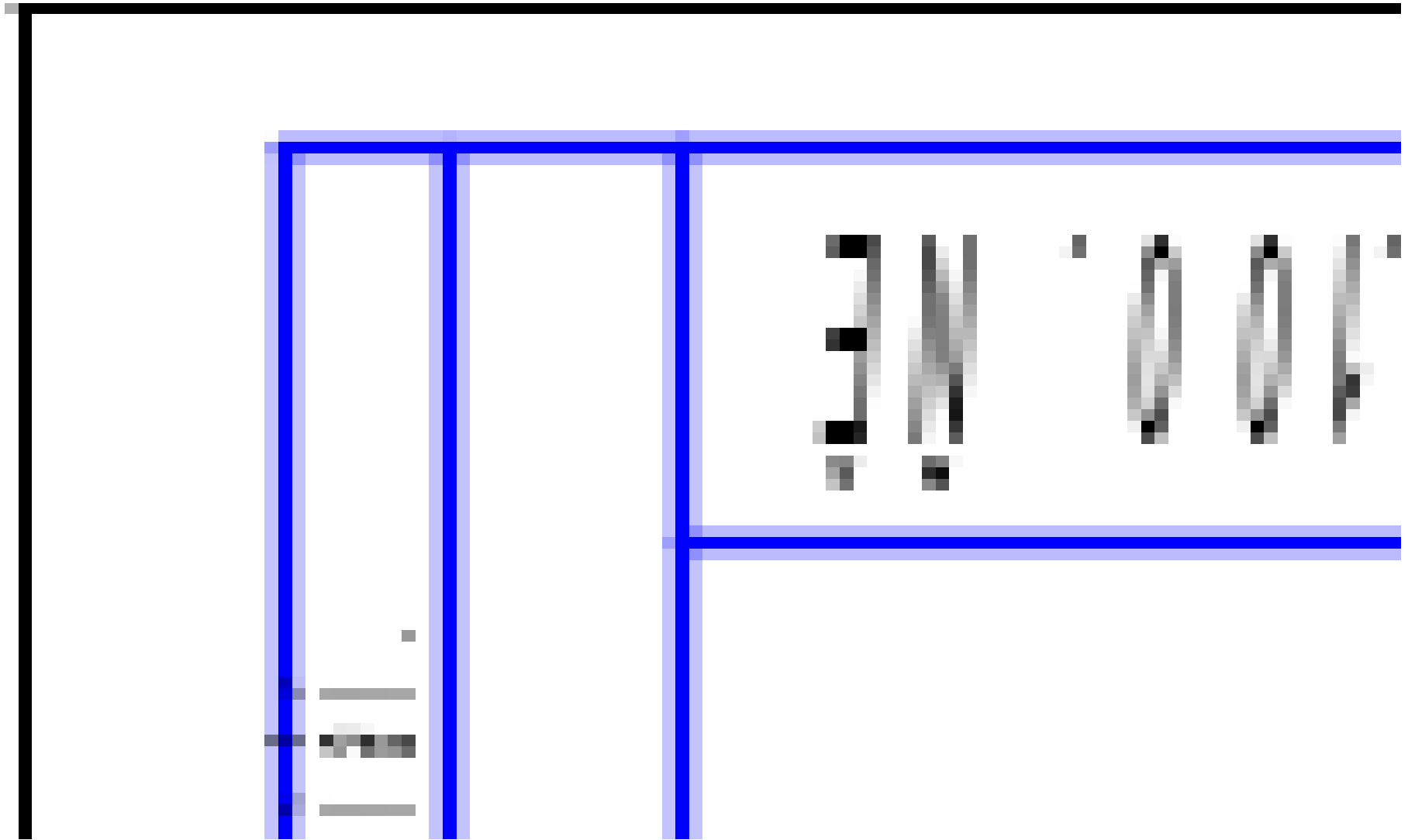


Рисунок 2.3 – Тяга кротовача

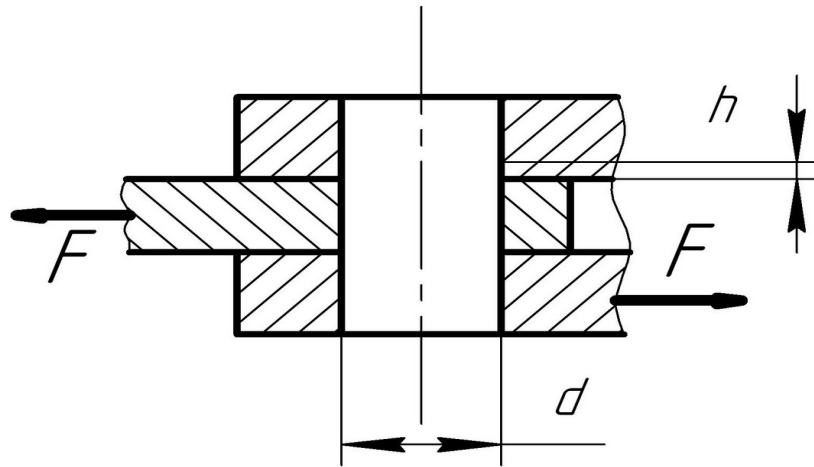


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема кріплення кротувача до ножа

Отримаємо

$$\tau_{зм} = \frac{4 \cdot 23080 \cdot 2}{3,14 \cdot 36^2} \cdot 2 = 90,7 \text{ МПа}.$$

Умова міцності на зминання дотримується, бо

$$\tau_{зм} < [\tau]_{зм};$$

$$90,7 \text{ МПа} \leq 96 \text{ Н/мм}^2.$$

2.5.2. Розрахунок болтового з'єднання кріплення щік кронштейна до ножа

Ніж кротувальної машини із приєднаним до нього кротувачем удосконаленої конструкції кріплять болтовим з'єднанням до кронштейна (рисунок 2.5 і графічна частина роботи), який приварюють до рами машини. Кронштейн має дві щіки – верхню і нижню (рисунок 2.6 і графічна частина роботи).

У цьому з'єднанні зовнішня сила F не передається безпосередньо на болт. Тому болт розраховуємо тільки на статичну міцність за потрібною силою затяжки навіть при дії змінної у часі зовнішньої сили.

Болти встановлено у отвори деталей без зазору (рисунок 2.7). Зовнішня сила F передається безпосередньо на болт, тому сили тертя між деталями не враховуєть, а затяжка болта не обов'язкова. Попередньо приймаємо матеріал для болтів сталь Ст.3 з допустимим напруженням $[\tau_{зр}] = 90 \text{ Н/мм}^2$.

Болт у такому з'єднанні розраховуємо з умови міцності на зріз [2]

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} \leq [\tau]_{зр}, \quad (2.27)$$

де $A_{зр}$ – площа зрізу, оскільки зріз болта відбувається у двох площинах то визначаємо її за формулою

$$A_{зр} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \quad (2.28)$$

тобто

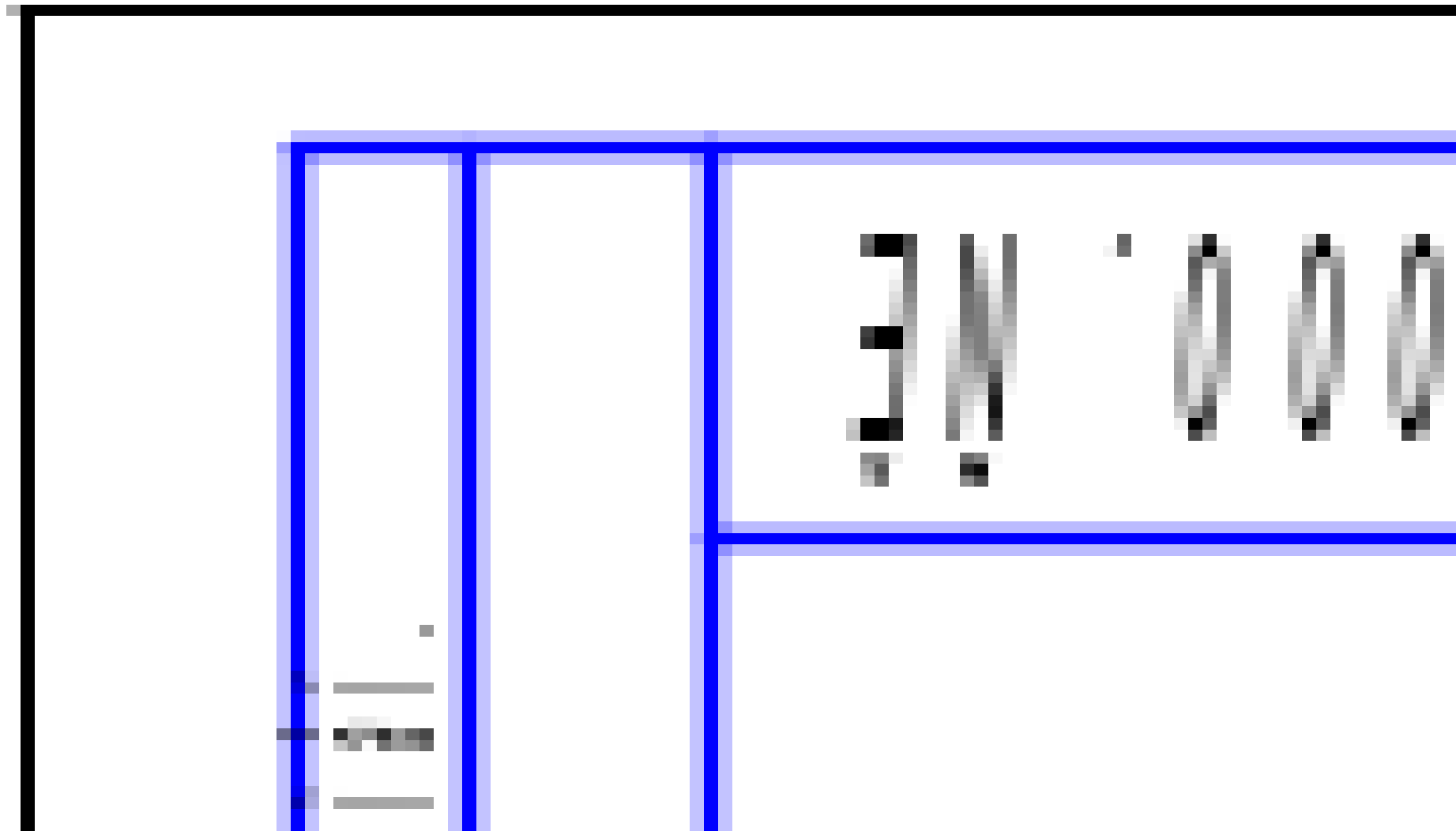
$$A_{зр} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15^2}{4} = 535 \text{ мм}^2.$$

Напруження зрізу

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 27730}{535} = 88,4 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності виконується, бо

$$\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}]; \quad 88 \text{ Н/мм}^2 \leq 90 \text{ Н/мм}^2.$$



сунок 2.5 – Кронштейн ножа

Ри

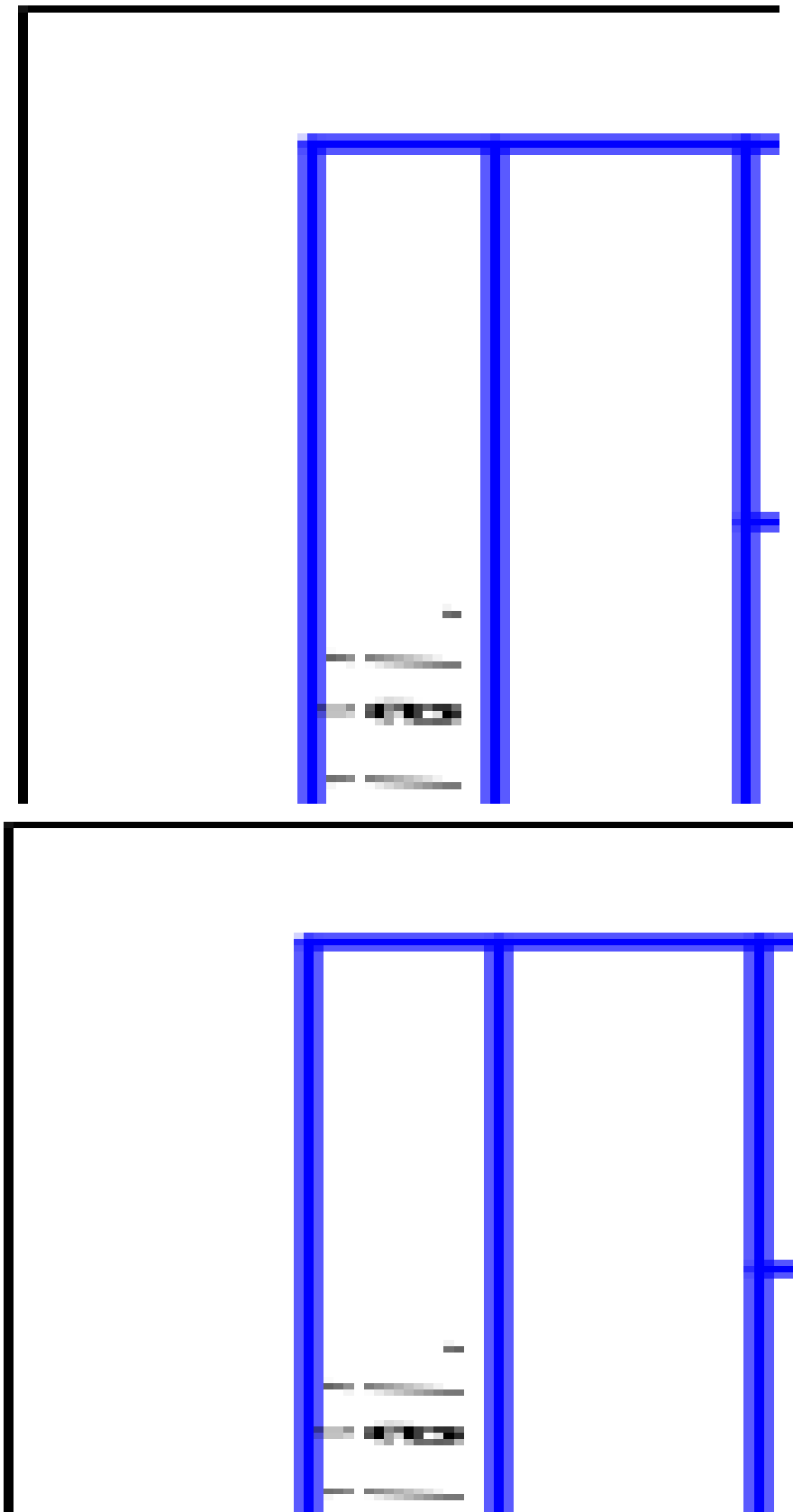


Рисунок 2.6 – Щоки кронштейна: верхня, нижня

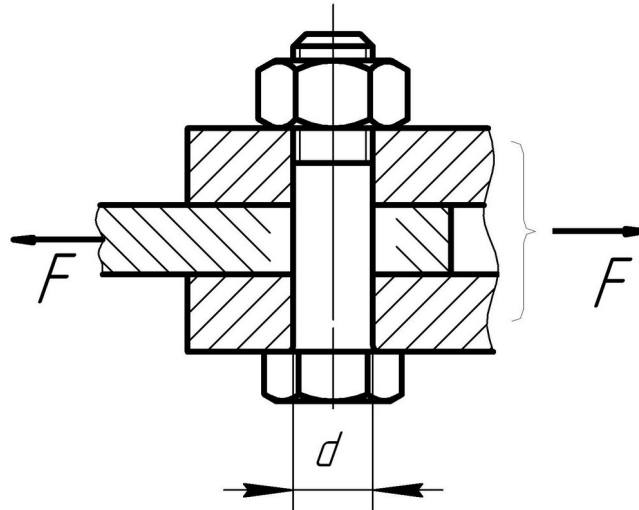
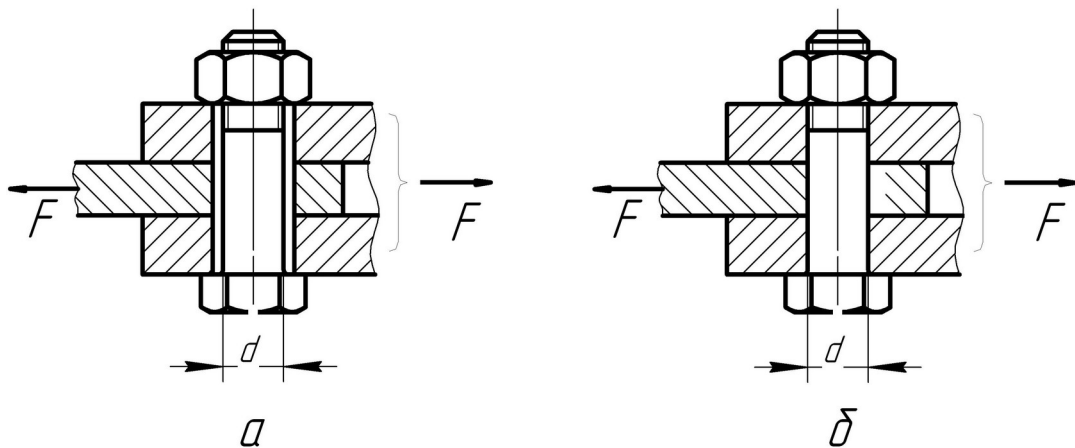


Рисунок 2.7 – Схема кріплення ножа до нижньої щоки кронштейна

Порівнюючи два варіанти установки болта (із зазором та без зазору) (рисунок 2.8), слід зазначити, що перший варіант дешевше другого, оскільки він не вимагає точних зазорів болта і отвору.



a – з зазором; *b* – без зазору.

Рисунок 2.8– Схеми встановлення болтів:

Однак, при тій самій силі F , для з'єднання потрібний діаметр болта, встановленого із зазором, суттєво більший (за умовою міцності), ніж діаметр болта, встановленого без зазору.

Згідно формул (2.27, 2.28) проводимо розрахунок кріплення болтового з'єднання верхньої щоки кронштейна до ножа на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} \leq [\tau]_{зр}.$$

Тут зріз болта відбувається також у двох площинах, тому площа зрізу

$$A_{зр} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4},$$

тобто

$$A_{зр} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17^2}{4} = 453,7 \text{ мм}^2.$$

Напруження зрізу

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 9400}{457,7} = 108 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності виконується, бо

$$\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}]; \quad 108 \text{ Н/мм}^2 \leq 140 \text{ Н/мм}^2.$$

2.5.3. Розрахунок зварного з'єднання кронштейна із щокою

Верхню щоку (див. рис. 2.7) кріплять до кронштейна зварним з'єднанням.

