

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

(освітній рівень)

на тему: **Обґрунтування параметрів робочих органів комбінованого
грунтообробного агрегату на базі плуга ПЛН-5-35**

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

напряму підготовки (спеціальності) 133

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ольшицький В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Довбуш А.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., професор

Гевко Р.Б.

«_____» _____ 201__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ольшицькому Валерію Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)

Обґрунтування параметрів робочих органів комбінованого ґрунтообробного агрегату на базі плуга ПЛН-5-35

Керівник проекту (роботи) Гевко Роман Богданович д.т.н., професор

(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) 24.11.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Базова конструкція плуга ПЛН-5-35, ширина захвату – 1,75 м,

робоча швидкість – 9 км/год, робоче креслення деталі опора,

річна програма випуску N=60000 шт., базовий технологічний процес.

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

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки. 4. САПР с/г машин.

5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі. 6. Обґрунтування економічної ефективності. 7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. 8. Екологія.

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

1. Базова конструкція плуга ПЛН-5-35-М. Загальний вигляд. - 1А1. 2. Комбінований ґрунтообробний агрегат. Загальний вигляд. - 1А1. 3. Рама комбінованого агрегату. Складальне креслення. - 1А1. 4. Корпус плуга. Складальне креслення. - 1 А1. 5. Дослідження НДС стрілкової лапи. - 1А1. 6. Деталювання. - 2А1. 7. Кондуктор для свердління отвору Ø25. Складальне креслення - 1А1. 8. Кондуктор для свердління отвору Ø8. Складальне креслення - 1А1. 9. Наладка інструментальна - 1А1. 10. Дослідження залежності урожайності культур від способів обробки ґрунту - 1А1.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання

21.06.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Основна частина		
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування.	10.09.2019 р.	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.	20.09.2019 р.	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	05.10.2019 р.	
	Спеціальна частина		
4	САПР сільськогосподарських машин.	20.10.2019 р.	
5	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі.	05.11.2019 р.	
	Розділи:		
6	Обґрунтування економічної ефективності.	10.11.2019 р.	
7	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	20.11.2019 р.	
8	Екологія.	05.12.2019 р.	
9	Графічна частина. Специфікації.	15.12.2019 р.	

Студент

(підпис)

Ольшицький В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Гевко Р.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Анотація -----

Вступ -----

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування -----

1.1. Характеристика технології підготовки ґрунтів для вирощування
озимої пшениці -----

1.2. Опис об'єкту розробки -----

1.3. Огляд існуючих конструкцій ґрунтообробних знарядь-----

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра-----

2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки-----

2.1. Технологічні та конструктивні розрахунки -----

2.1.1. Обґрунтування параметрів робочої поверхні плуга та сили тяги-----

2.1.2. Розрахунок універсальної стрілчастої лапи-----

2.2. Енергетичні розрахунки -----

2.3. Міцнісні та перевіркові розрахунки -----

2.3.1. Розрахунок на міцність стійки плуга -----

2.3.2. Розрахунки рами комбінованого агрегату-----

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки-----

3.1. Дослідження залежності урожайності культур від способів
обробітку ґрунту -----

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4. Сапр сільськогосподарських машин-----

4.1. Завдання синтезу і аналізу САПР. Оптимальне проектування конструкцій -----	
4.2. Розробка моделі об'єкту проектування-----	
4.3. Аналіз даних за результатами проектування -----	
5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі-----	
5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі -----	
5.2. Проектування технологічного процесу виготовлення -----	
5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв -----	
6. Обґрунтування економічної ефективності -----	
6.1. Економічні і організаційні напрямки підвищення технічного рівня і показників якості сільськогосподарської техніки -----	
6.2. Розрахунок економічної ефективності використання модернізованого плуга -----	
7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях -----	
7.1. Історія розвитку охорони праці в Україні -----	
7.2. Заходи із техніки безпеки при роботі на ґрунтообробних машинах-----	
7.3. Основні заходи щодо підвищення стійкості роботи інженерно-технічного складу машинобудівних підприємств-----	
8. Екологія -----	
8.1. Загальні положення охорони навколишнього середовища-----	
8.2. Характеристика забруднень довкілля, що виникають при використанні комбінованого ґрунтообробного агрегату -----	
8.3. Шляхи по відверненню наслідків забруднення довкілля від використання композитів -----	
Загальні висновки-----	
Перелік використаної літератури-----	
Додатки-----	

АНОТАЦІЯ

Основним завданням дипломної роботи є удосконалення конструкції комбінованого агрегату, що призначений для комплексного обробітку ґрунту (оранка, культивування, вирівнювання ґрунту), на базі плуга ПЛН-5-35, шляхом розробки додаткових робочих органів та обґрунтування їх параметрів.

Для цього у дипломній роботі розглянуто ряд питань.

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. У цьому розділі проаналізовано особливості виконання операції обробки ґрунту машинами даного типу і виділено основні переваги та недоліки машин-аналогів.

2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки. У цьому розділі проведено розрахунки основних параметрів комбінованого ґрунтообробного знаряддя, тобто технологічні та конструктивні розрахунки даного агрегату. Внесено зміни у наявну конструкцію базового агрегату – плуга ПЛН—5-35 та проведено міцнісні та перевіркові розрахунки.

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки. Проведено дослідження залежності урожайності різних сільськогосподарських культур від способів обробітку ґрунту.

4. Сапр сільськогосподарських машин. Розглянуто завдання синтезу і аналізу САПР, розроблено модель об'єкту проектування, проведено обробку даних, побудовано діаграми за результатами моделювання.

5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі. Проведено аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі – опора. Спроековано технологічний процес виготовлення деталі. Розроблено спеціальні верстатні пристрої. Розроблено комплект технічної документації.

6. Обґрунтування економічної ефективності. Проаналізовано економічні і організаційні напрямки підвищення технічного рівня і показників якості

сільськогосподарської техніки, проведено розрахунок економічної ефективності використання модернізованого плуга.

7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Розглянуто заходи із техніки безпеки при роботі на ґрунтообробних машинах, запропоновано основні заходи щодо підвищення стійкості роботи інженерно-технічного складу машинобудівних підприємств.

8. Екологія. Наведено характеристику забруднень довкілля, що виникають при використанні комбінованого ґрунтообробного агрегату, запропоновано шляхи по відверненню наслідків забруднення довкілля від використання композитів запропоновано заходи із зменшення забруднення довкілля.

ВСТУП

Науково-технічний прогрес у сільськогосподарському машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток і удосконалення всього сільського господарства України. Найважливішими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва і покращення якості продукції. Вдосконалення конструкції сільськогосподарських машин має при цьому першочергове значення.

У розв'язку цих завдань приймають активну участь інженерно-технічні працівники, підготовка яких здійснюється у вищих технічних навчальних закладах. При підготовці висококваліфікованих інженерних кадрів велика увага приділяється самостійній роботі студентів – дипломному проектуванню.

Дипломне проектування є заключним етапом навчання і має надзвичайно велике значення в загальному циклі підготовки спеціалістів. При виконанні дипломної роботи студент самостійно вирішує цілу низку інженерних задач.

Основною метою дипломного проектування є перевірка знань технічних і головним чином спеціальних дисциплін, які надбані студентами.

Робота над дипломною роботою дає можливість перевірити уміння студента застосовувати отримані ним знання при виконанні конкретних виробничих завдань. Виконання їх як правило, супроводжується економічними розрахунками.

В процесі роботи над дипломною роботою студент повинен проявити свої творчі здібності, показати уміння проектувати окремі вузли та сільськогосподарські машини в цілому. Якість дипломної роботи визначається глибиною конструкторських та технологічних розробок і елементами новизни, які внесені студентом.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Характеристика технології підготовки ґрунтів для вирощування озимої пшениці

Характеристика озимої пшениці

Пшениця відноситься до однієї з найбільш стародавніх культур нашої планети. Новітні дослідження показують, що понад 6500 років тому її обробляли на території сучасного Іраку. На території сучасної України пшеницю обробляли ще в 4 тисячолітті до н.е.

У світовому землеробстві пшениця займає чільне місце серед усіх інших сільськогосподарських культур.

Озима пшениця належить до чи не найбільш цінних і високоврожайних зернових культур. Зерно є багатим білками, клейковиною та іншими цінними речовинами, тому пшениця широко використовується для продовольчих цілей, особливо в хлібопекарній і кондитерській промисловості, а також для виробництва макаронів, круп, вермішелей та інших продуктів.

Озима пшениця культивується в багатьох країнах світу, тривалість вегетації у озимої пшениці складає, з урахуванням зимового спокою, від 180 - 200 днів. Без періоду зимового спокою тривалість вегетації озимої пшениці залежно від живильного режиму і інших чинників навколишнього середовища складає 145-190 днів [26].

Перший період вегетації у озимої пшениці проходить при нижчих значеннях плюсових температурах, в зв'язку з чим потрібно більш тривалий період для формування вегетативної маси та якісних змін, що обумовлюють розвиток генеративних органів.

У життєвому циклі озимої пшениці виділяють наступні фенологічні

фази: набухання (1) і проростання насіння (1, 2), кущіння, вихід в трубку (2), колосіння (3), цвітіння (4), формування зерна (5), молочна (6), воскова (7), і повна стиглість зерна (8).

Цвітіння у озимої пшениці починається на 2-3 день після її колосіння. Починається цвітіння з нижніх квіток колосків, розташованих в середній частині колоска і розповсюджується вниз і вгору по колоску. Тривалість цвітіння одного колоса 3-5 днів, поля 6-7 днів. Найбільше число квіток розкривається на 2-3 день після початку цвітіння, поступово знижуючись до кінця. За сприятливих умов озима пшениця квітне протягом всієї доби, найінтенсивніше в ранкові (з 7 до 11) і вечірні (з 17 до 22) години.

Пшениця озима відноситься до самообпилюваних рослин, проте не виключена також можливість перехресного запилення.

Період молочної стиглості характеризується інтенсивнішим накопиченням пластичних речовин в зерні. До кінця фази молочної стиглості в ньому міститься до 90-95 % зольних речовин, 70-80% азотистих і 50-60% вуглеводів від їх максимальної кількості в зерні. Маса сухих зерен до кінця молочної стиглості збільшується майже удвічі порівнюючи з початковою. У зв'язку з цим, молочну стиглість також називають фазою наливання зерна, підкреслюючи цим її значення у формуванні урожаю зерна.

В період молочної стиглості інтенсивно відмирає вегетативна маса, і до кінця стиглості тільки верхній листок зберігає зелене забарвлення. Тривалість молочної стиглості зерна залежно від погодніх умов коливається від 10 до 12 днів.

Фаза повної стиглості зерна – це такий стан, коли можна проводити збирання врожаїв прямим комбайнуванням за хорошого вимолоту. У міру зменшення вологості зерна від 22 до 20% і нижче, плодоніжка відмирає, зерно втрачає зв'язок з материнською рослиною. Надалі волога затрачається зерном без помітної зміни маси сухої речовини. В деяких окремих випадках може знизитись маса зерен у результаті окремих фізіологічних процесів, що

викликаються підвищеною вологістю після тривалих опадів. Це явище деколи можна зустріти у вологих районах [25].

Аналізуючи літературні дані про біологічні особливості культури, ми приходимо до висновку, що для задоволення всіх потреб озимої пшениці, необхідним є строге дотримання всіх чинників, які впливають на зростання, розвиток, зимування і формування високоякісних зерен.

Роль попередників і способів обробки ґрунту

В умовах посушливого південного клімату сходу України, дефіциту продуктивної вологи, а також браку доступних елементів N,P,K на еродованих чорноземах, роль попередників пшениці виходить на одне з чільних місць в особливостях агротехніки вирощування культури.

Вирішальною умовою для отримання високих урожаїв озимої пшениці є її посів після кращих попередників, з урахуванням біологічних особливостей сортів. У зв'язку з тим, що вміст вологи в ґрунті є лімітованим, не завжди є можливість отримувати після непарових попередників дружні і своєчасні сходи, що значно знижує урожай пшениці. Отже, значення попередників у степовій зоні оцінюється, перш за все, кількістю вологи, яку вона залишає в ґрунті після себе і зможе втримати та зберегти, а іноді накопичити до посіву озимої пшениці. Найбільша кількість вологи, до часу сівби, спостерігається по парах, чорному і зайнятому, а також після зернобобових культур. Соняшник і кукурудза на зерно висушують ґрунт на глибину майже метр.

Дуже актуальним стає питання наявності продуктивної вологи в ґрунті на період висіву культури (серпень-вересень), коли згідно з даними метеорологічних служб випадає мінімальна кількість річних опадів.

Чорні пари в засушливих умовах забезпечують гарантовані врожаї, і їх слід використовувати, в основному, під насіннєві ділянки і вирощування сильних сортів озимої пшениці.

З непарових попередників пшениці, кращим є горох. Цінність його обумовлюється скороспілістю цієї культури, достатньо великими залишковими запасами в ґрунті і накопичуванням легкозасвоюваних форм поживних речовин.

Дуже поширеним непаровим попередником пшениці озимої є кукурудза на силос. Ефективність її значно підвищується при хорошому догляді і своєчасному прибиранні.

До недавнього часу серед непарових попередників чільне місце відводилося також зерновим культурам, особливо озимій пшениці. Це було пов'язано з тим, що зернові порівняно рано звільнюють поле, і є можливість своєчасної підготовки ґрунту.

По чорному і зайнятим парам слід розміщувати, в першу чергу сорти, які є вимогливішими до попередників. Кращим попередником для вирощення зерна хорошої якості, є чорна і зайнята пара, а також багаторічні трави. Реакція сортів на попередники обумовлена мірою удобреності поля. Реалізація переваг чорного і зайнятої парів можлива лише за хорошої заправки їх органічними та мінеральними добривами. Неудобрена чорна пара забезпечує урожай на рівні удобреного непарового попередника [25].

Найбільш сприятливими умовами для озимої пшениці, що відповідають її біологічним особливостям, що складаються тут в чорному парі, де за правильного обробітку ґрунту накопичується у верхніх і глибинних шарах, достатня кількість вологи і живильних речовин, особливо рухомих форм азоту, очищується ґрунт від бур'янів, забезпечується вихід своєчасних сильних сходів навіть при великій засусі.

Після зайнятої пари і непарових попередників якнайповніше відповідають вимогам інтенсифікації землеробства і біологічними властивостями озимої пшениці – малораціональні технології обробки на глибину від 8 до 12 см.

Аналізуючи отримані дослідні дані науковці українських державних

сільськогосподарських дослідних станцій, а також узагальнюючи передовий досвід вирощування цієї культури в Україні, ми можемо зробити висновки, що найкращим попередником для даної культури є чорна або зайнята пара, а також еспарцет. Ці культури забезпечують самий кращий водяний і живильний режими, сприяють зменшенню кількості шкідників і хвороб на посівах пшениці, тобто забезпечується максимальний вихід високоякісного зерна та соломи з 1 га.

Досить важливе значення має вибір способу обробки, вид застосовуваних знарядь, які роблять вирішальний вплив на водно-фізичні властивості ґрунту і своєчасність появи сходів.

Лущення – є обов'язковим прийомом, що застосовується в системі обробки під зернові культури, зазвичай після усіх попередників. Цим пояснюється покращення якості основного обробітку, можливість ширшого діапазону при виборі строків та способів його проведення.

При вирощуванні озимої пшениці після кукурудзи на зелений корм та гороху доцільною є обробка дисковими знаряддями на глибину понад 8-10см, яка сприяє затримці і збереженню вологи, оптимізації умов для отримання сходів і достатньо нормального розвитку рослин перед відходом в зиму.

Після парозаймаючих культур (колосові озимі, трави однорічні на зелений корм і сіно) також проводиться подібна обробка на 8 - 10 см, а після вирощування багаторічних трав на 10 - 12 см, важкими дисковими боронами, з подальшим обробітком комбінованими агрегатами з кільчастими боронами та катками [25].

Як видно з літературних джерел, агротехнічні заходи також достатньо впливають на врожайність пшениці, проте провідна роль у величині урожаю та його якості належить як способам обробки ґрунту, так і сорту, який культивується, попереднику, системі внесення добрив.

В умовах східної частини України в роки з засушливим літньо-осіннім періодом ефективнішим є поверхневий обробіток ґрунту дисковими або

корпусними лушпильниками без відвалів, разом з одночасним боронуванням і накоченням.

Не слід допускати великого розриву між збиранням попередника і обробітком, оскільки ґрунт за цей час може дуже висушитися.

Після колосових попередників, важливим є якомога раніше, зорати поле. При ранній оранці з одночасним боронуванням, краще зберігається вологість в ґрунті, немає глибистості, як при пізнішій оранці.

Озимі культури не потребують глибокого основного обробітку. Кращим його способом буде той, який забезпечує в конкретних умовах, нагромадження і збереження вологи в ґрунті, особливо у верхньому посівному шарі, а також створює дрібнокомкову структуру, знищує шкідливу рослинність.

При поверхневому або дрібному плоскорізнному обробітку, обов'язковими агротехнічними заходами є щільування на глибину 40 - 50 см, що проводиться до посівів озимої пшениці.

При підготовці такого попередника озимої пшениці, як пар необхідно є якісна оранка із знищенням плугової підшви.

Значення обробки ґрунту під пар як попередника озимої пшениці

Забезпечення стрімких темпів сільськогосподарського виробництва базується на послідовній його інтенсифікації, високоефективному використанні землі, зміцнення матеріально-технічної бази, прискореному впровадженню досягнень науки і передового досвіду.

Обробіток ґрунту є важливою ланкою в системі агротехнічних заходів при виробництві продуктів рослинництва. Механічна вплив робочих органів машин та знарядь на ґрунт призводить до деякої мобілізації органічних речовин, поліпшення фізичних властивостей ґрунту. Зміна структури орного шару викликане механічною дією, забезпечує найбільш сприятливі умови для

проходження біологічних, фізико-хімічних та фізичних процесів, які відбуваються у ґрунті, а вміст в ній вологи і кисню позитивно впливає на реакцію ґрунтового розчину, тим самим підсилюючи активність мікрофлори.

Незамінною є механічна обробка ґрунту для знищення бур'янів, шкідників, в боротьбі із захворюваннями культурних рослин, при закладенні добрив і рослинних залишків.

Основою наукового підходу до сільського господарювання є така система землеробства, яку можна розглядати як таку, що складається з восьми підсистем, що є складним динамічним комплексом заходів або розділів. Проведення прийомів механічної обробки ґрунту в певній послідовності забезпечує якнайкращий ефект їх своєчасного знищення.

Велике значення обробітку ґрунту криється в закладенні рослинних рештків і добрив на певну глибину, що дозволяє створювати однорідний по родючості орний шар, сприятливий для розвитку кореневої системи рослин.

Механічний обробіток ґрунту буде раціональним, якщо при його здійсненні можна обійтися малою кількістю машин та знарядь і звести до мінімуму, виникаючі при цьому несприятливі явища.

Правильне використання прийомів обробітку ґрунту з урахуванням природних особливостей слугує важливим засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Обробіток ґрунтів вимагає достатньо великих матеріальних витрат, тому вдосконалення прийомів і систем обробітку ґрунту стосовно зональних особливостей і окремих культур є одним із особливо важливих завдань, що постають перед господарниками.

Прийоми обробітку ґрунту змінюються в залежності від різновиду ґрунтів, клімату, рельєфу місцевості, особливостей вирощуваних культур, системи удобрення, наявності шкідників і хвороб, характеру засміченості полів і багатьох інших конкретних умов.

Унаслідок неоднакової вимогливості сільськогосподарських культур до

будови та складу ґрунту обробку диференціюють в залежності від виду оброблюваних культур. При виборі прийомів обробітку ґрунту особливо небезпечним є шаблонний підхід до цієї проблеми [26].

Завдання і види обробки ґрунту

Основними завданнями обробітку ґрунту є „зміна будови та структури орного шару ґрунту, її структурних якостей з метою регулювання чинників життя рослин, збільшення водоакумуючих властивостей ґрунту; посилення кругообігу живильних речовин шляхом витягання їх з глибших горизонтів ґрунту і дії на мікробіологічні процеси; знищення смітних рослин, деяких збудників і шкідників сільськогосподарських культур; закладення в ґрунт рослинних залишків і добрив; попередження ерозії і пов'язаних з нею втрат води і живильних речовин рослин; закладення багаторічної рослинності при обробці цілинних і покладів земель; створення умов для закладення насіння культурних рослин на оптимальну глибину”.

Для оранки, боронування, культивації, луцення, коткування та інших процесів ґрунтообробні знаряддя і машини забезпечуються відповідними робочими органами. Цими органами можна виконувати оборот, спущування, перемішування, вирівнювання, ущільнення ґрунту, підрізування бур'янів. А також створення гребенів, гряд чи нарізування борозен.

Обертання ґрунту - зміна взаємного розташування верхніх і нижніх шарів по вертикалі. Повний оберт пласта застосовують при освоєнні болотистих ділянок, що задерніли. Оборот пласта на кут до 135° називають взметом пласта. Проміжне положення займає культурна оранка, за якої верхня частина шару, що задернів, скидається на дно борозни. При ярусному обробітку ґрунту верхній шар (перший) укладається обернутим на своє місце, а другий і третій міняються місцями.

Розпушування – зміна відстані між ґрунтовими грудочками, внаслідок чого поліпшується біологічна активність, водо- і повітропроникність ґрунту.

Степінь спущування оцінюють відношенням товщини розпушеного шару до його первинної товщини.

Перемішування – зміна взаємного розташування часток ґрунту, добрив та мікроелементів. При цьому ґрунт стає одноріднішим по родючості.

Ущільнення - процес, зворотний спущуванню. В процесі ущільнення збільшується капілярна пористість і зменшується загальна пористість ґрунту.

Вирівнювання поверхні поля - усунення нерівностей з метою забезпечення рівномірної глибини закладування насіння, поліпшення умов роботи машин і розподілу води при поливах.

Необхідність обертання ґрунту викликана цілим рядом причин. Від посіву до збирання врожаїв відповідної культури під дією ряду чинників спостерігається деяка диференціація орного шару по родючості і фізико-механічним властивостям: верхня частина його, в порівнянні з нижньою стає більш розпорошеною та ущільненою. При обертанні поліпшуються властивості скинутої на дно борозни верхньої частини орного шару. Обертання є необхідним для закладення поживних залишків, гною, дернини і інших добрив, а також насіння смітних рослин, збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур, що обсипалися.

Розпушування ґрунту суттєво покращує водо- і повітропроникність, підсилює біологічну діяльність і наповнення доступних для рослин живильних елементів через розкладання органічних речовин. Воно є необхідним для знищення в ґрунті твердої кірки, яка стримує зростання рослин, підсилює втрату води, що утворюється на поверхні. Розпушування сприяє глибшому проникненню вологи до кореневої системи рослин. При глибокому розпушенні коріння заглиблюється не стільки в розпушені шари, але і йдуть в материнську породу, що особливо є помітним в посушливих районах.

Для різних сільськогосподарських рослин, а також природно-кліматичних зон існують оптимальні ступені рихлості ґрунту. У посушливих чорноземних районах необхідно підтримувати дрібногрудкову будову орного

шару, яка обумовлює щільнішу його будову.

Перемішування ґрунту забезпечує однорідний розподіл в орному шарі або окремих його частинах продуктів розкладання рослинних залишків, сидератів, гною, компостів і добрив. Воно також сприяє кращому використанню важкодоступних живильних речовин, наявних у ґрунті, завдяки більш рівномірному розподілові мікроорганізмів по всьому орному шарі. Але перемішування може дати негативні результати, якщо потрібно закласти насіння або проростаючі відрізки коріння смітних рослин, а також у випадку, коли внесення добрив має локальний характер.

Ущільнення ґрунту призводить до руйнування груд, збільшення капілярної і зменшення некапілярної та загальної шпаруватості. Коріння рослин при цьому повніше використовує вологу і живильні речовини з ґрунту, оскільки тісніше стикаються з нею. У засушливих умовах ущільнення ґрунту зменшує провітрювання і випаровування вологи.

Регулюючи ступінь ущільнення можна значно ослабити дифузне випаровування вологи за рахунок зниження кількості (об'єму) крупних некапілярних порів.

Ущільнення чинить позитивний вплив на температуру орного шару. Ґрунт після ущільнення прогрівається дещо швидше. Підвищення температури ґрунту від проведеного коткування є особливо важливим для північного заходу області, де брак тепла навесні затримує проростання насіння і розвиток сходів рослин.

Вирівнювання створює дещо кращі умови для посіву і догляду за рослинами. На неvirівняному полі насіння при висіванні закладається на різну глибину, унаслідок чого сходи з'являються не дружно і бувають прорідженими.

Після вирівнювання ґрунту знижується взаємодія орного шару ґрунту з атмосферою. З гребенястої, хвилястої або грудкової поверхні ґрунту волога випаровується більше, ніж з вирівняної.

Однак у степових районах вирівнювання ґрунту дає позитивні результати із збереження вологи і створення умов для збільшення мінеральних елементів живлення [27].

Агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту

Для отримання високих урожаїв і покращення структури ґрунту, є необхідним виконувати наступні агротехнічні вимоги:

- відхилення середньої глибини обробітку від заданої не більше 1-2 см; глибина обробітку між проходами, складає не більше половини середнього заданого значення;
- ґрунт перевернений, розкришений на дрібні грудки і укладений без порожнеч; поверхня зораного поля не змінює глибоких роз'ємних борозен і високих гребенів, а також розривів між суміжними проходами плуга;
- висота гребеня не більша 3-5 см; смітні рослини, поживні залишки і внесені добрива повністю заорані;
- приховані і відкриті огріхи і клини, що не заорали, не допускаються.

Для ґрунтів нормального зволоження при ширині поля більше 300 м за звичай рекомендується щорічно чергувати напрямки оранки; на схилах орють, як правило, тільки в поперечному напрямку, на перезволожених полях уздовж схилу.

Для орних агрегатів застосовують, як правило, гонові способи руху: петлеві і безпетлеві. В окремих випадках застосовують і кругові способи руху з поворотами на рогах із закритою петлею.

При суцільному культивуванні ґрунт слід обробляти рівномірно на глибину 6-16 см, з утворенням дрібнокомкуватої розпушеної поверхні. Суцільну культивацію проводять із застосуванням розпушувальних стрільчастих лап. Відхилення середньої глибини обробітку від заданої глибини

не повинне перевищувати + 1 см.

Агротехнічно допустимі швидкості руху культиваторів при обробці ґрунту розпушуючими поливними лапами за звичай 5-11 км/год; а швидкість штангових культиваторів 5-8 км/год. Висота гребенів і глибина борозен розпушеного поля не більша 4 см. Поверхню обробленого поля після проходу культиваторів необхідно вирівняти легкими посівними борінками або середніми зубовими боролами. Суцільну культивацію виконують упоперек або під кутом до напрямку оранки, а повторні обробки - упоперек напрямку попередніх культивацій. Після культивації основної ділянки поля обробляють поворотні смуги в поперечному напрямку, не залишаючи огріхів і необроблених клинів. Спосіб руху човниковий.

Боронування і коткування ґрунту. Борони повинні рівномірно розпушувати поверхню ґрунту на глибину 5-8 см і руйнувати глиби. Розміри грудок після проходу борін не повинні перевищувати 5 см при нормальній вологості ґрунту. Висота гребенів після проходу борін допускається до 3 см.

Не можна надмірно ущільнювати перезволожений ґрунт катками і розпилювати грудки на пересохших ґрунтах. Під час коткування катками на поверхні поля повинен утворитися розпушений мульчований шар.

На ґрунтах нормальної вологості розмір грудок після коткування не повинен перевищувати 2-3 см; огріхи, пропуски і нерівності ґрунту не допускаються.

Способи руху: човниковий, діагонально-кутовий (при однослідному боронуванні) і діагонально-перехресний (при двохладному боронуванні) в окремих випадках можна застосувати круговий рух.

