

„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 механізму приводу валкової жатки
ЖВР-10 зернозбирального комбайну СК-5**

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

напряму підготовки 133
(спеціальності)

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Скалецька М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Олексюк В.П.
(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)

м. Тернопіль – 2019”

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.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Скалецькій Марії Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____

Обґрунтування параметрів механізму приводу валкової жатки ЖВР-10
зернозбирального комбайну СК-5

Керівник проекту (роботи) _____

Олексюк Василь Петрович к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 26.11.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Базова конструкція валкової жатки ЖВР-10, ширина захвату – 10 м,

робоча швидкість – 1,04-18,7 км/год, продуктивність комбайну – 2,8 га/год, робоче

креслення деталі – вісь-ступиця, річна програма випуску N=25000 шт., базовий тех. 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. Технологічна схема комбайну „Нива” – 1А1. 2. Кінематична схема жатки ЖВР-10 – 1А1.

3. Жатка ЖВР-10. Загальний вигляд – 1А1. 4. Привід жатки. Складальне креслення. – 1А1.

5. Ріжучий апарат жатки. Принципова схема. – 1А1. 6. Деталювання – 2А1. 7. Дослідження НДС

вала контрприводу – 1А1. 8. Кондуктор для свердління 4-ох отворів. Складальне

креслення – 1А1. 9. Головка свердлильна 4-ох шпindelьна. Складальне креслення. – 1А1.

10. Інструментальна наладка виготовлення деталі вісь-ступиця – 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 зернозбирального комбайну СК-5 "Нива"	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)

Скалецька М.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Олексюк В.П.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ОСНОВНА ЧАСТИНА

- Анотація** -----
- Вступ** -----
- 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування** -----
- 1.1 Характеристика технології вирощування озимої пшениці -----
- 1.2 Опис об'єкту розробки -----
- 1.3 Аналіз машин аналогів -----
- 1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи магістра -----
- 2. Обґрунтування основних параметрів зернозбирального комбайну СК-5 "Нива"** -----
- 2.1 Технологічні та конструктивні розрахунки -----
- 2.2 Розрахунок ланцюгової передачі -----
- 2.3 Силові розрахунки-----
- 2.4 Міцнісні та перевіркові розрахунки -----
- 2.4.1 Розрахунок навантажень ланцюгової передачі між валом мотовила і валом шнека-----
- 2.4.2 Розрахунок вала кривошипно-шатунного механізму на витривалість -----
- 2.4.3 Розрахунок вала контрпривода жниварки-----
- 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки** -----
- 3.1. Випробування зернозбиральних комбайнів -----
- 3.2. Аналіз працездатності молотильних барабанів зернозбиральних комбайнів-----

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 4. Сапр сільськогосподарських машин** -----
- 4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки -----
- 4.2. Розробка моделі об'єкту проектування -----

4.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання -----	
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. Організація вдосконалення технологічної підготовки виробництва	
6.2. Оцінка технічного рівня виробу -----	
6.3. Розрахунок економічної ефективності виробництва озимої пшениці ---	
7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях -----	
7.1. Організація робіт із техніки безпеки та охорони праці -----	
7.2. Заходи безпеки при роботі на жатках і зернозбиральних комбайнах -----	
7.3. Характеристика аварій на виробництвах із застосуванням хлору -----	
8. Екологія-----	
8.1. Важливість охорони навколишнього середовища -----	
8.2. Аналіз забруднення довкілля внаслідок виробничих процесів ВАТ “Дніпро Сільмаш”-----	
8.3. Запропоновані заходи із зменшення забруднення довкілля-----	
Загальні висновки -----	
Перелік використаної літератури -----	
Додатки -----	

АНОТАЦІЯ

Основним завданням дипломної роботи магістра буде удосконалення та обґрунтування параметрів механізму приводу валкової жатки ЖВР-10, шляхом розширення її функціональних можливостей з можливістю навішування її на комбайн СК-5 «Нива».

Для цього у роботі пророблено ряд питань.

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. У цьому розділі розглянуто особливості виконання операції збирання озимої пшениці машинами даного типу і виділено основні переваги та недоліки машин-аналогів. Користуючись вихідними даними, розроблені вихідні вимоги до валкової жатки ЖВР-10 та сформульовані вимоги технічного завдання, визначені вихідні дані для проектування.

2. Обґрунтування основних параметрів зернозбирального комбайну СК-5 "Нива". У цьому розділі проведено обґрунтування основних параметрів жатки до зернозбирального комбайну СК-5, тобто технологічні та конструктивні розрахунки механізмів даного агрегату. Внесено зміни у наявну конструкцію жатки ЖВР-10 та проведено ряд міцнісних та перевіркових розрахунків.

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки. Проведено дослідження випробувань зернозбиральних комбайнів, представлено аналіз працездатності молотильних барабанів.

4. Сапр сільськогосподарських машин. Розглянуто методи та системи САПР сільськогосподарської техніки, 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 – вісь-ступиця. Спроектовано технологічний процес виготовлення деталі. Проведено розробку спеціальних верстатних пристроїв. Розроблено комплект технічної документації.

6. Обґрунтування економічної ефективності. Проаналізовано шляхи організації вдосконалення технологічної підготовки виробництва, проведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Розглянуто питання організації робіт із техніки безпеки та охорони праці, заходи безпеки при роботі на жатках і зернозбиральних комбайнах, наведено характеристику аварій на виробництвах із застосуванням хлору.

8. Екологія. Проаналізовано важливість охорони навколишнього середовища, проаналізовано забруднення довкілля внаслідок виробничих процесів ВАТ “Дніпро Сільмаш”, 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 вміння студента застосовувати отримані ним знання при виконанні конкретних виробничих завдань. Виконання їх як правило, супроводжується економічними розрахунками.

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

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Характеристика технології вирощування озимої пшениці

Серед зернових культур, які культивують на Україні, озима пшениця займає перше місце як за посівними площами, так і за валовими зборами зерна. Цініться своїм надзвичайно якісним зерном, у складі якого міститься: від 11 до 20% і більше повноцінних білків, до 65 % вуглеводів, необхідні вітаміни — В₁, В₂, В₆, Е, мінеральні речовини — фосфор, калій та ін. Тому пшениця — найважливіша продовольча культура. Для виготовлення хліба особливо цініться сильна пшениця, зерно якої відзначається підвищеним вмістом білків (14 % і більше) і сирої клейковини (28 % і більше). Хліб із борошна сильної пшениці — високооб'ємний, ароматний і смачний.

Особливістю сильних пшениць є також їх здатність при змішуванні покращувати якість борошна слабких пшениць, хлібопекарські властивості яких є невисокими. Є ще категорія цінних пшениць з вмістом сирої клейковини в зерні від 23 до 28%. З їх борошна також випікають хліб та хлібо-булочні вироби високої якості, але на відміну від сильних вони не покращують борошно слабких пшениць.

Велику цінність для народного господарства мають також сорти твердої пшениці, у зерні яких вміст білків часто перевершує 17%, а в окремі роки навіть 20 – 22 % і більше.

Тверді пшениці — це незамінна сировина для макаронної промисловості, бо їх клейковина дозволяє виготовляти макарони, вермішель та інші продукти, які добре зберігають форму при готуванні, мають приємний янтарний або лимонно-жовтий колір.

Зерно твердих пшениць використовується також для виробництва манної крупи та в кондитерській промисловості.

Зерно пшениць низькобілкових є компонентом при виробництві комбікормів. У тваринництві широко застосовують пшеничні висівки, які є багатими на білок і особливо ціняться при годівлі молодняка худоби. Для годівлі тварин не останнє значення мають солома і полова — особливо безостих сортів.

Озима пшениця — один з кращих попередників картоплі, цукрових буряків, кукурудзи, льону, соняшника та ін.

Біологічні особливості. Насіння проростає при температурі 1-2 °С тепла, а в період зимівлі добре загартовані восени рослини зимостійких сортів (Миронівська 808 та інші) витримують зниження температури на глибині залягання вузла куштиння до мінус 19-20 °С. Особливо хороше витримують низькі температури рослини, що ввійшли в зиму добре розкущеними (3-5 пагонів). Проте для більшості сортів критичною температурою є мінус 16-18 С. Дуже знижується стійкість рослин проти морозів при виході з зимівлі. Виснажені за зиму, вони можуть загинути весною при мінус 8-10 °С.

Восени рослини припиняють вегетацію, а весною відновлюють її при 3-4°С.