Визначимо зусилля, що діють на зварні шви. У даному випадку (рисунок 2.9) на зварне з'єднання діє момент пари сил G_1 і G_2 – відповідно вага щоки і загальний тяговий опір.

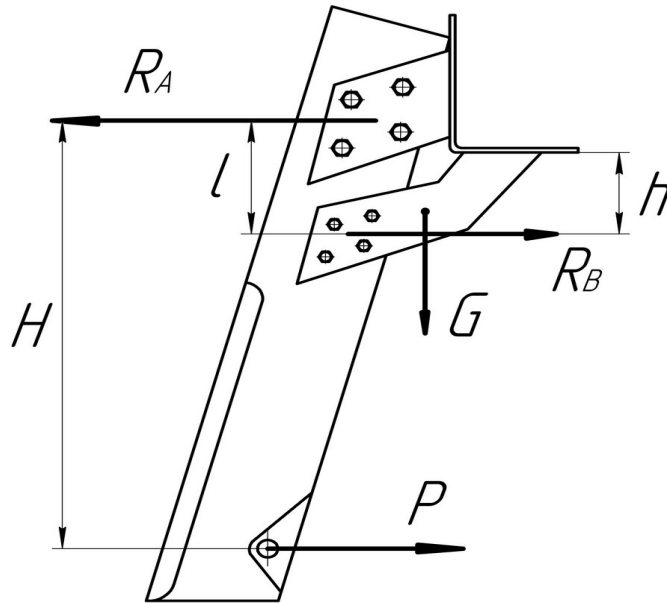


Рисунок 2.9 – Схема дії сил, що діють на зварне з'єднання

Визначимо G_1 , вагу щоки товщиною 40мм.

Маса щоки

$$m = V \cdot \rho, \quad (2.29)$$

де V – об'єм металеві частини щоки, $м^3$;

ρ – густина сталі, $\rho = 7800 \text{ кг}/\text{м}^3$ [17].

Об'єм металеві частини щоки визначимо як

$$V = S \cdot b, \quad (2.30)$$

де S – площа щоки, м²;

b – товщина щоки, м.

Отже,

$$V = 0,03 \cdot 0,04 = 0,0012 \text{ м}^3;$$

$$m = 0,0012 \cdot 7800 = 9,36 \text{ кг}.$$

Для розрахунків приймаємо $G_1 = 100H$.

Виберемо матеріал з'єднувальних деталей – Сталь 40Х з термічною обробкою; закалка у маслі і відпуск на твердість HRC 56-62 [2].

Перевіримо зварне з'єднання з умови міцності на зріз [25, 30]

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} = \frac{M}{0,7 \cdot k \cdot l_{ш}} \leq [\tau]_{зр} , \quad (2.31)$$

де M – момент прикладених сил, Hm ;

K – катет зварного шва, M ;

$l_{ш}$ – довжина шва, $l_{ш} = 140mm$.

Катет шва визначаємо як

$$k = 1,2 \cdot S , \quad (2.32)$$

де S – найменша товщина зварюваних деталей, $S = 40mm$.

Тоді

$$k = 1,2 \cdot 40 = 48mm = 0,048m .$$

Знаходимо суму моментів реакцій що діють на щоби з'єднання (див. рис. 2.13)

$$\sum M_A = 0, \quad \sum M_A = P \cdot H - R_B \cdot l = 0 .$$

Звідси

$$R_B = \frac{P \cdot H}{l} ,$$

$$R_B = \frac{27730 \cdot 970}{260} = 103455H = 103,5кН .$$

Визначимо момент зовнішніх сил, що діють на з'єднання

$$M = P \cdot H + R_B \cdot h , \quad (2.33)$$

Тобто

$$M = 100 \cdot 1 + 103455 \cdot 0,5 = 51827H \cdot m = 51,8кNm .$$

Тоді

$$\tau_{зр} = \frac{51,827}{0,7 \cdot 0,048 \cdot 0,14} = 132MPa .$$

Допустиме напруження зрізу визначаємо із залежності [17, 30]

$$|\tau_{zp}| = 0,65 \cdot |\sigma_p|, \quad (2.34)$$

де $|\sigma_p|$ – допустиме напруження на розтяг, $|\sigma_p| = 270 \text{ МПа}$ [17].

Підставивши значення у формулу (2.43), отримаємо

$$|\tau_{zp}| = 0,65 \cdot 270 = 175,5 \text{ МПа}.$$

Умова міцності на зріз дотримується, бо

$$\tau_{zp} \leq |\tau_{zp}|; \quad 132,2 \text{ МПа} \leq 175,5 \text{ МПа}.$$

2.5.4. Розрахунок сили, яка діє на трос кротувача

Для початку роботи кротувача за допомогою гідроциліндра ослаблюють натяг сталевого троса, при цьому пружина відтягує головку штовхача у крайнє праве положення і відкрилки забираються у середину порожнистого дрена. При такому положенні відкрилок, відбувається початок нарізання кротової дрени. Для більшої стійкості гирло кротовини нарізують круглого поперечного перетину. Після 3...5 м нарізки гідроприводом поступово, за допомогою сталевого троса, відтягують головку штовхача вліво, яка впливаючи на ребро відкрилок, висуває їх з пазів дрена назовні. При подальшому русі кротувача, разом з круглою порожниною дрена по її периметру нарізаються щілини, що 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 витоку.

Розраховувши силу, яка діє на ніж кротувача, проводимо розрахунок сили, яка діє на трос, схема дії сил показана на рисунку 2.10.

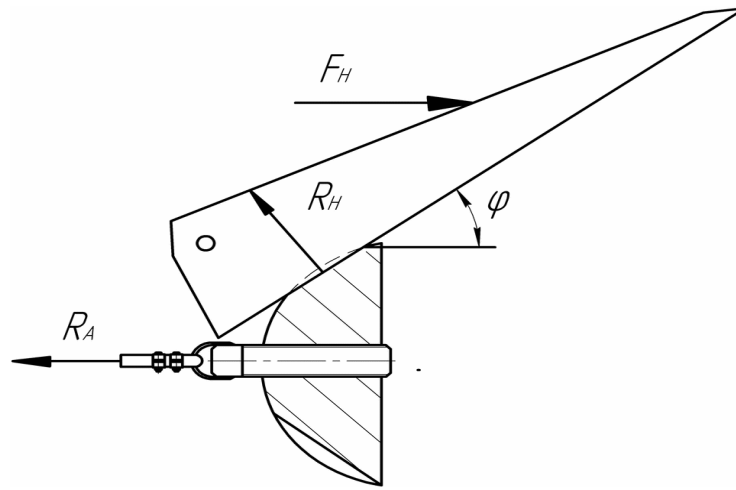


Рисунок 2.10 – Схема дії сили на трос кротувача

Знаходимо реакції опори

$$R_H = F_H \cdot \cos(90^\circ - \varphi) \quad (2.35)$$

де φ – максимальний кут виходу ножа, $\varphi = 37^\circ$.

Тоді

$$R_H = 5,3 \cdot \cos(90^\circ - 37^\circ) = 3,18 \text{ кН} .$$

Спроекувавши реакцію опори на вісь троса отримаємо

$$R_A = R_H \cdot \cos(90^\circ - \varphi) . \quad (2.36)$$

Звідси

$$R_A = 3,18 \cdot \cos(90^\circ - 37^\circ) = 1,9 \text{ кН} .$$

Виходячи з того що на трос діє сила чотирьох ножів, реакція R_A збільшиться у чотири рази, тобто

$$R_A = 4 \cdot 1,9 = 7,6 \text{ кН} .$$

2.6. Розрахунок гідроциліндра приводу ножів дренера

2.6.1. Підбір і перевірка гідроциліндра

Для забезпечення нормальної роботи машини необхідно підібрати та перевірити гідроциліндр односторонньої дії для приводу системи автоматичного виходу ножів дренера.

Корпус гідроциліндра пропонується з'єднати з порталом за допомогою пальця, що закріплюється на вухах, а шток з'єднується з тросом.

Під час підбору гідроциліндра необхідно врахувати його довжину і хід штока. У робочому положенні, тобто коли ножі випущені, шток гідроциліндра, за допомогою троса повинен підтягувати півсферу, яка забезпечить потрібний кут і буде утримувати ножі у робочому положенні. За умови, коли ножі випущені, шток гідроциліндра повинен повністю зайти у корпус гідроциліндра.

Визначимо хід штока гідроциліндра з умови [4]

$$L_{ш} = L_c, \quad (2.37)$$

де L_c – довжина ходу півсфери, $L_c = 122\text{мм}$, тому $L_{ш} = 122\text{мм}$.

За ходом штока підбираємо гідроциліндр, який виготовляють серійно, згідно з ГОСТ 105-208-76.

Вибраний гідроциліндр має такі основні параметри: діаметр штока $d_{ш} = 25\text{мм}$; робочий хід штока $L_{ш} = 122\text{мм}$; діаметр поршня $d_n = 40\text{мм}$ [4].

За емпіричною формулою визначаємо витрати тиску масла у рукавах високого тиску для підводу масла до гідроциліндра

$$\Delta_p = 0,072 \frac{v}{d^2} \cdot l_p, \quad (2.38)$$

де v – швидкість робочої рідини у рукавах високого тиску, приймаємо $v = 0,5\text{м/с}$;

l_p – загальна довжина рукавів високого тиску, із конструктивних міркувань приймаємо $l_p = 1000\text{мм}$;

d_T – внутрішній діаметр трубопроводів, приймаємо стандартний

діаметр $d_T = 10 \text{ мм}$.

Тоді

$$\Delta_p = 0,072 \frac{0,5}{10^2} \cdot 1000 = 0,36 \text{ МПа}.$$

Визначаємо розхід масла за одну хвилину за формулою

$$q = 0,785 \cdot d_n \cdot d_p, \quad (2.39)$$

де d_n – діаметр поршня гідроциліндра, $d_n = 40 \text{ мм}$;

v_p – режимна швидкість, згідно рекомендацій [4] $v_p = 13 \text{ см/хв}$.

Тоді

$$q = 0,785 \cdot 4 \cdot 13 = 40,8 \text{ л/хв}.$$

Існуюча гідросистема забезпечує потрібний розрахунок масла.

2.6.2. Розрахунок гідроциліндра на міцність

Розрахунок гідроциліндра на міцність проводимо за формулою [4]

$$\sigma_p = \frac{(0,4 \cdot r^2 + 1,3 \cdot R^2) \cdot P_u}{(R^2 - r^2) \cdot [\sigma_p]}; \quad (2.40)$$

де r – внутрішній радіус циліндра, $r = 2 \text{ см}$;

R – зовнішній радіус циліндра, для вибраного циліндра $R = 5 \text{ см}$;

$[\sigma_p]$ – допустиме зусилля розтягу для матеріалу гідро циліндра;

P_u – умовний тиск масла, який перевищує робочий тиск на 20%, тобто

$$P_u = P_{TP} \cdot 1,2; \quad (2.41)$$

де P_{TP} – тиск гідроциліндра трактора, $P_{TP} = 16 \text{ МПа}$.

Отримаємо, що

$$P_u = 16 \cdot 1,2 = 19,2 \text{ МПа}.$$

Гідроциліндр виготовлений із сталі Ст.3, для якої $[\sigma_p] = 30 \text{ МПа}$ [2].

Тоді

$$\sigma_p = \frac{(0,4 \cdot 2^2 + 1,3 \cdot 5^2) \cdot 19,2}{(5^2 - 2^2) \cdot [30]} = 1,04 \text{ МПа}.$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт запасу міцності гідроциліндра за формулою

$$n_r = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_p}; \quad (2.42)$$

тобто

$$n_r = \frac{[30]}{1,06} = 28,8 \text{ рази}.$$

Згідно рекомендації [2] коефіцієнт запасу міцності повинен складати $n=3$.

Отже, вибраний гідроциліндр забезпечить необхідну міцність.

2.6.3. Розрахунок пальця кріплення гідроциліндра до порталу

Виконаємо перевірку міцності пальця кріплення гідроциліндра на зминання (рисунок 2.11), попередньо прийнявши матеріал пальця сталь 20Л та допустиме зусилля зминання. Знайдемо зусилля, що виникає у системі за формулою [2]

$$\tau_{зм} = \frac{4 \cdot F \cdot 2}{\pi \cdot d_n^2} \cdot h, \quad (2.43)$$

де F – сила що діє на палець;

d_n – діаметр пальця, мм;

h – проміжок виникнення напружень $h = 2 \text{ мм}$.

Підставивши значення у формулу, отримаємо

$$\tau_{зм} = \frac{4 \cdot 7600 \cdot 2}{3,14 \cdot 25^2} \cdot 2 = 61,9 \text{ Н/мм}^2 .$$

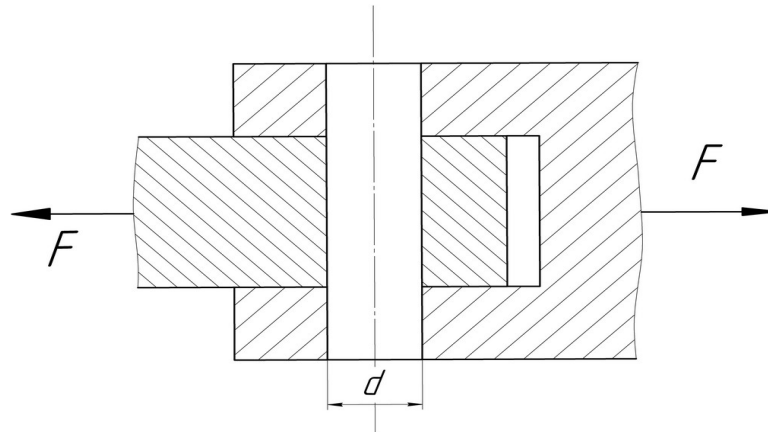


Рисунок 2.11 – Розрахункова схема кріплення пальця гідроциліндра до порталу

Умова міцності на зминання дотримується

$$\tau_{зм} \leq [\tau]_{зм}, \quad 61,9 \leq 90,5 \text{ Н/мм}^2 .$$

2.6.4. Розрахунок пальця кріплення штока гідроциліндра до натяжного тросу

Виконаємо перевірку міцності пальця на зминання попередньо прийнявши матеріал пальця сталь 40Х та допустиме зусилля зрізу $[\tau]_{зр} = 96 \text{ Н/мм}^2$.

Знайдемо зусилля, що виникає в системі [17, 28]

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} \leq [\tau]_{зр}; \quad (2.44)$$

де F – сила що діє на палець;

d – діаметр пальця, мм.

Зріз болта відбувається у двох площинах, тому

$$A_{зр} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \quad (2.45)$$

ВИЗНАЧИМО

$$A_{зр} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 30^2}{4} = 1413,7 \text{ мм}^2.$$

Тоді

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 7600}{3,14 \cdot 30^2} \cdot 2 = 75,8 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності на зминання дотримується, бо

$$\tau_{зр} \leq [\tau]_{зр}, \quad 75,8 \text{ Н/мм}^2 \leq 96 \text{ Н/мм}^2.$$

Проведені розрахунки підтверджують доцільність запропонованого удосконалення конструкції кротувача.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

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 сівозмін, мінеральних добрив, нових сортів і порід. Інтенсифікація виробництва спричиняє підвищення рівня його спеціалізації. Це максимізує виробничо-економічні показники і призводить до 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 залишковою кількістю мінеральних добрив та пестицидів, несприятливі зміни гідрологічного режиму та поєднанні 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 вносилися 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 міндобрив, 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 вологоємності. 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 вологоємністю 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 лугах 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 дешевша 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 трудоемність 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 гідрогеологічними 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: прокладати 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, липучих і мерзлих ґрунтах з включенням деревини і каміння; прокладання дрен 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 агроеліоративних вимог [27].

Безматеріальний дренаж виконують кротуванням у вигляді кротових дрен (продавлених у ґрунті циліндричних порожнин) і щілюванням – прорізуванням щілин різної форми і закритих зверху. Кротові дрени прокладають у мінеральних і торф'яних безвапнистих ґрунтах. Щілювання на глибину 0,5...1,5 м можливо робити у ґрунтах і при наявності деревини, оскільки виконується це активними ріжучими органами.

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



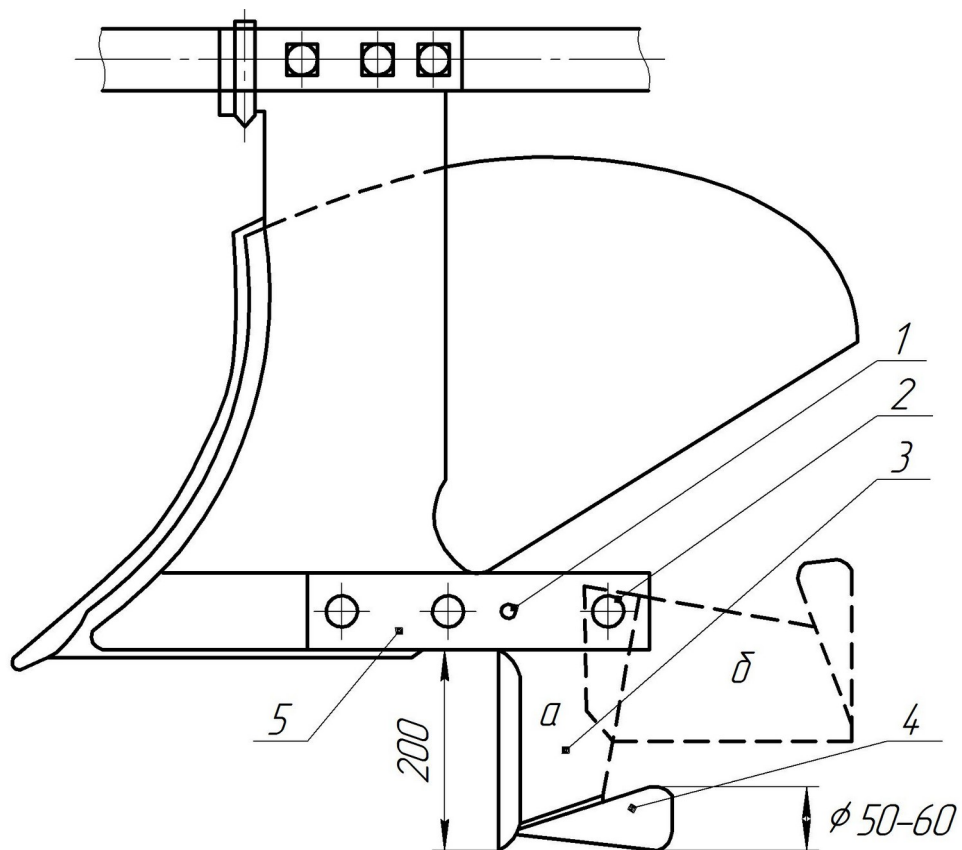
Рисунок 3.1 – Кротувач МД-6

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

Дренери 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 удосконалювана у даній магістерській роботі, і багатокорпусні – з поперечною рамою, на якій кріплять кілька ножів з дренерами.