1.2. Опис об'єкту розробки

Проектований комбінований ґрунтообробний агрегат на базі плуга ПЛН-

5-35 (рис.1.1) призначений для комплексного обробітку ґрунту, тобто після проходу знаряддя, ґрунт буде повністю підготовлений до посіву.

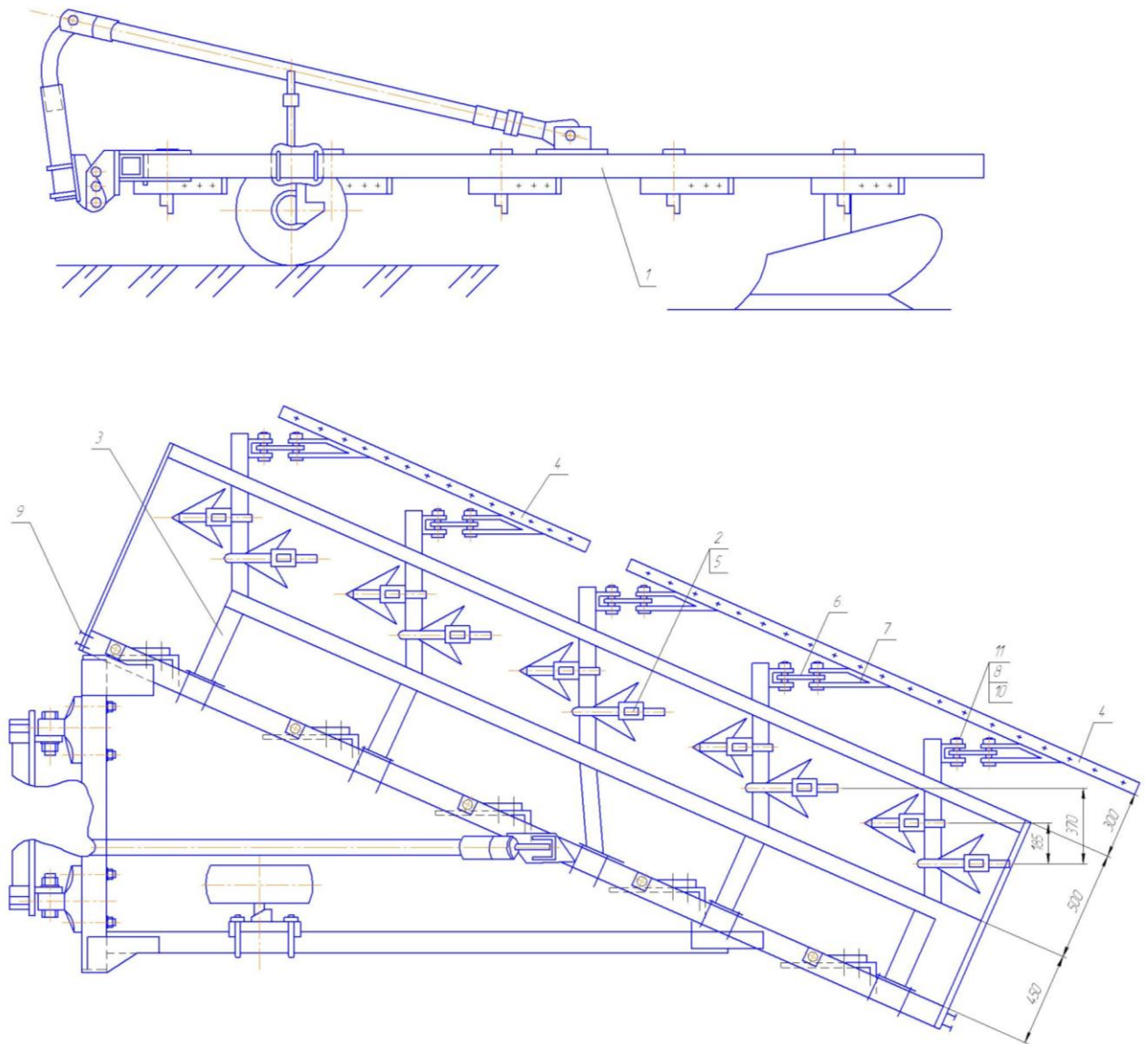
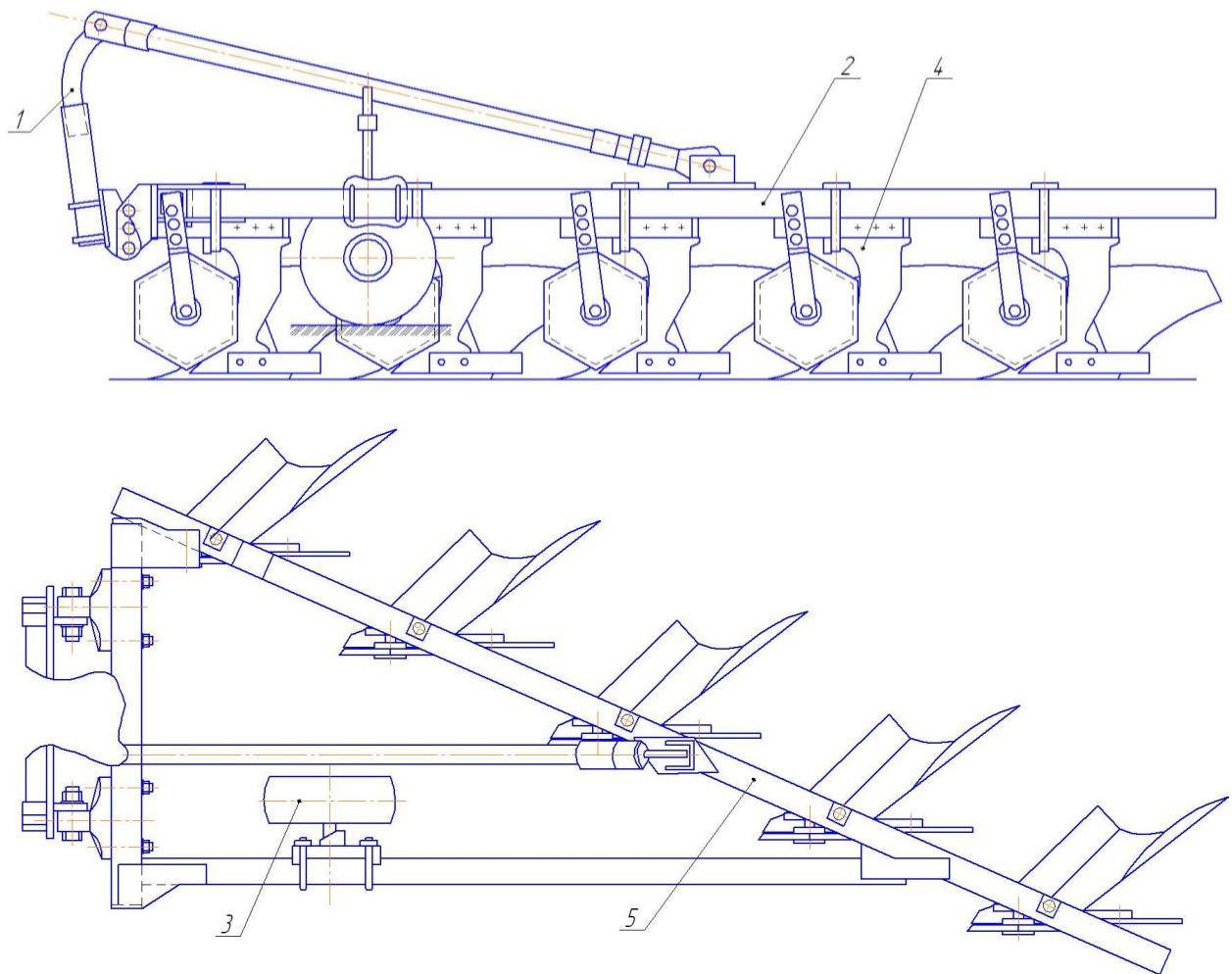


Рисунок 1.1 – Комбінований ґрунтообробний агрегат

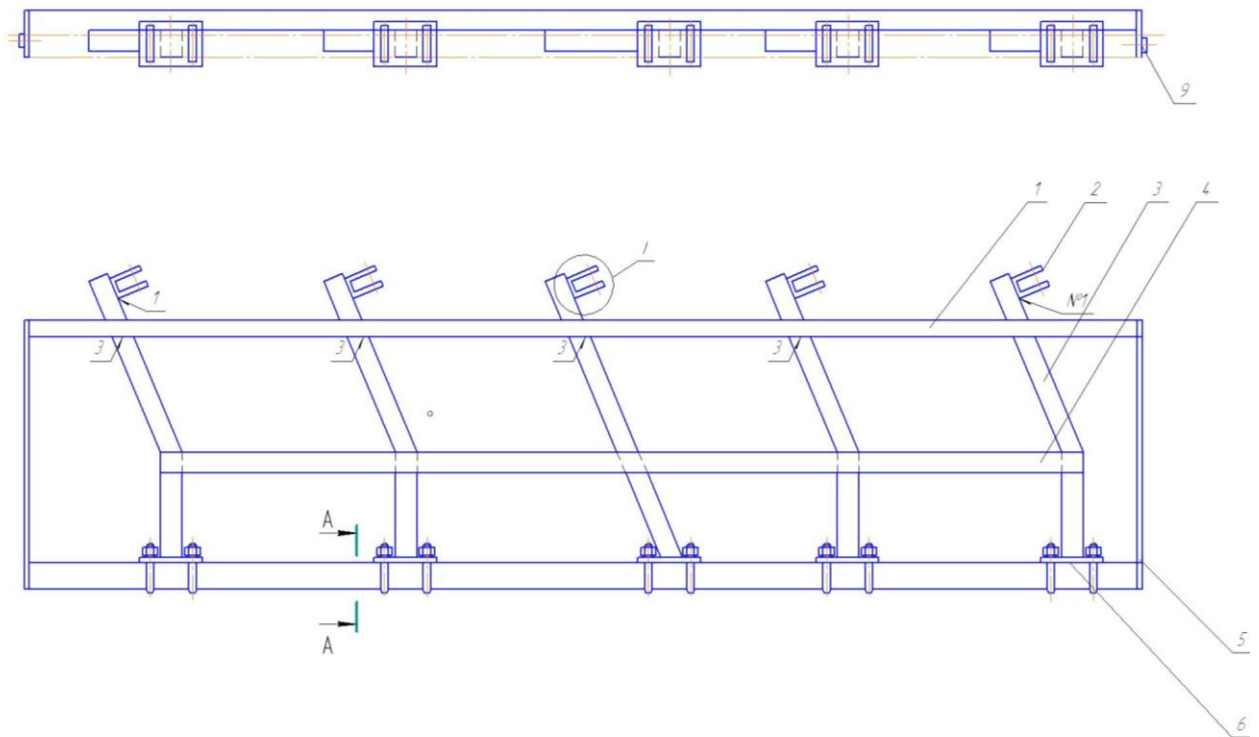
Пропонований комбінований агрегат складається з рами (1) з плуговими корпусами на базі плуга ПЛН-5-35, культиваторних робочих органів (2), борони-гребінки(4), яка встановлюється під кутом до напрямку руху.



1 – підвіска, 2 – основна балка, 3 – опорне колесо, 4 – корпус плуга,
5 – виносна балка

Рисунок 1.2 – Базова конструкція плуга ПЛН-5-35

Культиваторні робочі органи закріплюються на рамі (рис.1.3) при допомозі хомутів і кронштейнів, які сполучені між собою планками жорсткості. Таке кріплення дозволяє проводити регулювання культиваторних робочих органів у горизонтальній і вертикальній площинах.



1 – балка, 2 – вилка, 3 – балка-кронштейн, 4 – балка повздовжня,
5 – поперечина, 6 – планка

Рисунок 1.3 – Рама плуга ПЛН-5-35

При русі знаряддя, плугові корпуси перевертають ґрунтовий пласт, а культиваторні робочі органи розпушують його. Подальша обробка ґрунтового шару, а також вирівнювання поверхні поля проводиться бороною-гребінкою.

Після проходу знаряддя ґрунт є повністю підготовленим до посіву.

Завдяки використанню запропонованого знаряддя продуктивність праці підвищиться на 15-20%.

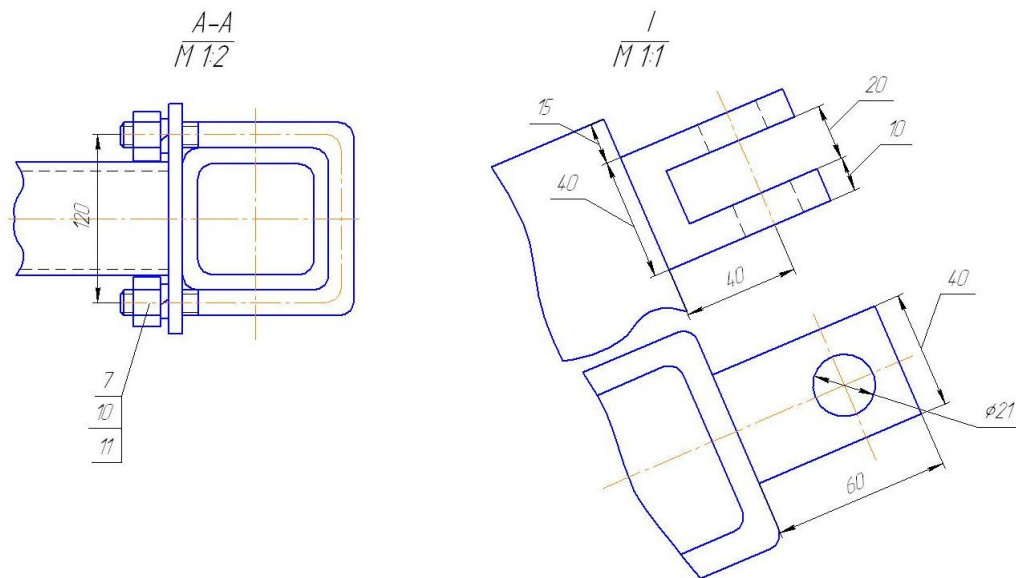


Рисунок 1.4 – Кріплення культиваторних робочих органів

Технічна характеристика комбінованого ґрунтообробного знаряддя на базі „плуга ПЛН-5-35:

1. Продуктивність, га/год – 1,7.
2. Робоча швидкість, км/год – 7...9.
3. Число плужних корпусів, шт – 5.
4. Робоча ширина захвату, м – 1,75.
5. Межі регулювання глибини оранки, м – 0,20...0,30.
6. Агрегатується з тракторами – Т-150, Т-150К.
7. Маса плуга, кН – 8,3.
8. Габаритні розміри, м:
 - ширина – 2,5,
 - висота – 1,2,
 - довжина – 4,3”.

1.3. Огляд існуючих конструкцій ґрунтообробних знарядь

Всі пристосування для додаткового обробітку ґрунту при оранці поділяють на дві основні групи: пристосування для поверхневого обробітку пласта до його обороту і для додаткової обробки пласта після його обертання. Їх можна використовувати як разом так і роздільно. При обробці пласта до обороту застосовують дискові і ножові борони для розрізання дернини, пальцеві борони, що обертаються, для згрібання поживних залишків в попередню борозну або катки для придавлювання високостоячих рослин і стерні.

Комбіновані агрегати АКП-2,5 та АКП-5 використовують для пошарового основного обробітку ґрунту без обертання пласта під сівбу зернових, пожнивних та деяких просапних культур [10].

Агрегат АКП-5 складається з передньої начіпної частини і приєднаної до неї причіпної задньої частини. На рамі передньої секції розміщено чотири дискові робочі секції (рис. 1.5), шестеро плоскорізальних лап 2, два опорних пневматичних колеса 4 і 7, начіпний пристрій 9, два гідроциліндри і маслопроводи.

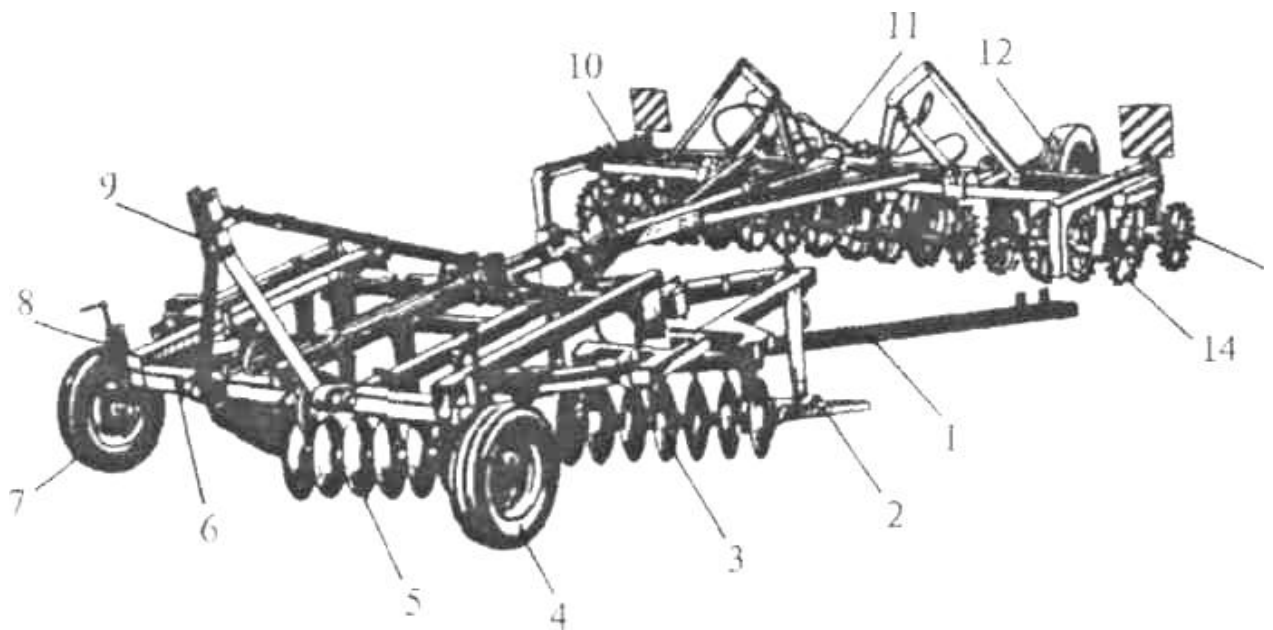
Рама складається з основної центральної рами і двох шарнірно приєднаних бокових рам.

Кожна дискова секція має 7 дисків діаметром 450 мм. Диски усі розміщені з кроком 185 мм.

„Задня секція складається з трисекційної рами 10, 8-и робочих секцій із двох рядів кільчасто-шпорових котків діаметром 520 мм, двох опорних пневматичних коліс 12, причіпного пристрою. До знижувачів рами і передньої частини причіпного пристрою приєднаний вирівнювач. Гідросистема агрегату забезпечує переведення бокових секцій у транспортне положення. Дискові батареї можуть бути зі сферичними або голчастими дисками.

Під час руху агрегату дискові батареї 3 і 5 розпушують ґрунт на глибину до 8 см, а плоскорізальні лапи 2 підрізують і розпушують його до 14 см, вирівнювач 1 вирівнює поверхню поля, а котки кільчасто-шпорові подрібнюють грудки й ущільнюють ґрунт.

Робоча ширина захвату агрегату -5 м. Робоча швидкість - 7-10 км/год. Продуктивність - до 3,5-5,0 га/год. Агрегують з тракторами класу 5”.

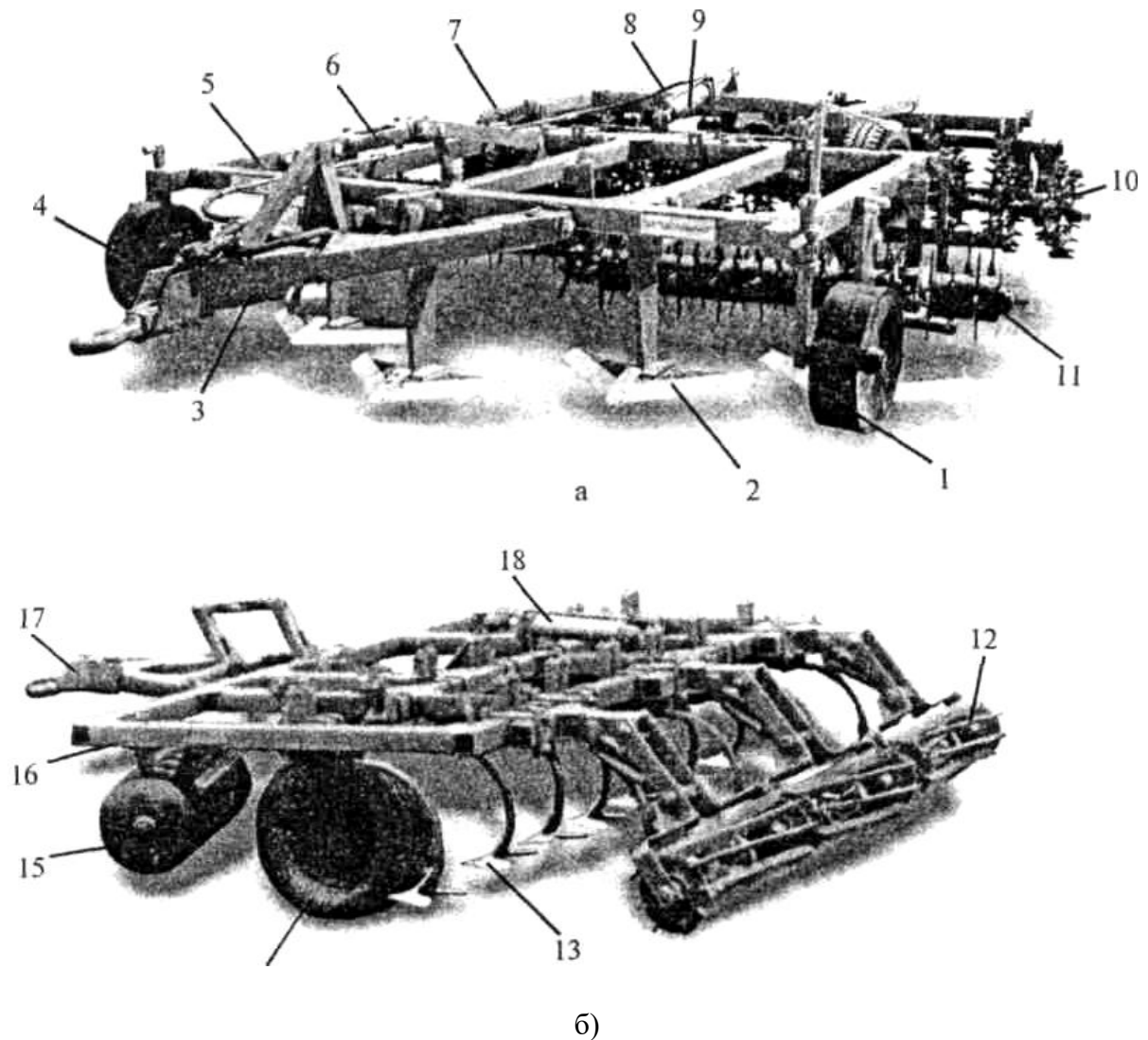


1 - вирівнювач; 2 - плоскорізальна лапа; 3 і 5 - секції дискових батарей;
4 і 7 - передні опорні пневматичні колеса; 6 - рама; 8 - гвинтовий механізм
колеса; 9 - начіпний пристрій; 10 - задня рама; 11 - маслопроводи;
12 – заднє колесо; 13 і 14 - кільчасто-шпорові котки.

Рисунок 1.5 – Комбінований ґрунтообробний агрегат АКП-5

Агрегат ґрунтообробний АГ-4 призначений для безполицевого

основного пошарового обробітку ґрунту з одночасним інтенсивним перемішуванням його з рослинними рештками і добривами під сівбу зернових культур і повторних посівів [10].



1 і 4 – опорні металеві колеса; 2 – плоскорізальна лапа; 3 – причіпний пристрій; 5 – рама основна; 6 – гвинтовий механізм; 7 – опорне пневматичне колесо; 8 – маслопровід; 9 – гідроциліндр; 10 – кільчасто-шпоровий коток;
 11 – ротаційна борона; 12 – секція котка; 13 – стрілочаста лапа;
 14 – пневматичне колесо; 15 – дискова секція; 16 – рама; 17 – причіпний пристрій; 18 – гідроциліндр

Рисунок 1.6 – Агрегат ґрунтообробний АГ-4 і культиватор ККП-3,7

Агрегат АГ-4 напівначіпний складається з основної рами 5 (рис. 1.6, а), двох передніх опорних металевих 1 і 4 та двох задніх 7 пневматичних коліс, п'яти плоскорізальних лап 2, батарей кільчасто-шпорових котків, двох секцій ротаційних борін 11 з ножеподібними зубами, причіпного пристрою 3, гвинтового механізму 6, гідроциліндра 9 і маслопроводів 8.

Плоскорізальні лапи підрізують шар ґрунту на глибину до 16 см, ротаційні борони зубами інтенсивно розпушують, подрібнюють і перемішують ґрунт, рослинні рештки, а кільчасто-шпорові котки ущільнюють поверхневий шар, подрібнюють грудки. За один прохід агрегат виконує три операції. Ширина захвату - 4 м. Робоча швидкість - 5-9 км/год. Продуктивність - 2,0-3,6 га/год. Агрегують з тракторами класу 3.

Культиватор комбінований ККП-3,7 напівпричіпний, призначений для основного обробітку ґрунту після збирання зернових, високостеблових просапних культур і передпосівного обробітку ґрунту з питомим опором до 0,09 МПа.

Агрегують його з тракторами Т-150, Т-150К, ХТЗ-161, ХТЗ-17021.

Культиватор складається з трьох дискових секцій 15 (рис. 1.6, б), рами 16, двох рядів стрілочастих плоскорізальних лап 13, трьох секцій пруткових котків 12 з підвісними рамками, опорних пневматичних коліс 14, причіпного пристрою 17, гідроциліндра 18 і маслопроводів.

Культиватор дисковими секціями розпушує верхній шар ґрунту, стрілочастими лапами підрізує кореневища бур'янів, розпушує нижній шар і котками подрібнює грудки та прикочує поверхню поля.

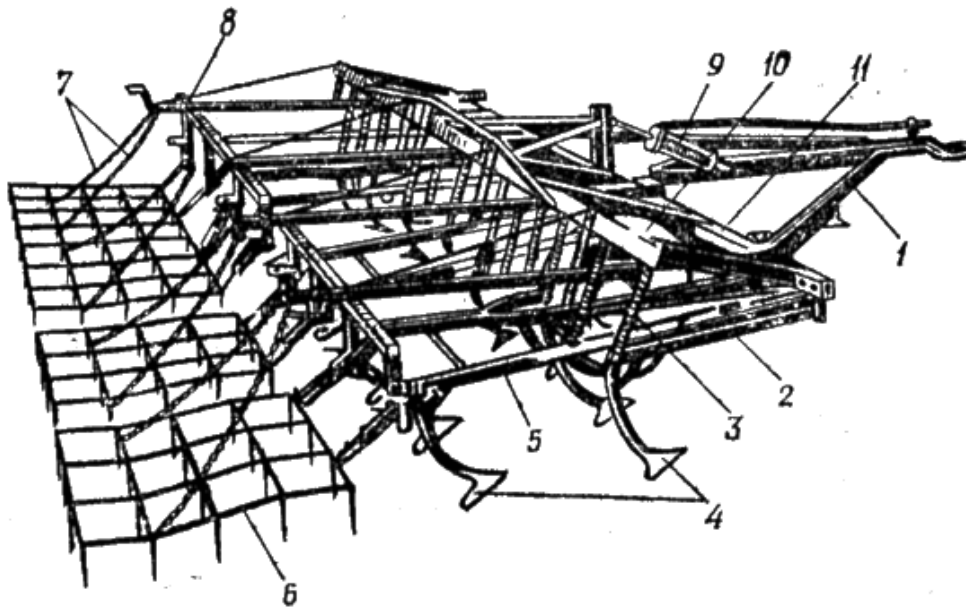
Підпружинені стояки стрілочастих лап забезпечують їх коливання у ґрунті, що підвищує ступінь розпушення і самоочищення від рослинних решток та бур'янів.