Озима пшениця є вибагливою до вологи. При нестачі її вона погано розвиває кореневу систему, рослини недостатньо добре кушаться і входять в зиму ослабленими.

Багато вологи озима пшениця затрачає у фазі виходу в трубку і колосіння, потерпає від повітряної посухи (особливо в період наливання зерна), яка в поєднанні з високим температурами може викликати «захват» і щуплість зерна. Надмірне зволоження призводить до загнивання кореневої системи, переростання, вимокання, інтенсивнішого ураження рослин хворобами.

Високі вимоги у пшениці також до родючості ґрунтів. Вони повинні мати достатню кількість поживних речовин, хороші фізичні й хімічні властивості: нейтральну реакцію ґрунтового розчину (рН 6-7,5), добре тримати вологу, але не заболочуватись. Тому найсприятливішими для неї є чорноземи. Звичайно, вирощують її і на інших ґрунтах, однак при покращенні їх хімічних і фізичних

властивостей й особливо поживного режиму. Особливо це потрібно враховувати при вирощуванні інтенсивних сортів на Поліссі, де поширені слабородючі кислі дерново-підзолисті, а також сірі лісові ґрунти.

Технологія вирощування

Місце в сівозміні. У посушливих південних і південно-східних районах степу озиму пшеницю культивують насамперед по чорних парах, зайнятих парах кукурудзою на зелений корм, люцерною, горохо-вівсяною сумішкою чи еспарцетом на один укіс.

Кращими серед непарових попередників вважають зернобобові культури, зокрема горох, озимі по пару й кукурудза на силос, але при своєчасному їх збиранні і негайній підготовці ґрунту.

В інших районах Степу (північних, північно-західних), де восени випадає більше дощів, пшеницю сіють по парах, зайнятих еспарцетом, вико-вівсом, кукурудзою на зелений корм, після кукурудзи на силос, гороху, озимої пшениці.

Зайняті пари — основний попередник в Лісостепу. Причому кращими парозаймаючими культурами є багаторічні бобові трави на один укіс, а також горохо-вівсяна і вико-вівсяна сумішки на зелений корм або сіно та горох, кукурудза, озимі жито й пшениця на зелений корм.

Озиму пшеницю розміщують також після непарових попередників – гороху, кукурудзи на силос, озимого ріпаку та інших культур ранніх строків збирання.

Не бажано сіяти пшеницю, особливо в посушливе літо, після стерньових попередників. Такі посіви через нестачу вологи в ґрунті та сильне пошкодження шкідниками бувають, як правило, дуже зрідженими і їх здебільшого вибраковуюють.

Як виняток, допускається сівба пшениці в ланці сівозміни багаторічні трави (або добре угноєний пар) — озима пшениця.

Малоприсадибними попередниками пшениці є також кукурудза, зібрана на зерно в повній стиглості, цукрові буряки, після яких не можна своєчасно підготувати ґрунт та в оптимальні строки провести сівбу.

На Поліссі озима пшениця дає найкращі врожаї зерна на важких за механічним складом ґрунтах при сівбі після багаторічних бобових трав одного року використання: на легких – після удобреної ранньої картоплі, удобреного льону-довгунця, люпину на зелений корм і силос, гороху. Добрим попередником, особливо в західних районах зони, є також удобрена кукурудза на зелений корм і ранній силос.

Обробіток ґрунту. Здебільшого на полі, яке відведено під чорний пар, вирощують зернові культури. Тому відразу ж після їх збирання луцять стерню: на полі, забур'яненому пирієм — дисковими знаряддями, в двох напрямках на глибину 10-12 см; при наявності осету, березки, гірчака — дисковими – на 6-8, а під час утворення розеток – лемішними на 10-12 см.

На полях, де переважають однорічні бур'яни, луцять на глибину 4-6 см. Зябову оранку проводять плугами з передплужниками на глибину 20-22, а на звичайних чорноземах і південних, темно-каштанових ґрунтах — 25-27 см.

Весняний обробіток починають з закривання вологи середніми або важкими боронами, що залежить від механічного складу ґрунту, і продовжують культиваторами в агрегаті з боронами.

Глибина культивації 10-12 см, а в роки з вологою весною — 12-14 см, наступні — з поступовим зменшенням глибини на 2-3 см і остання передпосівна — на глибину загортання насіння.

Обробіток зайнятого пару починається з оранки на 20-22 см з коткуванням і боронуванням, яку проводять відразу після збирання попередника. „Якщо вносять органічні та мінеральні добрива, то спочатку луцять стерню на 6-8 см, вносять добрива, а тоді орють, коткують і боронують. До сівби проводять 2-3 культивації з боронуванням на глибину 10-12, 8-10 і 6-8 см.

Коли літо дуже сухе і при оранці утворюються брили, застосовують поверхневий обробіток — 2-3-разове дискування на 8-10 см.

Особливо ефективний поверхневий обробіток ґрунту на парах, зайнятих кукурудзою. Якщо парозаймаючими культурами є багаторічні трави, то після них

поле луцять на 12-14 см з коткуванням і боронуванням, а потім орють на 25-27 см, коткують важкими котками і боронують. При розміщенні пшениці після стерньових попередників ґрунт відразу після їх збирання орють на 20-22 см, коткують і боронують. У посушливі роки застосовують поверхневий обробіток”.

Поле після збирання кукурудзи на силос насамперед дискують вздовж і впоперек, а потім орють. Якщо літо посушливе, замість оранки застосовують поверхневу обробку. Люпин на зелене добриво приорюють у фазі сизих бобиків на 18-20 см з коткуванням і боронуванням. Підготовка ґрунту після всіх попередників закінчується передпосівним обробітком – культивацією на глибину загортання насіння: на важких ґрунтах — на 4-5 см, середніх — 5-7 легких — 7-5 см.

На півдні, а також в південно-східних районах Лісостепу, де є прояви вітрової ерозії, після стерньових попередників та при підготовці чорного пару проводять безплужний обробіток ґрунту. Здійснюють його голчастими боронами БИГ-3, культиваторами-плоскорізами КПШ-5, КПЕ-3.8А — для розпушення ґрунту на глибину до 10-12 см, КПГ-2-150, ПГ-3-5 — для осіннього обробітку пару на 25-27 см з кільчасто-шпоровими котками.

При плоскорізному обробітку на поверхні поля зберігається до 80% стерні, що сприяє надійному захисту ґрунту від ерозії.

Удобрення. Під озиму пшеницю використовують органічні й мінеральні добрива. Гній вносять у парових полях та при розміщенні пшениці після стерньових попередників. Його норми залежать від родючості ґрунту та стійкості сортів проти вилягання. Так, на малородючих ґрунтах Полісся й Лісостепу під пшеницю вносять 35-46 т/га, на родючих — 25-30, на чорноземах Степу — до 20, а при вирощуванні стійких проти вилягання сортів (Безоста 1, Одеська напівкарликова, Напівкарликова 49) — 25-30 т/га гною.

На Поліссі при вирощуванні пшениці також вносять торфо-гноюві компости (35-40 т/га) та вирощують люпин на зелене добриво.

Мінеральні добрива застосовують з урахуванням типу ґрунту та

особливостей попередників і сорту. Наприклад, при вирощуванні пшениці на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах, чорноземах вилугуваних найкращі врожаї вона дає після непарових попередників при внесенні повного мінерального добрива з розрахунку 120 кг/га, а після парових — до 90 кг/га, на чорноземах Лісостепу і Степу — відповідно 90 і 60 кг/га, а на південних каштанових ґрунтах — 60 кг/га поживної речовини.

При вирощуванні недостатньо стійких сортів пшениці проти вилягання (Миронівська 808 та ін.), у разі застосування гною, а також у посушливі роки, особливо на півдні, норми туків зменшують. Якщо пшеницю сіють після зернобобових культур або багаторічних бобових трав, перевагу віддають фосфорно-калійним добривам.

Основну кількість туків вносять під основний обробіток ґрунту, а частину — в рядки під час сівби — переважно гранульований суперфосфат у дозі 10-15 кг/га поживної речовини і частину весною в підживлення — 25-30 кг/га азоту. Для підвищення вмісту білка в зерні (на 1-1,5 %) влітку у фазі колосіння до наливання зерна пшеницю підживлюють розчином сечовини (30 кг/га азоту). Посіви обприскують з повітря у період цвітіння — наливання зерна затрачаючи до 100 л/га розчину.