Крім кротового дренажу застосовують кротування ріллі – прокладанням 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 (рисунок 3.2), на якій закріплено болтом 2 і запобіжною шпилькою 1 короткій ніж 3, до якого приварено в нижній частині дреноер 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 з дреноером повертається навколо осі болта 2 (положення б).



a – робоче положення; *б* – при наїзді на перепоную (шпилька зрізана);
1 – запобіжна шпилька; 2 – болт; 3 – ніж; 4 – дреноер; 5 – польова дошка і планка.

Рисунок 3.2 – Корпус плуга з кротувачем:

3.2. Тенденції розвитку дренажних систем

Дренажні системи застосовують для попереднього осушення перезволожених та болотних 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 стінки кротової дрени, через що утворюється кільцевий ущільнений контур, що погано фільтрує воду. Тому при будівництві кротового дренажу проводять додаткові заходи для зміцнення стінок і створення стійких порожнин дрени, зокрема, наповненням її фракційною, фільтруючою сумішшю [13, 20].

Влаштовують 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

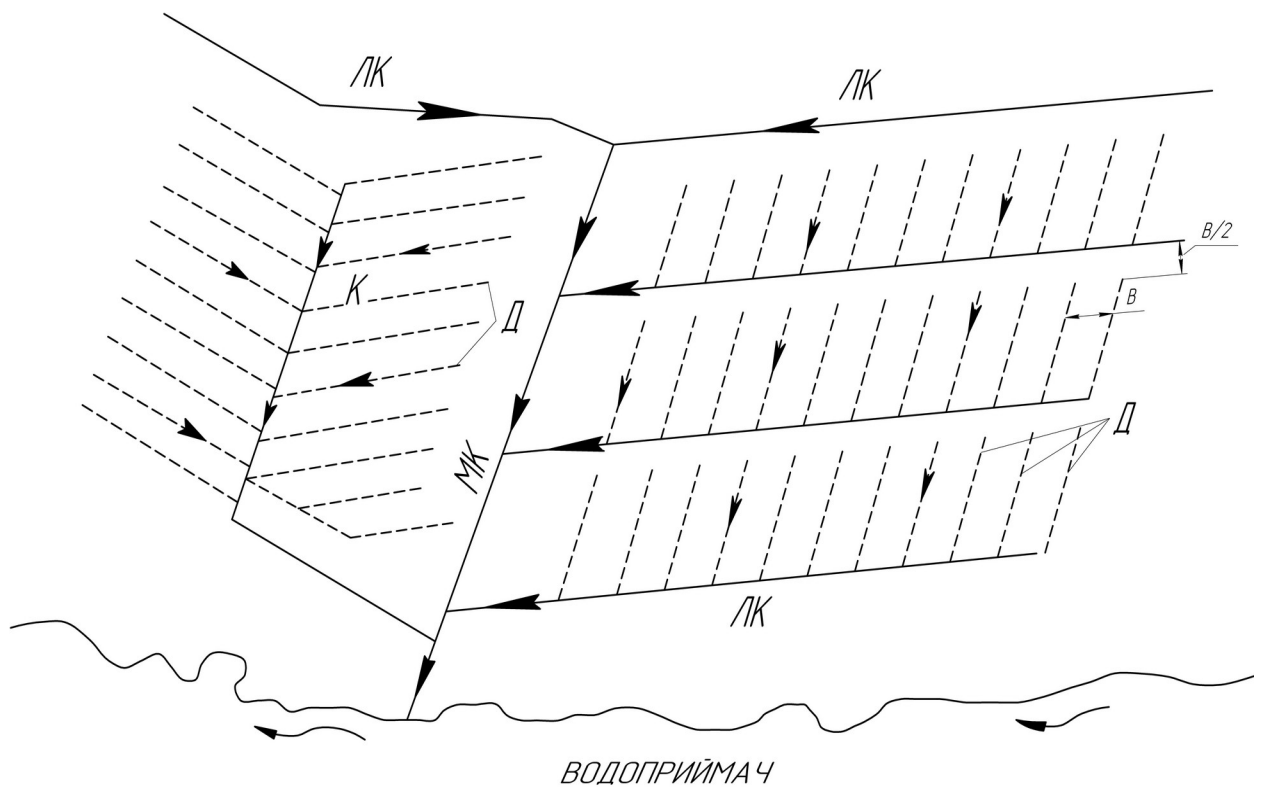
Горизонтальний дренаж на заданому масиві буде працювати при наявності інфільтраційного напірного живлення за рахунок поступання частини ґрунтових вод знизу із напірного пласта. При цьому слід очікувати у проєктованих умовах збільшення інтенсивності напірного живлення за рахунок пониження поверхні ґрунтових 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 (рисунок 3.3).

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

Глибину закладання дрен приймемо більше критичної глибини ґрунтових вод $H_d = 1,5\text{ м}$. Через наявність кривої дисперсії на міждренній смужі ґрунтові води знаходитимуться на глибині більшій, ніж 1,5 м.

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



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

Рисунок 3.3. Схема прокладання дренажних каналів:

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

$$q_0 = \alpha_2 O_c + O_p + O_2 + K, \quad (3.1)$$

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

Інфільтраційне живлення складає

$$q_0 = 266 + 10044 + 2511 - 110668 = 4151 \text{ м}^3 / \text{рік};$$

або

$$q_0 = \frac{451}{365 \cdot 10000} = 0,0011 \text{ м}^3 / \text{добу}.$$

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

$$T = T_1 + \frac{K_1}{K_2} \cdot T_2. \quad (3.3)$$

Отримаємо

$$T = 17 + \frac{0,2}{0,02} \cdot 10 = 117 \text{ м.}$$

Схема закладання дрени показана на рисунку 3.4.

Відстань від поверхні до осі дрени

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

де ΔH – перевищення поверхні п'єзометричних натисків пласта над віссю дрен (див. рис. 3.4);

q – приведена величина інфільтраційного живлення;

Δh – збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрен.

Отримано

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

Приведену величину інфільтраційного живлення знаходимо із залежності

$$q = \frac{q_0}{K_1}, \quad (3.6)$$

де K_1 – коефіцієнт фільтрації ґрунту, дорівнює 0,2м/доб;

Δh – збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрен.

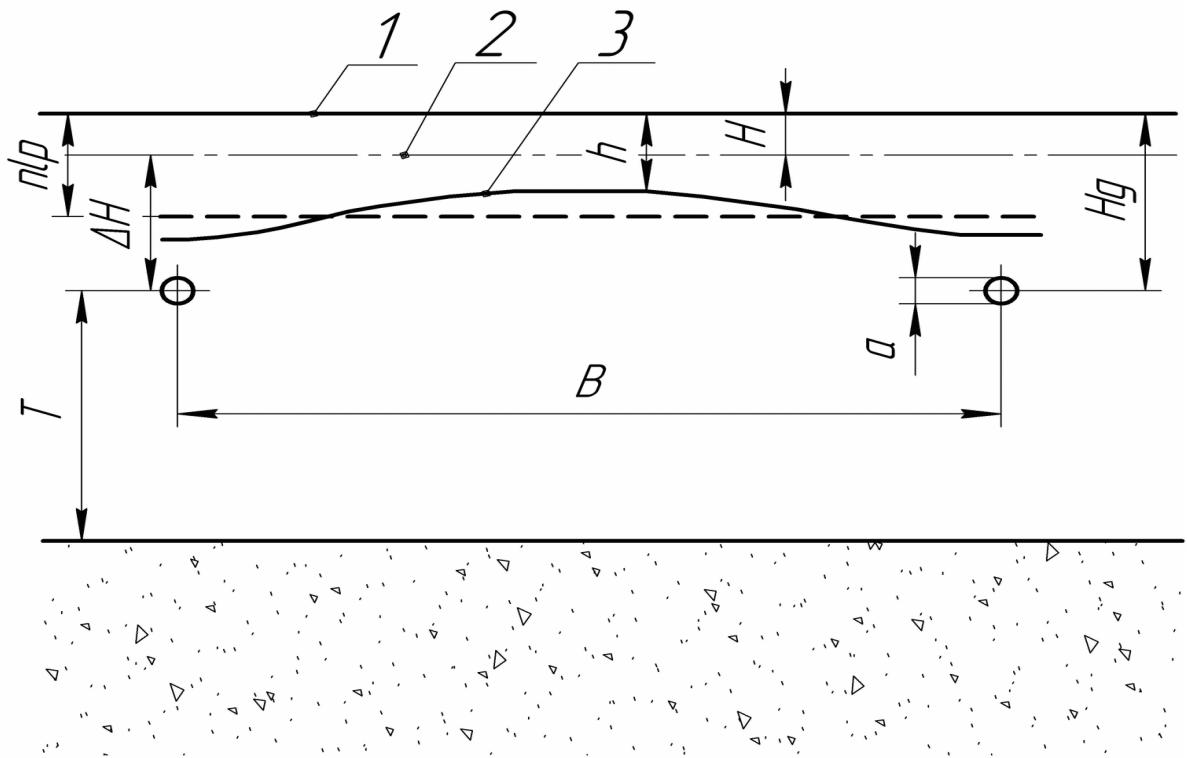


Рисунок 3.4 – Схема закладання дрени

Отримано

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

Збільшення горизонту ґрунтових вод над віссю дрени

$$\Delta h = H_0 - h; \quad (3.7)$$

таким чином

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

Визначаємо величину ΔH

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

Знаходимо діаметр дрени

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

Матимемо

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

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

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

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.

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. 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. Особливо важлива початкова стадія проектування, коли вибираються ефективний фізичний принцип дії, раціональне технічне рішення і визначаються оптимальні значення параметрів.

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

Завдання синтезу пов'язані із створенням проектних документів і самого проекту, 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 параметричної 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).

Класифікація проектних процедур приведена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Класифікація проектних процедур

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. В той же час засоби САПР дозволяють виконати розробку декілька альтернативних варіантів, тому остаточний вибір технічного об'єкту (ухвалення рішення) необхідно проводити з врахуванням вироблених правил переваги на підставі встановлених критеріїв. 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.

У основі побудови правила переваги лежить цільова функція, що кількісно виражає якість об'єкту і тому називається також функцією якості, або критерієм оптимальності. Формування цільової функції завжди виконується з врахуванням різних вихідних параметрів проектного пристрою. У залежності від змістовного сенсу цих параметрів і вибраного способу їх поєднання в цільовій функції якість об'єкту буде тим вище, чим більше її значення (максимізація) або чим менше її значення (мінімізація).

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.

Якість функціонування будь-якої системи характеризується вектором вихідних параметрів $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$. Деякі з вихідних параметрів можуть бути виміряні кількісно, інші є якісною стороною об'єкту, тому всі вихідні параметри зазвичай ділять відповідно на кількісні і якісні. Надалі під вектором Y матимемо на увазі вектор кількісних параметрів.

До вихідних параметрів, що визначають якість автомобіля або трактора, можна віднести тягові і швидкісні характеристики, показники розгону і гальмівної динаміки, управління і стійкості, комфортабельності, витрата палива, кількісний і якісний склад забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу з вихлопними газами, і багато інших.

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 Y вихідних параметрів залежить від безлічі внутрішніх параметрів проектованого 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.

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану тяги кротувача від зусиль, що діють на нього.

За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створюємо твердотільну модель тяги кротувача (рисунку 4.2).

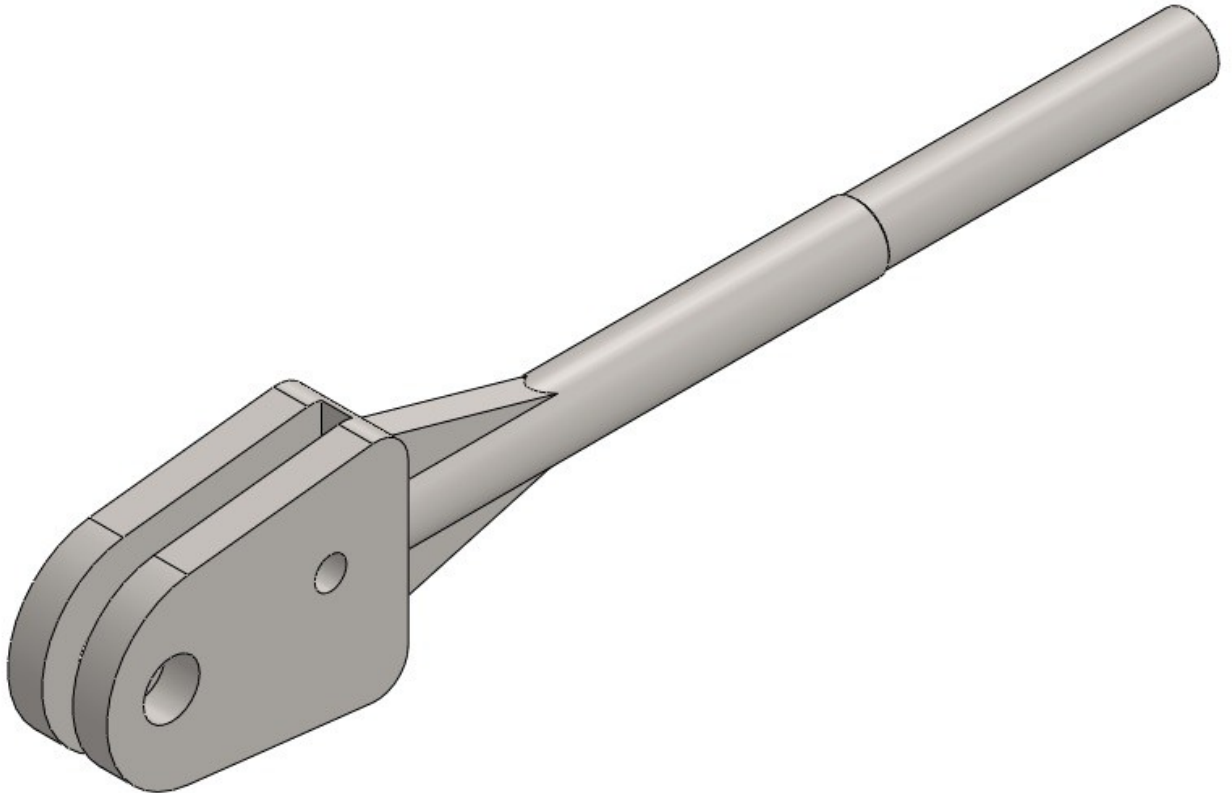
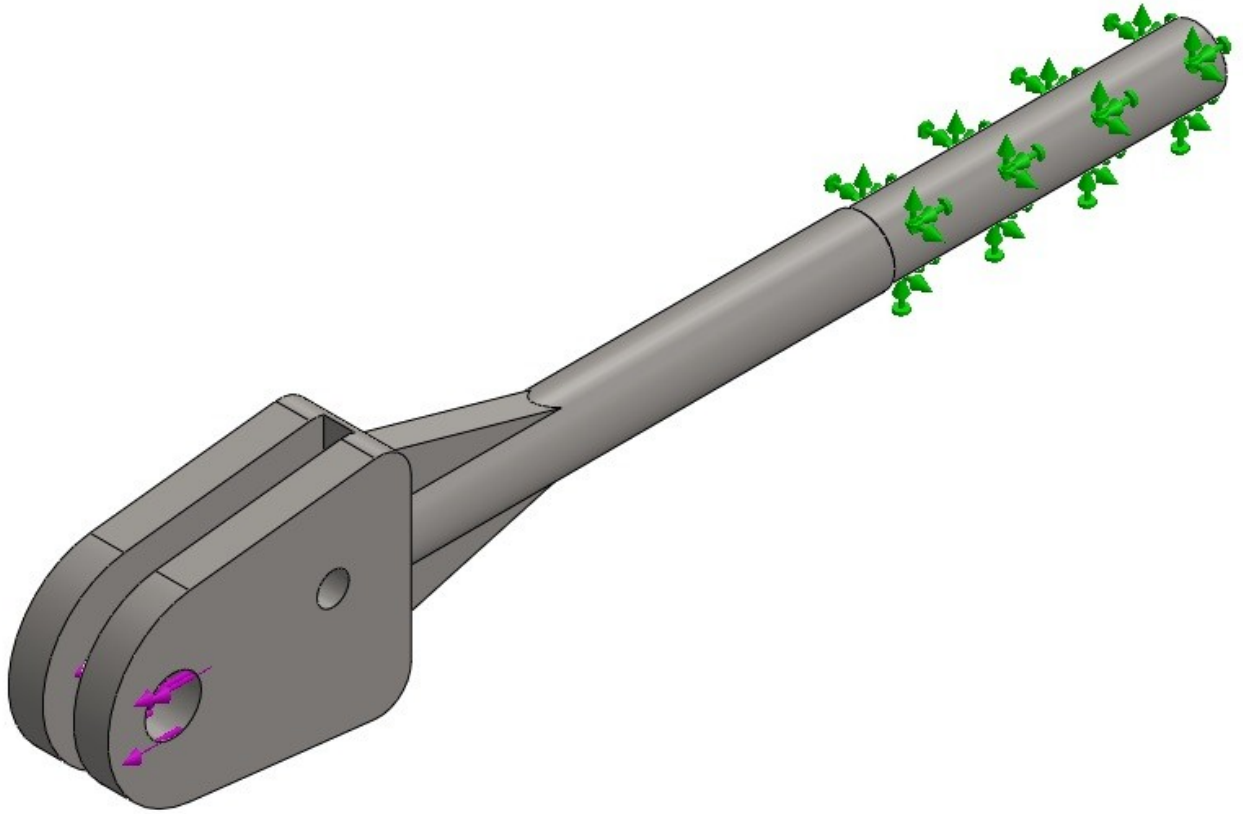