Глибина обробітку - до 16 см. Ширина захвату - 3,7 м. Робоча швидкість

- 6-10 км/год. Продуктивність - 2,3-3,7 га/год.

Гідрофікований культиватор КПС-4 (рис. 1.7) призначений для передпосівного обробітку ґрунту та догляду за парами з одноразовим боронуванням. Випускається в причіпному й начіпному варіантах.

Причіпний культиватор складається з рами 11, двох ходових коліс 10 з гвинтовими механізмами, сніці 1, гряділів переднього і заднього рядів, до яких приєднані робочі органи 4, гідроциліндра 9 та пристрою для начіплювання борін 8.



- 1 – сніця; 2 – короткий гряділь; 3 – штанга з пружиною;
4 – стрілочасті лапи; 5 – довгий гряділь; 6 – борони; 7 – ланцюги;
8 – пристрій для начіплювання борін; 9 – гідроциліндр; 10 – колесо;
11 – рама

Рисунок 1.7 – Гідрофікований культиватор КПС-4

Культиватор комплектується стрілочастими універсальними лапами з

шириною захвату 270 мм (8 шт.) і 330 мм (16 шт.) та пружинними зубами з шириною захвату 50 мм (16 шт.) або розпушувальними лапами на жорстких стояках.

До комплекту входять шість довгих, два обвідних, три коротких та п'ять однобічних гряділів. Для обробітку мало забур'янених полів на гряділі переднього ряду встановлюють стрілчасті лапи захватом 270 мм, а на гряділі заднього — захватом 330 мм. Для обробітку дуже забур'янених полів застосовують тільки стрілчасті лапи з шириною захвату 330 мм.

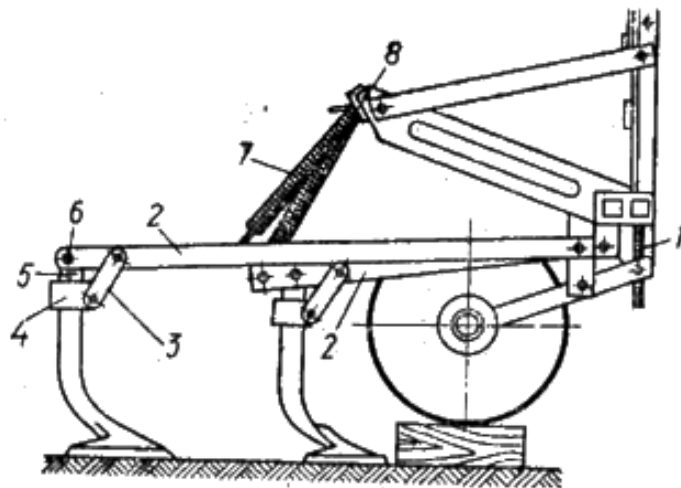
Для вичісування коренів паросткових бур'янів ставлять на гряділі переднього ряду одинарні тримачі пружинних стояків, а на гряділі заднього — здвоєні й закріплюють на них розпушувальні лапи.

Пристрій для начіплювання борін складається з чотирьох штанг, з'єднаних попарно поперечними брусами. До брусів через кронштейни приєднано по чотири повідці, довжину яких можна регулювати. Борони приєднують до повідців та ланцюгів 7.

Робочі органи на задану глибину обробітку встановлюють на рівному майданчику (рис. 1.8).

Шток гідроциліндру переводять у крайнє положення. Відстань між точками приєднання гідроциліндра має становити 715 мм. Колеса культиватора встановлюють на підставки товщиною на 2-3 см менше заданої глибини обробітку. Під причіпний пристрій також ставлять підставку з таким розрахунком, щоб точка приєднання його до трактора знаходилась на висоті 350 мм плюс глибина обробітку, зменшена на величину вгрузання коліс (при агрегуванні з трактором). При агрегуванні з зчіпкою ця висота повинна дорівнювати 550 мм плюс глибина обробітку, зменшена на величину вгрузання коліс зчіпки. Потім регулятором глибини 1 колеса культиватора приводять в таке положення, щоб головки штанг 8 довгих гряділів торкались вкладишів, а подошви лап лежали на поверхні майданчику. Головки штанг коротких гряділів ставлять в таке ж положення, користуючись

регулювальними отворами на штанзі.



1 – регулятор глибини; 2 – гряділь; 3 – планк; 4 – кронштейн; 5 і 6 – гвинти;
7 – пружина; 8 – штанга

Рисунок 1.8 – Схема робочого положення лап культиватора КПС-4

Положення лапи змінюють переміщенням стояка в пазах планок 3 з рифами і фіксують установочним гвинтом 5. При роботі на легких ґрунтах лапи встановлюють так, щоб вони прилягали всією різальною кромкою до поверхні майданчика. Для роботи на важких ґрунтах лапи повинні бути похилені носками вперед на 2-3°.

Начіпна модифікація культиватора КПС-4 відрізняється від причіпної тим, що на ній є замок автозчеплювання. Сниця з гідрофікованим механізмом підйому відсутня.

Культиватор КПС-4 агрегатується з тракторами МТЗ-80/82, а два чи три культиватори – з гусеничними або колісними тракторами класу тяги 3 тс. Ширина захвату культиватора 4 м, максимальна глибина обробітку 5-12 см.

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Сільське господарство є однією із важливих галузей усього народногосподарського комплексу нашої країни. Створення прогресивної конкурентноздатної сільськогосподарської техніки входить до пріоритетних напрямків агропромислової політики, оскільки розвиток с/г машинобудування сприяє оснащенню господарств високопродуктивною технікою.

Ґрунт після основного обробітку плугами піддається системі додаткового обробітку, який проводиться культиваторами, боронами і іншими сільськогосподарськими машинами і знаряддями.

Можливість і доцільність поєднання технологічних операцій визначається застосовуваними системами землеробства і обробки ґрунту, засміченістю полів бур'янами і видовим складом, метеорологічними умовами, параметрами енергетичних засобів, агрономічними, техніко-економічними і іншими чинниками.

Комбіновані машини, по порівнянню з одноопераційними, складніші і дорожчі, а їх технічна і технологічна надійність може опинитися нижчою, особливо в несприятливих умовах роботи. Добре поєднуються схожі по характеру операції, такі, як культивація і боронування.

З огляду на це, основним завданням дипломної роботи буде обґрунтування параметрів робочих органів з розробкою конструкції комбінованого агрегату на базі плуга ПЛН-5-35, що призначений для комплексного обробітку ґрунту (оранка, культивування, вирівнювання ґрунту), тобто після проходження знаряддя, ґрунт повністю підготовлений до посіву.

Для цього у дипломній роботі магістра необхідно розглянути ряд питань.

Перш за все необхідно проаналізувати особливості виконання операції обробки ґрунту машинами даного типу і виділити основні переваги та недоліки машин-аналогів.

Наступним питанням будуть розрахунки основних параметрів

комбінованого ґрунтообробного знаряддя, тобто технологічні та конструктивні розрахунки даного агрегату.

Внесення змін у наявну конструкцію базового агрегату – плуга ПЛН—5-35 та проведення міцнісних та перевіркових розрахунків.

Необхідно провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

У роботі необхідно також розробити технологічний процес механічної обробки деталі та розробити комплект технічної документації.

Також слід провести дослідження залежності урожайності різних сільськогосподарських культур від способів обробітку ґрунту.

У дипломній роботі також слід проробити питання з охорони праці при роботі із ґрунтообробними машинами, безпеки у надзвичайних ситуаціях та екології.

„2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ”

„2.1. Технологічні та конструктивні розрахунки”

2.1.1. Обґрунтування параметрів робочої поверхні плуга та сили тяги

При визначенні базових параметрів робочих поверхонь корпусів плуга вважають їх дослідження для встановлення меж використання та очікуваної якості проведеної роботи плугом. Одночасно з цим встановлюють значення кожної характерних точок на робочій поверхні та спосіб їх побудови.

На долю лемешів припадає десь 40% загальних затрат енергії на оранку, що становить 50-60% від значення загального опору для робочої поверхні корпусу плуга, а 50-40% приходить на долю відвалу.

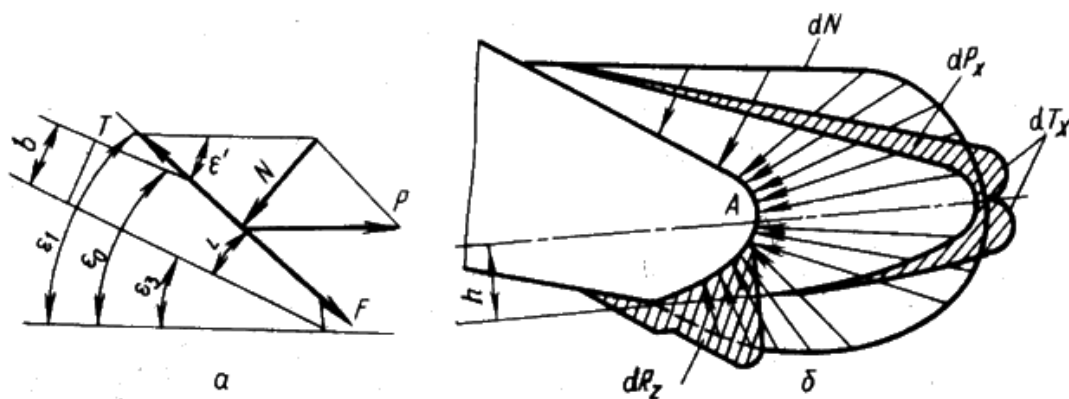


Рисунок 2.1 – Схема сил, які діють на лезо лемеша:

a – сили, що діють на лезо лемеша; *б* – зміна елементарних сил нормальних тисків, дотичних, та ін. при затупленні леза лемеша.

При роботі лемеша дуже важливу роль відіграє саме лезо. Робота леза лемеша певним чином відрізняється від роботи багатьох частин лемеша тим,

що воно дещо ущільнює ґрунт, тому попереду леміша утворюється дещо ущільнене ядро. Тому лезо зношується із нижньої частини трохи швидше, чим із верхньої.

З огляду на це кут між дном борозни і лезом ε' повинен бути таким, щоб ґрунт попереду леза гromаджувався. Для цього дотична сила $T = N \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon'$ (рис. 2.1) повинна бути меншою сили тертя $F = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$ або $\varepsilon' \leq 90 - \varphi$.

Для лемеша приймаємо $\varphi = 25^\circ$, $\varepsilon_0 = 30^\circ$, кут ε' леза повинен бути в межах $50-75^\circ$.

Звідси кут заточки леза леміша для різних ґрунтів $i = 20-45^\circ$.

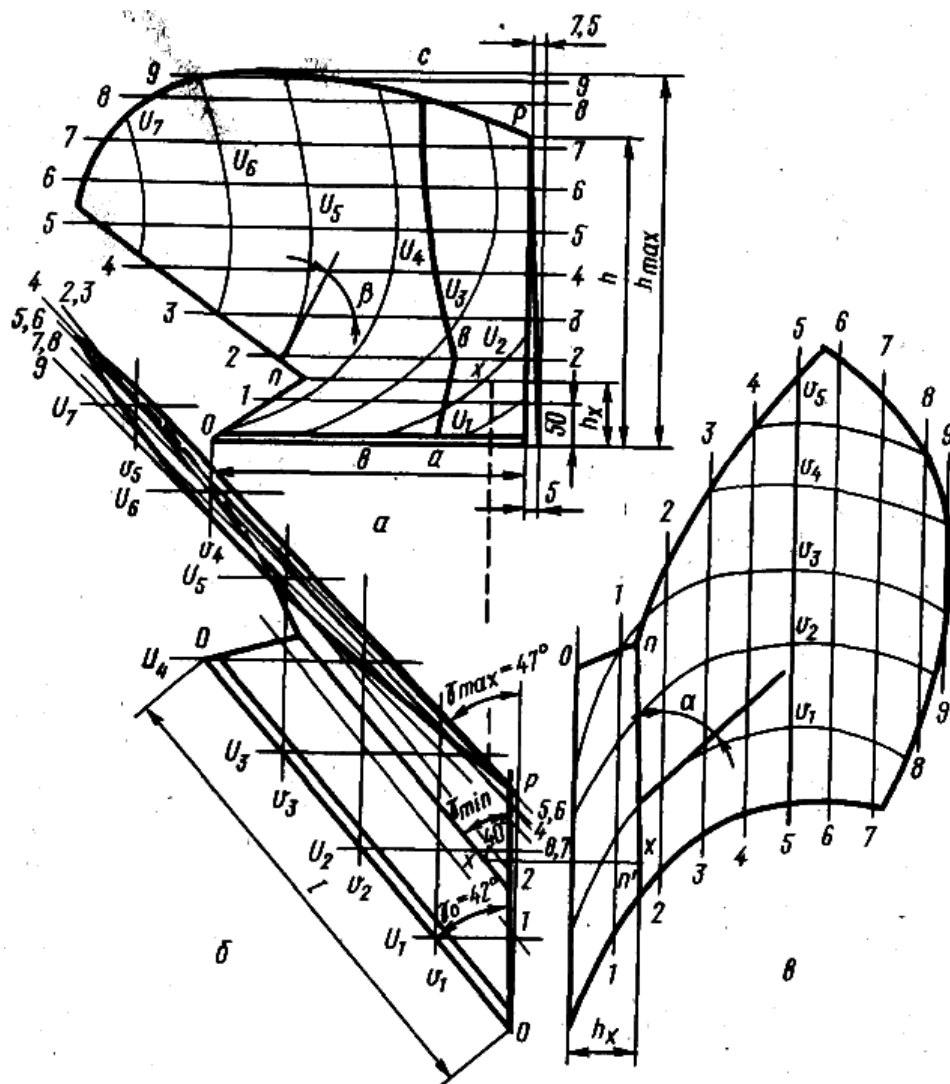


Рисунок 2.2 – Робоча поверхня корпусу:

a – вид спереду; b – вид зверху; v – вид збоку

Для визначення сили, що необхідна для тяги плуга можна використовувати залежність, яка розкриває закономірності та фізичний зв'язок між основними факторами робочого процесу плуга та загальним опором, який виникає при його роботі [9]:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = f \cdot G + k \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot \rho \cdot a \cdot b \cdot v^2, \quad (2.1)$$

де f – коефіцієнт, аналогічний коефіцієнту тертя;

G – сила ваги плуга, Н;

k – коефіцієнт питомого опору, Па;

a і b – розміри перерізу пласта, м;

ε – безрозмірний коефіцієнт, що залежить від форми відвалу і властивостей ґрунту;

ρ – густина, кг/м³;

v – швидкість, м/с.

Складова формули (2.1) P_1 є "мертвий опір", тобто опір тертю коліс по ґрунту і пересуванню, корпуса по дну борозни і т.п. Ці види опору є пропорційним навантаженням і не залежить від значення швидкості.

Друга складова P_2 обумовлюється деформацією пласту та в межах швидкостей, що приймаються, також не зовсім залежить від швидкості.

3-тя складова P_3 – це опір, що виникає при передаванні „живої сили”, себто кінетичної енергії пласта ґрунта. Протягомі кожної секунди через відвал плуга проходять об'єми ґрунту, рівні abv' , що за густини ρ відповідає посекундній масі” $\rho abv'$.

З огляду на це сила, що необхідна для тяги плуга складатиме:

$$P = 0.5 \cdot 260 + 9 \cdot 25 \cdot 35 + 0.8 \cdot 7880 \cdot 0.25 \cdot 0.35 \cdot 1.3^2 = 8937.2 \text{ Н.}$$

Знайдемо коефіцієнт корисної дії плуга [9]:

$$\eta_{пл} = 1 - \frac{f \cdot G}{P} = 1 - \frac{0.5 \cdot 260}{8937.2} = 0.87. \quad (2.2)$$

Розрахований згідно цієї залежності коефіцієнт корисної дії є дещо завищеним, оскільки вона не враховує впливу на тяговий опір плуга тертя польових дощок і затуплення леза лемішів. З врахуванням цих факторів прийнято рахувати, що середнє значення ККД плуга рівне 0,7.

2.1.2. Розрахунок універсальної стрілкової лапи

Основні параметри, які визначають конструкцію та розміри такого типу робочих органів [19]:

- кут розхилу	2γ ;
- кут підйому грудей лапи	α ;
- кут кришіння	β ;
- ширина полиці лапи	b ;
- ширина захвату	$B_{л}$;
- висота верхнього обрізу полиці лапи	$h(h + b \sin \beta)$.

Базою при виборі величини кута розхилу 2γ (рис. 2.3) є вимоги, що стебла і коріння рослин повинно ковзати по лезах лапи. Саме цим досягається можливістю проходження процесу різання з ковзанням, це дещо полегшує перерізування бур'янів або сходження їх з леза лапи, якщо перерізування не

відбувається. Завдяки цьому усуваються можливості обгорткування лап бур'янами.

Якщо величина γ більша за допустиме значення, тоді сила тертя F , яка виникає між лезом лапи і коренями бур'янів є більшою за силу опору T (рис. 2.4). Через це бур'яни не злазять з лез лапи, а це може стати причиною їх забивань [19].

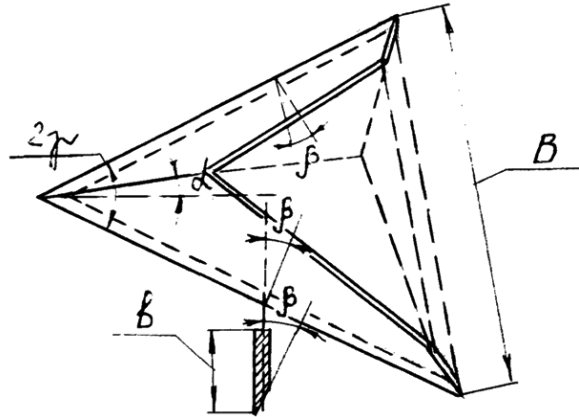


Рисунок 2.3 – Універсальна стрілчаста лапа – як трихгранний клин

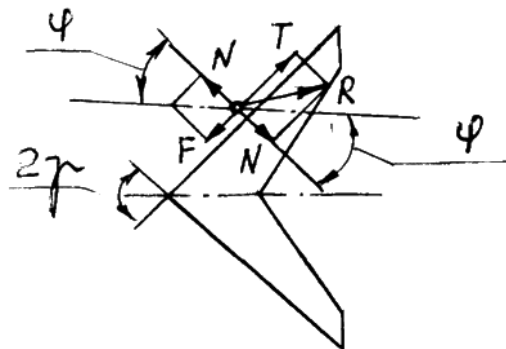


Рисунок 2.4 – Схема сил, що діють на лезо лапи у момент підрізання бур'яну

З умови [19, с.16]

$$\gamma < 90^0 - \varphi, \quad (2.3)$$

де φ - кут тертя до металічного леза, для бур'янів $\varphi = 45^0$,
отримаємо, що

$$\gamma < 90^0 - 45^0 = 45^0, \text{ тобто } \gamma < 45^0.$$

Для обробітку ґрунтів середньої в'язкості приймається кут розхилу
 $2\gamma = 65^0$ [19, с. 16].

Чистота підрізання бур'янів лапами залежить від величини кута різання, ступені гостроти леза і величини кута γ .

Кут різання визначається за залежністю [19, с.18]

$$\beta_0 = i + \varepsilon, \quad (2.4)$$

де i - кут загострення, $i = 12 - 15^0$;

ε - кут затилування, $\varepsilon = 10^0$,

тоді

$$\beta_0 = (12 - 15) + 10 = 22 - 25^0.$$

Так як кут кришіння $15^0 < \beta < 25^0$, то необхідно використовувати комбіноване загострення (рис. 2.5). Гострота леза відповідно до ГОСТ 1343-54 не повинна перевищувати 0,3 мм.

Величина кута кришіння β та кута підйому грудей лапи α вибирається із умови забезпечення необхідного розпушування ґрунту без виносу нижніх шарів на верхню поверхню.

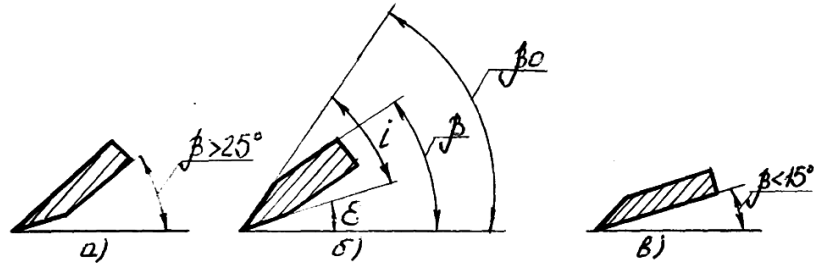


Рисунок 2.5 – Схеми комбінованого заточування леза універсальної стрілкової лапи:

а) при $\beta > 25^{\circ}$; б) при $\beta = 15^{\circ} \dots 25^{\circ}$; в) при $\beta < 15^{\circ}$.

Згідно ГОСТ 1343-54 для універсальної стрілкової лапи $\beta = 20 - 30^{\circ}$, $\alpha = 16^{\circ} (28^{\circ})$. З [19, табл.4] визначаємо: $h = 107$ мм – висота розміщення заднього обрізу полиці лапи, що досягається збільшенням ширини полиці b , яку приймається рівною 58 мм.

Ширину захвату лап B встановлюється з умови заглибленості, розпушувальної здатності та зручності їх розстановки для міжрядного обробітку просапних культур із різною шириною міжрядь. Для даного типу універсальних стрілкових лап приймаємо $B_{с.л.} = 330$ мм.

2.2. Енергетичні розрахунки

Вибираємо склад агрегату: трактор Т-150К та комбінований ґрунтообробний агрегат на базі плуга ПЛН-5-35.

Прийmemo діапазон рекомендованих значень робочих швидкостей руху агрегатів для даної операції. Для процесу оранки допустимі агротехнічні швидкості руху знаходяться в межах 6...12 км/год. Саме такому діапазону

швидкостей відповідають III і IV передачі трактора Т-150К.

Приймаємо швидкість $V_m = 13,36$ км/год на IV передачі. Визначаємо тягове зусилля трактора із урахуванням конкретних умов

$$P_{зак} = \frac{10 \cdot N_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k \cdot n_n} - G_{mp} (f + i), \text{ кН} \quad (2.5)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна,

$N_e = 121,3$ кВт;

i_{mp} - передаточне число трансмісії на вибраних передачах, $i_{mp}^{IV} = 41,4$;

η_{mp} - механічний ККД трансмісії, $\eta_{mp} = 0,92$;

r_k - радіус ведучих коліс з урахуванням посадки, $r_k = 0,60$ м;

n_n - номінальна частота обертання колінчастого валу, $n_n = 2100$ хв.-1;

f - коефіцієнт опору перекочування трактора, $= 0,086$ (для 2 класу ґрунту, 3 фону);

i - нахил поля, $i = 3\%$;

G_{mp} - вага трактора, $G_{mp} = 76$ кН.

$$P_{зак}^{IV} = \frac{10 \cdot 121,3 \cdot 41,4 \cdot 0,92}{0,6 \cdot 2100} - 76(0,086 + 0,03) = 27,85 \text{ кН.}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K_m + g_m \left(\lambda f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}, \text{ м} \quad (2.6)$$

де K_m - питомий опір машини, кН/м;

g_m - вага машини, що припадає на 1 м ширини захвату (питома сила ваги),

$$g_m = \frac{G_m}{B_k}, \text{ кН/м}, \quad (2.7)$$

де g_m - вага машини, $g_m = 12,8$ кН.

B_k - конструктивна ширина захвату, $B_k = 1,75$ м.

$$g_m = \frac{12,8}{1,75} = 7,314 \text{ кН/м},$$

λ - коефіцієнт, який враховує вплив завантаження трактора при роботі з начіпними сільськогосподарськими машинами на опір перекочуванню трактора, $\lambda = 1,0$.

Питомий опір дискової машини визначимо за формулою

$$K_m = K_0 (1 + \Pi(V_p^{azp} - V_0)), \text{ кН/м}, \quad (2.8)$$

де K_0 - питомий тяговий опір машини при швидкості $V = 5$ км/год,
 $K_0 = 5,4$ кН/м;

V_p^{azp} - фактична робоча швидкість машини (агрегату).

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

де V_m - теоретична швидкість руху трактору на вибраній передачі,

$$V_m = 13,36 \text{ км/год};$$

δ - буксування рушіїв трактора, для колісних тракторів прийmemo $\delta = 10\%$.

$$V_p^{IV} = 13,36(1 - 0,1) = 12,02 \text{ км/год},$$

$$V_0 - \text{початкова швидкість, } V_0 = 5 \text{ км/год};$$

Π - приріст питомого опору агрегата із збільшенням робочої швидкості на 1 км/год, $\Pi = 3\%$;

$$\text{Тоді } K_m^{IV} = 5,4 \cdot (1 + 0,03 \cdot (12,02 - 5)) = 6,54 \text{ Н/м}.$$

Отже, максимальна ширина захвату агрегата буде дорівнювати

$$B_{\max}^{IV} = \frac{27,85}{6,54 + 7,314(1,00 \cdot 0,086 + 0,03)} = 2,8 \text{ м}.$$

Визначаємо розрахункову кількість машин в агрегаті

$$n_p = \frac{B_{\max}}{B_k} \tag{2.10}$$

$$n_p^{IV} = \frac{2,8}{1,75} = 1,6.$$

Приймаємо агрегат у складі трактор Т-150К і комбінований агрегат на базі плуга ПЛН-5-35.

Визначаємо тяговий опір ґрунтообробного агрегата.

$$R_a = B_{\kappa} \cdot K_{\mathcal{M}} + G_{\mathcal{M}} \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right), \text{ кН.} \quad (2.11)$$

$$R_a^{IV} = 1,75 \cdot 6,54 + 12,8(1,0 \cdot 0,086 + 0,03) = 24,37 \text{ кН.}$$

Визначаємо тягову потужність агрегата

$$N_a = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт;} \quad (2.12)$$

$$N_a^{IV} = \frac{24,37 \cdot 12,02}{3,6} = 81,37, \text{ кВт.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta = \frac{R_a}{P_{\text{зак}}}. \quad (2.13)$$

$$\eta^{IV} = \frac{24,37}{27,85} = 0,875.$$

Продуктивність агрегата за годину змінного часу розрахуємо за формулою

$$W_{\text{год}} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год,} \quad (2.14)$$

де B_p - робоча ширина захвату машини, м.

$$B_p = B_{\kappa} \cdot \beta, \quad (2.15)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 0,96$.

$$B_p = 1,75 \cdot 0,96 = 1,68 \text{ м.}$$

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

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 1,68 \cdot 12,02 \cdot 0,81 = 1,64 \text{ га/год.}$$

Витрату палива на одиницю виконаної роботи визначимо таким чином:

$$Q_{\text{за}} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3}{W_{\text{зм}}}, \text{ кг/га} \quad (2.16)$$

де Q_p , Q_n , Q_3 - витрата палива, кг/год, відповідно при робочому ході (під навантаженням, при переїздах і поворотах, а також на зупинках. Для трактора Т-150К км/год; $Q_p = 28$ км/год; $Q_n = 11$ кг/год; $Q_3 = 2,4$ кг/год;

T_p , T_n , T_3 - відповідно затрати часу протягом зміни, години.