При вирощуванні пшениці на кислих ґрунтах їх обов'язково вапнують (3-5 т/га дефекату), а солонцюваті гіпсують (1,5-3 т/га гіпсу).

Сівба. Для сівби використовують насіння високих репродукцій із схожістю не нижче 95 % та чистотою не менше 99 %. Готуючи його до сівби, протруюють байтаном, гранозаном, меркургексаном або ТМТД — по 2 кг/т; вітаваксом чи фундозолом — по 2-3 кг/т.

Оптимальні строки сівби для озимої пшениці в південних районах Степу — з 15 по 25, в північних — з 5 по 15 вересня; в Лісостепу — з 5 по 15 вересня; на Поліссі — з 25 серпня до 5 вересня.

Норми висіву встановлюють з врахуванням зони, попередника, сорту, кущистості, строків сівби, якості насіння. Так, у районах достатнього зволоження

вони вищі, ніж у посушливих; при сівбі після кращих попередників та в оптимальні строки — нижчі, ніж після гірших та запізнілій сівбі; для висококущистих сортів (Миронівська 808) — нижчі, ніж для недостатньо кущистих (Безоста 1); при використанні насіння II класу норми висіву вищі, ніж I класу.

Середні норми висіву для більшості сортів в Степу становлять 4-4,5 млн./га схожих насінин, в Лісостепу — 4,5-5 і на Поліссі — 5-5,5 (для Миронівської 808, як більш кущистої, — 3,3-4,5 млн./га).

Глибина загортання насіння на середніх за механічним складом ґрунтах — 5-6 см, а на легких, особливо при сівбі в суху погоду — 7-8, на важких — 3-5 см.

Сіють пшеницю зазвичай рядковим або вузькорядним способами, з шириною міжрядь відповідно 14-15 і 7-8 см. На півдні пшеницю сіють також зерновими стерньовими сівалками з міжряддям 23 см.

Догляд за посівами. При сівбі озимої пшениці в суху погоду проводиться післяпосівне коткування ґрунту кільчасто-шпоровими котками, в дощову — досходове боронування. Якщо внесено недостатню кількість добрив восени, то посіви обов'язково підживлюють фосфорно-калійними добривами, а посіви, що відстали в рості — повним добривом у дозі 30 кг/га поживної речовини.

Взимку затримують сніг; при випаданні снігу на незамерзлий ґрунт його ущільнюють котками; знищують притерту льодову кірку, посипаючи її каїнітом, фосфатшлаком, торфом або землею.

Навесні по мерзлоталому ґрунті посіви підживлюють з повітря або тукорозкидачами і боронують. В останні роки багато господарств використовують прикореневе підживлення, вносячи добрива дисковими сівалками впоперек рядків на глибину 2-5 см. Посіви, які вийшли з зими ослабленими, підживлюють повним мінеральним добривом, а перерослі — фосфорно-калійними.

При сівбі в недостатньо осілий ґрунт весною може спостерігатися випирання вузлів кущіння на поверхню ґрунту і загибель від весняних морозів. Такі посіви весною коткують.

Щоб запобігти вимоканню посіви боронують, облаштовують відкритий або закритий дренаж. Для боротьби з однорічними дводольними бур'янами використовують змінну сіль 2,4-Д — 1,5—2,5 кг/га або бутиловий ефір 2,4-Д — 0,4—0,8 кг/га. Обробляють ними посіви у фазі повного кушіння. На площах, де є високостеблеві сорти, нестійкі проти вилягання, обробку посівів гербіцидами поєднують з внесенням туру — 4 кг/га діючої речовини.

Урожай збирають при восковій стиглості зерна (вологість до 35%) роздільним способом, в кінці воскової стиглості — прямим комбайнуванням. Роздільне збирання має переваги на високорослих, нерівнодосягаючих, схильних до вилягання і обсипання, а також забур'янених посівах; пряме комбайнування — при збиранні низькорослих зріджених та стійких проти обсипання перестиглих посівів. Зібране зерно очищають, сортують, при потребі сушать до вологості 14-15%, при якій воно найкраще зберігається.

Вирощування озимої пшениці в умовах зрошення. Високі врожаї озимої пшениці на зрошуваних землях отримують при застосуванні таких основних агротехнічних заходів:

- старанному обробітку ґрунту після збирання попередника, який передбачає двохразове дискування на глибину 10-12 см, оранку з боронуванням на глибину 27-28 см та культивацію з боронуванням — в міру появи бур'янів. „Передпосівну культивацію проводять на 6-7 см;

- внесенні підвищених норм мінеральних добрив (НРК) — 90-120, в тому числі 60% фосфорних і 80% калійних — під оранку, 40% азотних під передпосівну культивацію, 15 фосфорних в рядки при сівбі пшениці, 30 азотних, 25 фосфорних і 20 калійних — навесні в підживлення та 30% азотних — влітку в підживлення;

- застосуванні підвищених норм висіву — в середньому 5-5,5 млн. схожих насінин на 1 га;

- застосуванні проти бур'янів гербіцидів, а проти вилягання препарату тур;

- проведенні вологозарядкового поливу з розрахунку 800-1000 м³/га води та

вегетацийних — два-три в середньопосушливі роки, три-чотири у посушливі кожний поливною нормою 500-600 м³/га”.

Інтенсивна технологія вирощування

Озима пшениця протягом вегетації проходить XII етапів формування органів (етапів органогенезу), які визначають її продуктивність: I — проростання, сходи; II — початок кущіння; III — кущіння; IV — початок виходу в трубку; V-VI-VII — вихід у трубку; VIII — колосіння; IX — цвітіння, запилення; X — формування зерна; XI — наливання зерна; XII — воскова і повна стиглість. На кожному з цих етапів вона потребує відповідних умов вирощування.

Інтенсивна технологія вирощування передбачає оптимізацію умов вирощування озимої пшениці на всіх етапах органогенезу, забезпечуючи тим самим максимальну урожайність культури. Характерною її особливістю є своєчасне й високоякісне виконання всіх технологічних операцій із вирощування пшениці, точне дотримання норм і способів внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб. З цією метою здійснюють біологічний контроль за станом рослин у період вегетації.

Створюють постійні технологічні колії на посівах, застосовують досконалі сільськогосподарські машини і знаряддя.

Після збирання попередніх культур площу піддають луценню і орють плугами з передплужниками ПЛН-5-35, ПЛП-6-35 на глибину 20-22 см або застосовують безплужний обробіток (голчастими боронами БИГ-3, плоскорізами КПП-2-150, ПГ-3-5) — в районах вітрової ерозії. У посушливе літо замість оранки проводять поверхневий обробіток ґрунту. Важливо, щоб ґрунт був добре розроблений — до дрібногрудочкуватого стану з величиною грудок діаметром не більше 3-5 см. Перед сівбою ґрунт розробляють культиваторами КПС-4 в агрегаті з боронами БЗТС-1,0 — якщо ґрунт нормально зволожений, або з кільчатошпоровими котками ЗКШ-6 — при недостатньому зволоженні ґрунту. Застосовують також ґрунтообробні машини РВК-3, РВК-3,6, ВП-5,6.

„При інтенсивній технології вносять мінеральні добрива на запланований

урожай зерна. Здебільшого, вони становлять по 120-150 кг/га азоту, фосфору і калію. Повну норму калійних і 90 % фосфорних добрив вносять під основний обробіток ґрунту розкидачами НРУ-0,5, ІРМГ4, РУМ-5, КСА-3. Решту фосфорних добрив вносять у рядки. Азотні добрива використовують для весняно-літнього підживлення пшениці. Вносять їх тричі за вегетацію (тобто роздрібно, а не в один раз): перший — при фізичній спілості ґрунту (30% повної норми) в фазі кушіння (в кінці I етапу органогенезу), другий — (50% норми) в фазі виходу та трубку (IV етап, органогенезу), третій раз (20% норми) — в фазі колосіння, цвітіння або наливання (VIII-XI етапи органогенезу). Органічні добрива при інтенсивній технології вносять здебільшого під попередники пшениці та в паровому полі.

Для сівби використовують першокласне насіння, яке має схожість не нижче 95 %, чистоту — 99, силу росту не менше 80% та масу 1000 насінин — 40-50 г. Перед сівбою його протруюють одним з системних препаратів байтаном (2 кг/т), фундозолом (2-3 кг/т), вітаваксом (2,5-3 кг/т), панорамом — (2-3 кг/т) та ін. Використовують також гранозан (1,5-2 кг/т)».