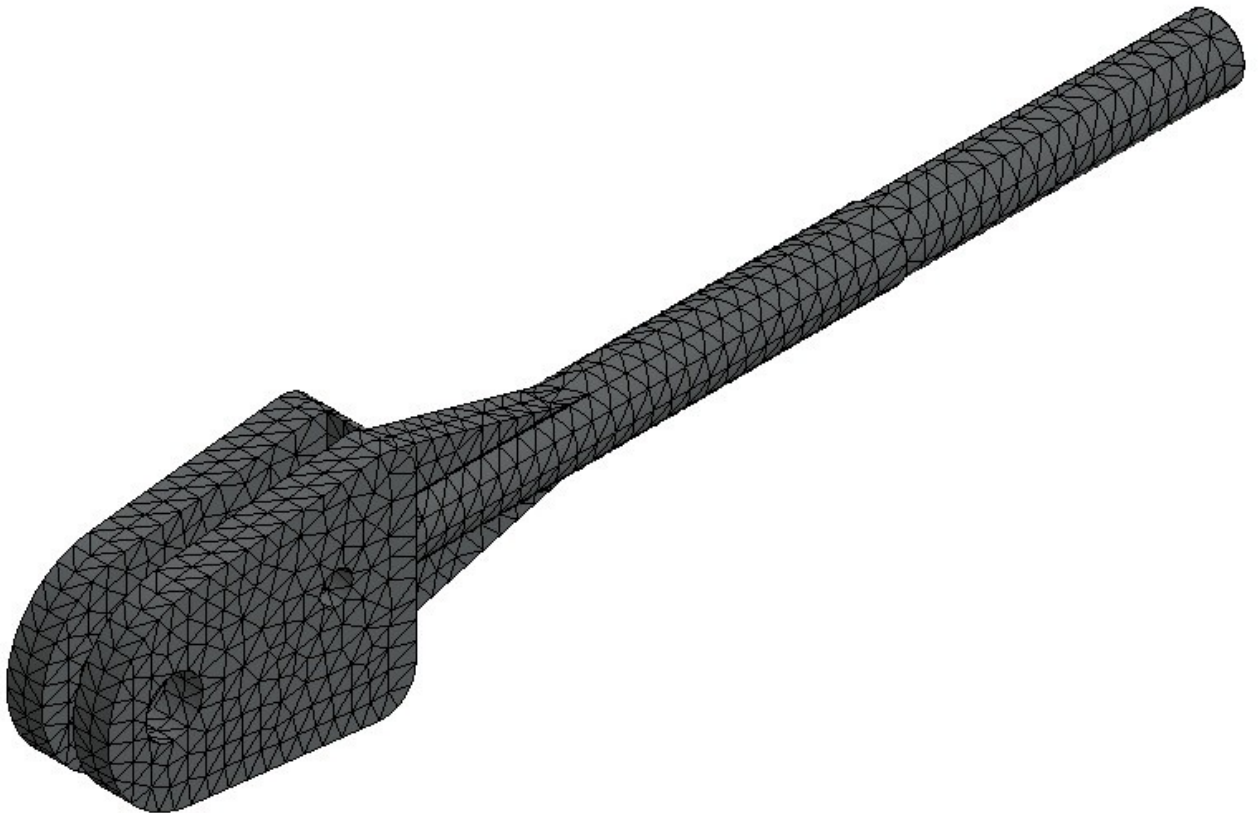
Рисунок 4.2 – Твердотільна модель тяги кротувача

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 (рисунку 4.3а) та задаємо навантаження рівне загальному тяговому опору пересування дренера $W_2=23,08$ кН (див. пункт 2.3). Створюємо триангуляційну сітку кінцевих елементів на 3D-моделі тяги кротувача (рисунку 4.3б).



a)



б)

a – умови закріплення та навантаження;

б – сітка кінцевих елементів.

Рисунок 4.3 – Умови закріплення та навантаження тяги кротувача

4.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання

Результати розрахунку НДС тяги кротувача за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation подано на рисунку 4.4 – 4.6.

На рисунку 4.4 подано результати розрахунку напружень у тязі кротувача. Як бачимо за результатами розрахунку, максимальні напруження у тязі кротувача становлять ≈ 191 МПа і спостерігаються у місці переходу від різьбової до гладкої частини.

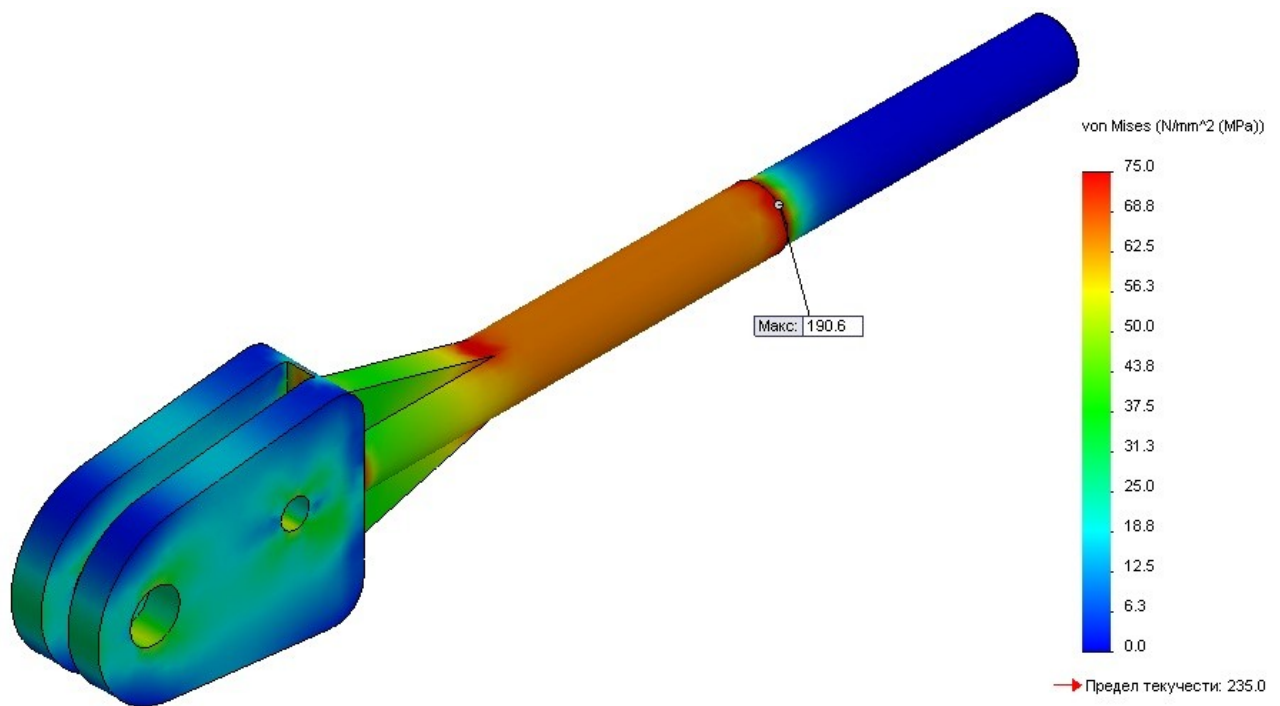


Рисунок 4.4 – Результати розрахунку напружень тяги кротувача (за теорією Фон Мізеса)

На рисунку 4.5 показано деформації тяги. Максимальне переміщення спостерігається збоку головки тяги і складає $\approx 0,12$ мм.

На рисунку 4.6 показано розподіл запасу міцності у тязі. Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності становить 1,23.

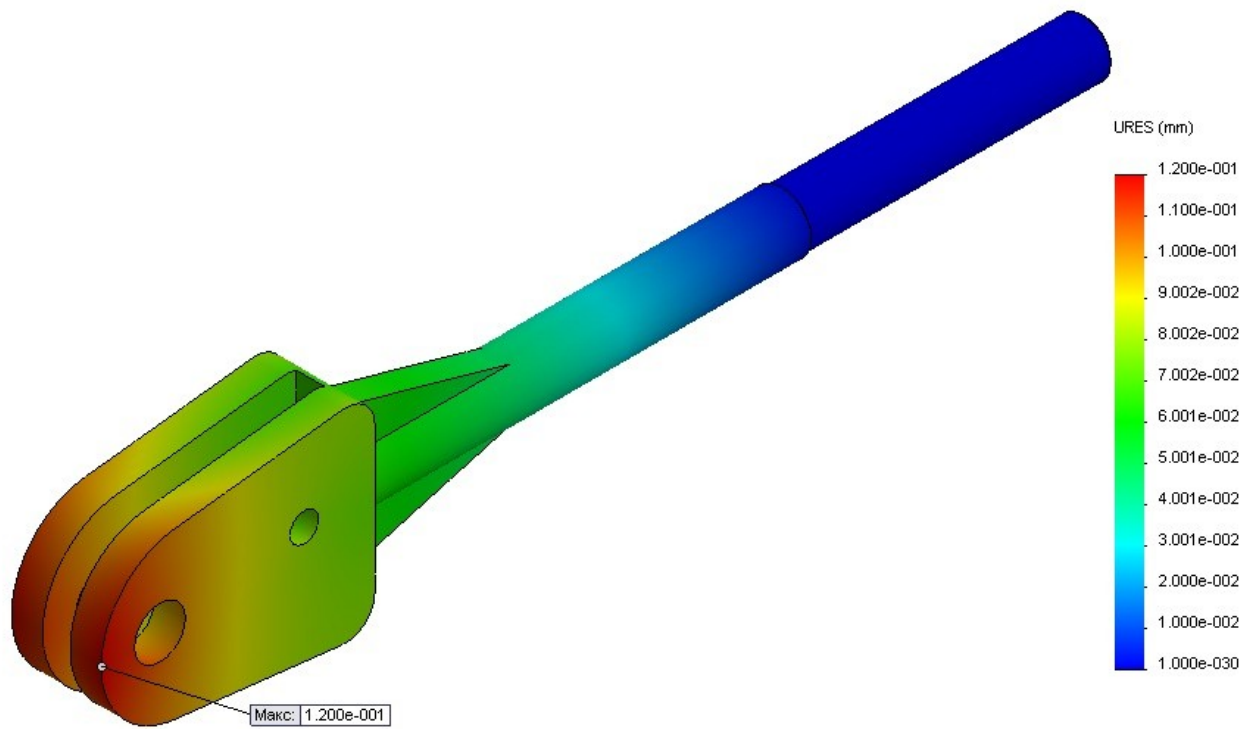


Рисунок 4.5 – Результати розрахунку деформації тяги кротовача

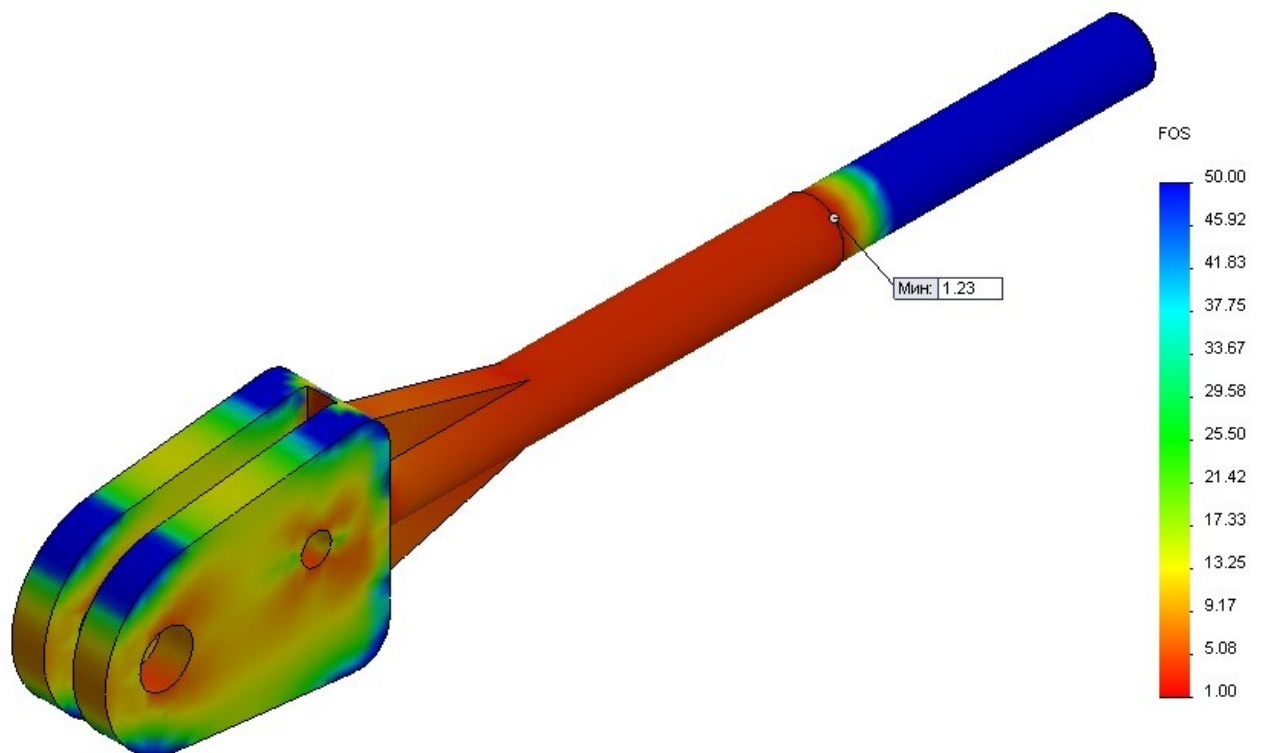


Рисунок 4.6 – Розподіл коефіцієнтів запасу міцності у тязі кротовача

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов. До основних поверхонь деталі (рисунок 5.1) відносять наступні:

Поверхня (Ж) – призначена для встановлення півмуфти на шпонковому з'єднанні з валом.

Поверхня (Г) – призначена для розміщення на ній циліндричних роликів, через які передається крутний момент на обойму муфти.

Поверхня (Д) – два отвори призначені для кришки півмуфти.

Інші поверхні є другорядні і принципового значення не мають.

Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі – півмуфта К-31.631

Для виготовлення заготовки даної деталі необхідно застосовувати матеріал, який має високу міцність поряд з добрими ливарними властивостями і доброю оброблюваністю.

Враховуючи конструктивні особливості і форму, а також те, що деталі не йдуть на зварювання, застосовують Сталь 45 ГОСТ 1050-74 з наступними характеристиками (таблиці 5.1 і 5.2).

Таблиця 5.1 – Хімічний склад сталі 45 (%)

Кремній (Si)	Мідь (Cu)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Сульфур (S)	Вуглець (C)
0.17-0.37	0,25	0.50-0.80	0.25	0.035	0.25	0.04	0.45

Таблиця 5.2 – Механічні властивості сталі 45

Межа текучості $\sigma_0, \text{ кг/мм}^2$	Межа текучості при розтягуванні $\sigma_{ер.}, \text{ кг/мм}^2$	Відносне видовження $\delta, \%$	Відносне звуження $\varphi, \%$	Ударна в'язкість $\alpha_{и.}, \text{ кг/мм}^2$
85	120	12	450	8

На основі аналізу робочого креслення і технічних вимог визначимо методи і засоби, за допомогою яких можна виконати відповідні вимоги, а також методи їх контролю в умовах даного виробництва. Результати заносимо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Аналіз технічних умов

Поверхня	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
Ж	Забезпечити задану точність поверхні	Свердління	ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80
В	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Зенкування	Шаблон 8371-0174 МН1422-61
Ж	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Протягування отвору протяжкою	Пробка(Ø30) Н9 8133-0944Н9 ГОСТ 14810-69 Калибр (33,3) 8315-4055
В	Забезпечити задану точність	Підрізати торець різцем	ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон 8371-0174 МН1422-61 Шаблон 8371-0029 МН1416-61

Кінець таблиці 5.3

1	2	3	4
Д	Забезпечити задану точність поверхні	Обточити поверхню, проточити торець	Пробка(Ø35 Н9) 8133-0949Н9 ГОСТ 14810-69 ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон (R27) 8381-6041 Скоба (7) 8113-0068 ГОСТ 16775-71
Е	Забезпечити задану точність поверхні	Підрізати торець і розточити фаску різцем	ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон 8371-0174

Технологічний контроль креслення деталі. На кресленні присутня достатня кількість перерізів, які повністю відображають необхідну інформацію.

Для розмірів загального призначення встановлено загальний допуск і квалітет точності.

Для поверхонь загального призначення показники шорсткості поверхні визначаються способом одержання заготовки.

На робочі розміри і відповідні поверхні встановлено допуск і квалітет точності згідно ГОСТ.

На відповідальні поверхні встановлені спеціальні показники шорсткості.

Також вказані основні базові поверхні, відносно яких визначають поверхні відхилення: співвісності і розміщення осей отворів відносно центру номінального розташування отвору; відхилення від перпендикулярності.

Отже, креслення деталі виконано згідно діючих стандартів, що повністю відображає необхідну інформацію, яка потрібна для виготовлення даної деталі.

Аналіз технологічності конструкції деталі. Деталь півмуфта є поковкою третього класу точності і тому отримання заготовки не складає значних труднощів.

Конфігурація заготовки дозволяє отримати заготовку куванням.

Деталь має базові поверхні для першочергових операцій, є достатньо жорсткою по конструкції і при механічній обробці дозволяє застосовувати пристрої і кондуктори з пневматичним затиском.

До всіх оброблюваних поверхонь півмуфти є вільний доступ інструменту.

Отже, деталь є достатньо технологічною по конструкції.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі. Базовий технологічний процес механічної обробки деталі є задовільним і забезпечує поставлені вимоги до якості, точності і шорсткості поверхонь отримуваної деталі.

Щодо методу отримання заготовки (поковка), то для даних умов виробництва він є доцільним. Реальна заготовка досить точно відповідає кресленню деталі.

Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотриманням принципу поєднання і суміщення баз. Також виконується умова, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які в подальшому не обробляються.

Операції технологічного процесу механічної обробки деталі півмуфти встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність.

Як видно з технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним. Щодо ріжучого інструменту, то використовують стандартизований.

Зауваження:

Для операцій 005 Вертикально-свердлильна, та 010 Верикально-свердлильна, в базовому технологічному процесі застосовують верстат моделі 2Н1510. Оскільки він повністю завантажений, то для виконання даних операції можна використати дешевший верстат моделі 2Н135.