Час роботи агрегату під навантаженням знайдемо за формулою

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau, \text{ год.} \quad (2.17)$$

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

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

Сумарний час переїздів, поворотів та зупинок агрегату становить

$$T_c = T_n + T_z = T_{zm} - T_p, \text{ год.} \quad (2.18)$$

$$T_c = 7 - 5,67 = 1,33 \text{ год.}$$

Для машинно-тракторних агрегатів без технологічних ємностей орієнтовно приймемо:

$$T_z = 0,4T_c, \text{ год} \quad (2.19)$$

$$T_z = 0,4 \cdot 1,33 = 0,53 \text{ год.}$$

Отже, затрати часу на переїзди та повороти становлять

$$T_n = T_c - T_z, \text{ год} \quad (2.20)$$

$$T_n = 1,33 - 0,53 = 0,8 \text{ год.}$$

Отже,

$$Q_{ga} = \frac{28 \cdot 5,67 + 11 \cdot 0,8 + 2,4 \cdot 0,53}{18,54} = 9,11 \text{ кг/га.}$$

Змінна продуктивність агрегату

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_3, \text{ га} \quad (2.21)$$

$$W_{зм} = 3,27 \cdot 5,67 = 18,54 \text{ га.}$$

Годинну витрату палива визначимо за формулою:

$$Q_{год} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3}{T_p + T_n + T_3}, \text{ кг/год} \quad (2.22)$$

$$Q_{год} = \frac{28 \cdot 5,67 + 11 \cdot 0,8 + 2,4 \cdot 0,53}{5,67 + 0,8 + 0,53} = 24,12 \text{ кг/год.}$$

Затрати робочого часу (праці) на одиницю виконаної роботи агрегатом розрахуємо за формулою:

$$H = \frac{n_m + n_d}{W_{год}}, \quad (2.23)$$

де n_m , n_d - відповідно кількість механізаторів та допоміжного персоналу, що обслуговують даний агрегат, $n_m = 1$.

$$H = \frac{1}{3,27} = 0,31 \text{ люд-год/га.}$$

Визначимо кінематичні характеристики агрегата в складі трактора Т-

150К і комбінованого ґрунтообробного агрегата на базі плуга ПЛН-5-35.

Агрегат буде рухатися гоновим (човниковим) способом з петлевими поворотами. Розбивати поле на загінки не обов'язково.

Знайдемо ширину поворотної смуги

$$E = 3\rho + e, \quad (2.24)$$

де ρ - радіус повороту агрегату, $\rho = 4,42$;

e - довжина виїзду агрегату, м

Довжина виїзду залежить від кінематичної довжини агрегату

$$e = (0,1 \dots 0,2)l_k, \quad (2.25)$$

де l_k - кінематична довжина агрегату, м

$$l_k = l_{mp} + l_m, \quad (2.26)$$

де l_{mp} і l_m - відповідно кінематичні довжини трактора і машини, $l_{mp} = 2,9$ м;

$$l_m = 1,31 \text{ м.}$$

$$l_k = 2,9 + 1,31 = 4,21 \text{ м.}$$

$$e = 0,1 \cdot 4,21 = 0,421 \text{ м.}$$

Отже,

$$E = 3 \cdot 4,42 + 0,421 = 13,68 \text{ м}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (2.27)$$

де S_p - сумарна довжина робочих ходів, м.

$$S_p = \frac{L_\partial \cdot C}{B_p}, \text{ м} \quad (2.28)$$

де C - ширина поля, $C = 950$ м;

L_∂ - довжина поля, $L_\partial = 1050$.

$$S_p = \frac{1050 \cdot 950}{3,36} = 296875 \text{ м.}$$

S_x сумарна довжина холостих ходів, м.

$$S_x = \frac{L_x(C + 2E)}{B_p}, \text{ м} \quad (2.29)$$

де L_x - довжина холостого ходу за один прохід агрегату, м

$$L_x = 6R + 2l, \text{ м} \quad (2.30)$$

$$L_x = 6 \cdot 5,79 + 2 \cdot 0,421 = 35,58 \text{ м.}$$

$$\text{Тоді} \quad S_x = \frac{35,58 \cdot (950 + 2 \cdot 13,68)}{3,36} = 10350 \text{ м.}$$

$$\text{Отже} \quad \varphi = \frac{296875}{296875 + 10350} = 0,97$$

2.3. Міцнісні та перевіркові розрахунки

2.3.1. Розрахунок на міцність стійки плуга

Мета розрахунків є оптимізація при виборі матеріалів заготовки корпусної стійки по металоємкісним і вартісним критеріям, шляхом розв'язку завдання отримання даних для аналізів і вибору таких марок сталей, які забезпечували б найменшу вартість і масу.

З огляду забезпечення достатньої міцності корпусної стійки самими найбільш несприятливими ситуаціями є тоді коли відбувається робота плугів на ділянках поля, де є підвищена густина ґрунту (для прикладу, при оранці польових доріг), потрапляння сторонніх предметів в орний шар, а також робота корпусів в умовах проходу першої борозни. Для цих умов навантаження на стійку корпусів збільшується десь у 2-3 рази [9].

Крім того, вважаємо, що із сторони борозни на польову дошку корпусу плуга є відсутня реакція (для прикладу, при оранці дуже сухих ґрунтів стінка борозни буде отримуватися пухкою. В цьому випадку силову взаємодію шару, який оброблюється з корпусом можна показати схемою на рис.2.6, на якій

стійка корпуса є під дією згінних і крутних моментів [9].

Знайдемо силу опору корпуса із сторони пласта ґрунту в напрямку, оберненому до руху агрегата [9]:

$$R_{xH} = \eta \cdot k \cdot a \cdot b, \quad (2.31)$$

де η - ККД плуга, $\eta=0,7$;

k – питомий опір ґрунту, Н/см²;

a – найбільша глибина оранки, см;

b – ширина захвату корпуса, см.

$$R_{xH} = 0.7 \cdot 9 \cdot 25 \cdot 35 = 5512.5 \text{ Н.}$$

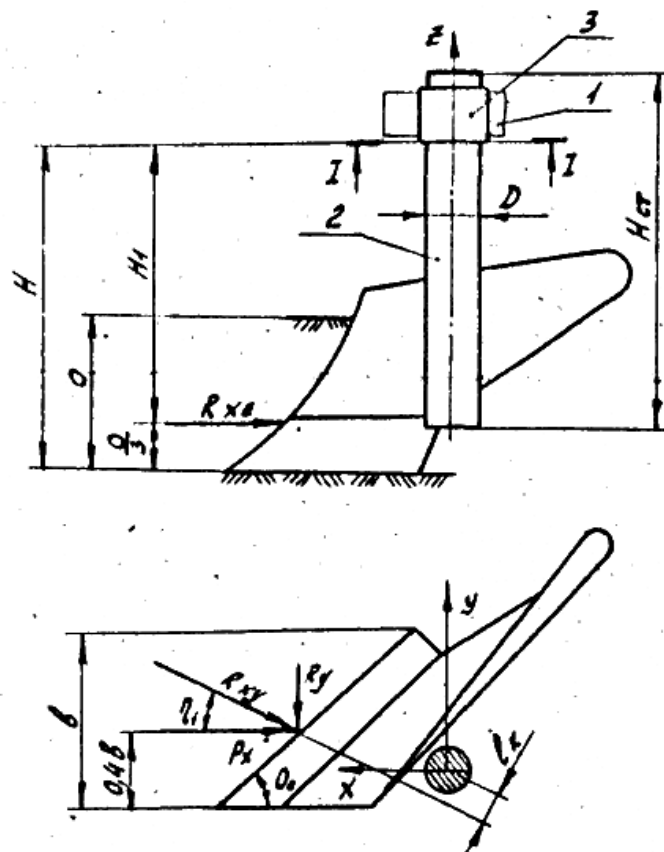


Рисунок 2.6 – Схема для розрахунку на міцність стійки корпуса плуга

З урахуванням додаткового навантаження за несприятливих умов ця сила зростає в n разів:

$$R_X = n \cdot R_{XH} = 1.5 \cdot 5512.5 = 8268.7 \text{ Н}, \quad (2.32)$$

де n – коефіцієнт, який враховує степінь зростання навантаження на стійку корпуса за несприятливих умов роботи, $n=1,3-3$.

Кут між напрямком руху корпуса і проекцією сили опору пласта на горизонтальну площину знайдемо із залежності:

$$\eta_1 = \frac{\pi}{2} - (\theta_0 + \varphi), \quad (2.33)$$

де θ_0 – кут в плані між лезом леміша та стінкою борозни (приймаємо у відповідності з типом робочої поверхні корпуса: $\theta_0=0,663...0,785 \text{ рад}$;

φ - кут тертя сталі по ґрунту: $\varphi=0,262...0,349$.

$$\eta_1 = \frac{3.14}{2} - (0.663 + 0.262) = 0.645 = 36.9^\circ.$$

Знайдемо поперечну силу горизонтальної площини:

$$R_Y = R_X \cdot \operatorname{tg} \eta_1 = 8268.7 \cdot \operatorname{tg} 36.9^\circ = 6208.3 \text{ Н}. \quad (2.34)$$

Тоді сумарна сила в горизонтальній площині буде

$$R_{XY} = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2} = \sqrt{8268.7^2 + 6208.3^2} = 10340. \quad (2.35)$$

Знайдемо плече дії сил R_X і R_Y відносно небезпечного перетину стійки корпуса згідно [9]:

$$H_1 = H - \frac{a}{3}, \quad (2.36)$$

де H – відстань від дна борозни до небезпечного перерізу стійки I-I:
 $H=65...85$ см.

$$H_1 = 0.65 - \frac{0.25}{3} = 0.56 \text{ м.}$$

Знайдемо згинні моменти відносно осей X і Y , а також крутний момент відносно осі Z небезпечного перетину стійки:

$$M_X = R_Y \cdot H_1 = 6208.3 \cdot 0.56 = 3476.6 \text{ Нм}; \quad (2.37)$$

$$M_Y = R_X \cdot H_1 = 8268.7 \cdot 0.56 = 4630.5 \text{ Нм}; \quad (2.38)$$

$$M_{KP} = R_{XY} \cdot l_K = 10340 \cdot 0.04 = 413.6 \text{ Нм}, \quad (2.39)$$

де l_K – плече сили R_{XY} , яка створює крутний момент, $l_K=4$ см.

Приведений момент:

$$M_{np} = \sqrt{0.75 \cdot M_{KP}^2 + M_X^2 + M_Y^2} = \sqrt{0.75 \cdot 413.6^2 + 3476.6^2 + 4630.5^2} = 5801.4 \text{ Нм} \quad (2.40)$$

Задавшись значенням коефіцієнту запаса міцності $[n]=3$, знайдемо допустимі напруження для ряду марок сталей:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n]}, \quad (2.41)$$

де σ_T – напруження текучості сталі, МПа.

Сталь 40	ГОСТ 4543-71	$[\sigma]_1 = \frac{400}{3} = 133.3 \text{ МПа};$
----------	--------------	---

Сталь 45	ГОСТ 4543-71	$[\sigma]_2 = \frac{450}{3} = 150 \text{ МПа};$
----------	--------------	---

Сталь 50	ГОСТ 4543-71	$[\sigma]_3 = \frac{700}{3} = 230.3 \text{ МПа};$
----------	--------------	---

Сталь 38ХС	ГОСТ 4543-71	$[\sigma]_4 = \frac{750}{3} = 250 \text{ МПа}.$
------------	--------------	---

Необхідний момент опору згину круглого перетину стійки знайдемо згідно залежності:

$$W = \frac{M_{np}}{[\sigma]} \quad (2.42)$$

Сталь 40	ГОСТ 4543-71	$W_1 = \frac{5801.4}{133.3} = 43.521 \cdot 10^3 \text{ мм}^3;$
----------	--------------	--

Сталь 45	ГОСТ 4543-71	$W_2 = \frac{5801.4}{150} = 38.676 \cdot 10^3 \text{ мм}^3;$
----------	--------------	--

Сталь 50	ГОСТ 4543-71	$W_3 = \frac{5801.4}{230.3} = 25.191 \cdot 10^3 \text{ мм}^3;$
----------	--------------	--

Сталь 38ХС	ГОСТ 4543-71	$W_4 = \frac{5801.4}{250} = 23.206 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$
------------	--------------	--

Розрахункові діаметри стійок із прийнятого ряду марок сталей:

$$D = \sqrt[3]{10 \cdot W} . \quad (2.43)$$

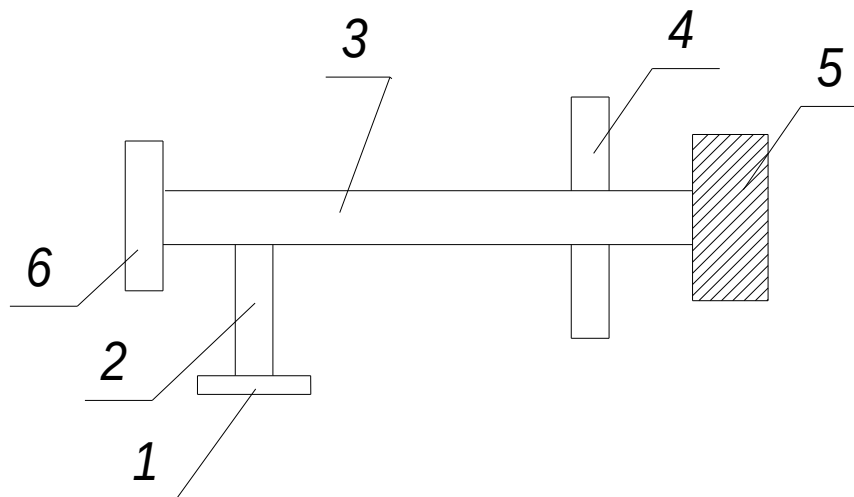
Сталь 40	ГОСТ 4543-71	$D_1 = \sqrt[3]{10 \cdot 43.521 \cdot 10^3} = 0.145 \text{ м};$
Сталь 45	ГОСТ 4543-71	$D_2 = \sqrt[3]{10 \cdot 38.676 \cdot 10^3} = 0.129 \text{ м};$
Сталь 50	ГОСТ 4543-71	$D_3 = \sqrt[3]{10 \cdot 25.191 \cdot 10^3} = 0.084 \text{ м};$
Сталь 38ХС	ГОСТ 4543-71	$D_4 = \sqrt[3]{10 \cdot 23.206 \cdot 10^3} = 0.077 \text{ м}.$

Якщо порівняти отримані результати з оптовими цінами на матеріал за маркам сталей, то можна зробити доволі цікаві для конструктора висновки: якщо сталь більш якісна, а отже і використовується більш дорожчий матеріал для виготовлення дуже навантажених деталей, тим більш дешевою і менш металоємкою будуть деталь та машина загалом.

Тому приймаємо матеріал стійки - Сталь 38ХС ГОСТ 4543-71.

2.3.2. Розрахунки рами комбінованого агрегату

Грунт створює певний опір на раму конструкції. З огляду на це, ми проведемо ряд розрахунків на міцність. Для цього схематично викреслюємо раму нашої конструкції і представимо її на рисунку 2.7.



1 – культиваторний стрілчастий ніж; 2 – стійка; 3 – брус; 4 – поперечина 1;
5 – рама плуга; 6 – поперечина 2

Рисунок 2.7 – Схема рами

Розраховуючи деталь 2 (стійку) на міцність, ми викреслюємо її схематично.

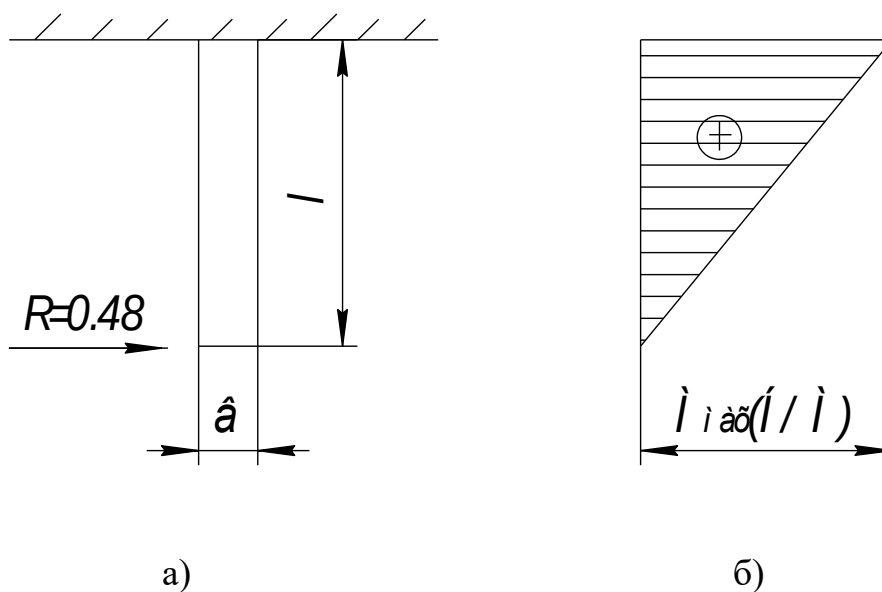


Рисунок 2.8 – Схеми до розрахунку стійки:

а) Стійка; б) Епюра повздовжніх сил

Розраховуємо максимальний момент

$$M_{\max} = R \cdot l, \quad (2.44)$$

де: l - довжина деталі;

R_x - питомий опір ґрунту на стійку, що розраховується.

$$R = K \cdot B, \quad (2.45)$$

де: K_x - питомий опір, $K_x = 1,2 \dots 2,4$

B - ширина робочого органу, $B = 0,33$ м.

$$R = 2,4 \cdot 0,33 = 0,80 \text{ кН}.$$

$$M_{\max} = 0,80 \cdot 0,6 = 0,48 \text{ кНм}.$$

Матеріал стійки Ст 3 (допустимі напруження $[\sigma] = 160$ МПа)

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{из}} \leq [\sigma], \quad (2.46)$$

де $W_{из} = \frac{b \cdot h^2}{6};$

$M_{\max}$ - максимальний момент.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} \cdot 6}{b \cdot h^2},$$

де b - ширина стійки, м;

h - висота стійки, м.

$$\sigma_{max} = \frac{0.48 \cdot 6 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^{-2} \cdot (6 \cdot 10^{-2})^2} = 26,7 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{max} = 26,7 \text{ МПа} < [\sigma] = 160 \text{ МПа}.$$

Отже, для матеріалу стійки умова міцності забезпечується.

Розраховуємо деталь 3 (брус) на згин та кручення. Для цього схематично викреслюємо брус нашої конструкції, і будуємо епюри згинних моментів та епюри крутних моментів. Проводимо перевіркові розрахунки.

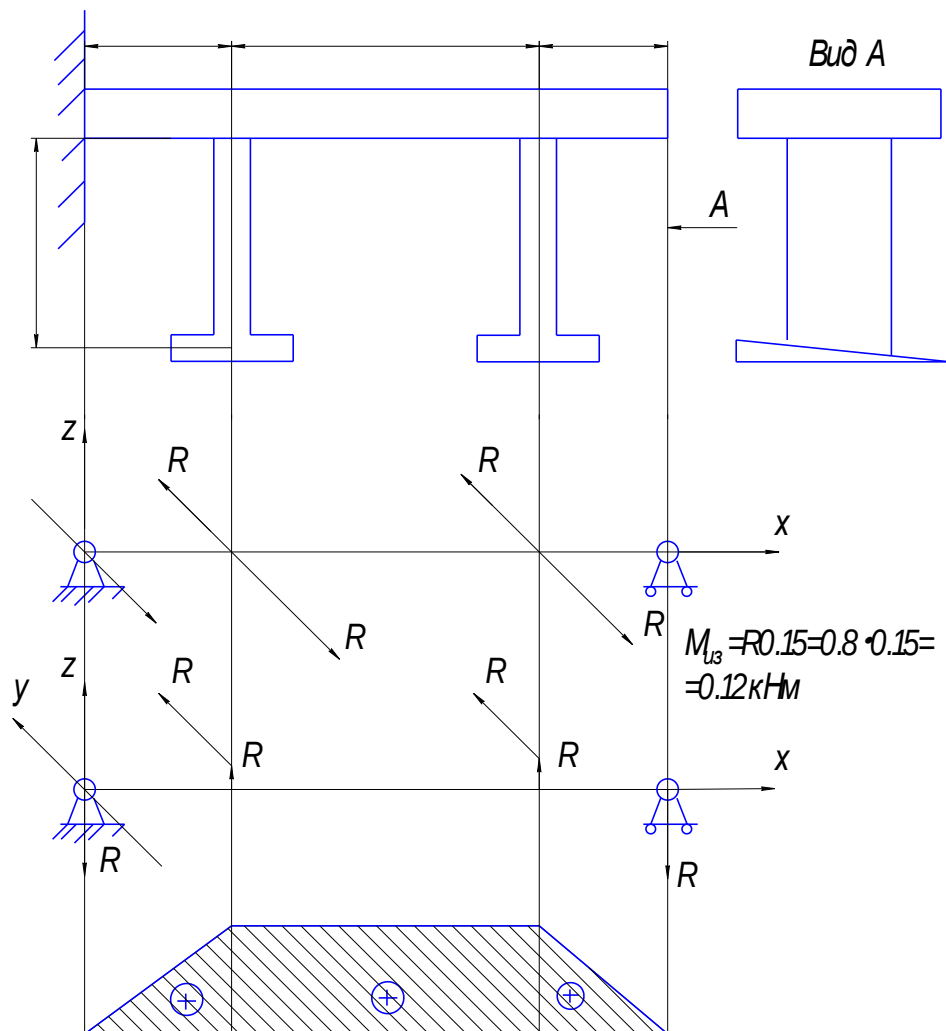


Рисунок 2.9 – Епюра згинних моментів

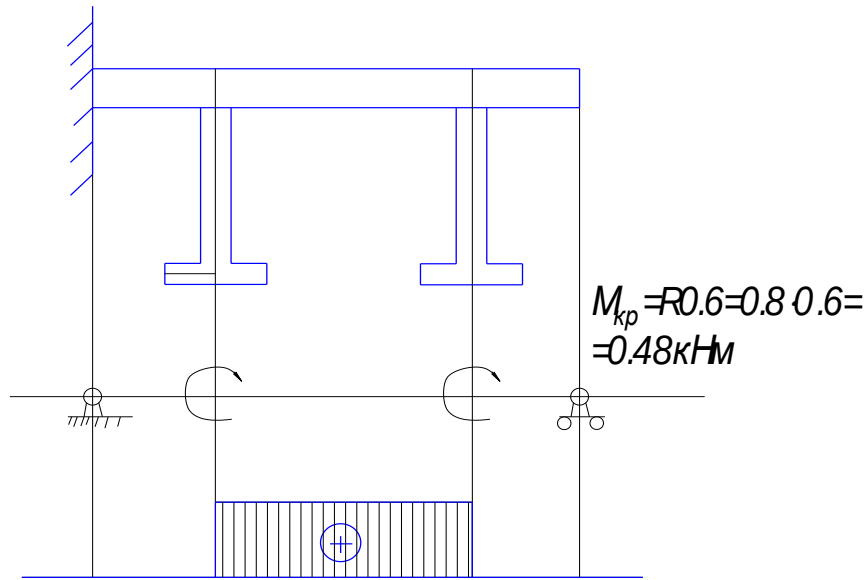


Рисунок 2.10 – Епюра крутних моментів

Згідно IV теорії міцності:

$$\sigma_{\text{екв.IV}} = \sqrt{\left(\frac{M_x}{W_x}\right)^2} + 3\sqrt{\left(\frac{M_{kp}}{2hb^2}\right)^2} \leq [\sigma], \quad (2.47)$$

$$\sigma_{\text{екв.IV}} = \sqrt{\left(\frac{0.12 \cdot 6}{0.33^3}\right)^2} + 3\sqrt{\left(\frac{0.48 \cdot 6}{0.333 \cdot 0.33}\right)^2} = 46,1 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{екв.IV}} = 46,1 \text{ МПа} < [\sigma] = 160 \text{ МПа}.$$

З проведених розрахунків ми бачимо, що конструкція цілком задовільняє поставлені вимоги.

Розрахунок зварного з'єднання елементів рами

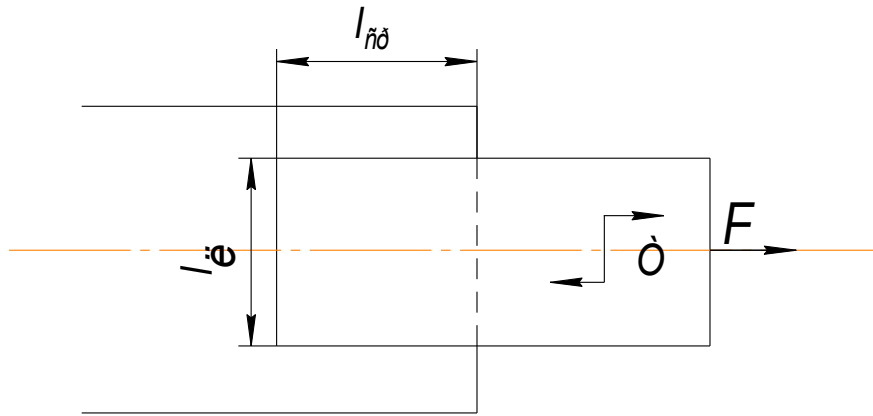


Рисунок 2.11 – Схема зварного шва

Умова міцності зварного шва:

$$\tau_{\max} = \frac{P}{A} \leq [\tau_{\delta}] , \quad (2.48)$$

де: A - площа зварного шва;

$$[\tau_{\delta}] = 80 \text{ МПа}.$$

$$A = a \cdot \pi \cdot d , \quad (2.49)$$

де a - ширина зварного шва, мм.

Підставляючи значення A в формулу одержимо:

$$\tau_{\max} = \frac{P}{a \cdot \pi \cdot d} \leq [\tau] , \quad (2.50)$$

$$\tau_{\max} = \frac{510}{8,48 \cdot 3,14 \cdot 16} = 1,2 \text{ МПа} < [\tau_{\delta}] = 80 \text{ МПа} .$$

Умова міцності виконується.

„3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ”

3.1. Дослідження залежності урожайності культур від способів обробітку ґрунту

Одним із дієвих шляхів збільшення врожаїв сільськогосподарських культур є вибір самих ефективних способів обробітку ґрунту. Тим більше, що зараз технологічні можливості для цієї мети значно розширились й у практиці українських сільськогосподарських виробників дедалі частіше входить використання мінімальних технологій обробітку ґрунту.

Науковцями було проведено цілий ряд багаторічних стаціонарних польових дослідів, на які поставлено зерново-просапні сівозміни:

1) пшениці озимі, кукурудзи для силосу, ячмені ярі, кукурудзи для зерна, сонячник, ячмені ярі у зерносумішах, пшениці озимі, кукурудзи для зерна;

2) пшениці озимі, кукурудзи для силосу, ячмені ярі, кукурудзи для зерна, пшениці озимі, кукурудзи для силосу, сонячник.

При цьому досліджували основні способи обробки ґрунту, які є різними за своїм впливом на верхні шари ґрунтів:

- традиційні способи оранки (посереднює орний шар по щільності складування);

- безполицеві плоскорізні способи (розущільнюють ґрунти на глибині занурювання знарядь, залишаючи верхні шари незайманими із рештками рослин, які залишились відпопередніх культур);

- no-till (механічно мінімум чинить вплив на ґрунт, залишаючи профіль незайманим, разом із рештками рослин від попередника).

Але проведені досліді мали метою визначення не стільки впливу способу обробки ґрунту, але і його раціональність при культивуванні сільськогосподарських культур.



Рисунок 3.1 – Приріст загального гумусу відносно оранки

Також встановлено деякі спірні моменти. Так, за відмови від обертання пласту ґрунту спочатку, і наприкінці зміни сівозмін суттєвого позитиву не спостерігалось.



Рисунок 3.2 – Доцільність безполицевої плоскорізної обробки ґрунту в порівнянні з оранням при застосуванні сівозмін

Згідно результатів подібного дослідження безполицеві обробітки дають збільшення врожаїв соняшнику, а для ячменів ярих і кукурудзах погіршувалась продуктивність.