Сіють пшениці у другій половині оптимальних термінів сівби з нормою висіву, яка забезпечує на час збирання 500-600 продуктивних стебел на 1 м², середньо-високих сортів – 4-4,5 млн./га схожих насінин, напівкороткостеблних – 4,5-5, короткостеблних — 5-5,5 та напівкарликових — 5,5-6 млн./га насінин.

Спосіб посіву звичайний рядковий сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6 на глибину 3-5 см. При сівбі залишають технологічні колії для літнього внесення добрив, гербіцидів, пестицидів. При наявності в господарстві розкидачів добрив НРУ-0,5 або РМС-6 і обприскувачів ОВТ-1А або ОПШ-15 технологічна колія має бути шириною 1350 мм, а ширина смуг 300 мм, для чого в середніх сівалках посівних агрегатів перекривають 8 та 17 сошники; за наявності розкидачів добрив ІРМГ-4 або РУМ-5 колії формують шириною 1800 мм з шириною смуг 450 мм, для чого перекривають 6-7 та 18-19 сошники.

Догляд за посівами, крім внесення азотних добрив, полягає в боротьбі з бур'янами, хворобами та шкідниками, а при вирощуванні сортів, схильних до

вилягання — у застосуванні препарату тур.

Починають догляд восени. Проти гусені підгризаючих совок, хлібної жуželиці посіви обприскують фундозолом (0,5-0,6 кг/га), базудином (1,5-2,5 кг/га) або байлетоном (0,6-0,8 кг/га). У боротьбі з мишами нори заливають аміачною водою (по 150-200 г на нору), розкидають приманки з фосфідом цинку (150-400 г/га) або зерновий бактроденцид (1-2 кг/га).

Весною в кінці кушіння — на початку виходу в трубку (III-IV етапи) посіви обприскують проти клопів шкідливої черепашки — хлорофосом (0,8-1,2 кг/га) чи метафосом (0,5-0,8 кг/га), корневих гнилей, борошнистої роси та іржі — фундозолом (0,6-0,8 кг/га) чи байлетоном (0,6-0,8 кг/га), проти дводольних бур'янів вносять змінну сіль 2,4-Д (1,5-2,5 кг/га), 2М-4Х (1,3-2 кг/га), діален (1,9-3 кг/га), базагран (2-4 кг/га) або лонтрел (0,3 кг/га). У цей же час проти вилягання вносять 4 кг/га туру.

У період колосіння (VIII етап) ведуть боротьбу з борошнистою росю, корневими гнилями та іншими хворобами, обприскуючи посіви тилтом (0,5 л/га) або фундозолом (0,6-0,8 кг/га).

Під час цвітіння — наливання зерна посіви обприскують проти злакової попелиці, личинок шкідливої черепашки, хлібних жуків хлорофосом (0,8-1,2 кг/га), метафосом (0,5-0,8 кг/га) або волатоном (1,6 кг/га); проти борошнистої роси, бурої листової іржі байлетоном (0,6-0,8 кг/га), тилтом (0,5 л/га), цинебом (4 кг/га), фундозолом (0,6-0,3 кг/га) або полікарбаціном (5 кг/га). Урожай збирають, як і при звичайній технології — прямим комбайнуванням або роздільним способом.

1.2. Опис об'єкту розробки

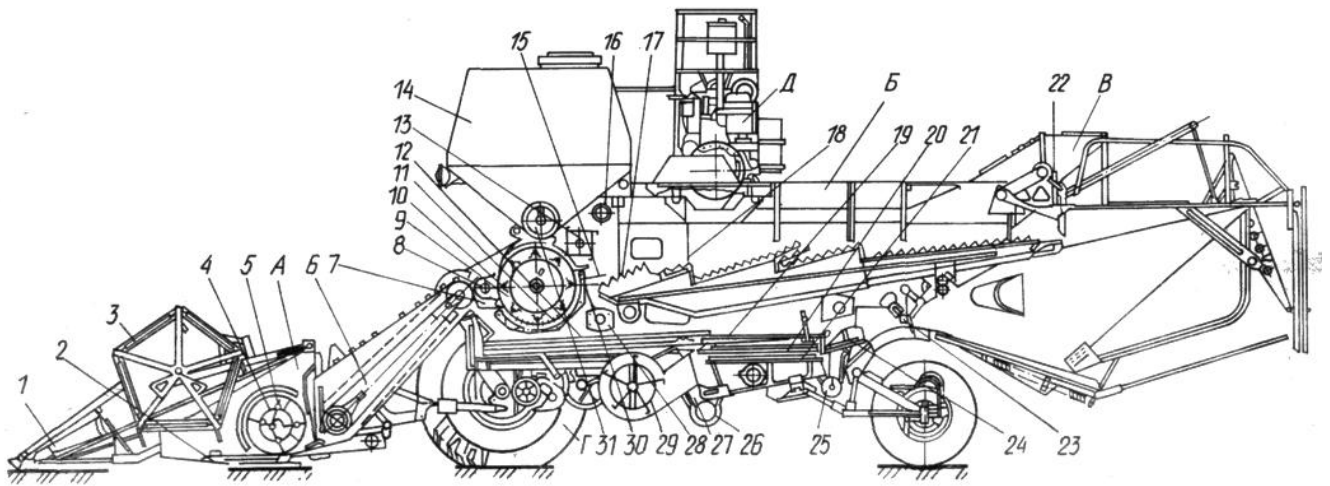
Принципова будова комбайнів з класичною схемою молотарки однакова. Комбайн (див. рис.1.1) складається з жатки А з похилою камерою, молотарки, пристосування для збирання незернової частини урожаю (копнувач, подрібнювач

або капот з валкоутворювачем), ходової частини Г, двигуна Д. Жатка комбайну розташовується фронтально і копіює рельєф поля в подовжньому і поперечному напрямках. Для підбору валків хлібної маси на жатку комбайна навішують підбирач. Жатка і мотовило піднімаються і опускаються, а також змінюється частота обертання валу мотовила або підбирача за допомогою гідравлічної системи.

Молотарка комбайна змонтована на ходовій частині, яка складається з моста провідних коліс, варіатора і задніх керованих коліс. Коробка передач встановлена на привідному мосту; вона забезпечує безступінчасту зміну швидкості руху комбайна в межах від 1,03...1,35 до 18,3...23 км/год, в залежності від марки комбайна.

Робочі органи і ходова частина приводяться в рух від дизеля, розміщеного зверху від молотарки.

Комбайн СК-5 «Нива». Технологічний процес комбайна полягає в наступному. „Мотовило 3 (рис. 1.1) підводить своїми планками невелику масу стебел до ріжучого апарату 2. Зрізані цим апаратом стебла транспортуються шнеком 4 до центру жатки, де пальцями 5 шнека, що висуваються, захоплюються і переміщуються до похилого транспортера 6 приймальної камери, який подає їх до приймального бітеру 8, який направляє хлібну масу до молотильного барабана 10. При обмолоті основна частина зерна разом з половиною виділяється крізь грати підбарабання 11 і потрапляє на струшуючу дошку 12. На клавішах соломотряса 17 продовжується виділення зерна і полови, а солома подається в копнувач В. Зернова суміш, що потрапила на струшувальну дошку 12, транспортується до пальцевих решіт 19”.



А — жатка; Б — молотарка; В — соломополовокопнувач; Г — ходова частина; Д — двигун; 1 — дільники; 2 — ріжучий апарат; 3 — мотовило; 4 — шнек; 5 — палець; 6 — похилий транспортер; 7 — приймальна камера; 8 — приймальний бітер; 9 — молотильний апарат; 10 — барабан; 11 — підбарабання; 12 — струшувальна дошка; 13 — відбійний бітер; 14 — бункер; 15 — решітка підбарабання; 16 і 25 — верхній і нижній колосові шнеки; 17 — соломотряс; 18 — фартух соломотряса; 19 — пальцеві ґрати; 20 і 21 — решітка; 22 — соломонабивач; 23 — половонабивач; 24 — подовжувач решета; 26 — зерновий шнек; 27 — елеватор; 28 і 30 — фартухи грохота і підбарабання; 29 — вентилятор; 31 — вивантажний шнек.