5.2. Проектування технологічного процесу виготовлення

Визначення типу та організаційної форми виробництва. Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій. Його значення приймають для планового періоду, який дорівнює одному місяцю і визначають згідно формули:

$$K_{з.о} = \frac{O}{P}, \quad (5.1)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем, знаходимо згідно формули

$$O = \frac{60 \cdot F_M \cdot K_B \cdot \eta_H}{T_{ш.к} \cdot N_M}, \quad (5.2)$$

де F_M – місячний фонд часу роботи обладнання (при однозмінному режимі місячний фонд становить $F_M = 2030/12 = 169,2$ год);

$K_B = 1,3$ – середній коефіцієнт виконання норм часу;

$\eta_H = 0,8$ – коефіцієнт завантаження верстатів;

$T_{ш.к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операцій на даному верстаті

N_M – місячна програма випуску деталей.

$$N_{M=12} = \frac{N}{12} = \frac{40000}{12} = 3333 \text{ штук,}$$

де N – річна програма випуску деталей.

Введено коефіцієнт для спрощення розрахунків:

$$K = \frac{60 \cdot F_M \cdot K_B \cdot \eta_H}{N_M} = \frac{60 \cdot 169,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{3333} = 3,2$$

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

$$O = \frac{K}{T_{ш.к}}$$

Штучно-калькуляційний час визначають за формулою:

$$T_{ш.к.} = \varphi_K \cdot T_0.$$

1. Вертикально-свердлильна:

$$T_0 = 0,00052dl; \quad T_0 = 0,00052 \cdot 29 \cdot 78 = 1,2 \text{ хв}; \quad O_1 = \frac{3,2}{1,72 \cdot 1,2} = 1,5 \text{ хв}$$

2. Вертикально-свердлильна:

$$T_0 = 0,00052 \times 2 \times 5 = 0,1 \text{ хв}; \quad O_2 = \frac{3,2}{1,72 \times 0,1} = 18,6 \text{ хв.}$$

3. Горизонтально-протяжна:

$$T_0 = 0,0004l; \quad T_0 = 0,0004 \times 645 = 0,26 \text{ хв.} \quad O_3 =$$

$$\frac{3,2}{1,73 \times 0,26} = 7,3 \text{ хв.}$$

4. Горизонтально-протяжна:

$$T_0 = 0,0004 \times 810 = 0,32 \text{ хв.} \quad O_4 = \frac{3,2}{1,73 \times 0,32} = 5,8 \text{ хв.}$$

5. Токарно-гвинторізна:

$$T_0 = 0,00017dl; \quad T_0 = 0,00017 \times 63 \times 12 = 0,12 \text{ хв.} \quad O_5 = \frac{3,2}{2,14 \times 0,12} = 12,8 \text{ хв.}$$

6. Токарна:

$$T_0 = 0,00010dl; \quad T_0 = 0,00010 \times 98,14 \times 10 = 0,2 \text{ хв.} \quad O_6 =$$

$$\frac{3,2}{2,14 \times 0,2} = 7,4 \text{ хв.}$$

7. Токарно-гвинторізна:

$$T_0 = 0,00017 \times 60 \times 40 = 0,41 \text{ хв.} \quad O_7 = \frac{3,2}{2,14 \times 0,41} = 3,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{3,0} = \frac{1,5 + 18,6 + 7,3 + 5,8 + 12,8 + 7,4 + 3,6}{4} = 14,25$$

Отже, тип виробництва – середньо серійний, так як $10 < K_{3,0} < 20$.

Згідно ГОСТ 14312-74 приймаємо потокову форму організації виробництва, яка характеризується узгодженням і ритмічним виконанням

усіх операцій технологічного процесу на основі постійного такту випуску, розміщенням робочих місць в послідовності згідно технологічного процесу.

Величину такту випуску визначається згідно:

$$t_0 = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{N} \text{ хв/шт.}, \quad (5.3)$$

де F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_{\partial}=2030$ год.

$$t_0 = \frac{2030 \cdot 60}{40000} = 3,05 \text{ хв/шт.}$$

Величина скоректованої партії обробки дорівнює:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (5.4)$$

де a – число днів, на яке необхідно мати запас деталей, $a=10$;

F – число робочих днів у році, $F=253$.

$$n = \frac{40000 \cdot 10}{253} = 1581 \text{ шт.}$$

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки. Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. В даному випадку її отримують методом поковки зі сталі 45, що забезпечує вимоги міцності і шорсткості необроблюваних поверхонь.

Для того, щоб визначити оптимальний метод одержання заготовки, визначимо собівартість заготовки одержаної:

а) штампуванням на горизонтально-кувальних машинах:

Деталь – поковка; II класу точності; 2-ої групи складності, маса деталі 0,45 кг.; маса заготовки 2,5 кг.

Вартість заготовки, одержуваної штампуванням, з достатньо для дипломного проектування точністю визначаємо згідно формули:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) \cdot (Q - \partial) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}. \quad (5.5)$$

де C – базова вартість однієї тонни заготовок;

K_T, K_C, K_B, K_M, K_H – відповідно, коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи, складності, маси, марки матеріалу, об'єму випуску заготовок.

Введемо поправочний коефіцієнт K для визначення вартості однієї тони заготовок: $K=10$.

$C=315 \cdot 10=3150$ грн; $K_m=1$; $K_c=0,84$; $K_b=1,85$; $K_M=1$; $K_n=1$; $S_{\text{вiдх}}=100$ грн.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{3150}{1000} 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,85 \cdot 1 \right) - (2,5 - 0,45) \frac{100}{1000} = 4,7 \text{ грн.}$$

б) литво по виплавлюваним моделям:

$C=1600 \cdot 10=16000$ грн; $K_m=1,05$; $K_c=0,92$; $K_b=0,7$; $K_M=1$; $K_n=1$; $S_{\text{вiдх}}=100$ грн.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{16000}{1000} 1,05 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 0,7 \cdot 1 \right) - (1 - 0,45) \frac{100}{1000} = 10,25 \text{ грн.}$$

Економічний ефект при порівнянні методів отримання заготовки, при яких технологічний процес механічної обробки не міняється й може бути обчислено згідно залежності:

$$\varepsilon = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}}) \cdot N; \quad (5.6)$$

тобто

$$\varepsilon = (10,25 - 4,7) \cdot 40000 = 220000 \text{ грн.}$$

Вибір технологічних баз. Вихідними даними для вибору технологічних баз є: робоче креслення деталі; технічні умови на виготовлення деталі; вид заготовки та якість її поверхонь.

При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції вибрати базою такі поверхні, які б в подальшому не оброблялись.

На наступній операції необхідно вибирати такі базові поверхні, які б служили базами для багатьох операцій.

Від правильності вибору технологічних баз значно залежать:

1. Фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором.

2. Правильність розміщення оброблюваних поверхонь.
 3. Точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроєктованої технологічної операції.
 4. Ступінь складності і конструкція необхідних пристроїв, ріжучих і вимірювальних інструментів.
 5. Загальна продуктивність обробки заготовок.
- Вибір технологічних баз проводимо у вигляді таблиці, в якій покажемо схеми базування деталі на кожній операції.

Таблиця 5.4 – Схеми базування деталі

№/з	Назва операції	Схема базування
1	2	3
005	Вертикально-свердлильна	
010	Вертикально-свердлильна	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3
---	---	---

015	Горизонтально протяжна	
020	Горизонтально протяжна	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3
025	Токарно-гвинторізна	
030	Токарна	

Закінчення таблиці 5.4

1	2	3
035	Токарно-гвинторізна	

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки. Для визначення доцільності вибраного технологічного маршруту механічної обробки необхідно провести техніко-економічне порівняння декількох варіантів обробки.

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі пів муфта (таблиці 5.5 і 5.6).

Для того, щоб вибрати із двох варіантів обробки кращий, необхідно провести їх техніко-економічне порівняння. Для цього необхідно знайти вартість механічної обробки на відмінних операціях.

Таблиця 5.5 – Маршрут обробки 1-го варіанту (базовий)

№ операції	Назва операції, зміст переходу	Оброблюва на поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити поверхню в розмір ① 3	Ж	А,Б	2Н150
010	Вертикально-свердлильна 1 Зенкувати поверхню в розмір ①	В	А,Г	2Н150
015	Горизонтально-протяжка 1. Протягнути отвір в розмір ①	Ж	А	7Б55
020	Горизонтально-протяжка 1.Протягнути шпоначний паз в розмір ① ②	Ж	А	7Б56
025	Токарно-гвинторізна 1 Підрізати торець в розмір ① 2.Розточити фаску в розмір ① ③	Б	А	16К20
030	Токарна 1.Обточити поверхню в розмір ⑤ 2.Проточити торець в розміри ① ② ③ ④	Д	Г	1Н713
035	Токарно-гвинторізна 1.Підрізати торець в розмір ② 2. Розточити фаску в розмір ①	Е	Г	16К20

Величина годинних приведених витрат :

$$C_{п.з} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.з} + E_n(K_c + K_s), \text{ коп./год.}, \quad (5.7)$$

де C_3 – основна і додаткова заробітна плата, а також перерахування на соціальне страхування;

M – коефіцієнт багатOVERстатності;

$C_{ч.з}$ – годинні затрати на експлуатацію робочого місця;

Таблиця 5.6 – Маршрут обробки 2-го варіанту (проектний)

№ операції	Назва операції, зміст переходу	Оброблюва на поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити поверхню в розмір ①	Ж	А,Б	2Н135
010	Вертикально-свердлильна 1 Зенкувати поверхню в розмір ①	В	А,Г	2Н135
015	Горизонтально-протяжка 1. Протягнути отвір в розмір ①	Ж	А	7Б55
020	Горизонтально-протяжка 1.Протягнути шпоночний паз в розмір ① ②	Ж	А	7Б56
025	Токарно-гвинторізна 1 Підрізати торець в розмір ① 2.Розочити фаску в розмір ① ③	Б	А	16К20
030	Токарна 1.Обточити поверхню в розмір ⑤ 2.Проточити торець в розміри ① ② ③ ④	Д	Г	1Н713
035	Токарно-гвинторізна 1.Підрізати торець в розмір ② 2. Розточити фаску в розмір ①	Е	Г	16К20

1

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень,

$$E_n=0,2.$$

K_c – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

K_3 – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

$$C_3 = C_{m.ф} \cdot 1,53 \cdot k, \text{ коп./год} \quad (5.8)$$

де $C_{т.ф}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

k – коефіцієнт, що враховує заробітну плату наладчика $k=1,0$;

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{\bar{y}} \cdot k_M, \text{ коп/год}, \quad (5.9)$$

$C_{ч.з}^{\bar{y}}$ – практично скоректовані годинні затрати на базовому робочому місці.

k_M – машино-коефіцієнт, який показує, у скільки разів затрати, пов'язані з роботою даного верстата більші за економічні затрати у базового верстату:

$$K_C = \frac{Ц \cdot 1000}{3200}, \text{ коп/год} \quad (5.10)$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}, \text{ коп/год} \quad (5.11)$$

де $Ц$ – балансова вартість верстату;

F – виробнича площа, яку займає верстат з урахуванням проходів:

$$F = f \cdot k_f, \text{ м}^2, \quad (5.13)$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції:

$$C_O = \frac{C_{н.з} \cdot T_{ум}}{60}, \text{ коп} \quad (5.14)$$

де $T_{ум}$ – штучний час по операціях.

1) 005 Вертикально-свердлильна

I варіант. Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н150

$Ц = 3200 \cdot 10 \cdot 1,1 = 35200$ грн. $f = 1,29 \cdot 0,88 = 1,12$ м². $k_f = 4,0$. $M=2$; розряд

роботи 3. $T_{ум} = 2,6$ хв. $C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \div 10 = 670,07$ коп/год.

$C_{ч.з} = 36,3 \cdot 10 \cdot 0,7 = 254,1$ коп/год. $K_M = 0,7$.

$K_C = \frac{35200 \cdot 100}{3200} = 1100$ коп/год. $K_3 = \frac{4,48 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,05$ коп/год.

$$C_{П.З} = \frac{670,07}{2} + 254,1 + 0,2(1100 + 10,05) = 811,11 \text{ коп/год.}$$

$$C_{01}^/ = \frac{811,11 \cdot 2,6}{60} = 35,14 \text{ коп.}$$

II вариант. Вертикально-свердильный верстат моделі 2Н135

$C = 2150 \cdot 10 \cdot 1,1 = 23650$ грн. $f = 1,24 \cdot 0,81 = 1,00$. $k_f = 4$. $M = 2$; розряд роботи

3. $T_{ум} = 2,6$ хв. $C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 10 = 670,14$ коп/год.

$C_{Ч.З} = 36,3 \cdot 10 \cdot 0,7 = 254,1$ коп/год. $K_M = 0,7$.

$$K_C = \frac{23650 \cdot 100}{3200} = 739,1 \text{ коп/год.} \quad K_3 = \frac{4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 9,38 \text{ коп/год.}$$

$$C_{П.З} = \frac{670,14}{2} + 254,1 + 0,2(739,1 + 9,38) = 738,87 \text{ коп/год.}$$

$$C_{02}^/ = \frac{738,87 \cdot 2,6}{60} = 31,98 \text{ коп.}$$

2) 010 Вертикально-свердильна

I вариант. Вертикально-свердильный верстат моделі 2Н150

$C = 3200 \cdot 10 \cdot 1,1 = 35200$ грн. $f = 1,29 \cdot 0,88 = 1,12$ м². $k_f = 4,0$. $M = 2$; розряд

работи 3. $T_{ум} = 0,2$ хв. $C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 10 = 670,07$ коп/год.

$C_{Ч.З} = 36,3 \cdot 10 \cdot 0,7 = 254,1$ коп/год. $K_M = 0,7$.

$$K_C = \frac{35200 \cdot 100}{3200} = 1100 \text{ коп/год.} \quad K_3 = \frac{4,48 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,05 \text{ коп/год.}$$

$$C_{П.З} = \frac{670,07}{2} + 254,1 + 0,2(1100 + 10,05) = 811,11 \text{ коп/год.}$$

$$C_{01}^/ = \frac{811,11 \cdot 0,2}{60} = 2,7 \text{ коп.}$$

II варіант. Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н135

$C = 2150 \cdot 10 \cdot 1,1 = 23650$ грн. $f = 1,24 \cdot 0,81 = 1,00$. $k_f = 4$. $M = 2$; розряд роботи

3. $T_{umt} = 0,2$ хв. $C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 10 = 670,14$ коп/год.

$C_{ч,з} = 36,3 \cdot 10 \cdot 0,7 = 254,1$ коп/год. $K_M = 0,7$.

$K_C = \frac{23650 \cdot 100}{3200} = 739,1$ коп/год. $K_3 = \frac{4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 9,38$ коп/год.

$C_{П.3} = \frac{670,14}{2} + 254,1 + 0,2(739,1 + 9,38) = 738,87$ коп/год.

$C'_{02} = \frac{738,87 \cdot 0,2}{60} = 2,46$ коп.

Річний економічний ефект при застосуванні проектного варіанту технологічного маршруту виготовлення деталі порівняно із базовим складає:

$$\begin{aligned} \Sigma &= (c'_{01} - c'_{02}) + (c_{01} - c_{02}) \cdot N = \\ &= (35,14 - 31,98) + (2,7 - 2,46) \cdot 40000 = 136000 \text{ коп.} = 1360 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Виконані розрахунки підтверджують, що проектний маршрут виготовлення півмуфти є більш економічно вигідним.

Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проектування заготовки. Розрахунок припусків на обробку проводимо аналітичним методом для однієї точної поверхні $\varnothing 30H9^{(+0,052)}$, решта припусків на обробку інших поверхонь визначаємо табличним методом.

Технологічний маршрут обробки поверхні отвору $\varnothing 30H9^{(+0,052)}$ складається з двох переходів:

- свердління - по 11 квалітету;
- протягуванні - по 9 квалітету ($Ra = 2.5$).

Для заготовки – поковка $Rz150$, $T200$ мкм.

Для свердління – $Rz40$, $T60$ мкм. Для протягування – $Rz4$; $T6$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для поковки складає:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2} \quad (5.15)$$

де $\rho_{кор} = \Delta K \cdot D$ – відхилення від площинності (короблення);

$\Delta K = 0.9$ мкм/мм – питома кривизна заготовки на 1 мм довжини заготовки;

$D = 30$ мм – діаметр обробки.

$$\rho_{кор} = 0,9 \cdot 30 = 27 \text{ мкм};$$

$\rho_{зм}$ – зміщення тіла заготовки, приймають таким, що дорівнює допуску на найбільший розмір від осі отвору до технологічної бази з урахуванням найбільших розмірів деталі.

Допуск $\delta = 52$ мкм, отже $\rho_{зм} = 52$ мкм.

$$\rho = \sqrt{27^2} = 58,6 \text{ мкм} - \text{для заготовки};$$

$\rho_l = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 58,6 = 3,5$ мкм – для свердління;

$\rho_l = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 58,6 = 2,9$ мкм – для протягування.

Похибку установки визначають за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2} \quad (5.16)$$

Похибка базування при обробці в патроні по чистій технологічній базі з упором в чистий торець дорівнює 0.

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 90$ мкм.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 9} = 90 \text{ мкм} - \text{для заготовки};$$

$\varepsilon_l = 0.06 \cdot \varepsilon_y = 0.06 \cdot 90 = 5,4$ мкм – для свердління;

$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot \varepsilon_y = 0.05 \cdot 90 = 4,5$ мкм – для протягування.

Мінімальне значення величини припуску для розточування розраховують за формулою :

$$2Z_{imin} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (5.17)$$

Для свердління отвору:

$$2Z_{1\min} = 2 \left(150 + 200 + \sqrt{58,6^2} \right) = 2 \cdot 457,4 \text{ мкм.}$$

Для протягування отвору:

$$2Z_{2\min} = 2 \left(40 + 60 + \sqrt{3,5^2} \right) = 2 \cdot 106,4 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір визначають за формулою:

$$d_{pi} = d_i - 2Z_{i\min}; \quad (5.18)$$

$$d_{p1} = 30,052 - 2 \cdot 0,106 = 29,842 \text{ мм};$$

$$d_{p3A\Gamma} = 29,84 - 2 \cdot 0,457 = 28,934 \text{ мм.}$$

Найменші граничні відхилення (d_{\min}) визначаються з відніманням допуску:

$$d_{\min i} = d_{\max} - \delta; \quad (5.19)$$

$$d_{\min 2} = 30,052 - 0,052 = 30 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 29,842 - 0,121 = 29,721 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3A\Gamma} = 28,934 - 0,276 = 28,658 \text{ мм.}$$

Значення (граничні максимальні і мінімальні) припусків:

$$2Z_{max1} = 29,721 - 28,658 = 1062 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max2} = 30 - 29,721 = 279 \text{ мкм};$$

$$2Z_{min1} = 29,842 - 28,934 = 908 \text{ мкм};$$

$$2Z_{min2} = 30.052 - 29,842 = 210 \text{ мкм}.$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$$2Z_{max2} - 2Z_{min2} = 279 - 210 = 69 \text{ мкм}; \quad \delta_2 - \delta_l = 121 - 52 = 69 \text{ мкм}.$$

$$2Z_{max1} - 2Z_{min1} = 1062 - 908 = 155 \text{ мкм}; \quad \delta_{3A\Gamma} - \delta_l = 276 - 121 = 155 \text{ мкм}.$$

Таблиця 5.7 – Розрахункові припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 30H9^{(+0,052)}$

Технічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$ мкм	d_p мкм	δ мкм	Граничні розміри		Граничні значення	
	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{zp}$	$2Z_{max}^{zp}$
Заготовка	150	200	58	90	-	28,934	276	28,658	28,934	-	-
Свердління	80	100	3,5	5,	2·457	29,842	121	29,721	29,842	908	1062
Протягування	40	60	2,9	4,5	2·106	30,052	52	30	30,052	210	279

Графічно схему розміщення припусків на обробку отвору можна зобразити так, як представлено на рисунку 5.2.