Рисунок 3.3 – Продуктивність культур сівозміни при відмові від обороту пласту ґрунту відносно оранки

Отримавши такі результати, науковці проаналізували усі чинники, що могли б пояснити отримані результати.

Так як світова практика та наука землеробства свідчать про те, що спосіб обробки ґрунту у формуванні врожаїв складає 18%, а погодні умови складають - до 78%, то ми проаналізувати основні тенденції, природні зміни за останні 25 років. І зауважили, що планомірно підвищується середньорічне значення температур навколишнього середовища. За спостереженнями, отриманими за період 25 років, підвищення складає 2 °C. Розподілення середніх місячних значень температури навколишнього середовища вказують на деяке зростання

температур у другій частині календарного періоду, починається в серпні, і потім осінні місяці. В цю пору зафіксовано велику ймовірність виникнення засушливих ґрунтів. Умови зябового обробітку відбуваються з дуже сухими ґрунтами і чим далі тим частіше. Це відтерміновує терміни проведення осінньої польових робіт та вносить певні корективи у подальший обробіток [28].

Досліджуючи орний шар ґрунтів при різноманітних способах обробітку, помічено доволі цікаві взаємозв'язки для вирощування сільськогосподарських культурних рослин.

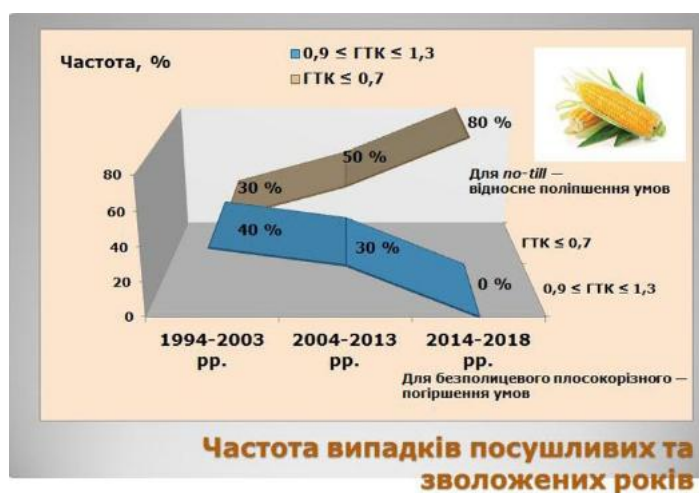
Кукурудза

Так, у травневих місяцях, при вирощуванні кукурудзи із попередніх років з самими оптимальними показниками вологості неспостерігалось надмірного ущільнення верхніх шарів ґрунту на фоні мінімізованих технологій обробки. В шарах глибиною до 20 см при відмові від оборота пластів ґрунту показувала хороше його розпушення. А у шарах глибиною до 30 см розподілу по способу обробітку не виявилось.

Однак при наявності посушливого, спекотного періоду, спостерігається зовсім інша ситуація. Орання ґрунту формує деяку щільність ґрунтів із збільшенням глибини, на противагу обробітку без обертання пластів, при котрих характерно поява шару ґрунту, покритого поверх дуже щільними шарами. За плоскорізному безполицевого обробітку ґрунту це порядка 30 см, де знаходиться плоскоріз, а при „no-till” – до 20 см. Оці шари ґрунту є дещо щільніші. Значить, присутній ускладнений обмін ґрунтів з навколишнім середовищем, зменшується величина проникнення опадів, вологи в орний шар ґрунту, тобто утворюються анаеробні осередки. Все це дуже негативно впливає на подальший розвиток молодих рослин.



а)



б)

в)

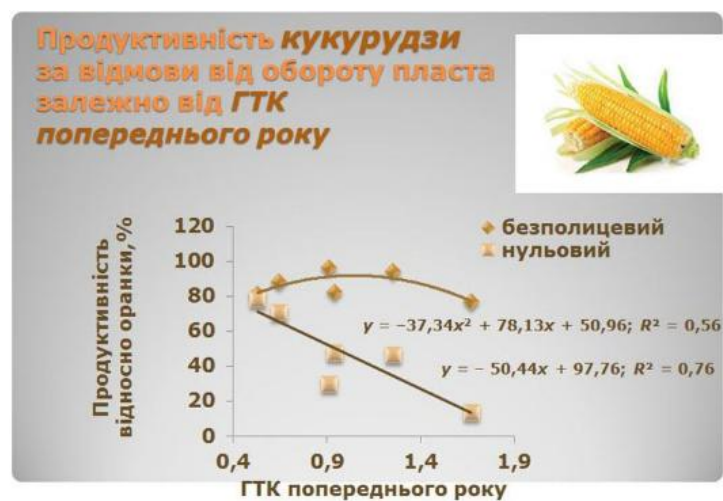


Рисунок 3.3 – Дослідження вирощування кукурудзи

Проводячи велику кількість математичних порівнянь, для прикладу, для культури – кукурудза отримуємо дуже поважну залежність ефективності обробітку ґрунту від погодніх умов попереднього календарного року. Так, для безполицевого способу обробітку ґрунту оптимальними є чергування року з ГТК 0,9-1,0. Тоді сама ефективність та урожайність досліджуваної культури є на рівні операції оранки або навіть трохи вища. А ефективність no-till технології найбільш наближається до операції орана в випадку засушливих умов із ГТК року попереднього приблизно 0,5. Хоча ефективність no-till не перевищує 80% від операції оранка [28].

Ярий ячмінь

Для цієї культури вчені вивели загальну математичну взаємозв'язок між ефективністю безполицевої обробки в залежності від загальної кількості значень температури за попередній рік. За спекотного року, коли значення кількості температури переважає значення 2650°C, в цьому випадку безполицева обробка ґрунту є виправданою. Урожайність ярих ячменів як при оранці ґрунту і трохи більша. „No-till” технології значно залежать не стільки від кількості тепла за попередній рік, а більше осіннього — жовтень-листопад. Якщо теплішою є ця пора, її середньо добові показники температур вищі, в цьому випадку „no-till” показують гірші значення в порівнянні з оранкою. Однак при холодних осінніх умовах, як правило „no-till” є кращою за оранку.

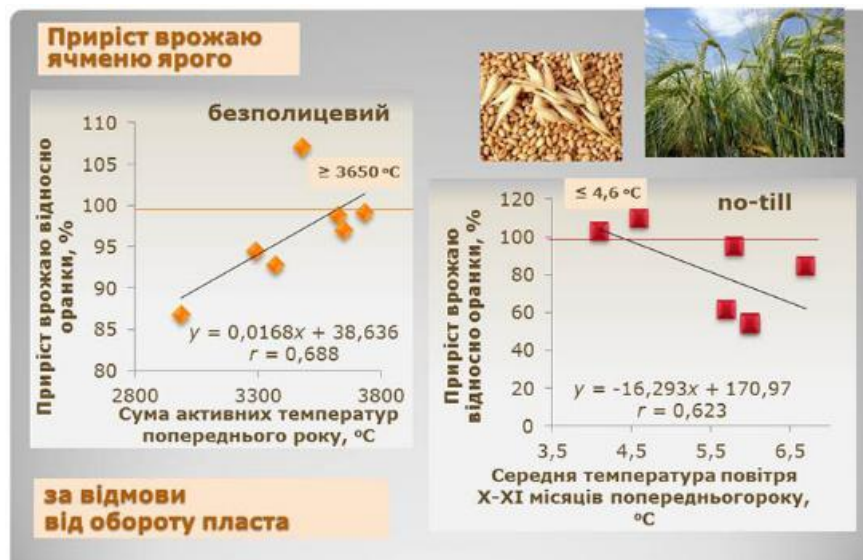


Рисунок 3.4 – Приріст врожаю ярого ячменю за відмови від обороту пласта ґрунту

Рисунок 3.5 – Дослідження вирощування ярого ячменю

Соняшник

Проводились дослідження оптимальності наступних показників: величина вологості текучого сезону та температурні виходи за попередні роки.

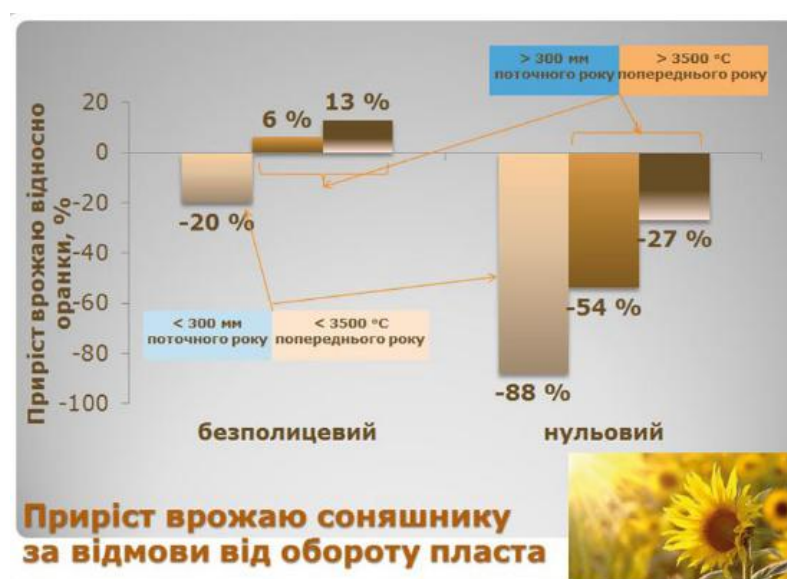


Рисунок 3.6 – Приріст урожаю соняшника за відмови від обертання пластів

Поганим фактором при відмові від обертання пластів ґрунту є сухий текучий сезон разом із незовсім жарким попереднім сезоном. Якщо так складається, та при „no-till” технології стрімко падає урожай - до 80%, при плоскорізному безполицевому обробітку - порядка 20 %. Коли текучий сезон дещо вологий і є дещо спекотним, тоді при плоскорізному безполицевому обробітку ґрунту отримують деяке збільшення врожаїв в порівнянні з оранням.

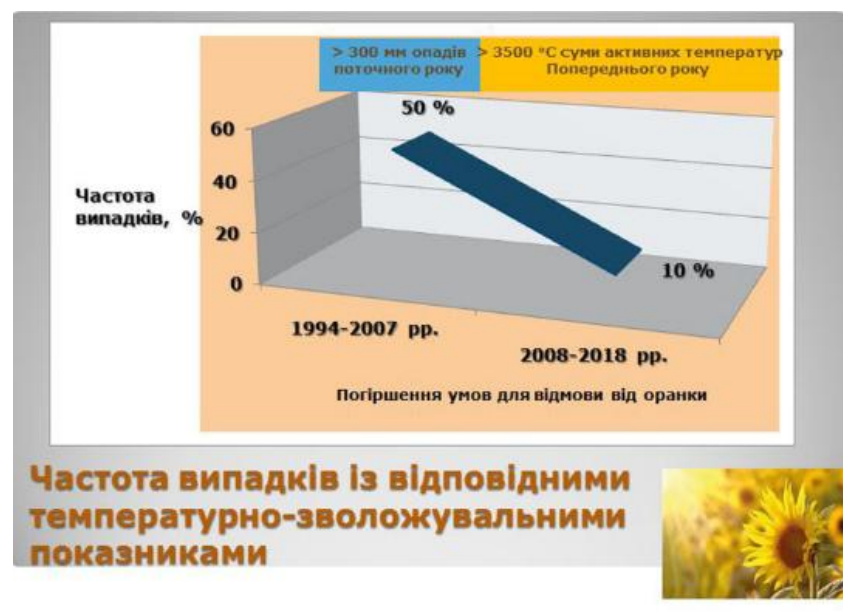
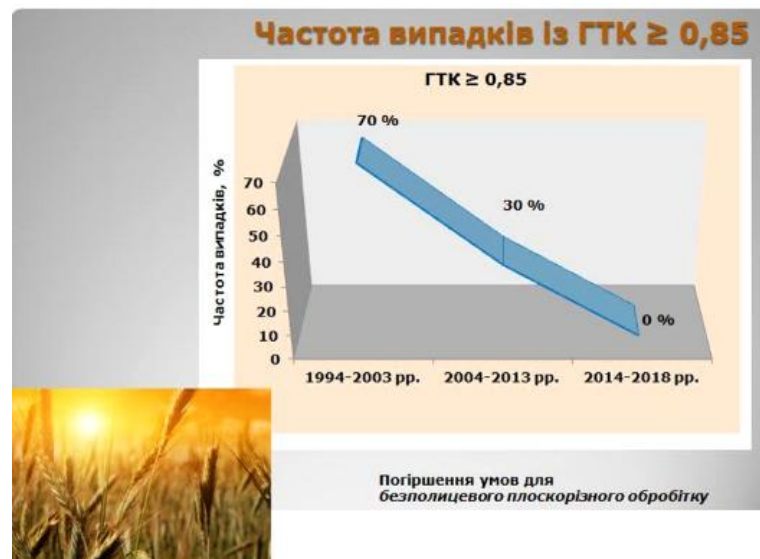


Рисунок 3.7 – Дослідження вирощування соняшнику

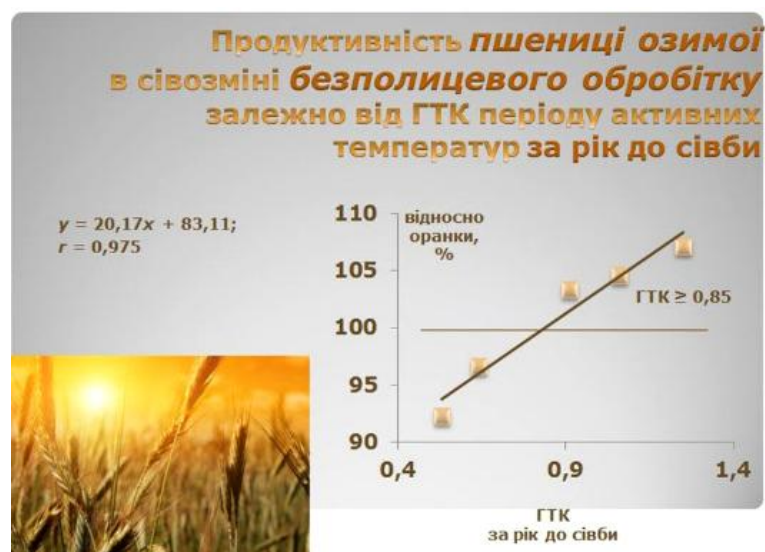
Однак, якщо взяти вибірку за більші терміни часу, то виявляється тенденція - за останній час число співпадань, при яких утворюються чинники, які є оптимальними щоб відмовитись від обороту пласта ґрунту для вирощування соняшнику, зменшуються.

Пшениця озима

Дослідженнями було виявлено тісний зв'язок з воднотермічними умовами за один сезон до посіву пшениці.



а)



б)

Рисунок 3.8 – Дослідження вирощування озимої пшениці

Дані, отримані під час проведених досліджень, було систематизовано.

Потрібно зробити висновок, для культур - озима пшениця та соняшник, усунення операції оранки, а використання замість неї операцій плоскорізної обробки або „no-till” з теперішніми умовами є доволі ризиково. Крім того при

„no-till” технології дещо покращуються умови вирощування кукурудз, а при використанні плоскорізної, тобто безполицевого обробітку - для ячменів ярих.

При використанні мінімальних технологій для умов нестабільного зволоження східного Степу України є необхідним врахування визначального впливу гідротермічних факторів. Тобто в загальному планувати урожайність сільськогосподарських культур та обирати найбільш оптимальні технологічні засоби з метою отримання рослинної продукції необхідно, враховуючи метеорологічні особливості територій, погодні характеристики не лише поточних, а й минулих і позаминулих років.

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Завдання синтезу і аналізу САПР. Оптимальне проектування конструкцій

Проектування — складний і важко формалізований процес, об'єднуючий 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.

Завдання синтезу і аналізу. Під *синтезом* розуміються проектні процедури, направлені на отримання нових описів проектованого об'єкту відповідно до заданих показників його функціонування. *Аналіз* — це проектні процедури, що мають на меті отримання інформації про властивості проектованого 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 параметричній оптимізації.

Метою структурного синтезу є визначення структури об'єкту — переліку типів елементів, складових об'єкт, і способу зв'язку елементів між собою у

складі об'єкту.

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

Процедури аналізу діляться на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.

При одноваріантному аналізі задані значення внутрішніх і зовнішніх параметрів, потрібно визначити значення вихідних параметрів об'єкту. Зручно використовувати геометричну інтерпретацію цього завдання, пов'язану з поняттям простору внутрішніх параметрів; це n -мірний простір, в якому для кожного з n внутрішніх параметрів x_i виділена координатна вісь. При одноваріантному аналізі задається також деяка точка в просторі внутрішніх параметрів і потрібно в цій точці визначити значення вихідних параметрів. 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 проєктованого 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 проєктованого 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 проєктування. Решта параметрів можна вибрати, орієнтуючись на прототипи з врахуванням власного досвіду і оцінки можливих перспектив розвитку конструкцій подібних об'єктів.

Внутрішні параметри, значення яких можуть мінятися в процесі оптимізації і які є аргументами цільової функції, називають *керованими параметрами*.

Хай в проєктованому об'єкті є n керованих параметрів, що створюють вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Позначимо цільову функцію через $F(X)$, а область її визначення — через XP . Вектор X визначає координати точки в області визначення XP . Якщо елементи вектора X набувають тільки дискретних значень, XP являється *дискретною множиною точок* і завдання оптимізації відноситься до області *дискретного* (у окремому випадку цілочисельного)

програмування.

Більшість завдань параметричної оптимізації технічних об'єктів формуються в термінах безперервних параметрів. Якщо екстремум цільової функції шукається в необмеженій області XP , його називають *безумовним*, а методи пошуку — *методами безумовної оптимізації*. Якщо екстремум цільової функції шукається в обмеженій області XP , його називають *умовним*. Для вирішення завдань проектування в машинобудуванні характерні методи умовної оптимізації.

Таким чином, завдання пошуку оптимального рішення можна в загальному випадку сформулювати таким чином:

$$\min, \max F(X), \quad X \in XP,$$

де X — вектор керованих параметрів; $F(X)$ — цільова функція; XP — область допустимих значень вектора керованих параметрів.

Постановка завдання оптимізації. Основна проблема постановки завдання оптимізації полягає у виборі цільової функції. Складність вибору цільової функції полягає в тому, що будь-який технічний об'єкт спочатку має векторний характер критеріїв оптимальності (багатокритеріальності), причому покращення одного з вихідних параметрів, як правило, приводить до погіршення іншого, оскільки всі вихідні параметри є функціями одних і тих же керованих параметрів і не можуть змінюватися незалежно один від одного. Такі вихідні параметри називають *конфліктними*.

Цільова функція має бути одна (принцип однозначності). Зведення багатокритеріального завдання до однокритеріального називають *згортком векторного критерію*. Завдання пошуку його екстремуму зводиться до завдання математичного програмування.

Залежно від того, яким чином вибираються і об'єднуються вихідні параметри в скалярній функції якості, розрізняють часткові, адитивні, мультиплікативні, мінімаксні, статистичні критерії і т.д.

Часткові критерії можуть застосовуватися у випадках, коли серед вихідних параметрів можна виділити один основний параметр $Y_i(X)$, що якнайповніше відображає ефективність проектного об'єкту; цей параметр приймають за цільову функцію. Різні групи і категорії транспортних і тягових засобів дуже сильно відрізняються за призначенням (наприклад, трактори, вантажні автомобілі і спортивні автомобілі), тому для них в якості вихідних параметрів, застосованих як цільова функція, можуть бути і вантажопідйомність, і витрата палива, і динамічні якості, і багато інших. Умови працездатності об'єкту по решті всіх вихідних параметрів відносять при цьому до функціональних обмежень. Оптимізація на основі такої постановки називається *оптимізацією по частковому критерію*.

Гідність такого підходу — його простота, а істотний недолік — те, що можливо отримати високу якість об'єкту тільки по тому параметру, який прийнятий як цільова функція, тоді як решта вихідних параметрів будуть тільки прийнятними.

Теоретично можливий наступний підхід. Можна вибрати один, найбільш значимий вихідний параметр і провести його оптимізацію. Потім вибрати наступний за значимістю параметр і провести його оптимізацію за умови, що значення керованих параметрів, що входять у вираження як для першого, так і для другого вихідних параметрів, при оптимізації другого параметра мають бути зафіксовані на рівні, досягнутому при оптимізації першого параметра, а оптимізація повинна проводитися тільки з використанням керованих параметрів, не ввійшовши в опис вихідного параметра, першим, що оптимізується. Далі по такому ж принципу можна оптимізувати і решту всіх вихідних параметрів. Проте це можливо тільки в тих випадках, коли вихідні параметри залежать хоч би частково від різних наборів керованих параметрів, що на практиці буває далеко не завжди.

Зважений адитивний критерій застосовують тоді, коли умови

працездатності дозволяють виділити дві групи вихідних параметрів. До першої групи входять вихідні параметри $y_i^+(X)$, значення яких в процесі оптимізації потрібно збільшувати (продуктивність, вірогідність безвідмовної роботи, для транспортних засобів — вантажопідйомність, максимальна швидкість і тому подібне), в другу — вихідні параметри $y_i^-(X)$, значення яких слід зменшувати (витрата палива, маса транспортного засобу, час розгону і ін.).

В цьому випадку цільова функція згортання матиме вигляд:

$$F(X) = \sum_{i=1}^k \lambda_i y_i^-(X) - \lambda_i y_i^+(X),$$

де $\lambda_i > 0$ — ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь важливості i -го вихідного параметра (зазвичай значення λ_i ; вибираються проектувальником і в процесі оптимізації залишаються постійними).

Об'єднання декількох вихідних параметрів, що мають в спільному випадку різну фізичну розмірність і величину, в одній скалярній цільовій функції вимагає попереднього нормування цих параметрів. Способи нормування параметрів можуть бути різні. Найбільш простим є віднесення цього параметра до деякої заздалегідь заданої середньої величини, визначеною з досвіду попереднього проектування, або до допустимої величини (наприклад, напруга, що допускається). В цьому випадку всі складові вирази (1.1) будуть безрозмірними величинами одного порядку, що робить зручним маніпулювання коефіцієнтами λ_i в процесі проектування.

Найбільш типовим випадком параметричної оптимізації технічних об'єктів є пошук значень вектора керованих параметрів X , що визначають екстремум цільової функції за наявності обмежень. Для подальшого викладу вважатимемо, що в процесі оптимізації шукається мінімум цільової функції.

Таким чином, завдання пошуку оптимального рішення можна в загальному випадку сформулювати таким чином:

$$\min F(X).$$

Тут $X \in XP$ при прямих обмеженнях $x_{ni} \leq x_i \leq x_{ei}$ для любого $i \in [1, n]$, де x_{ni} , x_{ei} — максимально і мінімально допустимі значення i -го керованого параметра; n — розмірність простору керованих параметрів і при функціональних обмеженнях.

Функціональні обмеження, як правило, представляють собою умови працездатності вихідних параметрів, що не увійшли в цільову функцію, і можуть бути:

типу рівності

$$\psi(X) = 0;$$

типу нерівностей

$$\phi(X) > 0,$$

де $\psi(X)$ і $\phi(X)$ — вектор функції.

Вибір методу рішення залежить від способу постановки завдання оптимізації.

Будь-яка з точок $X \in XP$ є допустимим рішенням задачі. Часто параметричний синтез ставиться як завдання визначення будь-якого з допустимих рішень. Проте набагато важливіше вирішити завдання оптимізації — знайти оптимальне рішення серед допустимих.

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану стрільчатої лапи культиватора та стійки, на якій вона кріпиться.

За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створюємо твердотільну модель лапи на стійці (рис. 4.1).

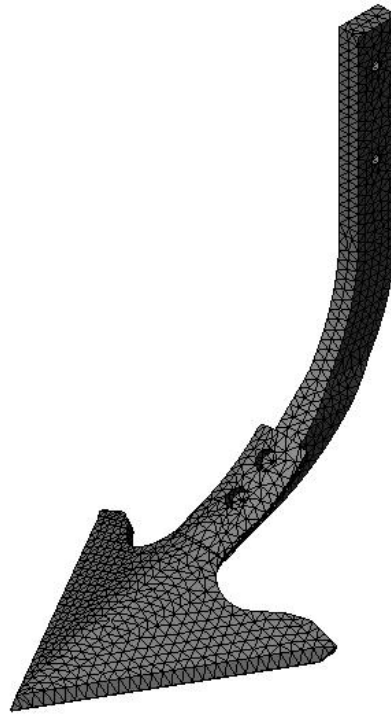


Рисунок 4.1 – Твердотільна модель культиваторної лапи

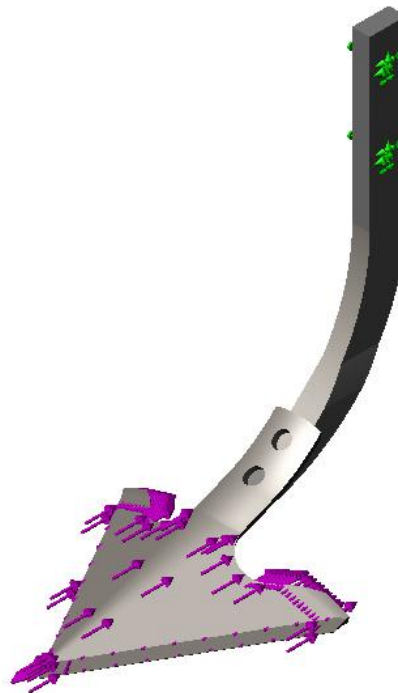
За допомогою модуля кінцеелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks проводимо аналіз напружено-деформівного стану культиваторної лапи.

Для цього створюємо сітку кінцевих елементів на 3D-моделі культиваторної лапи (рис. 4.2, а).

Задаємо умови закріплення – защемлення по кріпильних отворах стійки культиваторної лапи. Задаємо навантаження на лапу – зусилля опору ґрунту 800 Н (розділ 2) на робочих поверхнях лапи (рис. 4.2, б).



а)

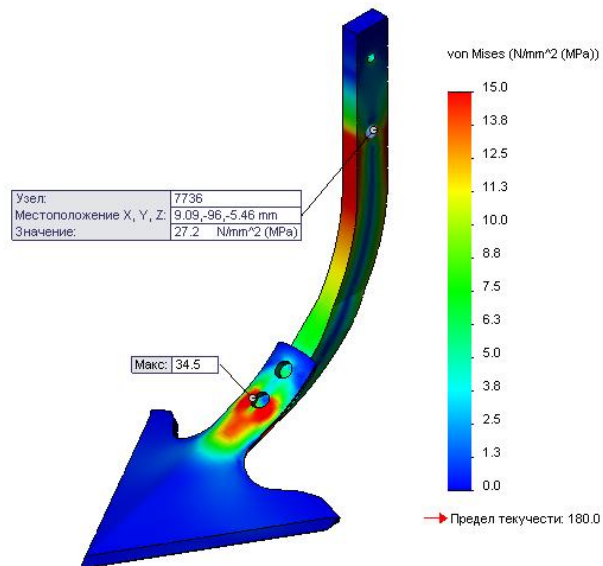


б)

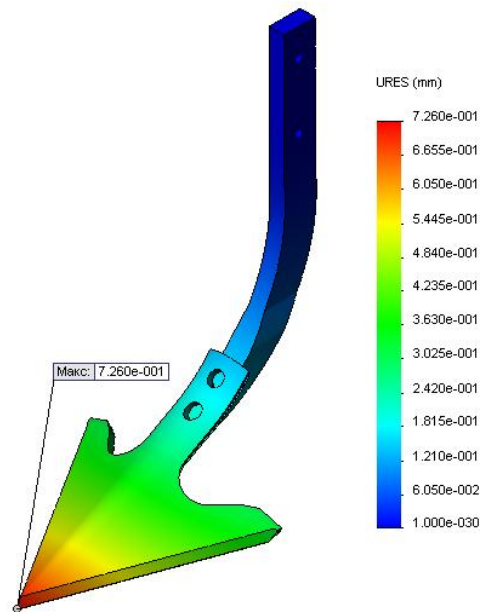
Рисунок 4.2 – Моделювання стрільчатої лапи культиватора

4.3. Аналіз даних за результатами проектування

Результати розрахунку напружено-деформованого стану стрільчатої лапи за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks подано на рис. 4.3.