Рисунок 1.1 – Самохідний зернозбиральний комбайн СК-5 «Нива»

При русі зернової суміші по струшуючій дошці відбувається її попередня підготовка до розділення на решетах. Зерно при струшуванні переміщається вниз, відходи йдуть вгору. Шар зернової суміші, що провалилася крізь пальцеві ґрати, дещо розпушується, завдяки чому зерно і важкі домішки під дією повітряного струменя вентилятора 29 і коливального руху решіт 20 і 21 легше провалюються вниз, а солома і інші дрібні домішки видуваються з молотарки. Колоски, рухаючись по решету 20, потрапляють в колосовий шнек 25 і потім по елеватору у

верхній шнек 16, звідки вони поступають в молотильний апарат 9 для обмолоту. Очищене решітами зерно потрапляє в зерновий шнек 26, потім елеватором 27 подається в бункер 14.

Робочі органи зернозбирального комбайна — ріжучий апарат, мотовило, елеватори, транспортери, молотильний апарат, бітери, соломотряс, грохот і очистка. Одні з них об'єднані в жатці, інші — в молотарці.

Валкова жатка складається з рами 1 (див. графічна частина - кінематична схема приводу жатки ЖВР-10) з ріжучим апаратом 2 та розташовані за ним валкостворюючий секційний транспортер 3, а також механізм приводу робочих органів жатки 4. Рама 1 жатки виконана з двох шарнірно-з'єднаних у подовжньому напрямку секцій 5 і 6, у робочому положенні вони опираються на ґрунт башмаками.

Валкостворюючий транспортер 3 також складається з двох секцій 7 та 8, що пересуваються уздовж ріжучого апарату 2 і обладнані реверсним механізмом приводу.

Розташування осьового шарніра 9 призначеного для з'єднання частин 5 і 6, рами 1 жатки вибирають з умов можливості утворення за один прохід жатки двох приблизно рівних за потужністю валків при їхньому розташуванні за межами габаритів несучої машини 10, що агрегатується із жаткою.

Ліва секція 7 валкостворюючого транспортера 3 рівна довжині лівої секції 5 рами 1. Рама цієї секції транспортера в подовжньому напрямку так само виконана із двох шарнірно з'єднаних частин 12 та 13. „Шарнір 14 цього з'єднання при крайньому лівому положенні секції 7 валкостворюючого транспортера 3 розташовується від шарніра 9 на відстані ширини центрального викидного вікна 15.

Механізм приводу містить реверсний редуктор 16 жатки, що приводиться в дію від трансмісії несучої машини, установлений на рамі 1 жатки, а також елементи його зв'язку з коромислом 17 приводу ножа ріжучого апарату 2 та елементи зв'язку редуктора з ведучими валами 18 і 19 секцій 7 та 8 валкостворюючого транспортера 3. Крім цього механізм приводу містить

пристрій 20 для переміщення секцій 7 і 8 валкостворюючого транспортера 3 по рамі жатки уздовж ріжучого апарата 2. Цей пристрій містить керований від гідротрансмисії несучої машини 10 гідроциліндр 21 і з'єднане ним коромисло 22, установлене поворотно на рамі 1. Вільне плече коромисла 22 шарнірно з'єднано з рамою 11 секції 7 валкостворюючого транспортера 3.

Елементи зв'язку реверсного редуктора 16 з коромислом 17 привода ножа ріжучого апарата 2, являють собою встановлений на валу зазначеного редуктора кривошип 23 і з'єднуючий його з коромислом шатун 24.

Елементи зв'язку редуктора 16 з ведучими каналами 18 і 19 секцій 7 і 8 валкостворюючого транспортера 3 містять контрприводний вал 25, постійно з'єднаний з редуктором ланцюговою передачею 26, з валом 19 ремінним контуром 27 і двома ланцюговими контурами 28 і 29, які обгинають зону центрального викидного вікна 15. Ланцюгові контури 28 і 29 виконані у вигляді передачі, з вільно плаваючим блоком зірочок 30.

Приводний вал 18 лівої секції 7 валкостворюючого транспортера 3 у залежності від положення секції приводиться в обертання безпосередньо від контрприводного вала 25 або від приводного вала 19 правої секції 8 валкостворюючого транспортера 3. Коли секція 8 транспортера знаходиться в крайньому лівому положенні, вал 18 розташовується на осі контрприводного вала 25 і з'єднується з ним безпосередньо за допомогою глухої муфти. Коли ж ліва секція 7 валкостворюючого транспортера 3 зміщена в крайнє праве положення, то її приводний вал 18 з'єднується з валом 19 правої секції ланцюговим контуром”.

Ріжучий апарат, призначений для зрізування стебел зернових культур – нормального різання, з одинарними сталевими кованими пальцями та вкладишами з насіченнями.

Мотовило в комбайні призначене для тих же цілей, що і у валкових жатках. Комбайн «Нива» найчастіше обладнаний п'ятиграбельним універсальним ексцентриковим мотовилом. Положення мотовила по висоті забезпечується двома гідроциліндрами.

Технічна характеристика СК-5 „Нива”:

Ширина захвату, м	3,2; 4,1; 5,0; 6,0
Висота зрізу, мм:	
при копіюванні	50, 100, 130, 180
без копіювання	100-740
Пропускна здатність молотарки, кг/с	5-6
Швидкість руху, км/год	1,04-18,7
Продуктивність при урожайності зерна 25 ц/га, га/год	2,8-3,0
Об'єм бункера, м ³	3,0
Об'єм копнувача, м ³	9,
Потужність двигуна, кВт	74
Маса комбайну із жаткою і копнувачем, кг	7720

При роботі зернозбиральних комбайнів на схилах умови протікання технологічного процесу погіршуються, так як прибируваний матеріал переміщається у напрямі ухилу і нерівномірно розподіляється по робочих поверхнях.

Особливо чутлива до ухилів робота сепаруючих робочих органів.

Якщо комбайн має поперечний ухил, то зерновий матеріал зміщується у бік ухилу і перенавантажує одну частину робочої поверхні, залишаючи іншу недовантаженою. В результаті погіршується пропускна спроможність сепаруючих робочих поверхонь, погіршується якість роботи комбайна, зростають втрати. Подовжній ухил викликає або сповільнене, або надмірно прискорене пересування зернового матеріалу по сепаруючих робочих органах, що призводить до утворення заторів в першому випадку і невиділенню частини зерна з вороху в другому.

Як одне, так і інше спричиняє за собою зниження якості роботи комбайна.

Щоб усунути вплив поперечних ухилів, на струшувальній дошці і решетах ставлять дві невисокі подовжні перегородки. Усунути вплив на робочий процес

подовжніх ухилів також можна і конструктивним оформленням сепаруючих робочих органів (гребінки клавійного соломотряса, ступінчастість струшувальної дошки і решіт). В результаті цього робота комбайна стає цілком задовільною і при роботі на подовжньому схилі.

Особливо ускладнюється робота комбайнів в гористій місцевості, де усунути вплив поперечних ухилів вказаними заходами неможливо.

В цьому випадку комбайни забезпечуються пристроєм, що вирівнює молотарку комбайна за рахунок зміни розташування коліс. Регулювання виконується гідравлічним механізмом, який включається автоматично досягши граничного значен