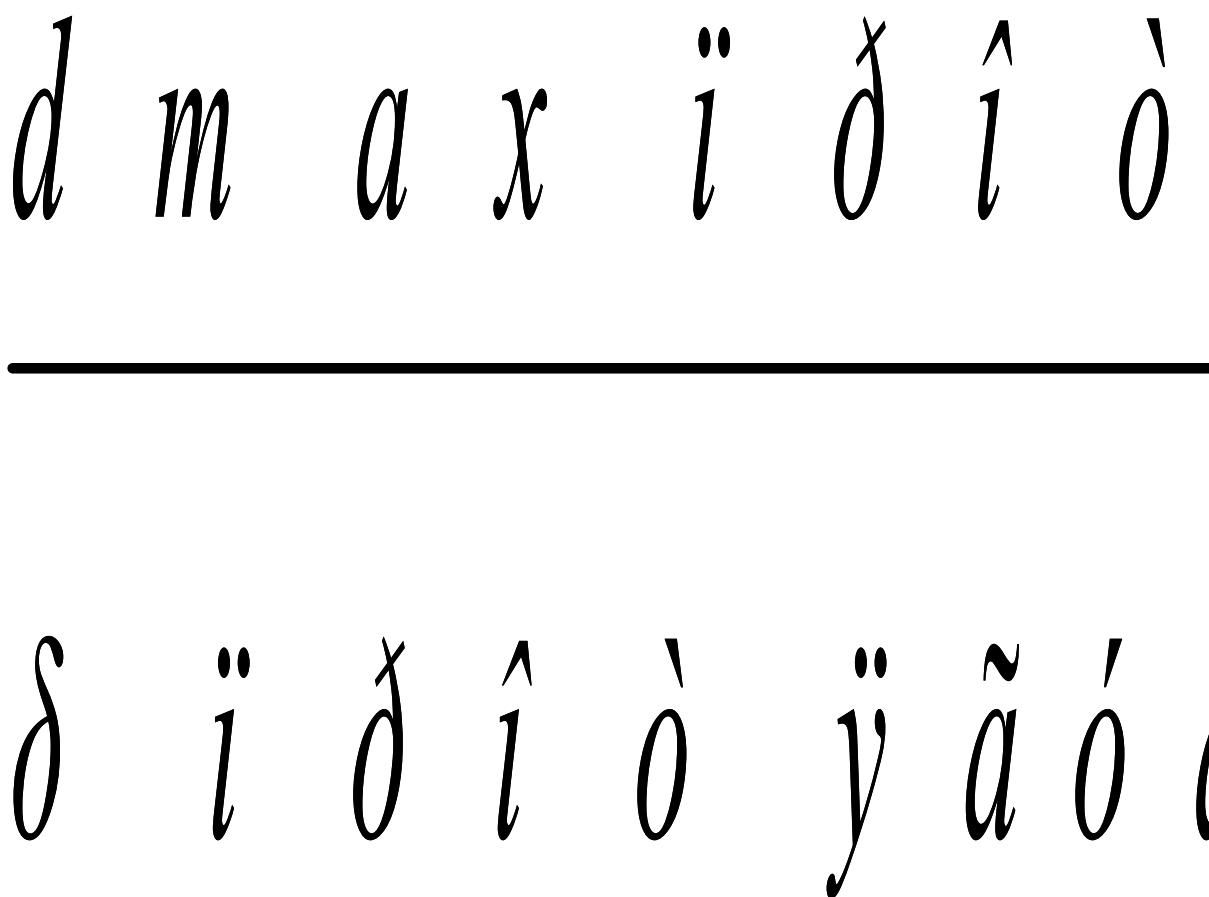


Рисунок 5.2 – Схема розміщення припусків на обробку отвору $30H9^{(+0,052)}$

Для решти поверхонь припуски на обробку визначаємо табличним методом, згідно ГОСТ 26645-85.

Таблиця 5.8 – Табличні значення припусків

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
<i>A</i>	60 _{-0,7}	7,0	- 0,7
<i>B</i>	Ø98H12 ^(+0,035)	2×2,5	-0,035
<i>B</i>	2×45°	1,5	±0,1
<i>Г</i>	5×45°	1,5	±0,1
<i>Д</i>	11 _{-0,36}	3,6	-0,36
<i>E</i>	2×45°	1,5	±0,1
<i>Ж</i>	Ø30H9 ^(+0,052)	2×0,1	+0,052

Вибір різального і допоміжного інструменту, методів і засобів технічного контролю. Вибираючи тип і конструкцію різального інструменту враховують характер виробництва, метод обробки, тип верстатів, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки.

При виборі ріжучого інструменту потрібно по можливості більш повно використовувати стандартний інструмент.

Для перевірки розмірів оброблюваних поверхонь, їх шорсткості, окремих пунктів технічних вимог, потрібно використовувати засоби технологічного контролю стандартизованих, нормалізованих або спеціальних.

Виберемо ріжучий і вимірювальний інструмент для кожної операції, дані заносимо у таблицю 5.9.

Розрахунок режимів різання по операціях. Розрахуємо режими різання для операції 005 – вертикально-свердлильна. Операцію виконують на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135 і складається вона з одного переходу – одночасного свердління отвору в розмір Ø29 мм.

Таблиця 5.9 – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

№	Назва операції, переходу	Ріжучий	Вимірювальний
---	--------------------------	---------	---------------

операції		інструмент	інструмент
005	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити поверхню в розмір ①	Свердло (Ø29) 2301-0100 ГОСТ10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
010	Вертикально-свердлильна 1.Зенкувати поверхню в розмір ①	Зенковка 2353-0138 ГОСТ 14953-80	Шаблон 8371-0174 МН 1422-61
015	Горизонтально-протяжка 1. Протягнути отвір в розмір ①	Протяжка (Ø80) 2400-0250 Н9 ГОСТ20365-69	Пробка (Ø30) 8133-0944 Н9 ГОСТ 14810-69
020	Горизонтально-протяжка 1.Протягнути шпоночний паз в розмір ① ②	Протяжка (Ø8) 2405-1276, I ГОСТ 18218-80	Калібр (8) 8154-4045-09
025	Токарно-гвинторізна 1.Підрізати торець в розмір ② 2.Розочити фаску в розмір ①	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон 8371-0029 МН 1422-61
030	Токарна 1.Обточити поверхню в розмір ⑤ 2.Проточити торець в розміри ① ② ③ ④	Різець 2102-0193 Т15К6 ГОСТ 21151-75 Різець 2103-1014 МН3899-62	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон (R27) 8381-6041 Скоба (7) 8133-0068 ГОСТ166-80
035	Токарно-гвинторізна 1.Підрізати торець в розмір ② 2. Розточити фаску в розмір ① 1	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон 8371-0174 МН 1422-61

Із довідників вибираємо свердло Ø29 2301-0100 ГОСТ 10903-77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р6М5.

Геометричні елементи: форма заточки – подвійна з підточуванням поперечної кромки і кути свердла: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; $\psi = 40^\circ$; $\alpha = 11^\circ$; $\omega = 24^\circ$.

1. Визначаємо подачу. Для свердління сталі 45 з $\sigma_B = 750$ МПа при діаметрі свердла 29 мм приймаємо подачу $S_0 = 0,32$ мм/об. Коректуємо подачу за паспортними даними верстата моделі 2Н135 – $S_0 = 0,30$ мм/об.

2. Призначаємо період стійкості свердла. Для свердла Ø29 швидкорізальної сталі рекомендовано період стійкості $T = 75$ хв.

3. Швидкість різання. Швидкість різання, що допускається різальними властивостями свердла

$$V = \frac{C_V \cdot D^{01}}{T^M \cdot S^y} \cdot K_V. \quad (5.20)$$

Згідно даних: $C = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $M = 0,2$.

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{MV} \cdot K_{lV}$$

де $K_{MV} = 0,7$; $K_{nV} = 0,8$; $K_{lV} = 1$, тоді

$$V = \frac{9,8 \cdot 29^{0,4}}{75^{0,2} \cdot 0,30^{0,5}} \cdot 0,56 = 16,4 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя свердлильної головки

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad (5.21)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 16,4}{3,14 \cdot 29} = 180 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту по паспорту верстата $n = 200$ об/хв.

5. Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29 \cdot 200}{1000} = 18,2 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо крутний момент від сил опору різання при свердлінні та осьову силу

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p. \quad (5.22)$$

Згідно даних $C_M = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$; $K_p = 1$. Відповідно

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 29^2 \cdot 0,30^{0,8} = 11 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p. \quad (5.23)$$

Згідно даних $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$; $K_p = 1$.

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 29 \cdot 0,30^{0,7} = 8500 \text{ Н}.$$

7. Визначаємо потужність різання

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}; \quad (5.24)$$

$$N = \frac{11 \cdot 1000}{9750} = 1,15 \text{ кВт}.$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата

$$N_{piz} \leq N_{um};$$

$$N_{um} = N_0 \cdot \eta = 4 \cdot 0,85 = 3,4.$$

Отже, обробка на одному верстаті є можливою.

8. Визначаємо основний технологічний час.

$$T_O = \frac{L}{n \cdot S_O} \quad (5.25)$$

$$L = l + y + \Delta = 63 + 17 + 3 \approx 83 \text{ мм}.$$

$$T_O = \frac{83}{1000 \cdot 0,30} = 1,54 \text{ хв}.$$

Дані розрахунку зводимо у таблицю 5.10.

Таблиця 5.10 – Режими різання при обробці деталі – півмуфта

№ з/п	Зміст операції, переходу	l	t	i	S	n	V	T_0	N_p
005	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити поверхню в розмір $\textcircled{1}$	7,8	14,5	1	0,30	180	18,2	1,95	1,5
010	Вертикально-								1,4

	свердлильна 1 Зенкувати поверхню в розмір (1)	5	2	1	0,2	250	18,8	0,7	
015	Горизонтально- протяжка 1. Протягнути отвір в розмір (1)	645	0,5	1			5	0,51	12
020	Горизонтально- протяжка 1.Протягнути шпоночний паз в розмір (1) (2)	810		1			5	0,56	15
025	Токарно-гвинторізна 1 Підрізати торець в розмір (2)	12	3	1	0,21	500	78,5	1,15	3
	2.Розочити фаску в розмір (1)	5	2	1	руч	500		0,14	2,6
030	Токарна 1.Обточити поверхню в розмір(5)	10	22	1	50	250	84,4	0,57	2,9
	2.Проточити торець в розміри (1) (2) (3) (4)	30	22	1	50	250	84,4	0,6	3,0
035	Токарно-гвинторізна 1.Підрізати торець в розмір (2)	40		1	0,2	2250	84,4	0,62	2,8
	2. Розточити фаску в розмір (1)	5	22	1	руч	2250		0,2	2,6

Для всіх інших операцій режими різання вибираємо із довідників.

Вибір обладнання та визначення його кількості. Побудова графіків завантаження та використання обладнання. Для процесу механічної обробки застосовуємо наступне обладнання з такими характеристиками:

Токарно- гвинторізний моделі 16К20

Найбільший діаметр оброблюваної поверхні, мм.

- над станиною 400; - над супортом 220.

Відстань між центрами, мм – 2000.

Число обертів шпинделя – 12,5...1600.

Межі робочих подач, мм/хв.

- поперечна – 0,025...2,8; - повздовжня – 0,05...1,40.

Максимальна складова осьової лінії різання $P_x = 6000 \text{ Н}$.

Вертикально-свердильний моделі 2Н135

Найбільший діаметр свердління по сталі, мм – 35.

Найбільше зусилля подачі, Н – 16000.

Відстань від шпинделя до плити, мм – 700...1120.

Відстань від центра шпинделя до вертикальних направляючих станини,
мм – 300.

Найбільша відстань від торця шпинделя до столу, мм – 750.

Конус морзе отвору шпинделя – №4.

Кількість ступенів обертів шпинделя – 12.

Межі чисел обертів в хвилину – 31,5...1400.

Найбільше переміщення шпинделя, мм – 2500.

Кількість ступенів подач – 9.

Межі подач шпинделя, мм/об – 0,1...1,6.

Розміри столу, мм – 450×500;

Потужність електродвигуна, кВт – 4;

Габарити верстата, мм:

- довжина – 1240; - ширина – 810;

Токарно-копірувальний моделі 1Н713

Найбільший діаметр оброблюваної поверхні, мм.

- над станиною 400; - над супортом 250.

Найбільша довжина обробки заготовки, мм – 700.

Число обертів шпинделя – 125...1250.

Число ступенів обертів шпинделя – 11.

Число ступенів подачі копірувального супорта – 13.

Копірувального – 0,063...1,6.

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт – 22.

Габарити верстата:

- довжина – 2790; - ширина – 1415.

Горизонтально протяжний 7Б56

Номінальне тягове зусилля, кН -200.

Розмір робочої поверхні опорної плити, мм – 450×450.

Швидкість робочого ходу протяжки, м/хв. – 1,5...13;

Швидкість зворотнього ходу протяжки, м/хв. – 20...25;

Потужність електродвигуна , кВт – 30;

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 7200; - ширина, мм – 2139; - висота, мм – 19104.

Маса, кг – 7450.

Горизонтально протяжний 7Б55

Номінальне тягове зусилля, кН – 100.

Розмір робочої поверхні опорної плити, мм – 450×450.

Швидкість робочого ходу протяжки, м/хв. – 1,5...11,5.

Швидкість зворотного ходу протяжки, м/хв. – 20...25.

Потужність електродвигуна , кВт – 18,5.

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 6340; - ширина, мм – 2090; висота, мм – 1910;

Маса, кг – 5200.

Правильний вибір обладнання визначає його раціональне використання по часу. При виборі верстатів для розробленого технологічного процесу цей фактор повинен враховуватись таким чином, щоб виключити їх простої.

Коефіцієнт завантаження η_3 визначають, як відношення розрахункової кількості верстатів M_p зайнятих на одній операції до прийнятої кількості верстатів M_n

$$\eta_3 = \frac{M_p}{M_n}. \quad (5.26)$$

Розрахункову кількість верстатів визначають як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску – $t_g = 3,38$ хв/шт.

Ступінь використання обладнання по основному часу характеризується коефіцієнтом використання обладнання за основним часом

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{um}}. \quad (5.27)$$

Величину використання обладнання за потужністю визначають, як відношення розрахункової потужності до потужності приводу

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_g}. \quad (5.28)$$

Вертикально-свердильний моделі 2Н135

$$T_o=1,95 \text{ хв.} \quad N_g = 4 \text{ кВт.} \quad T_{um}=2,06 \text{ хв.} \quad N_p = 1,5 \text{ кВт.}$$

$$M_p = \frac{1,95}{3,05} = 0,64. \quad \eta_o = \frac{0,64}{2,06} = 0,31. \quad \eta_3 = \frac{0,64}{1} = 0,64. \quad \eta_N = \frac{1,5}{4} = 0,38.$$

Приймаємо 1 верстат.

Горизонтально-протяжний моделі 7Б55

$$T_o=0,51 \text{ хв.} \quad N_g = 18,5 \text{ кВт.} \quad T_{um}=0,45 \text{ хв.} \quad N_p = 12 \text{ кВт.}$$

$$M_p = \frac{0,51}{3,05} = 0,17. \quad \eta_o = \frac{0,17}{0,45} = 0,38. \quad \eta_3 = \frac{0,17}{1} = 0,17. \quad \eta_N = \frac{12}{18,5} = 0,64.$$

Приймаємо 1 верстат

Горизонтально-протяжний моделі 7Б56

$$T_o=0,56 \text{ хв.} \quad N_g = 30 \text{ кВт.} \quad T_{um}=0,55 \text{ хв.} \quad N_p = 15 \text{ кВт.}$$

$$M_p = \frac{0,56}{3,05} = 0,18. \quad \eta_o = \frac{0,18}{0,45} = 0,4. \quad \eta_z = \frac{0,18}{1} = 0,18. \quad \eta_N = \frac{15}{30} = 0,5.$$

Приймаємо 1 верстат.

Токарно-гвинторізний моделі 16К20

$$T_o = 1,29 \text{ хв.} \quad N_g = 11 \text{ кВт.} \quad T_{шт} = 0,6 \text{ хв.} \quad N_p = 5,6 \text{ кВт.}$$

$$M_p = \frac{1,29}{3,05} = 0,42. \quad \eta_o = \frac{0,42}{0,6} = 0,7. \quad \eta_z = \frac{0,42}{1} = 0,42. \quad \eta_N = \frac{5,6}{11} = 0,51.$$

Приймаємо 1 верстат.

Токарний моделі 1Н713

$$T_o = 1,17 \text{ хв.} \quad N_g = 22 \text{ кВт.} \quad T_{шт} = 1,5 \text{ хв.} \quad N_p = 5,9 \text{ кВт.}$$

$$M_p = \frac{1,17}{3,05} = 0,38. \quad \eta_o = \frac{1,17}{1,5} = 0,78. \quad \eta_z = \frac{0,38}{1} = 0,38. \quad \eta_N = \frac{5,9}{22} = 0,27.$$

Приймаємо 1 верстат

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження і використання обладнання.

$$\eta_{зсер} = \frac{0,64 + 0,17 + 0,18 + 0,42 + 0,38}{5} = 0,36.$$

$$\eta_{осер} = \frac{0,31 + 0,38 + 0,40 + 0,70 + 0,58}{5} = 0,51.$$

$$\eta_{Nсер} = \frac{0,27 + 0,51 + 0,5 + 0,64 + 0,38}{5} = 0,46.$$

За отриманими даними будуємо графіки завантаження обладнання, завантаження за потужністю і основному часу (рисунки 5.3-5.5).