а)



б)

Рисунок 4.3 – Результати розрахунку НДС стрільчатої лапи:

а - напруження, МПа (за теорією Фон Мізеса); б - переміщення точок, мм.

Як бачимо, отримані методом скінчених елементів результати розрахунку показують, що максимальні контактні напруження 34,5 МПа спостерігаються у місці кріплення лапи до стійки, а не в місці кріплення стійки до рами (27,2 МПа).

Максимальна деформація (згин стійки лапи) становить $\approx 0,7$ мм.

Розподіл коефіцієнтів запасу міцності по стрілочатій лапі культиватора показано на рис. 4.4.

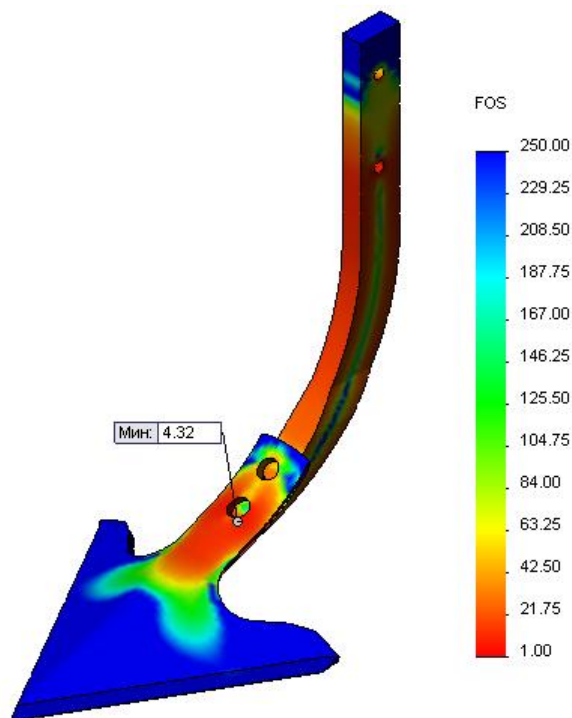


Рисунок 4.4 – Розподіл запасу міцності по стрілочатій лапі

Мінімальний коефіцієнт запасу міцності для стрілочатої лапи культиватора становить ≈ 4 .

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов

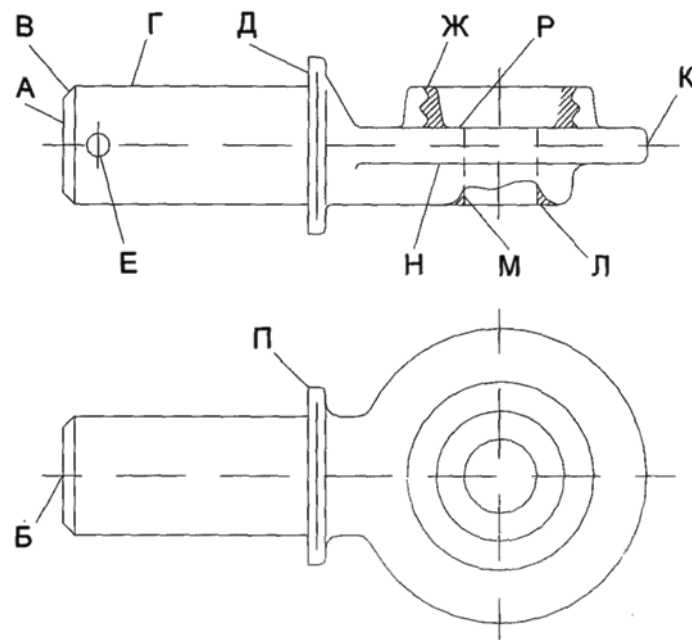


Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі – опора ПЛН-48.305

Деталь – опора ПЛН-48.305 (рис.5.1) є однією із складових частин підвіски комбінованого ґрунтообробного агрегату на базі плуга ПЛН-5-35 і служить для забезпечення надійності фіксації системи важелів.

До основних поверхонь деталі відносять наступні:

Поверхні (Г) – по цій поверхні опора встановлюється у втулку важеля.

Поверхня (Е) – призначена для забезпечення фіксації опори у важелі за допомогою шплінта.

Поверхня (М) – отвір діаметром 25 мм, у котрий входить палець важільної системи.

Поверхні (Ж, Л, К, А) – принципового значення не мають і призначені для надійного базування даної деталі при механічній обробці.

Поверхня (Д) – служить обмеженням встановлення опори у важіль по довжині.

Всі інші поверхні деталі є другорядними.

Для виготовлення заготовки даної деталі необхідно застосовувати матеріал, який має добрі ливарні властивості і оброблюваність.

Враховуючи конструктивні особливості деталі, її форму і призначення, матеріалом для виготовлення служить сталь 45Л ГОСТ 977-88 з наступними характеристиками:

Таблиця 5.1 – Хімічний склад 45Л

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %
0,42-0,5	0,5-0,8	0,17-0,37	0,04	0,04

Таблиця 5.2 – Механічні властивості сталі 45Л

σ_B , Н/мм ²	σ_0 , Н/мм ²	δ , %	ψ , %
610	360	16	40

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. Дані зведемо у таблицю.

Таблиця 5.3 – Аналіз технічних умов

Поверхня	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
А, Д	Забезпечити задану точність і шорсткість поверхні	Підрізання торця різцем	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25
Г	Забезпечити задану точність виготовлення	Обточування різцем	Калібр-скоба
М, Е	Забезпечити точність і шорсткість поверхонь	Свердління спіральним свердлом	Калібр-пробка

Технологічний контроль креслення деталі

На кресленні деталь зображена у трьох проекціях, що дає можливість уявити деталь в просторі і розташування її основних елементів.

Для розмірів загального призначення встановлено загальний допуск і квалітет точності. Для необроблюваних поверхонь встановлено загальний показник шорсткості поверхонь.

На робочі розміри і відповідальні поверхні встановлено допуск і квалітет точності згідно діючих ГОСТів. На відповідальні поверхні встановлено спеціальні показники шорсткості.

До деталі на робочому кресленні є технічні вимоги в достатній кількості.

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

Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь – опора ПЛН-48.305 є відливкою другого класу точності і другої групи складності згідно ГОСТ 26645-85 і тому одержання заготовки не складає значних труднощів.

Конфігурація деталі дозволяє отримати заготовку шляхом відливання.

З точки зору механічної обробки, конфігурація деталі дозволяє обробку всіх поверхонь на прохід.

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

До всіх оброблюваних поверхонь опори є вільний доступ інструменту. Немає обробки поверхонь з внутрішнього боку.

Отже деталь є достатньо технологічною за конструкції.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі, в принципі є досконалим і забезпечує поставлені вимоги до якості, точності і шорсткості поверхонь отримуваної деталі.

Щодо методу одержання заготовки (литва в земляні форми), то в умовах серійного типу виробництва він є доцільним. Однак заготовку для даної деталі можна отримати і іншими способами литва - у кокіль, по виплавляємим моделям і ін.

Реальна заготовка досить точно відповідає кресленню деталі.

Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотриманням принципу єдності

баз. Також виконується вимога, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які в подальшому не обробляються.

Операції технологічного процесу механічної обробки опори ПЛН-48.305 встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність.

Як видно із базового технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним.

Щодо обладнання, яке використовується, то воно в повній мірі задовольняє всі вимоги.

На рахунок ріжучого інструменту – то він використовується стандартизований.

З приводу зауважень, то для операцій 015 і 020 Вертикально-свердлильних, на яких використовуються вертикально-свердлильні верстати мод. 2Н135, то їх можна замінити на менш потужніші і дешевші 2Н125. Це значно зменшить витрати на придбання верстатів.

5.2. Проектування технологічного процесу механічної обробки

Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій. Його значення приймається для планового періоду рівного одному місяцю і визначається за формулою :

$$K_{zo} = \frac{O}{P}, \quad (5.1)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot k_g \cdot \eta_n}{T_{ш-к} \cdot N_m}, \quad (5.2)$$

де F_m – місячний фонд часу роботи обладнання при однозмінному режимі.

$$F_m = 2030 \div 12 = 169,2 \text{ год};$$

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

$\eta_n = 0,8$ - коефіцієнт завантаження верстатів;

$T_{ш-к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операцій на даному верстаті /орієнтований по додатку I [20] с.172/.

N_m – місячна програма випуску деталей.

$$N_i = \frac{N}{12} = \frac{60000}{12} = 5000 \text{ шт.},$$

N – річна програма випуску деталей.

Введемо коефіцієнт k для спрощення розрахунків:

$$k = \frac{60 \cdot F_m \cdot k_g \cdot \eta_n}{N_m} = \frac{60 \cdot 169,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{5000} = 2,11.$$

1. Токарно-гвинторізна:

$$O_1 = \frac{2,11}{0,099 \cdot 2,14} = 9,96.$$

2. Токарно-гвинторізна:

$$O_2 = \frac{2,11}{0,427 \cdot 2,14} = 2,31.$$

3. Вертикально-свердлильна:

$$O_3 = \frac{2,11}{0,598 \cdot 1,72} = 2,05.$$

4. Вертикально-свердлильна:

$$O_4 = \frac{2.11}{0.19 \cdot 1.72} = 6.46 .$$

тоді

$$K_{30} = \frac{9.96 + 2.31 + 2.05 + 6.46}{2} = 10.39 .$$

Отже тип виробництва – середньосерійний, так як $10 < K_{30} < 20$.

Згідно ГОСТ 14312-74 приймаємо потокову форму організації виробництва, яка характеризується узгодженим і ритмічним виконанням всіх операцій технологічного процесу на основі постійного такту випуску, розміщенням робочих місць у послідовності згідно технологічного процесу.

Величина такту випуску :

$$t_{\epsilon} = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{N} = \frac{2030 \cdot 60}{60000} = 2.03 \text{ хв/шт.}, \quad (5.3)$$

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

Скоректована партія :

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{60000 \cdot 10}{253} = 2372 \text{ шт.}, \quad (5.4)$$

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

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

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. В даному випадку її отримують методом лиття в земляні форми із сталі 45Л ГОСТ 977-88, що забезпечує вимоги міцності і шорсткості необроблюваних поверхонь.

Дану заготовку можна одержати і литвом у кокіль чи литтям по

виплавляємим моделям. При цьому технологічний процес механічної обробки не змінюється.

Для того, щоб вибрати метод одержання заготовки, визначимо собівартість заготовки одержаної литвом у земляні форми і литвом по виплавляємим моделям.

Деталь – відливка із 45Л; II класу точності; 2-ї групи складності, маса деталі 2,35 кг; маса заготовки 2,8 кг.

Вартість заготовки одержуваної литвом, з достатньою для курсового проектування точністю визначаємо згідно формули:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_{\epsilon} k_M k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (5.5)$$

де C – базова вартість 1 тони заготовок;

$k_T, k_C, k_{\epsilon}, k_M, k_{II}$ - відповідно, коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу, об'єму випуску заготовок.

1 варіант *Литво у земляні форми*

$$C = 1450 \text{ грн}, \quad k_T = 1.03, \quad k_C = 0.83,$$

$$k_{\epsilon} = 1, \quad k_M = 1.21, \quad k_{II} = 1,$$

$$S_{\text{відх}} = 72 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг1}} = \left(\frac{1450}{1000} \cdot 1.03 \cdot 0.83 \cdot 1.21 \right) - (2.8 - 2.35) \frac{72}{1000} = 1.47 \text{ грн.}$$

2 варіант *Литво по виплавляємим моделям*

$$C = 8000 \text{ грн}, \quad k_T = 1.05, \quad k_C = 0.92,$$

$$k_{\epsilon} = 0.5, \quad k_M = 1, \quad k_{II} = 0.83,$$

$$S_{\text{відх}} = 72 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заз2}} = \left(\frac{8000}{1000} \cdot 1.05 \cdot 0.92 \cdot 0.5 \cdot 0.83 \right) - (2.8 - 2.35) \frac{72}{1000} = 3.17 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від застосування прогресивнішого способу одержання заготовки розрахуємо згідно формули:

$$\Sigma = (S_{\text{заз2}} - S_{\text{заз1}}) \cdot N = (3.17 - 1.47) \cdot 60000 = 102000 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Отже одержання заготовок для деталі опора ПЛН-48.305 литвом у земляні форми є більш доцільним.

Економічний ефект від застосування литва у земляні форми складає 102000 гривень на рік у порівнянні з литвом по виплавляємим моделям.

Вибір технологічних баз

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

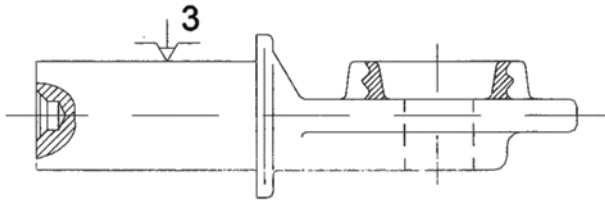
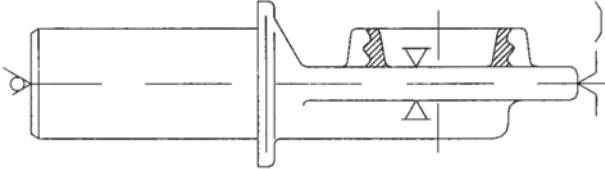
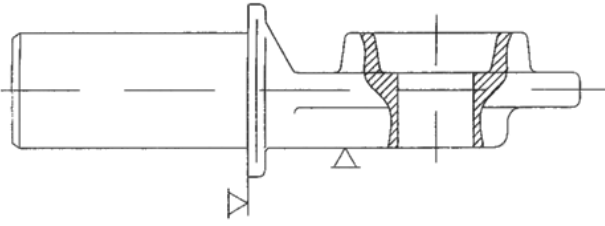
При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції було вибрано базою такі поверхні, які в подальшому не оброблюються. На наступні операції необхідно вибирати такі бази, які б служили базами для багатьох операцій.

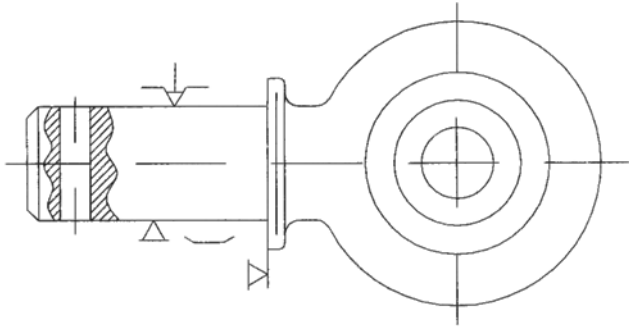
Від правильності вибору технологічних баз в значній мірі залежать:

- Фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором.
- Правильність розміщення оброблюваних поверхонь.
- Точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроектованої технологічної операції.
- Степінь складності і конструкція необхідних пристроїв, ріжучих і вимірювальних інструментів.
- Загальна продуктивність обробки заготовок.

Вибір технологічних баз проводимо у вигляді таблиці, в якій покажемо схеми базування деталі на кожній операції.

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

№ операції	Назва операції	Схема базування
005	Токарно-гвинторізна	 Technical drawing of a shaft with a keyway and a thread. A base point '3' is indicated on the left end of the shaft.
010	Токарно-гвинторізна	 Technical drawing of a shaft with a keyway and a thread. A base point is indicated on the left end of the shaft.
015	Вертикально-свердлильна	 Technical drawing of a shaft with a keyway and a thread. A base point is indicated on the left end of the shaft.

020	Вертикально-свердлильна	
-----	-------------------------	--

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

Для визначення доцільності вибраного технологічного маршруту механічної обробки необхідно провести техніко-економічні порівняння двох варіантів обробки.

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі опора ПЛН-48.305.

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

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Оброблюван а поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 1 2. Свердлити центровий отвір в розміри 2,3,4	А Б	Г Г	1М63
010	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір 1, 2 2. Підрізати торець в розмір 2 3. Обточити фаску в розмір 3 4. Притупити гострий край по Ø60	Г Д В П	Н, Р	16К20

015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2.	М	Д, Л	2Н135
020	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір в розміри 1, 2.	Е	Д, Г	2Н135

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

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Оброблюван а поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 1 2. Свердлити центровий отвір в розміри 2,3,4	А Б	Г Г	1М63
010	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір 1, 2 2. Підрізати торець в розмір 2 3. Обточити фаску в розмір 3 4. Притупити гострий край по Ø60	Г Д В П	Н, Р	16К20
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2.	М	Д, Л	2Н125
020	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір в розміри 1, 2.	Е	Д, Г	2Н125

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.

Величина годинних приведених витрат :

$$C_{пз} = \frac{C_3}{M} + C_{гз} + E_H (K_C + K_3), \quad \text{коп/год}, \quad (5.7)$$

де C_3 – основна і додаткова заробітна плата, а також перерахування на соц. страх;

M – коефіцієнт багатостатності;

$C_{ГЗ}$ – годинні затрати на експлуатацію робочого місця;

E_H – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень. $E_H=0,2$;

K_C – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

K_3 – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

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

де $C_{Т.Ф.}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

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

$$C_{ГЗ} = C_{ГЗ}^{б.у.} \cdot k_M, \quad \text{коп/год}, \quad (5.9)$$

де $C_{ГЗ}^{б.у.}$ – практично скоректовані годинні затрати на базовому робочому місці;

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

$$K_C = \frac{Ц \cdot 100}{3200}, \quad \text{коп/год} \quad (5.10)$$

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

де $Ц$ – балансова вартість верстату, грн.;

F – виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів.

$$F = f \cdot k_f, \quad \text{м}^2 \quad (5.12)$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції:

$$C_O = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ум}}{60}, \quad \text{коп} \quad (5.13)$$

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

I варіант Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н135

$$Ц = 10750 \cdot 1,1 = 11825 \text{ грн.}$$

$$f = 1,24 \cdot 0,81 = 1,1 \text{ м}^2.$$

$$k_f = 4,0 .$$

$M=2$; розряд роботи 3.

$$T_{\text{шт}} = 1,72 \cdot 2,35 = 4,042 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 5 = 335,07 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ГЗ} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,2 = 217,8 \text{ коп/год, де } k_M = 1,2 .$$

$$K_c = \frac{11825 \cdot 100}{3200} = 369,5 \text{ коп/год.}$$

$$K_3 = \frac{1,1 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,3 \text{ коп/год.}$$

$$C_{пз} = \frac{335,07}{2} + 217,8 + 0,2(369,5 + 10,3) = 461,3 \text{ коп/год.}$$

$$C_o^I = \frac{461,3 \cdot 4,042}{60} = 31,076 \text{ коп.}$$

II варіант Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н125

$$Ц = 8250 \cdot 1,1 = 9075 \text{ грн.}$$

$$f = 1,13 \cdot 0,805 = 0,91 \text{ м}^2.$$

$$k_f = 4,0 .$$

$M=2$; розряд роботи 3.

$$T_{\text{шт}} = 1,72 \cdot 2,35 = 4,042 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 5 = 335,07 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ГЗ} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,2 = 217,8 \text{ коп/год, де } k_M = 1,2 .$$

$$K_c = \frac{9075 \cdot 100}{3200} = 283,6 \text{ коп/год.}$$

$$K_3 = \frac{0.91 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 8.53 \text{ коп/год.}$$

$$C_{пз} = \frac{335.07}{2} + 217,8 + 0,2(283.6 + 8.53) = 443.76 \text{ коп/год.}$$

$$C_o^2 = \frac{443.76 \cdot 4.042}{60} = 29.89 \text{ коп.}$$

Річний економічний ефект при застосуванні проектного варіанту технологічного маршруту виготовлення деталі в порівнянні з базовим складає:

$$\Sigma = [C_o^1 - C_o^2] \cdot N = (31.076 - 29.89) \cdot 60000 = 71160 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Дані розрахунки свідчать про те, що проектний маршрут виготовлення деталі опора ПЛН-48.305 економічно більш доцільний.

Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проективання заготовки

Припуски на поверхні, які підлягають механічній обробці визначаємо табличним способом з використанням ГОСТ 1855-85 із довідника [21] с. 54-55.

Припуски і допуски на оброблювані поверхні зводимо у таблицю.

Таблиця 5.7 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі опора
ПЛН-48.305

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
А	200	3	±0,6
Г	88	2×1,5	±0,2

Д	Ø60-40	3	±0,2
В	Ø40	3	±0,2
М	Ø25	2×12,5	±0,2
Е	Ø8	2×4	±0,2

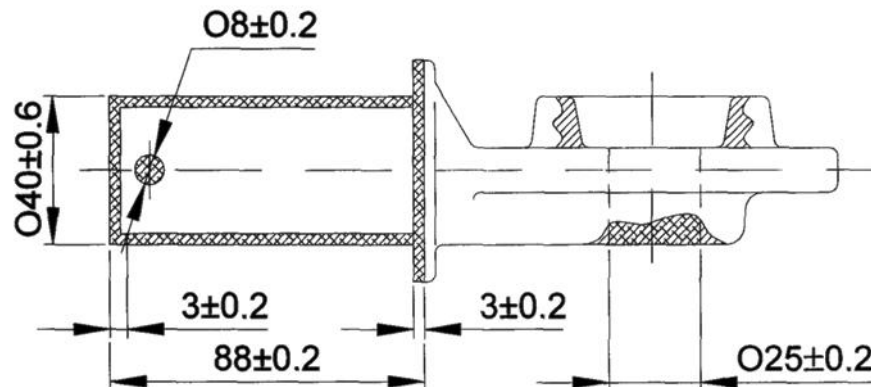


Рисунок 5.2 – Заготовка опори з призначеними припусками і допусками

Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю

Вибираючи тип і конструкцію різального інструменту враховується характер виробництва, метод обробки, тип верстатів, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні і 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 зводимо у таблицю.

Таблиця 5.8 – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 1 2. Свердли́ти центровий отвір в розміри 2,3,4	Різець 2112-0067 T15K6 ГОСТ 18880-73 Свердло (Ø4) 2317-0018 ГОСТ 16952-75	Шаблон 5,06±0,2 8321-4082-02 Штангенциркуль ШЦ-II-2,50-0,1 ГОСТ 166-80
010	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір 1, 2 2. Підрізати торець в розмір 2 3. Обточити фаску в розмір 3 4. Притупити гострий край по Ø60	Різець 2102-0052 T15K6 ГОСТ 18877-73	Скоба(Ø40) 8113-0262h12 ГОСТ 16776-71
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердли́ти отвір в розмір 1, 2.	Свердло Ø25 2301-0087 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
020	Вертикально-свердлильна 1. Свердли́ти отвір в розміри 1, 2.	Свердло Ø8 2301-0015 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80

Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахуємо режими різання для операції 015 – Вертикально-свердлильна.

Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті 2Н125 і складається із одного переходу - свердління отвору в розмір Ø25.

Із довідника [22] вибираємо свердло (Ø25) 2301-0087 ГОСТ 10903-77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р18. Геометричні елементи: форма заточки – подвійна з підточуванням поперечної кромки; 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 45Л із твердістю НВ 240-300 при діаметрі свердла 25 мм приймаємо подачу $s_0=0,27$ мм/об .

Коректуємо подачу за паспортними даними верстату 2Н125:

$$s_0=0,2 \text{ мм/об.}$$

2. Призначаємо період стійкості свердла.

Для свердла $\varnothing 25$ із швидкорізальної сталі рекомендується період стійкості $T=50$ хв .

3. Швидкість різання.

Швидкість різання, що допускається різальними властивостями свердла:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (5.15)$$

Згідно [22] с. 261-281.

$$C=7,0 ; \quad q=0,4; \quad y=0,7; \quad m=0,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}.$$

$$K_{mv}=1; \quad K_{iv}=0,8; \quad K_{lv}=1.$$

$$V = \frac{7 \cdot 25^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,8 = 28,6 \quad \text{м/хв.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28,6}{3,14 \cdot 25} = 364 \quad \text{об/хв.} \quad (5.16)$$

Коректуємо частоту по паспорту верстату .

$$n=350 \quad \text{об/хв.}$$

5. Визначаємо дійсну швидкість різання.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 350}{1000} = 28,2. \quad \text{м/хв}$$

6. Визначаємо крутний момент від сил опору різанню при свердлінні.

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (5.17)$$

Згідно [22] с. 276-281:

$$C_m=0,0345; \quad q=2,0; \quad y=0,8; \quad K_p=1.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 25^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 59.5 \text{ Нм.}$$

7. Визначаємо потужність різання.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{59.5 \cdot 350}{9750} = 2.1, \quad \text{кВт.} \quad (5.18)$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{риз} \leq N_{ун};$$

$$N_{ун} = N_{\partial} \cdot \eta = 2.5 \cdot 0,85 = 2.13 \text{ кВт,}$$

де $\eta = 0,85$ - ККД верстату

$$2.1 \leq 2.13.$$

Отже обробка на даному верстаті можлива.

8. Визначаємо основний технологічний час.

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s_o} \quad (5.19)$$

При подвійному заточуванні свердла врізання $y = 0,4D$ отже $y = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ мм}$. Перебіг свердла $\Delta = 2 \text{ мм}$, тоді

$$L = 50 + 10 + 2 = 62 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{62}{350 \cdot 0,2} = 0,9 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків зводимо в таблицю.

Для всіх інших операцій режими різання вибираємо із довідника [24].

Таблиця 5.9 – Зведена таблиця режимів різання

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	L, мм	t, мм	i, ш т	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T _о , хв	N _р кВт
005	Токарно-гвинторізна								
	1. Підрізати торець в розмір 1	30	3	1	0,147	408	63	1,0	2,3
	2. Свердлити центровий отвір в розміри 2,3,4	13	2	1	ручн	319	40	0,41	1,8

010	Токарно-гвинторізна								
	1. Точити поверхню в розмір 1, 2	88	3	1	0,15	400	63	2,93	3,2
	2. Підрізати торець в розмір 2	15	3	1	0,15	315	59	0,32	2,4
	3. Обточити фаску в розмір 3	6	3	1	ручн	400	50	0,15	1,6
	4. Притупити гострий край по Ø60	3	0,5	1	ручн	400	63	0,1	1,7
015	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити отвір в розмір 1, 2.	50	12,5	1	0,2	180	14,1	1,43	2,1
020	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити отвір в розміри 1, 2.	46	4	1	0,1	500	12,6	0,92	1,3

Вибір обладнання та визначення його кількості. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Для процесу механічної обробки застосуємо наступне обладнання з такими технічними характеристиками:

Вертикально-свердлильний 2Н125

Найбільший діаметр свердління, мм – 25.

Найбільше зусилля подачі, Н – 16000.

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

Найбільша відстань від торця шпинделя до стола, мм – 250.

Конус Морзе отвору шпинделя – 3.

Кількість ступенів обертів шпинделя – 12.

Межі чисел обертів за хв. – 45-2000.

Найбільше переміщення шпинделя, мм – 200.

Кількість ступенів подач – 9.

Межі подач шпинделя, мм/об – 0,1-1,6.

Розміри стола, мм – 400×450.

Потужність електродвигуна, кВт – 2,5.

Габарити, мм - 1130×805.

Категорія ремонтної складності – 12.

Токарно-гвинторізний 16K20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

Над станиною – 400

Над супортом – 220

Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм – 2000

Висота різця, що встановлюється в різцетримачі, мм – 25

Потужність двигуна, кВт – 10

Частоти обертання шпинделя, хв.⁻¹ – 12,5-1600

Повздовжні подачі, мм/об – 0,05-2,8

Поперечні подачі, мм/об – 0,025-1,4

Максимальна складова осьової сили різання, $P_x=6000$ Н.