1.3. Аналіз машин аналогів

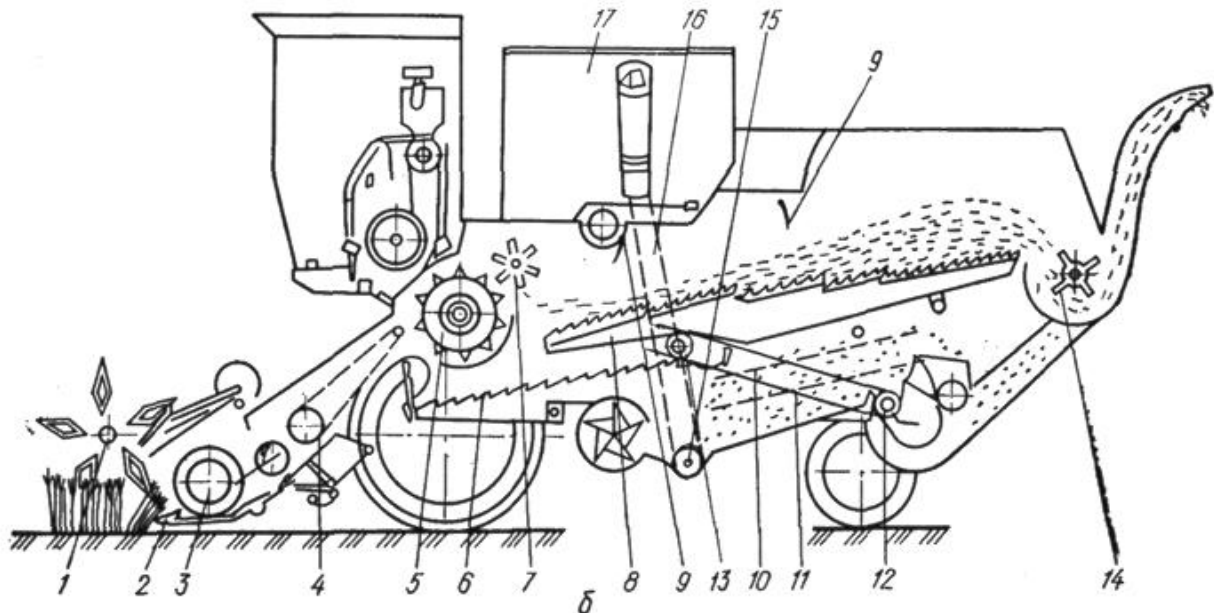
Самохідні зернозбиральні комбайни «Дон-1500» і «Дон-1200» призначені для збирання колосових культур прямим і роздільним комбайнуванням у всіх зерносіючих зонах країни, а з використанням додаткових пристроїв — для збирання зернобобових, круп'яних дрібнонасієних культур, насінників трав, соняшника, сої, кукурудзи на зерно. Вони мають однакові конструктивно-компонувальні схеми і відрізняються шириною молотарки («Дон-1500» - 1500 мм, а «Дон-1200» - 1200 мм) та потужністю встановленого двигуна («Дон-1500» - 162 кВт, а «Дон-1200» - 118 кВт). „Комбайни складаються із жатки, молотарки, бункера з вивантажувальним пристроєм, пристроєм для збирання незернової частини врожаю, двигуна, силової передачі, ходової частини, органів керування, кабіни з площадкою керування, гідравтоматичної системи, електрообладнання та електронної системи контролю”. Для роздільного способу збирання врожаю комбайни комплектуються платформою-підбирачем.

Жатка комбайна має корпус, різальний апарат, шнек, мотовило, розподільники, похилу камеру і механізм привода робочих органів.

Різальний апарат безпальцевого типу складається із пальцевого бруса, до якого болтами кріпляться секції нижнього ножа, регулювальні прокладки і притискачі. Привод ножа здійснюється кривошипно-шатунним механізмом від вала контрпривода жатки.

Мотовило п'ятилопатеве з швидкознімними пружинними пальцями, двобічним ексцентриковим механізмом і центральною трубою збільшеного діаметра. Керування мотовилом по висоті і виносу здійснюється за допомогою гідроциліндрів. Мотовило приводиться в дію за допомогою двоконтурної ланцюгової передачі від верхнього вала варіатора, встановленого на лівій боковині жатки в її задній частині.

Похила камера складається із двох частин: проставки з проміжним бітером і ланцюгово-планчастого транспортера. Бітер призначений для покращення умов подачі хлібної маси від шнека жатки до похилого транспортера і являє собою циліндричний корпус, на поверхні якого розташовані гребінки, а всередині пальцевий механізм, за конструкцією аналогічний пальцевому механізму шнека жатки. Бітер також є пристроєм, що усуває потрапляння в похилу камеру зайвих предметів, а для цього він обладнаний запобіжною муфтою. Ланцюгово-планчастий транспортер складається із верхнього ведучого вала із запобіжною муфтою з гідрофікованим механізмом відключення нижнього вала, підпружиненого в поздовжньому і поперечному напрямках, і транспортера, ланцюги якого підтримують підпружинені полози. Похила камера містить храповий механізм, призначений для реверсивного повороту валів у випадку забивання солом'яною масою.



1 – мотовило; 2 – різальний апарат; 3 – шнек жатки; 4 – похилий конвеєр;
 5 – барабан; 6 – струшувальна дошка; 7 – відбійний бітер; 8 – соломотряс;
 9 – фартухи; 10 – верхнє решето; 11 – нижнє решето; 12 – колосовий
 шнек; 13 – домолочувальний пристрій; 14 – універсальний пристрій для
 збирання незернової частини урожаю; 15 – шнек зерна; 16 – елеватор зерна;
 17 – бункер.

Рисунок 1.2 – Схема технологічного процесу комбайну «Дон-1500»

Молотильний барабан бильного типу, десятибильний. Він приводиться в дію від відбивного бітера через клинопасовий варіатор. Керування варіатором здійснюється із кабіни за допомогою гідросистеми.

Підбарабання односекційне, оборотне, із змінним кроком робочих планок. На задній планці підбарабання закріплена пальчикова сепаруюча решітка з відбивним щитком. Підбарабання має подвійне регулювання зазорів, а саме: регулювання робочих зазорів і аварійне скидання на 100 мм для зручності очищення молотильного пристрою у випадку забивання його технологічним продуктом.

Соломотряс — п'ятиклавішний, двовальний. Робоча поверхня клавіша жалюзійна, нерегульована, кут нахилу жалюзі 45° .

Очистка має струшувальну дошку, верхнє регульоване жалюзійне решето з подовжувачем грохота, решітний стан з нижнім регульованим решетом, вентилятор очищення і домолочуючий пристрій.

Вентилятор очистки відцентровий, п'ятилопатевий, частота його обертання змінюється за допомогою клинопасового варіатора через маховик, розміщений на осі ведучого шківа.

Домолочуючий пристрій складається із ротора та обичайки, конфігурація бичів ротора ідентична з конфігурацією виступів обичайки. Домолочуючий пристрій приводиться в дію від головного контрпривода комбайна.

Ходова система комбайна має міст ведучих і міст керованих коліс. Міст ведучих коліс — балка, до якої кріпляться планетарні бортові редуктори з дисковими гальмами і чотиришвидкісна коробка передач. Привод коробки здійснюється від колінчастого вала двигуна за допомогою одноконтурного варіатора з контрприводом і однодисковим постійно замкнутим зчепленням. Комбайн обладнаний гідростатичним приводом ходової частини, що забезпечує безступеневе регулювання швидкості руху від 0 до 20 км/год в межах чотирьох діапазонів. На комбайні «Дон-1500» встановлений двигун СМД-31, а на «Дон-1200» - двигун СМД-23 з постійно замкнутим зчепленням; зняття потужності здійснюється з обох боків двигуна, що знаходиться в передній частині комбайна з правого боку від кабіни водія. Для обслуговування двигуна передбачена спеціальна площадка. Доступ на площадку забезпечується через окремі двері із кабіни і по відкидній драбині з лівого боку комбайна.

Залежно від зони застосування комбайн обладнується капотом, гідрофікованим копнувачем або ж пристроєм для подрібнення солом'яної маси із збиранням її у візок чи вкладанням у валок.

Технологічний процес прямого комбайнування проходить так (рис. 1.2). „Мотовило підводить порцію стебел до різального апарата. Зрізані стебла транспортуються шнеком до центра жатки, до пальцями, які висуваються із

шнека, захоплюються і переміщуються до похилого конвеєра, що подає хлібну масу до барабана. При обмолоті основна частина зерна, видалена із колосків, разом із частиною полови та збоїн просипається через решітку підбарабання на струшувальну дошку. Ворох викидається відбійним бітером на соломотряс, на клавішах якого відбувається розділення зерна, полови і збоїн.

Солома подається клавішами соломотряса до виходу із молотарки і до граблин соломонабивача, переміщується в камеру копнувача або ж у подрібнювач.

Полова і легкі домішки видуваються із очистки, сходять по верхньому решету на лоток половонабивача і граблинами половонабивача скидаються в копнувач (шнек полови подрібнювача).

Зернова суміш, що надійшла на струшувальну дошку, транспортується по верхньому решету. Під час руху зернової суміші по струшувальній дошці проходить його попередня підготовка до розділення на решетах. Зерно переміщується вниз, а збоїни — вверх. Шар зернової суміші, що провалюється через пальцьову решітку струшувальної дошки, трохи розпушується, завдяки чому зерно і важкі домішки під дією повітряного потоку вентилятора і коливного руху решіт легше провалюються вниз, а солома та інші легкі домішки видуваються із молотарки. Колоски, рухаючись по решету, потрапляють у колосовий шнек, який подає їх в елеватор домолочувального пристрою для повторного обмолоту”.