Рисунок 5.3 – Графік завантаження обладнання

Рисунок 5.4 – Графік використання обладнання за основним часом

Рисунок 5.5 – Графік використання обладнання за потужністю

5.3. Розробка спеціальних верстатних та контрольних пристроїв

Опис призначення, будови і роботи пристосування для зенкування фасок. Пристосування складається із корпусу, на якому встановлені пневмоциліндр, пневморозподільник і кондукторна плита. Фіксація деталі від повороту при зенкеруванні в горизонтальній площині забезпечується силою тертя між самою деталлю та тягою. Фіксація деталі від переміщення в горизонтальній площині забезпечується базуванням втулки.

Затиск – розтиск деталі здійснюється від пневмоциліндра, що забезпечує необхідну продуктивність верстату.

Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра: через шток рух передається на важіль, який чинить вплив на пружину. На плиті напресована кондукторна втулка, яка призначена для направлення інструменту.

Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра. Деталь витягують вручну.

Точність базування пристосування забезпечується двома гвинтами, які входять в T-подібні пази столу верстату і призначені для закріплення даного пристосування.

6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Визначення продуктивності розробленої кротодренажної машини

У даній магістерській 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

$$П_{ТЗМ} = \frac{60l_d}{T_d}, \quad (6.1)$$

де T_d – час прокладання дрени;

l_d – довжина дрени.

Час прокладання дрени

$$T_d = T_k; \quad (6.2)$$

$$T_k = t_p + t_z + t_n + t_x, \quad (6.3)$$

де t_p – час чистого прокладання дрени;

t_z – час заглиблення, виймання робочого органу і встановлення його на заданий ухил;

t_n – час повороту;

t_x – час холостого ходу.

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

$$T_{\partial,\partial} = 207 + 0,66 + 2 + 2 = 212 \text{ год};$$

$$T_{\partial,\bar{\partial}} = 237 + 0,66 + 2 + 2 = 242 \text{ год}.$$

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

$$P_{T_{зм,\partial}} = \frac{60 \cdot 170}{212} = 48,1 \text{ м/год};$$

$$P_{T_{зм,\bar{\partial}}} = \frac{60 \cdot 170}{242} = 42,1 \text{ м/год}.$$

Продуктивність за годину часу зміни знаходимо з виразу

$$P_{зм} = P_{\rho} \cdot K_{ен} \cdot K_{зм}, \quad (6.4)$$

де P_{ρ} – продуктивність за годину змінного часу;

$K_{ен}$ – коефіцієнт експлуатаційної надійності;

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

Одержимо:

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

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

6.2. Визначення експлуатаційних видатків та норм відрахувань при використанні кротодренажної машини

Експлуатаційні видатки на одиницю продуктивності кротодренажної машини

$$B_e = Z_o + A + P + Z_{н.м.}; \quad (6.5)$$

де Z_o – питома заробітна плата оператора на прокладання одного метра кротового дренажу

$$Z_o = \frac{t_{\text{год}}}{\Pi_{\text{зм}}}; \quad (6.6)$$

де $t_{\text{год}}$ – тарифна ставка; тоді

$$Z_{o.д} = \frac{180}{31,98} = 5,6 \text{ грн/м};$$

$$Z_{o.б} = \frac{180}{27,98} = 6,4 \text{ грн/м};$$

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

$$A = \frac{Ц_{м} \cdot a}{100 \cdot \Pi_{\text{зм}} \cdot t_p}; \quad (6.7)$$

де $Ц_{м}$ – балансова ціна машини;

a – норма відрахувань на амортизацію;

t_p – нормативне річне завантаження машини.

Одержимо:

$$A_{д} = \frac{25000 \cdot 16}{100 \cdot 31,98 \cdot 160} = 0,78 \text{ грн/м};$$

$$A_{б} = \frac{21000 \cdot 16}{100 \cdot 27,98 \cdot 160} = 0,75 \text{ грн/м};$$

P – питомі затрати на поточний ремонт

$$P = \frac{C_{\text{м}} \cdot r}{100 \cdot \Pi_{\text{зм}} \cdot t_p}; \quad (6.8)$$

де r - норми відрахування на поточний ремонт;

тоді

$$P_{\text{д}} = \frac{25000 \cdot 6,5}{100 \cdot 31,98 \cdot 160} = 0,32 \text{ грн/м};$$

$$P_{\text{б}} = \frac{21000 \cdot 6,5}{100 \cdot 27,98 \cdot 160} = 0,31 \text{ грн/м};$$

$Z_{\text{нм}}$ – питомі затрати на паливо мастильні матеріали

$$Z_{\text{нм}} = \frac{(N \cdot \alpha_{\text{д}} \cdot D \cdot C_{\text{п}})}{1000 \cdot \Pi_{\text{зм}}}, \quad (6.9)$$

де N – потужність трактора;

$\alpha_{\text{д}}$ – коефіцієнт використання потужності двигуна;

$C_{\text{п}}$ – ціна одного кілограма палива;

відповідно

$$Z_{\text{нм.д}} = \frac{(132 \cdot 0,71 \cdot 220 \cdot 25)}{1000 \cdot 31,98} = 6,1 \text{ грн/м};$$

$$Z_{\text{нм.б}} = \frac{(132 \cdot 0,71 \cdot 220 \cdot 25)}{1000 \cdot 27,98} = 18,4 \text{ грн/м}.$$

Просумувавши експлуатаційні видатки для кожної машини, отримаємо:

$$B_{\text{д}} = 5,6 + 0,78 + 0,3 + 16,1 = 23 \text{ грн/м};$$

$$B_{\text{б}} = 6,4 + 0,75 + 0,31 + 18,4 = 26 \text{ грн/м}.$$

6.3. Визначення річного економічного ефекту та терміну окупності

кротувача

Річна економія від зниження експлуатаційних видатків з розрахунку на одну машину

$$E_{\sigma} = (B_{\sigma} - B_{\delta}) \cdot \Pi_{\text{зм.о}} \cdot t_p. \quad (6.10)$$

Підставивши дані, одержимо

$$E_{\sigma} = (26 - 23) \cdot 31,98 \cdot 160 = 15350 \text{ грн.}$$

Питомі капіталовкладення

$$K_{\Pi} = \frac{T_a}{\Pi_{\text{зм}} \cdot t_p}. \quad (6.11)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$K_{\Pi.\delta} = \frac{25000}{31,98 \cdot 160} = 4,9 \text{ грн/м;}$$

$$K_{\Pi.\sigma} = \frac{21000}{27,98 \cdot 160} = 4,7 \text{ грн/м.}$$

Зниження питомих капіталовкладень визначимо як

$$K = \frac{K_{\Pi.\sigma} - K_{\Pi.\delta}}{K_{\Pi.\delta}} \cdot 100\% ; \quad (6.12)$$

тобто

$$K = \frac{4,9 - 4,7}{4,9} \cdot 100 = 4,1\%.$$

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

$$E_p = [(B_{\delta} - B_{\delta}) + \varepsilon(K_{П.б} - K_{П.д})] \cdot \Pi_{з.д} \cdot t_p . \quad (6.13)$$

Підставивши дані, одержимо

$$E_p = [(26 - 23) + 0,15(4,9 - 4,7)] \cdot 31,98 \cdot 160 = 15504 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень знайдемо за формулою

$$T_{OK} = \frac{D_K}{E_p} , \quad (6.14)$$

де D_K – додаткові капіталовкладення на виготовлення кротувача удосконаленої конструкції, $D_K = 4000$ грн.

Тоді

$$T_{OK} = \frac{4000}{15350} = 0,26 .$$

Питомі затрати праці

$$z_{П} = \frac{1}{\Pi_{з.д}} ; \quad (6.15)$$

для порівнювальних машин:

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

$$z_{П.б} = \frac{1}{27,89} = 0,035 \text{ люд.год/м.}$$

Зниження питомих затрат праці

$$N_{П} = \frac{z_{П.б} - z_{П.д}}{z_{П.б}} \cdot 100\% . \quad (6.16)$$

Одержимо

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

Отже, очікуваний економічний ефект від впровадження кротувальної машини з розробленим кротувачем складає 15504 грн. на рік на одну машину, а затрати праці при її використанні зменшаться на 11 %.

Результати розрахунку економічної ефективності від використання кротувальної машини з розробленим кротувачем наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Економічна ефективність проекту

Показники	Варіант	
	базовий	новий
Склад агрегату	Т-150+ кротувальна машина	Т-150+ кротувальна машина удосконалена
Час прокладання дрени, год	242	212
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	5,6	6,4
Відрахування на реновацію і капітальний ремонт, грн/м	0,75	0,78
Затрати на поточний ремонт, грн/м	0,32	0,31
Затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/м	25	25
Експлуатаційні витрати, грн/м	26	23
Питомі капітальні вкладення, грн/м	4,9	4,7
Питомі затрати, люд.год/м	0,035	0,031
Річний економічний ефект від використання однієї машини, грн		15504
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років		0,26

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. 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 30° ;
- 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 сніці.

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 45° 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 – $1/10$ діаметра; на цих агрегатах повинна бути зазначена гранична вантажопідйомність. Причипні та напівпричипні 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, перероблюваних 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.

7.2. 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 ознайомленні 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 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм.

Вузли і деталі гідросистеми кротодренажної машини мають бути надійними, виключати 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 машина повинна бути укомплектована ручним чистиком [5].

На великогабаритних вузлах кротодренажної машини мають бути позначені місця стропування згідно ГОСТ 14 192.

7.3. 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 очищають 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.

7.4. 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, випускную трубу і колектор від нагару.

Стаціонарні 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].

7.5. Організація протипожежного захисту та проведення протипожежної профілактики на промисловому об'єкті

Наявність надзвичайного ризику для здоров'я та життя громадян України, викликаного техногенною небезпекою, є найбільш характерною і значною за питомою вагою серед загального кола інших небезпечних впливів, зокрема, природних, епідеміологічних, геофізичних та ін. Для попередження загроз небезпечних факторів, а також боротьби з їх проявами, створюють систему захисту населення та економіки від надзвичайних ситуацій.

Однією із постійних небезпек воєнного і мирного часу є виникнення пожеж. Протипожежний захист є одним із основних, як у воєнний час під час застосування ворогом ядерної зброї, бомб та ін., так і через неакуратне поводження з вогнем у мирний час. У результаті пожежі можуть бути зруйновані споруди, приміщення та обладнання, наявне у них. Тому

керівникам підприємств необхідно своєчасно створювати підрозділ цивільної оборони, який би мав належне технічне оснащення і міг у короткі терміни локалізувати пожежу ще у початковій стадії. Потрібно забезпечити легкодоступність і в той же час захищеність всіх засобів пожежогасіння, створити достатню кількість як водопровідних, так і безводопровідних водозаборів.

Не слід також недооцінювати стан пожежної безпеки в мирний час, коли кинутий сірник чи цигарка, залишена промаслена ганчірка на опалювальних приладах, чи коротке замикання може призвести до непередбачених наслідків. Тому на промисловому об'єкті, крім створення загону протипожежної безпеки, необхідно проводити своєчасні профілактичні заходи, тримати у повній готовності системи водопровідного і безводопровідного водозабезпечення, обладнати згідно протипожежних вимог протипожежні щити. Необхідно проводити інспекцію на дотримання протипожежних заходів і протипожежний інструктаж працівників.

7.6. Характеристика пожежі на промисловому об'єкті

Пожежа – це горіння, в результаті якого частково або повністю знищуються або пошкоджуються матеріальні цінності, створюється небезпека для життя людей.

Пожежа супроводжується хімічними та фізичними явищами: хімічною реакцією горіння, виділенням і передачею тепла, виділенням і поширенням продуктів згорання, газовим обміном.

Визначальним явищем у пожежі є горіння речовин і матеріалів.

На основі розвитку закономірностей і гасіння пожеж розробляють найбільш цілеспрямовані дії протипожежних сил по боротьбі з ними. Ці дії

охоплюють усі заходи з організації і підготовки гасіння пожеж і управління протипожежними силами.

На промислових об'єктах у разі виникнення пожежі необхідно оцінити становище, передбачити можливий розвиток пожежі і на цій основі виробити рішення – план гасіння пожежі.

Без правильної оцінки обстановки, визначення визначального напрямку і грамотного тактичного плану неможливе успішне гасіння пожежі на об'єкті.

Обстановка при пожежі на промислових об'єктах, в основному, залежить від конструктивних особливостей та об'ємно-планувального рішення приміщень чи споруд, ступеня загорання та вогнестійкості конструкції, пожежозахищеності, питомої горючої завантаженості, її властивостей, часу, який пройшов від початку пожежі [11, 12].

Пожежі на промислових об'єктах і спорудах характеризуються швидким підвищенням температури, задимленості приміщення, поширення вогню скритим шляхом і втратою конструкціями несучої здатності, загорання матеріалів та обладнання. При цьому як правило:

- недоторкані віконні пройоми в задимленому або горючому приміщенні свідчать про те, що в ньому немає людей або вони знаходяться на безпечній відстані;
- сильний вогонь, вибиваючись з віконних проємів признак великої швидкості горіння на значній площі або великої кількості горючих матеріалів;
- різке падіння висоти полум'я – признак обрушення загороджуваних конструкцій або вигорання дверних полотнищ;
- відсутність викидів полум'я із вікон – признак швидкого поширення вогню по внутрішніх конструкціях і пустотах;
- велика кількість густого диму, що викидається з вікон – признак горіння при недостатності кисню.

Найбільші труднощі виникають при організації гасіння пожеж на нафтопереробних та хімічних підприємствах із вибухонебезпечною

технологією виробництва, а також на складах паливно-мастильних матеріалів підприємств різного профілю. При цьому, в приміщенні і зовнішніх будівлях, де найбільш можливо утворення вибухонебезпечних сумішей, парів, рідини або пилу з повітрям, вибухи можуть супроводжуватись тривалими пожежами. У зоні вибуху апаратів виникають або наскрізні пробої загороджуючих конструкцій, або обрушення і деформація ділянок перекриттів і стін. Вибухи газоповітряних сумішей, що утворюються в приміщеннях, часто спричиняють руйнування приміщень. При відкритій пожежі і наявності вітру можливе утворення нових джерел пожеж [11, 12].

7.7. Засоби гасіння пожеж на промислових об'єктах

Найбільш поширені засоби гасіння пожеж: вода, хімічні речовини, пісок та інші сипучі речовини (дрібно просіяний шлак, суха глина, зола, ґрунт), покривала із тканин, просякнутих вогнезахисними розчинами.

Вода порівняно з іншими вогнегасниками засобами є найбільш поширеним і найбільш доступним засобом пожежогасіння. Однак воду не завжди можна застосовувати. Неможна, наприклад, гасити водою електропроводи і електромотори, які знаходяться під напругою так як вода внаслідок своєї електропровідності викликає коротке замикання. Струменем води не можна гасити горючі речовини, питома вага яких менша питомої ваги води, тому що рідина буде спливати і продовжувати горіти [11, 12].

Горючі речовини (крім бензину та ефіру) добре піддаються гасінню водою у дрібно розпиленому вигляді або у вигляді піни. Розпилену воду застосовують для гасіння пожеж у тісних і закритих приміщеннях, а водяну пару можна застосовувати при гасінні пожеж у підземних нафтозберігаючих терміналах.

Хімічні засоби застосовують при гасінні будь-яких горючих речовин, але особливо важливе значення вони мають в тих випадках, коли горючі речовини гасити водою недопустимо [11].

Вогнегасні властивості хімічних засобів гасіння пожеж характеризуються тим, що хімічні речовини, потрапляючи у зону вогню, утворюють великий негорючий газ або пару, який закриває доступ кисню до місця горіння, внаслідок чого полум'я гасне. Крім того, хімічні речовини, потрапляючи у вогонь, охолоджують гарячу речовину до температури нижче її запалення і також перешкоджають горінню.

Найбільш поширені на даний час хімічні засоби пожежогасіння: піна, різні рідини, сухі хімічні порошки і вуглекислий газ у туманоподібному стані.

Вогнегасні піни широко використовують для гасіння пожеж багатьох легкозаймистих рідин і твердих речовин.

Для гасіння електродвигунів, що загорілися, двигунів внутрішнього згорання, ацетилену і деяких інших речовин, які не можна гасити водою, застосовують вогнегасники з порошком. Головним діючим компонентом таких вогнегасників є двовуглекисла сода, яку змішують у різних пропорціях з піском, тальком, іноді до них додають поташ, глауберову сіль.

При гасінні подібними вогнегасниками полум'я збивається твердою масою порошку і покривається ним, а утворений при нагріві і розмочені двовуглекислої соди вуглекислий газ утворює хмару, закриваючи доступ кисню до горючої поверхні. В наслідок чого горіння припиняється, а оскільки на розкладення соди відходить частина тепла, то при цьому відбувається також охолодження горючої речовини.

Гасити загоряння також можна просіяним шлаком, розтовченою сухою глиною, золою і ґрунтом.

При заготівлі піску, шлаку, золи, ґрунту, необхідно зробити так, щоб у них не залишилось грудок, сміття, вугілля і щоб матеріал був сухий – інакше виникне його залежування, а зимою – замерзання.

Вуглекислий газ застосовують для гасіння вогню двома способами: заповнюють газом приміщення, де виникло загорання, або закидають поверхню горючого матеріалу твердою вуглекислою, вуглекислим «снігом». Вуглекислий газ не електропровідний і не псує матеріалів – тому його широко застосовують для гасіння електричних установок, горючих електричних приладів і різних пристроїв.

У комплексі протипожежного захисту на промислових об'єктах профілактичні заходи відіграють важливу роль. Їх проводять і в мирний час, так як небезпека пожеж існує завжди. При виникненні небезпеки нападу, при загрозі використання ядерної зброї їх проводять у ширшому масштабі.

Профілактичні заходи у приміщеннях включають: готовність запасних виходів, коридорів і проходів, тобто їх звільняють від громіздких предметів; горючі речовини переносять для зберігання у дальні приміщення, створюють запаси води, піску на кухнях або у коридорах і т.д.

Головну увагу необхідно приділяти запобіганню загорянь, що виникають під дією випромінювання, що проникає через вікна і двері. Перший захід протипожежної безпеки у тому, щоб всі легкозаймісті речовини і матеріали (папір, тканини та інше) тримати як можна далі від віконних проїмів і закрити їх у шафах, ящиках.