Токарно-гвинторізний 1M63

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

над станиною – 630

Відстань між центрами, мм – 1400

Найбільший розмір оброблюваної заготовки над супортом, мм – 340

Найбільший діаметр оброблюваного прутка, мм – 65

Кількість ступенів чисел обертів шпинделя – 22

Межі чисел обертів шпинделя в хв. – 10-1250

Число ступенів подачі:

Повздовжніх – 44

Поперечних – 44

Межі подач на один оберт шпинделя:

Повздовжніх – 0,064-1,025

Поперечних – 0,026-0,378

Потужність електродвигуна – 10 кВт

Габаритні розміри, мм – 4660-1690

Категорія ремонтної складності - 19

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_z визначається як співвідношення розрахункової кількості верстатів m_p зайнятих на даній операції до прийнятої кількості верстатів m_n :

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n}. \quad (5.20)$$

Розрахункова кількість верстатів визначається як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску.

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

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{um}}. \quad (5.21)$$

Величина використання обладнання за потужністю визначають, як відношення розрахункової потужності до потужності приводу верстату:

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_e} \quad (5.22)$$

Токарно-гвинторізний мод. 16K20

$$T_{um}=3,5 \text{ хв};$$

$$N_{\varepsilon}=10 \text{ кВт};$$

$$T_o=7,49 \text{ хв};$$

$$N_p=3,2 \text{ кВт};$$

$$m_p = \frac{7.49}{2.03} = 3.69;$$

$$\eta_o = \frac{3.5}{7.49} = 0,46;$$

$$\eta_z = \frac{3.69}{4} = 0.92;$$

$$\eta_N = \frac{3.2}{10} = 0,32.$$

Приймаємо 4 верстати.

Токарно-гвинторізний мод. 1М63

$$T_{um}=1,41 \text{ хв};$$

$$N_{\varepsilon}=10 \text{ кВт};$$

$$T_o=3,02 \text{ хв};$$

$$N_p=2,3 \text{ кВт};$$

$$m_p = \frac{3.02}{2.03} = 1.49;$$

$$\eta_o = \frac{1.41}{3.02} = 0,47;$$

$$\eta_z = \frac{1.49}{2} = 0.75;$$

$$\eta_N = \frac{2.3}{10} = 0,23.$$

Приймаємо 2 верстати.

Вертикально-свердильний мод. 2Н125

$$T_{um}=2,35 \text{ хв};$$

$$N_{\varepsilon}=9,5 \text{ кВт};$$

$$T_o=4,04 \text{ хв};$$

$$N_p=2,1 \text{ кВт};$$

$$m_p = \frac{4.04}{2.03} = 1.99;$$

$$\eta_o = \frac{2.35}{4.04} = 0,58;$$

$$\eta_z = \frac{1.99}{2} = 0.99;$$

$$\eta_N = \frac{2.1}{2.5} = 0.84.$$

Приймаємо 2 верстати.

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження обладнання:

$$\eta_{з\text{сер}} = \frac{0.75 + 0.92 + 0.99}{3} = 0.89;$$

$$\eta_{о\text{сер}} = \frac{0.47 + 0.46 + 0.58}{3} = 0.5;$$

$$\eta_{N\text{сер}} = \frac{0.23 + 0.32 + 0.84}{3} = 0.46.$$

За отриманими даними будуємо графіки завантаження обладнання, завантаження по потужності і основному часу.

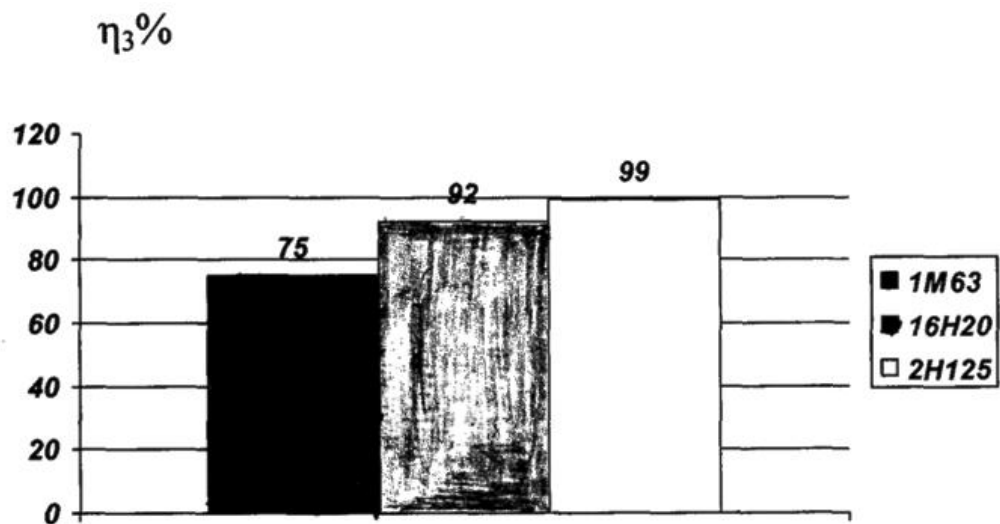


Рисунок 5.3 – Графік завантаження обладнання

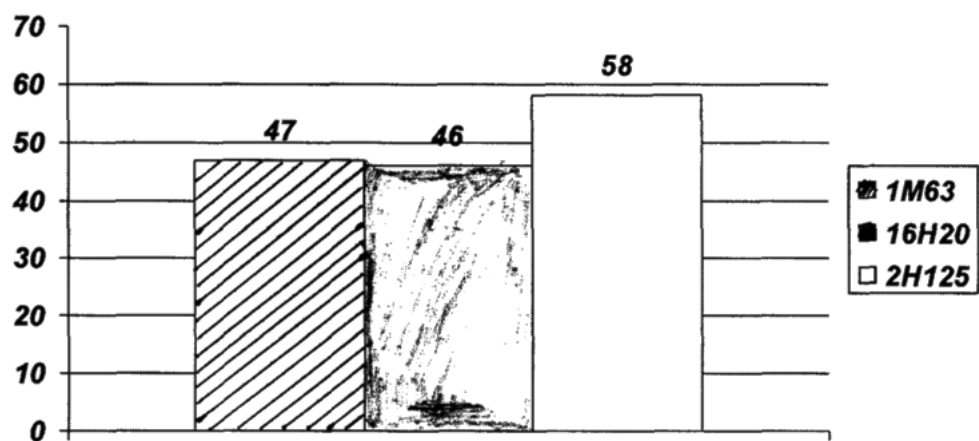


Рисунок 5.4 – Графік завантаження обладнання за основним часом

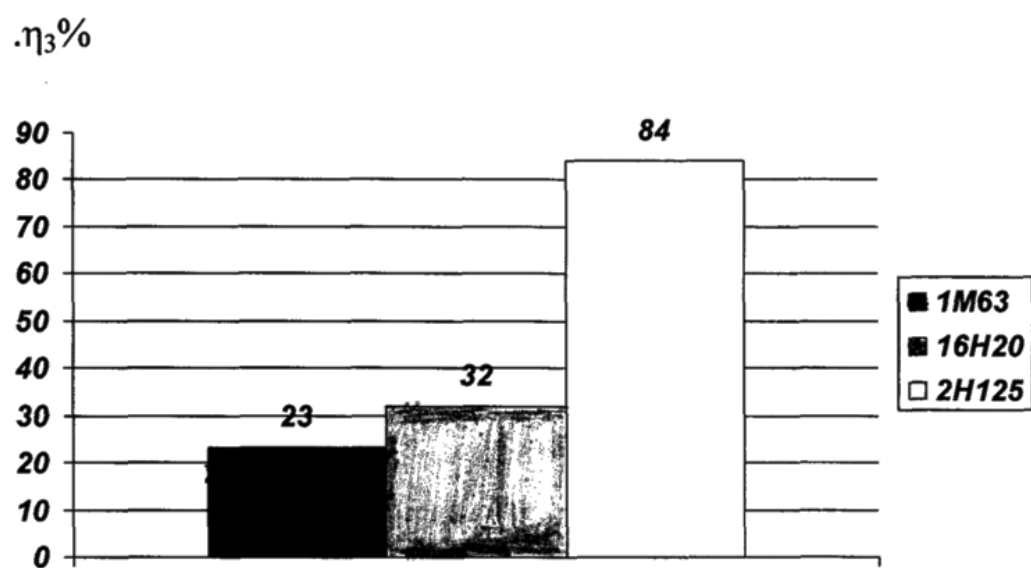


Рисунок 5.5 – Графік завантаження обладнання за потужністю

5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв

Опис призначення, будови і роботи кондуктора до верстату 2Н125

Пристосування – кондуктор до вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н125 для операції 015 механічної обробки отвору –свердління в діаметр 25 мм із заданою точністю згідно креслення деталі – опора ПЛН-48.305

Вихідні дані:

Річний об'єм виготовлення деталі – 60000 шт.

Тип виробництва – середнь-серійний.

Робота в одну зміну.

Маса деталі – 2,35 кг.

Матеріал заготовки – сталь 45Л.

У відповідності із параметрами обробки та вихідними даними приймаємо схему одномісного одно позиційного пристосування.

Кондуктор складається із корпусу 1, в який за допомогою пальців 10 напесована плита 7. У плиту при допомозі гвинтів 22 вкручено дві колонки 5, які є направляючими для кондукторної плити 6.

Деталь встановлюється на призму 8.

Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра 2: через шток рух передається на притиск 9, котрий у середній своїй частині рухомо з'єднаний з корпусом кондуктора через вісь 6 і вухо 14. від притиску рух передається двом колонкам 5 і кондукторній плиті, яка і здійснює затиск деталі опорою 38.

В плиту впесована кондукторна втулка 36, яка служить для направлення інструменту.

Встановлюється кондуктор на стіл вертикально-свердлильного верстату 2Н125.

Точність базування кондуктора забезпечується двома направляючими

шпонками.

Закріплюється кондуктор за допомогою гвинтів, що входять у Т-подібні пази стола верстату.

Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра.

Деталь витягується вручну.

6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Економічні і організаційні напрямки підвищення технічного рівня і показників якості сільськогосподарської техніки

За останні роки значно збільшились поставки як вітчизняних так і зарубіжних виробників техніки для сільськогосподарських робіт, що дозволило в якійсь мірі оновити парк машин. Все ж на всі машини, що випускаються для сільськогосподарського виробництва в повній мірі відповідають сучасним вимогам.

Головною характеристикою будь-якої машини, що оцінює її техніко-економічний рівень є експлуатаційна технологічність, що в широкому розумінні означає ступінь придатності конструкції до реалізації закладених в ній споживчих властивостей при виконанні нею покладених функцій з можливо меншими втратами часу, праці і матеріалів та технічне і технологічне обслуговування.

Ці характеристики залежать від енергоємності техніки, її надійності і довговічності, ремонтпридатності забезпечення виконання якісних показників технологічного процесу, що виконує машина, від умов праці механізатора.

Від темпів впровадження на нових машинах передових матеріалів, технологій, конструктивних рішень, сучасних приводів, систем контролю і регулювання в значній мірі залежить ефективність капіталовкладень в створення, виробництво і впровадження техніки, а в свою чергу і ріст продуктивності праці в сільськогосподарському виробництві.

6.2. Розрахунок економічної ефективності використання модернізованого плуга

Розрахунок економічної ефективності використання модернізованого плуга проводитимемо порівняно з базовою моделлю плугом ПЛН-5-35.

Початкові дані:

Орний агрегат - трактор Т-150К+ПЛН-5-35М

глибина оранки - 27 см., робоча швидкість 9 км/год.

Трактор Т-150К: вага - 76 кН, вартість з ПДВ - 250000 грн.

Плуг ПЛН-5-35: вага - 9 кН, вартість з ПДВ - 9702 грн.

Визначаємо коефіцієнт використання часу зміни за формулою:

$$\tau = \frac{t_{см}}{T_{см}}, \quad (6.1)$$

де $t_{см}$ - чистий час роботи на протязі зміни, год;

$T_{см}$ - тривалість зміни, год.

Час чистої роботи в початковому варіанті більше, оскільки менше часу витрачається на очищення, підтяжку.

$$t_{см\sigma} = \frac{6,3}{7} = 0,9;$$

$$t_{смн} = \frac{5,9}{7} = 0,85;$$

Продуктивність за годину змінного часу в га/год:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (6.2)$$

де B_p - робоча ширина захоплення агрегату, м;

V_p - робоча швидкість агрегату, км/ч;

τ - коефіцієнт використання часу зміни.

$$W_{\text{ч}_n} = 0,1 \cdot 1,75 \cdot 9 \cdot 0,9 = 1,4 \text{ га/год},$$

$$W_{\text{ч}_2} = 0,1 \cdot 1,5 \cdot 9 \cdot 0,85 = 1,5 \text{ га/год}.$$

Змінне напрацювання в га:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot T_{\text{см}}, \quad (6.3)$$

де $T_{\text{см}}$ - тривалість робочої зміни (у розрахунках приймаємо $T_{\text{см}} = 7$ год).

$$W_{\text{см}_n} = 1,4 \cdot 7 = 9,8 \text{ га},$$

$$W_{\text{см}_2} = 1,5 \cdot 7 = 10,5 \text{ га}.$$

Погектарна витрата палива визначається за формулою (кг/га):

$$g_{\text{га}} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{W_{\text{см}}}, \quad (6.4)$$

де

G_p, G_x, G_o - годинні витрати палива відповідно при роботі агрегату під навантаженням, при холостих поворотах і заїздах і при зупинках агрегату з працюючим двигуном, кг/год;

T_x - час руху агрегату при неодружених поворотах і заїздах протягом зміни, год;

T_0 - час роботи двигуна при зупинках агрегату, год.

Час на зупинки агрегату протягом зміни (ч):

$$T_o = (t_{техн} + t_{омд}) \cdot T_p \cdot T_{ЕТО}, \quad (6.5)$$

де

$t_{техн}$, $t_{омд}$ - час простоїв з розрахунку на одну годину чистої роботи агрегату відповідно при технологічному обслуговуванні машин і при відпочинку механізаторів, год;

$t_{омд} = 0,1 \dots 0,25$ год;

$T_{ЕТО}$ - час простоїв при технічному обслуговуванні машин протягом зміни, год; $T_{ЕТО} = 0,2 \dots 0,5$ год.

$$T_o = (0,01 + 0,1) \cdot 5,95 + 0,2 = 0,855 \text{ год}$$

Час руху агрегату при холостих поворотах і заїздах розраховується виходячи з балансу часу зміни:

$$T_x = T_{см} - T_p - T_o. \quad (6.6)$$

$$T_x = 7 - 5,95 - 0,855 = 0,195 \text{ год}$$

Підставляючи значення у формулу 6.4, одержимо:

$$g_{заг} = \frac{30,5 \cdot 5,95 + 13,8 \cdot 0,195 + 2,4 \cdot 0,855}{9,8} = 19 \text{ кг/га}$$

$$g_{ca_n} = \frac{30,5 \cdot 5,95 + 13,8 \cdot 0,195 + 2,4 \cdot 0,855}{10,5} = 17,7 \text{ кг / га}$$

Питомі експлуатаційні витрати S на використання машинних агрегатів (грн/га):

$$S = \Sigma S_a + \Sigma S_{PTX} + S_{TCM} + S_{ЗП}, \quad (6.7)$$

де

ΣS_a - сума амортизаційних відрахувань по всіх елементах агрегату;

ΣS_{PTX} - сума витрат на поточний ремонт і ТО по всіх елементах агрегату;

S_{TCM} - витрати на паливно-змащувальні матеріали;

$S_{ЗП}$ - витрати на заробітну платню механізаторам і допоміжним робітникам.

Питомі витрати на амортизацію агрегату (грн/га) визначаємо за формулою:

$$\Sigma S_a = \frac{B_T \cdot (a_P + a_K)}{100 \cdot W_q \cdot T_T} + \frac{B_M \cdot a_P}{100 \cdot W_q \cdot T_M} \cdot n_M, \quad (6.8)$$

де

a_P, a_K - норми річних відрахувань на реновацію і капітальний ремонт трактора і сільськогосподарської машини, %;

B_T, B_M - балансова вартість трактора і машини, грн.;

T_T, T_M - річне завантаження трактора і машини, год;

n_M - кількість машин в агрегаті;

W_q - годинна продуктивність агрегату га/год.

Балансова вартість трактора Т-150К:

$$250000 \cdot 1,1 = 275000 \text{ грн.}$$

Балансова вартість плуга ПЛН-5-35:

$$8820 \cdot 1,1 = 9702 \text{ грн.}$$

Визначаємо балансову вартість модернізованого плуга:

$$B_m = B_{\bar{o}} \times \frac{m_m}{m_{\bar{o}}} , \quad (6.9)$$

де m_m - маса модернізованого плуга;

$m_{\bar{o}}$ - маса базового плуга.

$$B_m = 9702 \times \frac{1120}{900} = 12073 \text{ грн} \quad B_m = 9702 \times \frac{1120}{900} = 12073 \text{ грн}$$

Річне навантаження трактора - 1600 год.

Річне навантаження машини в год:

$$B_{\text{э}} = W_{cm} \cdot T_3 , \quad (6.10)$$

де T_3 - нормативне річне завантаження машини на даній операції;

$$B_{\text{э}} = 1,4 \cdot 320 = 450 \text{ год.}$$

$$\Sigma S_{a_n} = \frac{275000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,4 \cdot 1600} + \frac{9702 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,4 \cdot 450} \cdot 1 = 17,2 \text{ грн/га}$$

$$\Sigma S_{a_2} = \frac{275000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,5 \cdot 1600} + \frac{12073 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,5 \cdot 450} \cdot 1 = 16,5 \text{ грн/га}$$

Аналогічно підраховуються питомі витрати на поточний ремонт і ТО – ΣS_{PTX} .

$$\Sigma S_{PTX} = \frac{B_T \cdot (a_{PT} + a_{TO})}{100 \cdot W_q \cdot T_T} + \frac{B_M \cdot (a_{PT} + a_{TO})}{100 \cdot W_q \cdot T_T} n_M, \quad (6.11)$$

де

a_{PT} , a_{TO} - норми річних відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора і сільськогосподарської машини, %.

$$\Sigma S_{PTX_n} = \frac{275000 \cdot (5 + 2)}{100 \cdot 1,4 \cdot 1600} + \frac{9702 \cdot 5}{100 \cdot 1,4 \cdot 450} \cdot 1 = 9,4 \text{ грн/га}$$

$$\Sigma S_{PTX_2} = \frac{275000 \cdot (5 + 2)}{100 \cdot 1,5 \cdot 1600} + \frac{12073 \cdot 5}{100 \cdot 1,5 \cdot 450} \cdot 1 = 8,9 \text{ грн/га}$$

Питомі витрати на паливо і змащувальні матеріали визначаємо за формулою:

$$S_{TSM} = \kappa_T \cdot g_{ga} \cdot \Pi_K, \quad (6.12)$$

де

κ_T - коефіцієнт витрати змащувальних матеріалів (по нормативу), рівний 1,061;

g_{ga} - погектарна витрата палива, кг/га;

Π_K - комплексна ціна одного кг палива, грн/кг.

$$S_{\text{ЗП}_i} = 1,061 \cdot 19 \cdot 15 = 302,4 \text{ грн/га},$$

$$S_{\text{ЗП}_a} = 1,061 \cdot 17,7 \cdot 15 = 282,7 \text{ грн/га}.$$

Питомі витрати на заробітну платню $S_{\text{ЗП}}$, грн/га, визначаються за формулою:

$$S_{\text{ЗП}} = \frac{m_M \cdot f \cdot 1,046}{W_{\text{CM}}}, \quad (6.13)$$

де

m_M - кількість працівників обслуговуючих агрегат, чел;

f - денні тарифні ставки для оплати праці механізатора, $f = 52,40 \text{ грн.}$;

1,046 - коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну платню;

W_{CM} - змінна продуктивність агрегату, га/зм.

$$S_{\text{ЗП}_n} = \frac{1 \cdot 52,40 \cdot 1,046}{9,8} = 5,6 \text{ грн/га}$$

$$S_{\text{ЗП}_z} = \frac{1 \cdot 52,40 \cdot 1,046}{10,5} = 5,2 \text{ грн/га}$$

Витрати праці на одиницю виконаної роботи (люд.-год/га) визначаються за формулою:

$$З = \frac{m_M}{W_{\text{ч}}}, \quad (6.14)$$

де m_M - кількість працівників обслуговуючих агрегат, люд.;

W_q - годинна продуктивність агрегату, га/год.

$$z_n = \frac{1}{1,4} = 0,71 \text{ люд.} - \text{год/га}$$

$$z_e = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ люд.} - \text{год/га}$$

Підставимо результати розрахунків у формулу 6.7:

$$S_i = 17,2 + 9,4 + 302,4 + 5,6 = 334,6 \text{ ґдї / ґа ,}$$

$$S_{\tilde{a}} = 16,5 + 8,9 + 282,7 + 5,2 = 313,3 \text{ ґдї / ґа .}$$

Річні експлуатаційні витрати розраховуємо за формулою:

$$I = T_M \cdot W_q \cdot S, \quad (6.15)$$

де T_M - річне завантаження машини.

$$\dot{E}_i = 450 \cdot 1,4 \cdot 302,4 = 147294 \text{ ґдї .}$$

$$\dot{E}_{\tilde{a}} = 450 \cdot 1,5 \cdot 282,7 = 147420 \text{ ґдї .}$$

Розраховуємо річний економічний ефект за формулою:

$$\mathcal{E}_\Gamma = ((I_n + E_H \cdot K_B) - (I_e + E_H \cdot K_\Pi)), \quad (6.16)$$

де

K_B, K_Π - питомі капітальні вкладення по варіантах;

E_H - нормативний коефіцієнт (0,18....0,20).

$$\dot{Y}_A = ((147294 + 0,2 \cdot 9702) - (147420 + 0,2 \cdot 12073)) = 600,2 \text{ грн/га}$$

Термін окупності визначається як відношення суми додаткових капітальних вкладень до річного економічного ефекту від застосування нового винаходу.

$$T = \Delta K / \dot{Y}_A, \quad (6.17)$$

де ΔK - вартість додаткових капітальних вкладень;

$\dot{Y}_A$ - річний економічний ефект від застосування нового винаходу.

$$\dot{O} = \frac{(12073 - 9702)}{600,2} = 3,9 \text{ років}$$

Результати розрахунків техніко-економічних показників машино-тракторних агрегатів заносимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Техніко-економічні показники запропонованих рішень

№	Найменування	базовий	новий
1	Балансова вартість, грн	9702	12073
2	Продуктивність агрегату за зміну, га/зм	9,8	10,5
3	Витрата палива, кг/га	19	17,7
4	Питомі експлуатаційні витрати, грн/га	302,4	282,7
5	Термін окупності, років	-	3,9

7. ОХОРОНА ПРАЦІ та БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Історія розвитку охорони праці в Україні

У сучасних умовах ринкових відносин в Україні створюється, реконструюється і функціонує велика кількість малих, середніх і великих підприємств сільськогосподарського призначення. Роботодавці таких підприємств несуть повну відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці для своїх працівників, попередження випадків травматизму, профзахворювань, аварій і пожеж. Закон України "Про охорону праці" встановив основні принципи державної політики в галузі охорони праці: пріоритет життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці, комплексного розв'язання завдань охорони праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, використання економічних методів управління, виконання нормативів охорони праці незалежно від форм власності і видів діяльності підприємства.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

В Україні створена необхідна нормативно-правова база ефективної охорони праці. В 1999 р. прийнятий Закон України „Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”.

Закон передбачає диференціацію страхових тарифів залежно від класу професійного ризику виробництва, рівня травматизму і стану охорони праці в господарстві. Отже, роботодавець економічно зацікавлений в поліпшенні

безпеки праці на виробництві. Розрахунки показують, що економічні наслідки нещасних випадків коштують у десять разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження.

Закон України „Про охорону праці” вимагає, щоб на кожному підприємстві діяла Система управління охороною праці (СУОП). Вперше СУОП була розроблена і застосована в Україні на підприємствах Львівської області у 1976 р.

В 1999 р. був затверджений міжнародний стандарт OHSAS 18001-99 „Система керування охороною здоров'я та безпекою персоналу” (Occupational Health and Safety Assurance System (OHSAS)), який зараз впроваджується в розвинутих країнах. Ця система передбачає управління ризиками в галузі охорони здоров'я та безпеки праці.

Бажання України вступити до Всесвітньої організації торгівлі потребує адаптації нормативно-правової бази до вимог стандартів та директив Європейського Союзу. Росія гармонізувала свою СУОП, впровадивши стандарт Р.12.0.006-2002 „ССТБ. Общие требования к управлению охраной труда в организации”.

Згідно зі стандартом OHSAS, планування заходів з охорони праці повинно будуватися не тільки на підставі відповідності стану умов та безпеки праці вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, а й на підставі управління ризиками виникнення аварій, нещасних випадків та профзахворювань за допомогою методики їх виявлення й оцінки для усунення неприпустимих ризиків.

Успіх функціонування системи управління охороною праці залежить від зобов'язань, що були прийняті на всіх рівнях управління, всіма підрозділами організації (підприємства), особливо її керівництвом (роботодавцем). Підприємство повинно провести сертифікацію СУОП, провести самооцінку і самодекларацію відповідності вимогам норм охорони праці і СУОП.

Одна з найдавніших міжурядових організацій з охорони праці –

Міжнародна організація праці (МОП) – була створена у 1919 р.

Зараз штаб-квартира МОП – Міжнародне бюро праці (МБП) – розташована в Женеві (Швейцарія).

Головною метою МОП, згідно з її Статутом, є сприяння встановленню загального і міцного миру на основі соціальної справедливості, поліпшення умов праці і життя працівників усіх країн.

Виключна особливість МОП – це її тристороння структура: в діяльності Організації на рівних засадах беруть участь представники урядів, організацій працівників і роботодавців усіх країн - членів МОП.

До основних напрямів діяльності МОП належать :

- участь у міжнародно-правовому регулюванні праці шляхом розроблення та ухвалення нормативних актів (конвенцій і рекомендацій) з питань умов праці і життя працівників;
- розроблення та здійснення міжнародних цільових програм, спрямованих на вирішення важливих соціально-трудових проблем (зайнятість, умови праці та ін.);
- надання допомоги державам - членам МОП в удосконаленні національного трудового законодавства, професійно-технічної підготовки працівників, поліпшенні умов праці шляхом здійснення міжнародних програм технічного співробітництва, проведення дослідницьких робіт та видавничої діяльності.

МОП прийняла 181 конвенцію і 188 рекомендацій з різних соціально-трудових проблем. На цей час Україна ратифікувала 50 конвенцій МОП, серед яких – найважливіші нормативні акти, що стосуються основоположних прав людини.

Вищим органом МОП є Міжнародна конференція праці; виконавчий орган – Адміністративна рада.

За останні роки МОП ухвалила низку значних міжнародно-правових документів, спрямованих на захист працівників від професійних ризиків (у

публікаціях МБП цей термін визначається як „джерело небезпеки для життя й здоров'я працівника, з яким він стикається у виробничому середовищі під час виконання своїх виробничих функцій”).

У 1981 р. 67-ма сесія Міжнародної конференції праці ухвалила Конвенцію 155, доповнену Рекомендацією щодо професійної безпеки, здоров'я та виробничого середовища.

В обох актах передбачені заходи, яких треба вживати на національному рівні та на самих підприємствах. Державна влада покликана формулювати, здійснювати і періодично переглядати національні заходи щодо запобігання нещасним випадкам, профзахворюванням та спричиненій ними шкоді для здоров'я. Роботодавці, зі свого боку, повинні зробити все необхідне, щоб робочі місця, машини, обладнання та виробничі процеси були безпечними і не становили загрози для здоров'я, а також забезпечити заходи з надання невідкладної допомоги потерпілим. Працівники зобов'язані знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, співробітничати з роботодавцем у справі організації безпечних і нешкідливих умов виробництва, а також мають право припинити роботу, якщо вважають, що ця робота небезпечна для їхнього життя чи здоров'я або для навколишніх людей і природного середовища.