Очищене зерно з решіт подається в зерновий шнек і потім елеватором у завантажувальний шнек бункера, з якого вивантажується шнеком у транспортні засоби.

Технологічний процес роздільного комбайнування відрізняється від прямого тим, що хлібна маса, заздалегідь скошена валковими жатками, підбирається за допомогою начіпленої на комбайн платформи-підбирача і подається похилим конвеєром у молотарку. Подальший процес обмолоту хлібної маси і сепарації такий же, як і при прямому комбайнуванні.

Комбайн самохідний зернозбиральний СК-10 «Ротор» призначений для збирання зернових культур прямим і роздільним способами. При обладнанні комбайна спеціальними пристроями можна збирати кукурудзу на зерно, просо, соняшник, сорго і зернобобові культури. Залежно від способу збирання комбайн може бути обладнаний жаткою, платформою-підбирачем або капотом для укладання соломи і полови у валок чи в подрібнювач.

Комбайн СК-10 є першою вітчизняною машиною з молотильно-сепаруючим обладнанням роторного типу. Він складається із жаткової частини, кабіни, двигуна, молотарки, подрібнювача, бункера, моста керованих коліс, моста ведучих коліс, гідросистеми і системи електрообладнання. Конструкція комбайна СК-10 має такі переваги:

- виконане симетричним компонування, з центральним розміщенням кабіни оператора та бункера;
- збільшену до 6,3 м³ місткість зернового бункера;
- підвищену потужність двигуна до 184 кВт;
- введений підсилений міст ведучих коліс з шинами 30,5-32 і підсилений міст керованих коліс з шинами 530-610;
- оснащення системою автоматики і приладами контролю.
- гідростатичний привод на хід;

Жаткова частина комбайна складається із жатки і похилої камери. Жатка має корпус, різальний апарат, мотовило і механізм привода ножа, врівноважувальний механізм, шнек, а також механізми привода і регулювань.

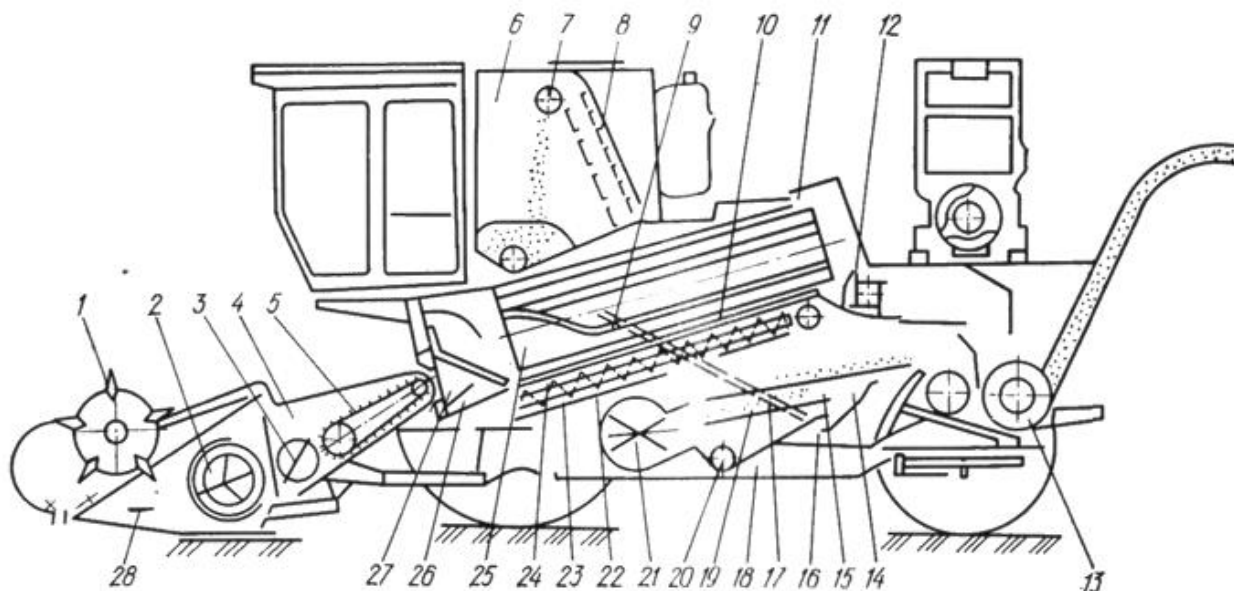
Похила камера складається із двох, з'єднаних між собою частин: проставки з проміжним бітером і ланцюгового планчастого транспортера. Бітер проставки призначений для поліпшення умов подачі хлібної маси від шнека жатки до похилого транспортера, а також захищає молотарку від надходження в неї зайвих предметів.

Платформа-підбирач призначена для підбирання валків при роздільному способі збирання і складається із платформи, підбирача і проставки.

Молотарка складається із ротора, підбарабання, очистки, відбійного бітера, шнекового конвеєра, транспортуючих пристроїв та бункера.

Технологічний процес прямого способу збирання врожаю здійснюється так (рис. 1.3): „під час руху комбайна лопаті мотовила захоплюють і підводять порції стебел до різального апарата, а потім подають зрізані стебла до шнека, що транспортує стеблову масу до центра жатки і за допомогою пальцевого механізму спрямовує до проміжного бітера, який в свою чергу передає її до конвеєра похилої камери”.

Конвеєр вирівнює потік стеблової маси по всій ширині приймальної камери і транспортує її в приймальну камеру роторного молотильного пристрою. „Лопаті ротора захоплюють стеблову масу і спрямовують у зазор між ротором і підбарабанням, де і відбувається обмолот. В процесі обмолоту зерно, солома і збоїни просипаються через решітки підбарабання на шнековий конвеєр, а солома і частина зерна, що не виділилося, переміщуються далі вдовж ротора, де крізь сепаруючі решітки і отвір у кожусі ротора виділяється зерно. Солома ротором виштовхується у викидне вікно кожуха ротора, а потім відбійним бітером подається у подрібнювач. Зерно і незернова суміш, яка потрапила на шнековий конвеєр, осипаються на решета очистки, де під дією повітряного потоку, створюваного вентилятором, проходить остаточна сепарація зерна. При цьому зерно просипається в решітний стан і по похилій дошці попадає в шнек, потім за допомогою елеватора подається в бункер. Солома повітряним потоком видаляється з очистки і спрямовується в подрібнювач. Необмолочені колоски, що потрапили на верхнє решето очистки через жалюзі подовжувача, надходять у колосовий шнек, а далі за допомогою елеваторів і малого колосового шнека подаються до ротора для повторного обмолоту. В міру нагромадження в бункері зерно вивантажується у транспортний засіб. Не зернова частина (солома і солома), проходячи через подрібнювач, розкидається по полю”. При наявності причіпного візка подрібнена маса може бути зібрана у візок. При обладнанні комбайна капотом солома і солома укладаються на полі у валок. Обслуговує комбайн СК-10 комбайнер.



- 1 – мотовило; 2 – шнек жатки; 3 – проміжний бітер; 4 – похила камера;
 5 – конвеєр; 6 – бункер; 7 – розподільний шнек; 8 – зерновий елеватор;
 9 – колосовий елеватор; 10 – кожух ротора, 11 – викидне вікно кожуха ротора;
 12 – відбійний бітер; 13 – подрібнювач; 14 – подовжувач верхнього решета;
 15 – очистка; 16 – колосовий шнек; 17 – верхнє решето;
 18 – скочувальна дошка решітного стану; 19 – нижнє решето; 20 – зерновий шнек;
 21 – вентилятор; 22 – шнековий конвеєр; 23 – колосовий малий шнек;
 24 – підбарання; 25 – ротор; 26 – приймальна камера; 27 – лопать;
 28 – різальний апарат

Рисунок 1.3 – Схема технологічного процесу комбайна СК-10

Технічна характеристика комбайнів ДОН-1500 і СК-10

Показники	Дон-1500	СК-10
Ширина захвата хедера, м	6,7	6
Ширина молотарки, мм	1500	1506
Продуктивність комбайна за годину експлуатаційного часу, т/год	3,12—6,5	4,3—6,22

Втрати за комбайном, %	1,2—2,1	1-1,1
Потужність двигуна, кВт	162,0	184
Частота обертання колінчастого вала, об/хв	2000	2050
Конструкційна маса, кг	13500	17055

Самохідний двобарабанний зернозбиральний комбайн СКД-6 призначений для збирання прямим і роздільним комбайнуванням зернових, зернобобових, круп'яних культур, соняшника, насінневих трав, сої. Він складається із жаткової частини, бункера з вивантажувальним пристроєм, молотарки, двигуна, пристрою для збирання незернової частини врожаю, органів керування, ходової системи, кабіни з площадкою керування, гідравлічної системи та електрообладнання.