Для попередження загорянь необхідно виконати такі заходи: якщо дозволяє міцність балок перекриття, створити захисний шар із піску, молотої глини або золи (5...10 см) забрати усі громіздкі предмети, які можуть утруднювати гасіння вогню, вставити скло у слухові вікна і побілити їх.

Двері приміщення, запасних виходів із приміщення на сходові клітки і зовнішні стаціонарні пожежні драбини слід закрити на легковідкриваючі запори. У приміщеннях потрібно зробити переходи через балки, а до слухових вікон встановити драбини, на крутих силах дахів встановити драбини.

Профілактична підготовки дворів у протипожежному плані – це збір сміття і легкозаймістих речовин; непотрібні дерев'яні загородження і забудови слід забрати, звільнити проїзди у двори, до приміщень, водойм.

У комплекс нормативно-технічних заходів, що мають за мету запобігання поширенню пожеж входять: будівництво різних вогнестійких конструкцій всередині приміщень та спеціальних перешкод, застосування вогнестійких обмоток, а також виконання ряду вимог з планування вулиць, озеленення дворів і вулиць, встановлення розривів між приміщеннями і т.п.

Поширенню пожеж у приміщеннях і будовах запобігають вогнестійкі конструкції і вогнезахисна обробка приміщень, а також спеціальні перешкоди. У камінних приміщеннях перекриття будують з армованого бетону і бетонних плит.

До підвідомчих протипожежних постів і заходів відносять: оснащення протипожежних постів, забезпечення постів водою, а пожежні підрозділи достатньою кількістю вогнегасних приборів і додаткових інструментів; підготовка шляхів евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей; підготовка рятувальних засобів.

Першочергове значення у цих заходах має безперебійна подача води до місця загоряння або пожежі.

Розрізняють два види протипожежного забезпечення: водопровідне і безводопровідне.

У великих містах і промислових селищах пожежне водозабезпечення здійснюють через міські водопроводи. Встановлюють виробничі і протипожежні потреби.

Для отримання із підземної сітки води при пожежі на трубопроводі в спеціальних колодязях встановлюють пожежні гідранти, тобто крани, до яких приєднують пожежні колонки. До пожежної колонки приєднують гнучкі рукави із брансбойтами. Такі колодці встановлюють на відстані 80...100 м один від одного. Навпроти кришок колодязів на стінах будинків встановлюють показники із зазначенням відстані від стіни до колодязя (у метрах).

Для гасіння пожеж на початковій стадії у виробничих та громадських приміщеннях встановлюють зсередини на вході до приміщення, на

площадках сходових кліток, у коридорах пожежні крани у спеціальних шкафчиках. У комплект до кожного крану входить рукав із пожежним стволом, з'єднаним із пожежним краном швидкозмикаючою з'єднувальною головкою.

Забезпечення водою внутрішньої пожежної сітки забезпечується від загального вводу в приміщення. Безпровідне забезпечення полягає у безпосередньому заборі води пожежними насосами із різних водойм.

До водойм повинні бути обладнанні під'їзди, спуски, а на берегах річок – площадки для встановлення пожежних насосів або пірси безпосередньо при водоймах. При необхідності водойми поглиблюють для отримання достатньої кількості води взимку при максимальній товщині льоду.

Для використання водойм взимку роблять утеплену ополонку – над ополонкою будують будку, обкладають її смолою або іншим матеріалом, а саму ополонку накривають кришкою.

Можна також використати для цієї мети бочки із добре заробленими дошками. Бочку вморожують у кригу так, щоб днище було нижче рівня льоду при найбільшій його товщині. При заборі води обидва днища вибивають. Ополонка повинна мати добре видиме зазначення достатньої висоти, щоб його не занесло снігом.

На всі джерела подачі води і водойми ще в мирний час створюють інвентарні описи, роблять оцінку надійності водойми і запасів води в них. У випадку нестачі води будують запасні водойми, артезіанські колодці та інші джерела водозабезпечення [11,124].

Організаційні заходи включають питання формування, навчання і розміщення протипожежних підрозділів, а також підготовку населення. У системі ЦО на об'єктах організують протипожежні формування: на великих промислових підприємства створюють професійні пожежні команди., які є основною бойовою силою протипожежного захисту.

Добровільні пожежні дружини формують із числа працюючих на підприємстві. Склад дружини та їх керівника затверджують наказом

керівника підприємства. Пожежна дружина зобов'язана наглядати за виконанням правил техніки безпеки і протипожежної профілактики, проводити тренування і заняття; наглядати за станом протипожежного обладнання; навчати працюючих підприємства; вести чергування за розкладом і гасити пожежі і загорання.

Для постійного нагляду за станом пожежної безпеки із складу пожежної команди встановлюють пожежні пости, які призначені для першочергового гасіння пожежі. Тому своєчасність ліквідації загорянь багато в чому залежить від місця розміщення посту, їх оснащення, підходу до джерел загоряння і виду загоряння. В умовах небезпеки ядерного удару пожежні пости повинні мати спеціальні індивідуальні укриття.

На постах повинні бути щити розміром 1,2 м у висоту і 1,5 м у ширину. На щиті розміщують: два ручних вогнегасники, багри, відра, лопати, сокира, шнур (12...20 м), ліхтар. Безпосередньо біля щита повинні бути ящик із піском не менше 0,25 м³ і ємність з водою не менше 100 л. У зимовий час для запобігання води від замерзання в неопалювальних приміщеннях можна застосовувати хлористий кальцій [41, 44].

Для успішного проведення заходів з розгортання протипожежних сил і засобів; підготовки об'єкта начальник пожежної команди разом із начальником ЦО об'єкта ще у мирний час підготовляють необхідні документи про загальний стан протипожежного захисту об'єкта.

Важливою складовою частиною загального плану є календар профілактичних заходів, який складає начальник пожежної команди разом із начальником ЦО об'єкта. Для контролю стану окремих приміщень до них прикріплюють бійців пожежної команди. Крім загального плану складають: списки особового складу команди з зазначенням цеху; квартири, телефону; списки майна команди; таблиць особового розрахунку.

Із оголошенням небезпеки пожежі особовий склад команди зобов'язаний з'явитися на зазначений попередньо збірний пункт. Начальник команди перевіряє явку людей і проводить бойовий розрахунок, тобто вказує

кожному бійцю його обов'язки і закріплює за ними визначене знаряддя (якщо це не було зроблено раніше), призначає постових, розбиває особовий склад на зміни. Після чого частину бійців направляють за отриманням обладнання, якого не вистачає і особового спорядження. Одночасно проводять перевірку профілактичних заходів на об'єкті і оснащення постів.

Після виконання вказаних робіт начальник команди докладає про готовність пожежної команди начальнику ЦО об'єкта.

В умовах загрози застосування щодо об'єкта ядерної зброї необхідно завчасно визначити місце укриття як для особового складу, так і для техніки.

Отже, постійна готовність відповідних формувань до гасіння пожежі, наявність достатньої кількості засобів пожежогасіння, а також дотримання вимог протипожежної безпеки забезпечують надійний і безпечний стан підприємства чи будівлі, збереження майна і життя громадян.

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища

Актуальність охорони навколишнього середовища полягає в тому, що у на даний час використовують тисячі хімічних сполук, багато з яких не розкладаються на простіші нешкідливі продукти, а накопичуються в атмосфері, воді чи ґрунті і перетворюються у ще токсичніші продукти. Велика кількість таких речовин, потрапляючи в атмосферу, включаються у процеси, що відбуваються у ній, і потім повертаються до людини, проникаючи в її організм через дихальні шляхи, шкіру й органи травлення. Деякі хімічні речовини викликають канцерогенні, мутагенні, алергенні й інші наслідки, що виявляються часом через кілька років і навіть у наступних поколіннях. Стабільні сполуки, що випали на ґрунт, проникають у ґрунтові води, входять до складу рослинності, потрапляють у продукти харчування тварин і людини.

Постійне збільшення темпів використання у сільському господарстві мінеральних добрив, хімічних, харчових добавок, хімічних засобів захисту рослин також призводить до значного забруднення навколишнього середовища.

Вивчення і вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов проживання, із охороною навколишнього середовища, у якому протікає праця людини – одна з найбільш важливих задач у розробці нових технологій і систем виробництва. Вивчення і виявлення можливих причин забруднення навколишнього середовища, виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин, дозволяють створити безпечні і сприятливі умови для праці людини [11, 12].

8.2. Забруднення довкілля машинобудівним підприємством при виготовленні ґрунтообробної техніки

Наведемо характеристику виробництва машинобудівного підприємства сільськогосподарського профілю як джерела забруднення навколишнього середовища.

Завод спеціалізується на виробництві коренезбиральної техніки, гичкозбиральних машин, ґрунтообробного знаряддя, садильних машин, запасних частин, товарів народного вжитку, нестандартного обладнання, спеціального інструменту та технологічної оснастки.

На підприємстві є такі види виробництв – забруднювачів атмосфери: ливарне, ковальське, термічне, зварювальне, механообробне, малярне, гальванічне. Наведемо коротку характеристику кожного з них, зазначивши причини забруднень навколишнього середовища.

Ливарне виробництво. Ливарний цех – це складне комплексне виробництво, що об'єднує в один технологічний ланцюг ряд різних процесів, які супроводжуються виділенням в атмосферу значної кількості шкідливих речовин. Плавка чавуну супроводжується виділенням в атмосферу оксиду вуглецю, оксиду азоту, пилу, двооксиду сірки, вуглеводнів. Значним виділенням пилу супроводжується розвантаження і складування сипучих матеріалів, виготовлення форм і стрижнів, очищення литва. Крім того, при обробці стрижнів в атмосферу потрапляє оксид вуглецю, оксиди азоту, фтористий водень, формальдегід. Вибивка оков супроводжується не тільки значним виділенням пилу, а також виділенням оксиду вуглецю, двооксиду сірки, оксидів азоту, аміаку [11, 12].

Плавка алюмінію проводиться в електропечах. Для підігріву розплавленого алюмінію перед подачею на машину під тиском, встановлена газова піч. В атмосферу виділяється пил, оксид вуглецю, оксид азоту, оксид сірки, сірководень, хлористий водень, вуглеводні.

Ковальське виробництво. Виробничий процес у ковальському виробництві складається з таких технологічних операцій:

- нагрівання у газових печах металу під ковку і гарячу штамповку;
- ковка і штамповка металу на молотах і пресах;
- очистка поковок і штамповок у дробометалевих камерах.

В атмосферу виділяються продукти згорання газу і пил.

Термічне виробництво. У термічних печах проводять нагрів деталей, термообробку в електропечах і ваннах, закалку, відпуск, відпалювання, нормалізацію, цементацію. Основними шкідливими речовинами є продукти горіння природного газу в печах, масляний аерозоль, аерозолі солей, пил при очищенні деталей [11, 12].

Зварювальне виробництво. Ведуче місце в об'ємі зварювальних робіт займає напівавтоматична зварка у середовищі вуглекислого газу (CO_2). У невеликій кількості є контактна зварка і зварка тертям. При ремонтних роботах використовується ручне дугове зварювання. Як зварювальний матеріал при напівавтоматичному зварюванні використовується дріт СВ08Г2С. У процесі зварювання виділяється тверда складова зварювального аерозолі і оксид вуглецю [17].

Висока температура зварювальних дуг сприяє інтенсивному окисленню і випаровуванню металу, флюсів, захисного газу, легуючих елементів. Окислюючись киснем повітря, нагріті до високих температур і тому легші, ніж навколишнє повітря, пари металу, компонентів електронного покриття й інших зварювальних матеріалів піднімаються над місцем зварювання і попадають у зону температур одного порядку з навколишнім повітрям, швидко конденсуються і створюють тверду фазу часточок зварювального пилу – аерозоль конденсації. В аерозолі також є невелика кількість оксидів марганцю.

Механообробне виробництво. При холодній обробці металу різанням виділяється металевий пил і стружка. Найбільшим пиловиділенням супроводжуються операції абразивної обробки – шліфування, полірування, заточування, розрізання.

Малярне виробництво. Технологічний процес малярного виробництва включає операції підготовки поверхонь, нанесення лакофарбових поверхонь і сушіння фарбованих поверхонь. Підготовку поверхонь можна виконувати як металевими (дробометалевими установками, абразивними матеріалами) так і хімічними методами (обезжирювання, травлення).

Для нанесення покриття на вироби використовують ґрунтовки ГФ-0119, алкідноакрилеві емалі АС-182, нітроцелюльозні фарби. Емалі і ґрунтовки розбавляють токсичними вуглеводневими розчинниками: сольвентом, уайт-спіритом, а при фарбуванні в електростатичному полі етилцелозольвом. При фарбуванні виробів методом пневморозпилювання, занурювання, струменевого обливання, фарбування в електростатичному полі відбувається виділенням аерозолю фарби та парів розчинників. Більше половини від загальної кількості парів розчинників виділяється при струменевому обливанні. У малярному виробництві в атмосферу потрапляє також оксид вуглецю та оксид азоту, що утворюється при сушінні виробів у сушильних камерах, що працюють на природному газі [11, 12].

Гальванічне виробництво. Виробничі операції, що забезпечують нанесення на поверхню виробів покриття, можна поділити на три групи: механічна підготовка, обробка поверхні виробів у розчинниках (травлення, обезжирення, промивання) та нанесення гальванічного покриття. Обробку деталей у розчинах виконують для видалення з їх поверхні забруднень, мастила, масел, продуктів корозії. Для цього застосовують лужні та кислотні миючі речовини. У склад таких речовин входять концентровані луги, кальцинована сода, сірчана, соляна, азотна кислоти. Процеси нанесення покриття на поверхні металевих виробів зв'язані з проходженням електрохімічних реакцій. Це електролітичне осадження цинку, нікелю, хрому. При цьому застосовують концентровані розчини кислот: сірчаної, соляної, азотної, хромової, а також їх солей. На ділянці гальванопокрить є викиди в атмосферу лугу, сірчаної, азотної, соляної, фосфатної кислот, хромового ангідриду, солей нікелю [11, 12].

8.3. Заходи зменшення забруднення довкілля машинобудівним підприємством сільськогосподарського профілю

На машинобудівному підприємстві сільськогосподарського профілю застосують різні способи очищення викидів. Це сухе інерційне очищення, мокре очищення, фільтрація.

Сухе інерційне очищення використовують для очищення викидів від незлипаючого пилу, що виділяється від заточувальних, шліфувальних верстатів, дробометальних камер і галтовочних барабанів.

Апарати мокрого очищення застосовують у фарбувальних цехах, ливарному та гальванічному виробництвах.

Каскадними гідрофільтрами обладнують камери фарбування пневморозпилюванням. Ефективність роботи гідрофільтрів: аерозолі фарби вловлюють до 90 %, пари розчинників – до 20 %. У ливарному цеху для очищення від пилу доцільно встановлювати мокрі пиловловлювачі ПВ-2К.

У гальванічному виробництві для очищення вентиляційних викидів від їдкого лугу, сірчаної кислоти, фосфатного ангідриду, оксиду цинку застосовують циклони. Ефективність таких апаратах до 60...70 % [16, 17].

Для забезпечення чистоти атмосферного повітря на виробництві необхідно при плавленні металів застосовувати електропечі, сушильні камери фарбувальних виробництв обладнувати абсорбентами поглинання парів розчинників.

Очищення повітря і води потребує затрат енергії. Виробництво електроенергії також забруднює навколишнє середовище. Тому очищення речовин в одному місці завжди зв'язана із забрудненням навколишнього середовища в іншому.

Отже, при вдосконаленні технологій очищення промислових викидів необхідно проводити роботи з видалення шкідливих речовин з навколишнього середовища, тобто впроваджувати сучасні системи очищення відходів промисловості та системи маловідходного і безвідходного виробництв [11].

ЗАГАЛЬНІ 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. Будівництва 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 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, протягають 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

дренер з пазами, у яких розміщені відкрilки-ножі, що складаються з ребра трикутної форми і плоскої передньої стінки з ґрунтовідвідними кромками.

Ножі-відкрilки кріпляться до кротувача за допомогою пальцевого з'єднання. При виконанні технологічного процесу ножі-відкрilки 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 відкрilки ховаються у середину порожнистого дренера. При такому положенні відкрilок, 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 відкрilок, 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 відкрilок 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 $d_{DM} = 50...150$ мм, для торф'яних ґрунтів $d_{DT} = 100...300$ мм. Проведено розрахунки: пальця кріплення кротувача, болтового з'єднання щік кронштейна до ножа, зварного з'єднання кронштейна зі щокою, 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 Т-150К і кротувальної машини з удосконаленим кротувачем матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат. Крім того, після проходження кротодренажної машини не потрібно проводити додаткові операції з промивання дрен, а ножі на кротувачу 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.

Аналіз стану охорони довкілля показує, що однією з основних проблем у меліоративних господарствах є проблема втрати несучої здатності ґрунтів із-за багаторазового обробітку їх різними знаряддями за допомогою потужних і важких колісних тракторів. Застосування удосконаленої кротодренажної машини, що агрегатується із сучасними енергетичними засобами, не наносить шкоди природному середовищу, а покращує водно-фізичні властивості перезвожених важких ґрунтів.

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 роботі проведено аналіз технологічності деталі; удосконалено технологічний процес її виготовлення; спроектовані спеціальні верстатні пристосування; розроблені заходи із безпеки праці та охорони навколишнього середовища відповідно до поставлених завдань.

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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. Борцов 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. Горбацевич 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. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.
24. Усов П.В. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1967. – 236 с.
25. Чернавский С.А. Проектирование технологических передач.- М.: Машиностроение, 1976. – 608 с.
26. Степанов В.Н., Киселев А.Н., Третьяков Н.Н. Основы агрономии. /Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1977. – 352 с.
27. Бакум М.В., Бобрусь І.С., Лук'яненко В.М., Трофимченко Ю.І. Меліоративні машини. – Харків: ХДТУСГ, 2001. –308 с.
28. 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.

- 29.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 «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.
- 30.Пелех І.І., Блащак Б.О., Хомик Н.І. Дренаж ґрунтів – один із способів меліорації//Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I VIII міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 27-28 листопада 2019). – Тернопіль. – ТНТУ, 2019. – С. 125.
- 31.Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Основи агрономії. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. – 300 с.
- 32.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.
- 33.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.
- 34.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.
- 35.Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. – Тернопіль, 2005. – 228 с.
- 36.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.

ДОДАТКИ