МОП надає великого значення обмінові науково-технічною інформацією між країнами - членами Організації. Такий обмін здійснюється, зокрема, в рамках існуючого з 1959 р. Міжнародного інформаційного центру з техніки безпеки та гігієни праці (МІЦ), який узагальнює та систематизує результати національних наукових досліджень у зазначених галузях, що подаються інформаційними центрами.

МОП ухвалила Конвенцію 121 та Рекомендацію 121 про допомогу у випадку виробничого травматизму, Конвенцію 128 про допомогу з інвалідності, старості і у випадку втрати годувальника, а також відповідну Рекомендацію 131.

В статті 4 Конвенції 155 вказується, що в кожній країні, яка є членом МОП, повинна бути розроблена національна політика щодо охорони праці з метою попередження нещасних випадків і пошкодження здоров'я під час праці, усунення можливих причин небезпек шляхом проведення організаційно-технічних заходів, професійної підготовки працівників.

7.2. Заходи із техніки безпеки при роботі на ґрунтообробних машинах

Перед виїздом в поле перевіряють справність машин, надійність кріплень запобіжних огорожень передаточних механізмів: зубчастих передач, карданних валів і т.п. Крім того, огляду підлягають сидіння, драбинки, платформи, перила, підніжки, зчіпні пристрої, надійність і правильність кріплень пальців до бруса ріжучого апарату і міцність з'єднання сегментів ножа. Перевіряють, чи є на машині необхідні чистки для очищення ріжучого апарату від рослинних решток, а також комплект справного інструменту і первинні засоби гасіння пожежі.

В ґрунтообробних машинах оглядають кріплення підшипників ножового барабану, подрібнювачів і їх ножів. Замки кожуха барабану повинні щільно утримувати кожух і самовільно не відкриватися. Поміж лезами ножів барабану і проти різальної пластиною залишають зазор.

Запасні ножі ротаційних фрезерних машин зберігають в дерев'яних чохлах на стані. Однак якщо ніж знаходиться на барабані, його кладуть так, щоб він не наніс травми під час регулювань і технічного обслуговування.

Усі органи управління збиральною машиною повинні легко переміщуватися в потрібному напрямку і надійно фіксуватись у встановленому положення. Причіпні машини повинні мати двохсторонню звукову сигналізацію.

Перед виїздом машини на поле спочатку прокручують вручну всі робочі

органи, потім заводять двигун і вмикають вал відбору потужності при малій частоті обертання. Особливо уважно перевіряють роботу ріжучого апарату, транспортерів, молотильного барабану, рульового керування, гальмів, системи освітлення і сигналізації.

Робоче місце тракториста звільняють від усіх сторонніх предметів.

На кожному тракторі повинна бути аптечка для надання першої допомоги і бачок чи термос з питною водою.

Всі трактористи забезпечуються індивідуальними засобами захисту – очками і рукавичками.

Під час зчіпки і від'єднання машин не можна підходити до зчіпного пристрою зі сторони ріжучих і підбираючих апаратів.

Перед тим як почати рух, необхідно дати попереджувальний сигнал і перевірити, чи не має людей попереду і збоку машини.

Тракторист повинен рухатися строго по затвердженому маршруту. Поле повинне бути попередньо оглянуте та підготоване; відмічені усі небезпечні місця і зроблені відповідні обкоси та прокоси.

Забороняється самовільно змінювати склад агрегату і допускати сторонніх осіб на агрегат. На тракторі під час його руху може знаходитись лише тракторист або його помічник (якщо має посвідчення).

Усі регулювальні і ремонтні роботи повинні виконуватись після зупинки комбайна і двигуна.

Забороняється надягати паси і ланцюги на шківи і зірочки під час роботи комбайна.

Перед проведенням регулювальних або ремонтних робіт в молотильному апараті глушать двигун і знімають привідний пас із шківа барабану. Не можна повертати барабан молотарки в той момент, коли руки знаходяться між білами барабану і декою.

Під час роботи систематично перевіряють дію рульового керування і гальмів. Після зупинки машини обов'язково переводять важіль коробки

передач в нейтральне положення, і вмикають гальмо.

Щоб замінити ножі ріжучого апарату, які затупилися, машину зупиняють, глушать двигун і виключають механізм, що приводить в рух ніж. Виймають і вставляють ніж в пальцевий брус за допомогою шатуна: підтримувати і направляти ніж при заїданні його в пальцевому брусі, необхідно дерев'яним стержнем (ні в якому разі не руками).

Під час роботи трактора забороняється підправляти навислі і видаляти намотані стебла, підштовхувати їх до живильних вальців. Не можна перевіряти стан робочих органів руками і відкривати кришки кожухів і оглядові люки ріжучих барабанів, подрібнювального апарату і інших механізмів під час їх дії.

На підвищених швидкостях агрегати можуть працювати тільки на добре оброблених вирівняних ділянках. Поворот трактора дозволяється здійснювати при швидкості не більше 3-4 км/год.

Після виконання яких-небудь ремонтних і регулювальних робіт в польових умовах не можна залишати на конвеєрах тракторів інструмент, кріпильні матеріали і сторонні предмети.

Під час роботи ґрунтообробних машин, в повітрі накопичується багато органічного пилу і легкозаймистих рослинних решток, тому необхідно дотримуватись правил протипожежної безпеки: не можна запалювати сірники, палити, користуватися відкритим вогнем. На ділянках де працюють ротаційні ґрунтообробні агрегати не можна допускати присутності сторонніх осіб, влаштовувати на них місця відпочинку, лежати і харчуватись.

7.3. Основні заходи щодо підвищення стійкості роботи інженерно-технічного складу машинобудівних підприємств

Підвищення стійкості інженерно-технічного складу машинобудівних підприємств (надалі – об'єкту) досягається шляхом посилення самих слабких

(уразливих) елементів і його ділянок. Для цього на об'єкті завчасно, на основі досліджень, планується і проводиться великий об'єм робіт, що включають виконання організаційних і інженерно-технічних заходів. При цьому слід всесторонньо оцінювати їх економічну доцільність. Заходи тільки тоді будуть доцільними, коли вони максимально ув'язуються із задачами, вирішуваними в мирний час з метою забезпечення безаварійної роботи об'єкту, поліпшення умов праці, вдосконалення виробничого процесу. З цією метою необхідно використовувати притулки для господарських цілей і обслуговування населення. Взагалі, на існуючих об'єктах заходи щодо підвищення стійкості їх роботи раціонально проводити в процесі реконструкцій або виконання ремонтно-будівельних робіт.

В цілях підвищення стійкості об'єкту розв'язуються наступні задачі:

- захист робітників і службовців у всіх надзвичайних ситуаціях;
- підвищення міцності і стійкості найважливіших елементів об'єкту, вдосконалення технологічного процесу;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підвищення стійкості управління об'єктом;
- розробка заходів щодо зменшення вірогідності виникнення вторинних чинників поразки і збитку від них;
- підготовка до відновлення виробництва після поразки об'єкту.

Всі заходи проводяться в мирний час або при загрозі нападу.

Посилення міцності будівель, споруд, устаткування пов'язано з великими витратами, тому тільки найважливіші з них доцільно доводити до заданої стійкості даного підприємства з тим, щоб вони могли самостійно функціонувати і забезпечувати випуск особливо важливої продукції.

При проектуванні і будівництві нових цехів широко застосовуються високоміцні і легкі конструкції із сталі, сплавів алюмінію і інші.

У каркасних будівель стійкість досягається за рахунок вживання полегшених конструкцій стінного заповнення і збільшення світлових отворів

шляхом використання скла, легких панелей з пластиків і інших матеріалів, що легко руйнуються. Руйнуючись, ці матеріали зменшують тиск ударної хвилі на каркас споруди, в найважливіших спорудах встановлюються додаткові опори; окремі елементи (труби, колони, щогли) закріплюються розтяжками т.д.

Технологічне устаткування, верстати, вимірювальні прилади, як правило, розміщуються у виробничих будівлях, і тому їм завдається збитку не тільки від дії ударної хвилі, але і від уламків елементів конструкцій, що піддаються руйнації та вторинних вражаючих чинників.

Підвищення стійкості устаткування досягається шляхом посилення його самих слабких елементів, а також створенням запасів цих елементів, окремих вузлів і деталей, матеріалів інструментів для ремонту і відновлення пошкодженого устаткування.

Велике значення має міцне закріплення на фундаментах верстатів, установок і іншого устаткування, а також пристрій розтяжок і додаткових опор. Важке устаткування розміщують, як правило, на нижніх поверхах, але деякі його види розміщують зовні будівель, на відкритому майданчику, під навісом, а особливо цінне — розташовують в заглиблених, підземних або спеціально побудованих приміщеннях підвищеної міцності.

Підвищення стійкості технологічного процесу досягається завчасною розробкою способів продовження виробництва при виході з ладу окремих верстатів, ліній або навіть окремих цехів за рахунок перекладу виробництва в інші цехи; розміщенням виробництва важливих видів продукції у філіалах; шляхом заміни зразків устаткування іншими, що вийшли з ладу, а також скороченням числа типів верстатів і приладів, що використовуються.

Для випадків значних руйнувань передбачають заміну складних технологічних процесів більш простими з використанням типів устаткування, що збереглися. Передбачається також зміна технології із заміною дефіцитних матеріалів, деталей і сировини на більш доступні, по можливості з

виробництва виключаються отруйні, вибухонебезпечні і горючі речовини.

На об'єкті повинні розробитись способи безаварійної екстреної зупинки виробництва. Якщо за умов технологічного процесу зупинити окремі ділянки виробництва (агрегати, печі і т.п.) не можна, то їх переводять на знижений режим роботи. Для нагляду за роботою цих елементів в об'єкті призначаються відповідальні.

Підвищення стійкості систем енергопостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води і пари шляхом прокладки декількох електро-, газо-, водо- і паропостачальних комунікацій і подальшого їх закілювання. Інженерні і енергетичні комунікації переносяться в підземні колектори або спеціально побудовані міцні споруди. Передбачається резерв автономних джерел електро- і водопостачання. На об'єктах, що мають теплові електростанції, вмонтовуються пристосування для їх роботи на різних видах палива, а також створюється його запас. Встановлюються автоматичні вимикачі, що відключають лінії при коротких замиканнях і перенапруженнях, при дії електромагнітних полів ядерного вибуху.

Стійке водопостачання досягається тільки за наявності декількох систем живлення або двох-трьох незалежних джерел, видалених один від одного на безпечну відстань. Застосовується оборотне водопостачання з повторним її використанням для технічних цілей.

Для більшої надійності створюються вільні лінії і перемички, по яких у разі потреби повинні подавати воду в обхід пошкоджених ділянок, зруйнованих будівель і споруд.

Пожежні гідранти і відключаючі пристрої розміщуються на території, яка при руйнуванні будівель і споруд не буде завалена.

Вода, призначена для пиття, очищається і знезаражується в спеціальних пристроях, що знаходяться на водопровідних станціях. На очисних спорудах

передбачаються додаткові заходи по очищенню води, що поступає із заражених водоймищ, від радіоактивних і отруйливих речовин, а також від бактерійних засобів.

В населених пунктах сільської місцевості колодязі і інші джерела води закриваються спеціальними пристроями з навісом і пристосуванням для запобігання доступу сторонніх осіб.

Підвищення стійкості матеріально-технічного постачання об'єкту забезпечується створенням запасів сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, устаткування і палива, необхідного не тільки для забезпечення виробничого процесу, але і для відновлення об'єкту у разі його пошкодження.

Розміри незнижуваних запасів визначаються для об'єкту індивідуально. Дуже важливо забезпечувати їх надійне збереження, тому місця розміщення матеріально-технічних резервів слід вибирати з таким розрахунком, щоб вони знаходилися якомога ближче до об'єкту, але при цьому у разі його ураження не могли бути знищені.

Надійність захисту резервів підвищується при їх розміщенні під землею, в пристосованих для цього відпрацьованих гірських виробленнях, природних порожнинах або спеціально споруджених складах.

Велике значення має своєчасна відправка готової продукції споживачу. Інакше її вивозять за межі можливих руйнувань, на бази зберігання в заміській зоні.

Заходи щодо зменшення вірогідності виникнення вторинних чинників ураження і збитку від них здійснюються завчасним плануванням і проведенням профілактичних робіт, що обмежують або виключають їх виникнення.

В цехах технологічний процес яких зв'язаний з використанням пожежонебезпечних, вибухонебезпечних, небезпечних хімічних і горючих речовин, встановлюється необхідний мінімум їх запасів, зберігання яких здійснюється в захищених місцях. Визначається також можливість скорочення

або повної відмови від вживання у виробництві даних речовин і переходу на їх замітники.

При розробці заходів щодо забезпечення стійкого управління виробництвом передбачається розділення всього персоналу на дві групи:

- 1) працююча зміна, що знаходиться на території об'єкту;
- 2) зміна, що знаходиться в заміській зоні, на відпочинку.

По числу змін створюються дві-три групи управління, у функції яких входять організація і керівництво проведенням рятувальних і невідкладних аварійно-відновних робіт.

З метою забезпечення надійного управління діяльністю об'єкту в особливий період в одному з притулків обладнується пункт управління.

Диспетчерські пункти і радіовузли розміщуються в найміцніших спорудах і підвальних приміщеннях.

В районі розосередження робітників і службовців також організовуються пункти управління виробництвом (об'єктом). Між міським і заміськими пунктами управління встановлюється надійний зв'язок. Формування ЦО забезпечуються штатними радіостанціями, вони ж встановлюють режим їх роботи.

В кожному притулку встановлюються телефони і приймачі мережі трансляції, по можливості – радіостанції.

Підготовка до відновлення виробництва після поразки об'єкту. Готовність об'єкту в короткі терміни відновити випуск продукції – найважливіший показник стійкості його роботи.

В результаті військових дій об'єкт може одержати повний, сильний, середній або слабкий ступінь руйнування.

При повному або сильному руйнуванні навряд чи доцільно налагоджувати виробництво в умовах ведення війни.

При слабких або середніх руйнуваннях відновлення виробництва ще в ході війни цілком реальне.

Плани відновлення працездатності об'єкту розробляються завчасно, ще в мирного часу по двох варіантах: середні і слабкі руйнування. Відповідно до цього визначається характер і об'єм першочергових робіт.

В розрахунках по відновленню будівель і споруд визначаються характер руйнувань (пошкоджень), перелік і загальний об'єм відновних робіт (вартість, трудомісткість, терміни робіт), потреби в робочій силі, будівельні підрозділи об'єкту і обслуговуючих об'єкт організацій, що привертаються; потреби в матеріалах, устаткуванні, машинах і механізмах і ін. В розрахунках на ремонт устаткування указуються: вид устаткування і його кількість, перелік ремонтно-відновних робіт і їх вартість, необхідна робоча сила, матеріали, запчастини, термін відновлення.

При розробці даних планів необхідно виходити з того, що відновлення може носити тимчасовий характер з метою найшвидшого відновлення випуску продукції. При цьому допускається відступ від прийнятих будівельних і технічних норм, а також розміщення окремих елементів виробництва в тимчасових полегшених спорудах або під навісами.

При визначенні часу на проведення даних робіт враховується можливість радіоактивного і хімічного зараження території об'єкту.

Відновлення об'єкту можливе тільки при збереженні наперед розроблених проектів, будівельної і технічної документації: планів, схем, інструкцій, технічних умов, керівництва по експлуатації і ремонту будівель і споруд, технологічних і енергетичних ліній, агрегатів, устаткування, приладів і ін.

Також вимагається часу на підприємствах-дублерах або філіалах об'єкту; на виготовлення продукції за спрощеною технологією з використанням місцевих ресурсів сировини.

Найнадійнішим способом збереження документації є її мікрофільмування і укриття в безпечних місцях.

Безумовно, ці плани і проекти потребуватимуть істотного коректування,

залежно від реальної картини руйнувань, тому на об'єкті створюють групу проєктувальників, яка розробляє (уточнює) документацію відповідно до обстановки, що склалася.

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Загальні положення охорони навколишнього середовища

В наш час дуже актуальною є проблема забруднення навколишнього середовища.

Відходи нагромаджуються в результаті діяльності всіх секторів економіки і звичайно розглядаються як неминучі побічні продукти економічної діяльності (відходи, пов'язані з недостатньою ефективністю технологічних процесів, низьким терміном служби товарів і екологічно обтяжливим характером споживання).

Утворення відходів приводить до втрати матеріалів і енергії, а також до додаткових економічних і екологічних витрат для суспільства, у зв'язку із збором, переробкою і видаленням відходів. Вони складають істотну частину потоку матеріалів в економіці і тому розглядаються, особливо в Західній Європі, в контексті загального потоку матеріалів. Вплив відходів на оточуюче середовище, ресурси і здоров'я людини залежить від їх кількості та характеру. Екологічне навантаження від утворення відходів і поводження з ними включає викиди в атмосферу (у тому числі парникові гази), у воду і ґрунт, які чинять потенційну дію на здоров'я людини і природу.

Велика частина міських відходів захороняється, що призводить до значного навантаження на оточуюче середовище. При цьому лише незначна частина відходів йде на утилізацію.

8.2. Характеристика забруднень довкілля, що виникають при використанні комбінованого ґрунтообробного агрегату

Гербіциди. Цю велику групу хімічних засобів захисту рослин за

інтенсивністю забруднення ними навколишнього середовища ряд дослідників ставлять на перше місце. І зовсім не випадково. Масштаби їх виробництва і використання швидко збільшуються. Загальновизнано, що підвищення врожайності сільськогосподарських культур практично неможливе без широкого їх застосування.

Гербициди дійсно небезпечні для біосфери, проте, хоча вони і відносяться до речовин, що забруднюють навколишнє природне середовище, їх «лідуюче» положення є тимчасовим. Розробка більш «короткоживучих» препаратів, що повністю розпадаються протягом сезону і навіть в більш короткі терміни, а також речовин, менш токсичних для людини і теплокровних тварин, і, нарешті, все більш і більш широке використання біологічних засобів захисту рослин з неминучістю «відсунуть» гербициди на більш низький рівень за ступенем небезпеки ряду забруднювачів. Якщо виключити з розгляду небезпеку, пов'язану з можливістю ядерної катастрофи або хімічної війни, то, мабуть, в мирних умовах існування людства на Землі найбільшу небезпеку в осяжному майбутньому становитимуть саме важкі метали.

Забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами можна умовно назвати повсякденним забрудненням, пов'язаним з діяльністю хімічної промисловості, із спалюванням палива на транспорті, в промисловості і комунальному господарстві, із застосуванням хімічних засобів в сільськогосподарському виробництві і побуті. Такого роду повсякденні забруднення відбуваються поки, на жаль, у всіх країнах світу.

Відходи утворюються при переробці композитів і виготовленні з них виробів – це технологічні відходи, які частково повертаються в процес. Те, що залишається після використання цих виробів – різних плівок (парникових, будівельних і т.п.), тари, побутової – це побутові і промислові відходи.

Технологічні відходи, піддаються термічній дії в розплаві, а потім при дробленні і агломерації – ще й інтенсивним механічним діям. В масі композиту інтенсивно протікають процеси термо- і механодеструкції з

втратою ряду фізико-механічних властивостей і при багатократній переробці можуть негативно впливати на властивості виробу. Так, при поверненні в основний процес, (зазвичай, 10-30 відсотків вторинних відходів) значна кількість матеріалів проходить до 5 циклів екструзії і дроблення.

Побутові і промислові відходи не тільки переробляються кілька разів при високій температурі, але також піддаються і тривалій дії прямого сонячного проміння, кисню та вологого повітря. Парникові плівки можуть також контактувати з отрутохімікатами, пестицидами, іонами заліза, які сприяють деструкції композиту. В результаті, в масі композиту нагромаджується велика кількість активних з'єднань, що прискорюють розпад композитних ланцюгів.

8.3. Шляхи по відверненню наслідків забруднення довкілля від використання композитів

Надати композиту друге життя можна за допомогою спеціальних комплексних концентратів – рециклізаторів. Оскільки композит піддається термодеструкції на кожній стадії переробки, фотоокислювальній деструкції під час експлуатації виробу, механодеструкції при подрібненні і агломерації відходів, в масі матеріалу нагромаджуються продукти деструкції, і міститься велика кількість активних радикалів, перекисних і карбонільних з'єднань, які сприяють подальшому розкладанню і зшиванню композитних ланцюгів. Тому до складу таких концентратів входять первинні і вторинні антиоксиданти, термо- і світлостабілізатори фенолового і амінного типу, а також фосфіти або фосфоніти, нейтралізуючі активних радикалів, що нагромадилися в композиті і розкладаючі перекисні з'єднання, а також пластифікуючі та суміщаючі

добавки, що дозволяють поліпшити фізико-механічні властивості вторинного матеріалу і підтягти їх більш менш близько до рівня первинного композиту.

В даний час існують наступні шляхи корисного використання вторинної композитної сировини:

- 1) спалювання з метою отримання енергії;
- 2) термічне розкладання (піроліз, деструкція, розкладання до початкових мономерів і ін.);
- 3) повторне використання;
- 4) вторинна переробка.

Спалювання відходів в сміттєспалювальних печах не є рентабельним способом утилізації, оскільки передбачає попереднє сортування сміття. При спалюванні відбувається безповоротна втрата цінної хімічної сировини та забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами димових газів.

Значне місце в утилізації вторинної композитної сировини приділяється термічному розкладанню як способу перетворення її в низькомолекулярні з'єднання. Важливе місце серед них належить піролізу.

Піроліз – це термічне розкладання органічних речовин з метою отримання корисних продуктів. При більш низьких температурах (до 600°C) утворюються в основному рідкі продукти, а вище 600°C – газоподібні, аж до технічного вуглецю.

Піроліз композитів і ПВХ при $T=350^{\circ}\text{C}$ і тиску до 30 атм. у присутності каталізатора і при обробці суміші воднем дозволяє одержувати багато цінних хімічних продуктів з виходом до 45%, таких, як бензол, толуол, пропан, кумол, альфа-метилстирол і ін., а також хлористий водень, метан, етан, пропан.

Не дивлячись на ряд недоліків, піроліз, на відміну від процесів спалювання, дає можливість отримання промислових продуктів, що використовуються для подальшої переробки.

Ще одним способом трансформації вторинної композитної сировини є

каталітичний термоліз, який передбачає застосування більш низьких температур. В деяких випадках ощадні режими дозволяють одержувати мономери. Одержувані мономери можуть бути використані як сировина при проведенні процесів композитазації і поліконденсації.

Переважаючими способами утилізації вторинної композитної сировини з економічної та екологічної точок зору є повторне використання і вторинна переробка в нові види матеріалів і виробів.

Повторне вживання передбачає повернення у виробничий цикл використаної продукції після її збору і відповідної обробки (миття, сушки і ін. операцій).

Вторинна переробка відходів набула широкого поширення в багатьох країнах світу. Цим шляхом змішані відходи з композитних матеріалів можуть перероблятися у вироби різного призначення (будівельні панелі, декоративні матеріали і т.п.).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основне завдання дипломної роботи магістра є удосконалення конструкції комбінованого агрегату, що призначений для комплексного обробітку ґрунту (оранка, культивування, вирівнювання ґрунту), на базі плуга ПЛН-5-35, шляхом розробки додаткових робочих органів та обґрунтуванням їх основних параметрів.

У роботі проведено ряд обґрунтувань.

Проаналізували особливості операції обробки ґрунту ґрунтообробними агрегатами даного типу і виділили їх основні переваги і недоліки інших машин, аналогічного призначення.

Наступними питаннями були розрахунки параметрів комбінованого ґрунтообробного знаряддя, тут провели технологічні та конструктивні розрахунки.

Внесли зміни у наявну конструкцію базового агрегату – плуга ПЛН—5-35 та провели міцнісні та перевірочні розрахунки.

Використання цієї машини дасть змогу сумістити декілька сільськогосподарських операцій – оранку, культивування, вирівнювання ґрунту, тобто після проходу знаряддя, ґрунт буде повністю підготовлений до посіву.

Завдяки використанню пропонованого знаряддя продуктивність праці підвищиться на 15-20%.

У роботі провели техніко-економічні обґрунтування запропонованих змін у конструкції агрегату.

У роботі наведено технологічний процес для мех. обробки деталі та представлено комплект тех. документації.

У роботі магістра проведено дослідження залежності урожайності культур від способів обробітку ґрунту.

Також опрацьовано питання, пов'язані з охороною праці при роботах із ґрунтообробними машинами, безпека у надзвичайних ситуаціях та питання екології.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.Н. Карпенко Сельскохозяйственные машины. Учебник издание 6-е. М.: "Агропромиздат", 1989 г.
2. Н.И. Кленин, В.А. Саун Сельскохозяйственные машины. Теория издание 2-е. М.: "Колос", 1980 г.
3. Ю.А. Конкин Экономика ремонта сельскохозяйственной техники. Учебник издание М.: ВО "Агропромиздат", 1990 г.
4. А.Б. Лурье, Ф.Г. Гусинцев, Е.И. Давидсон. Сельскохозяйственные машины. Ленинград "Колос", 1983 г.
5. С.А. Иофинов., Г.П. Лышко. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: "Колос", 1984 г. – 351 с.
6. Научно обоснованная система земледелия Ворошиловградской области. Ворошиловград, 1986 г.
7. Плуг мертвий, хай живе новий плуг. Пропозиція, 1998 г. - №2.
8. Параметры перспективных почвообрабатывающих машин ВНИИМСХ труды Т90. М.: 1981 г.
9. Г.Н. Синеоков. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение, 1977 г.
10. Сельскохозяйственная техника. Каталог под редакцией Черноиванова. 6-е издание. М.: Институт информации и технико-экономических исследований. 3 том.
11. ГОСТ 79-77 "Реферат и аннотация"
12. Н.Р. Асонов. "Микробиология" Учебник 3 издание. М.: "Колос", 1997 – 352 с.
13. А.Ф. Бабицький. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин. Київ: "Урожай", 1998 г.

14. А.А. Вилде "Тяговое сопротивление клина при подъеме пласта липкой почвы". Земледельческая механика. Сборник трудов. М.: "Машиностроение", 1971 г. Том 1 – С. 13.
15. В.П. Горячкин Собрание сочинений в трех томах. Москва, 1968 г. I – 120 с., II – 456 с., III – 384 с.
16. В.И. Горский "История плуга" Сельский механизатор, 1996 г., №6.
17. А.Н. Зеленин. Физические основы теории резания грунтов. Москва. Издательство СССР, 1950 г.
18. А.А. Князев. Проектирование навесных плугов. Методические указания для курсовых работ. Куйбышев, 1975 – 228 с.
19. Бабук В. В., Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: 1979. – 461 с.
20. Горбацевич А. Ф. и другие Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшая школа, 1983. – 288 с.
21. В. В. Данилевский, Справочник молодого машиностроителя. М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Том 2., Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985 – 495 с.
23. Н. А. Нефедов, К. А. Осипов. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М.: Машиностроение 1990 – 445 с.
24. Режимы резания металлов. Справочник под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение 1972 – 407 с.
25. Операционная технология возделывания зерновых культур: Справочник (Сост. Н.В. Сокоренко. Под ред. В.Ф. Сайко – К.: Урожай, 1990 – 312 с.
26. Технология производства продукции растениеводства. Под ред. проф. И.П. Фирсова – М.: Агропромиздат, 1989 – 432 с.
27. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. – Харків: ХДТУСГ, 2001 – 173 с.

28. SuperAgroном.com/ Залежність урожайності культур від способу обробітку ґрунту в умовах східного степу України, - дослідження.
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. 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.- 199с.
31. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
32. 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. – 61с.

ДОДАТКИ