На комбайні СКД-6 встановлений двигун типу СМД-20 з турбонадувом.

Зчеплення за своїми параметрами і окремими деталями запозичене від автомобіля ГАЗ-53.

При експлуатації на м'яких і перезволожених ґрунтах комбайн дообладнують додатковими ведучими колесами. Це зменшує ущільнення і руйнування ґрунту, спрацювання шин, буксування коліс і усуває випадки перевертання комбайна.

Комбайн укомплектований покажчиком крену, що дозволяє контролювати кут нахилу при роботі на схилах, а також електропокажчиком частоти обертання молотильних барабанів і швидкості руху. Для сповіщення про негабаритність машини, а також для подачі сигналу водіям автомобілів про заповнення бункера зерном на комбайні передбачено проблісковий ліхтар.

Кабіна теплозвукоізольована, має природну і примусову вентиляцію, обладнана додатковим сидінням, електричним склоочисником, фарами для роботи в нічний час.

Гідросистема комбайна складається із двох діючих незалежно одна від одної гідравлічних систем: основної і рульового керування. Основна гідросистема

призначена для піднімання жатки і мотовила, зміни швидкості руху комбайна, частоти обертання мотовила, першого і другого молотильних барабанів, переведення вивантажувального шнека в робоче і транспортне положення, для відключення привода жаткової частини, винесення мотовила, очистки повітрязбірника, прискорення вивантаження зерна із бункера за допомогою гідровібраторів і для автоматичного закриття клапана нагромаджувача.

Для збирання довгостебельних полеглих хлібів жатку комбайна обладнують двоексцептриковим мотовилом з швидкознімними пружинними граблинами і гідрофікованим роздільним керуванням його положення по вертикалі і горизонталі.

Технічна характеристика комбайну СКД-6

Продуктивність (пропускна здатність) молотарки при співвідношенні зерна до соломи 1:1,5, кг/с	6,3
Продуктивність за годину основного часу при співвідношенні зерна до соломи 1: 1,5 (при урожайності 20 ц/га), т/год	8,78
Потужність двигуна, кВт	88,0
Частота обертання колінчастого вала, об/хв	1900
Місткість бункера, м ³	4,5
Габаритні розміри в робочому положенні, мм	10640x7510x3800
Конструкційна маса комбайна з повним комплектом робочих органів, кг	8895

1.4 . Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

У дипломній роботі магістра розробляється питання модернізації зернозбирального комбайну СК-5.

Пропонована жатка забезпечує утворення одинарного валка за один прохід, містить рами з ріжучим апаратом, валкостворюючий транспортер, виконаний із двох рознімних секцій.

Метою удосконалення є розширення функціональних можливостей валкової жатки і можливістю навішення її на комбайн СК-5 «Нива».

Зазначена мета досягається удосконаленням механізму приводу, а саме рами двох секцій транспортера виконані пересувними уздовж ріжучого апарата, і обладнані реверсним механізмом приводу.

Рама жатки виконана у вигляді шарнірно з'єднаних секцій, причому вісь шарніра розташована в середній частині рами.

Вісь шарніра рами секції транспортера розташована від кінця транспортера секції на відстані, рівній ширині викидного вікна. Таке конструктивне виконання жатки дозволяє одержувати не лише одинарні чи здвоєні валки за один прохід, але і може забезпечити одержання двох валків за один прохід.

У залежності від обраного способу роботи валкової жатки відповідним чином розташовуються і секції валкостворюючого транспортера. Відповідно до цього переналагодженню піддаються також елементи їхнього приводу. „Так, наприклад, при підготовці жатки (див. графічну частину) з утворенням одного валка за один прохід секції 7, 8 валкостворюючого транспортера 3 устанавлюють по краях жатки з утворенням центрального викидного вікна 15. При цьому приводний вал 18 лівої секції 7 з'єднують безпосередньо з контрприводним валом 25, а реверс редуктора встановлюють у положення для обертання його вала в напрямку проти годинної стрілки.

Утворення двох валків за один прохід жатки в порівнянні з раніше описаним положенням елементів жатки, досягається лише зміною обертання реверсного редуктора 16 і поворотом на 180° віток ременя 27 на ведучому шківі 31.

Для утворення одного здвоєного валка з двох суміжних прокосів спочатку від'єднують ведучий вал 18 лівої секції 7 валкостворюючого транспортера 3 від контрпривода 25 і потім, впливаючи на гідроциліндр 21, переміщують ліву секцію

транспортера до кінця вправо. У цьому положенні кінці секції з'єднують замками, а на кінці вала 18 установлюють змінну зірочку і ланцюговим контуром з'єднують її з зірочкою вала 19. Потім обидві секції 7, 8 валкостворюючого транспортера 3 переміщують у крайнє ліве положення і змінюють напрямок обертання редуктора 16 на зворотне. При такому настроюванні жатка робить перший прокіс. Для другого прокошу обидві секції 7, 8 валкостворюючого транспортера 3 гідроциліндром 21 переміщують до кінця вправо, а напрямок обертання редуктора 16 у порівнянні з першим прокосом змінюють на зворотне”.

При роботі жатки на будь-якій схемі рама жатки завдяки наявності осьового шарніра 9 легко пристосовуються до змін рельєфу поля, що дозволяє скошувати хлібну масу на низькому її рівні.

Отже, на основі міркувань викладених вище, основним завданням дипломної роботи магістра буде удосконалення та обґрунтування параметрів механізму приводу валкової жатки ЖВР-10, шляхом розширення її функціональних можливостей з можливістю навішування її на комбайн СК-5 «Нива».

Для цього у роботі потрібно проробити ряд питань.

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

Наступним питанням будуть розрахунки основних параметрів зернозбирального комбайну СК-5, тобто технологічні та конструктивні розрахунки механізмів даного агрегату.

Внесення змін у наявну конструкцію жатки ЖВР-10 та проведення міцнісних та перевіркових розрахунків.

Необхідно провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

Далі необхідно спроектувати технологічний процес виготовлення однієї із основних деталей розробленого вузла машини та розробити комплект технічної документації.

У роботі слід провести дослідження зернозбиральних комбайнів та аналіз

працездатності молотильних барабанів.

У магістерській роботі також необхідно проробити питання з охорони праці та охорони навколишнього середовища при роботі на зернозбиральних комбайнах та підприємствах сільськогосподарського спрямування.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ СК-5 "НИВА"

2.1. Технологічні та конструктивні розрахунки

Визначення параметрів ріжучого апарату

Середня швидкість різання [9].

$$V_{\text{різ}} = \frac{s \cdot n}{30} = \frac{76,2 \cdot 710}{30} = 1800 \quad \text{мм/с}, \quad (2.1)$$

де s – хід сегмента за півоберта кривошипа $s=76,2$ мм;

n – частота обертання кривошипа $n=710$ об/хв.

Шлях комбайна за час перерізування ним стебла рослини:

$$S_{\text{к}} = V_{\text{м}} \frac{30 \cdot d}{s \cdot n \cdot \cos \alpha}, \quad (2.2)$$

де $V_{\text{м}}$ – швидкість руху комбайна;

$$V_{\text{м}} = 7,2 \text{ км/год} = 2000 \text{ мм/с};$$

α - кут, що характеризує нахил ріжучого леза сегмента до напрямку руху жатки. $\alpha=20^\circ$;

d – діаметр стебла рослини, мм.

$$d_{\text{мін}} = 2 \text{ мм}, \quad d_{\text{макс}} = 8 \text{ мм}$$

$$S_{\text{к.мін}} = \frac{2000 \cdot 30 \cdot 2}{72,2 \cdot 710 \cdot \cos 20} = 2,36 \quad \text{мм},$$

$$S_{к\ max} = \frac{2000 \cdot 30 \cdot 8}{72,2 \cdot 710 \cdot \cos 20} = 9,44 \quad \text{мм.}$$

Зусилля зрізу на ножі зрізувального апарату:

$$P_{зр} = \frac{B \cdot h \cdot \chi}{X_p}, \quad \text{Н} \quad (2.3)$$

де B – ширина захвату жатки, $B=2,4$ м;

$h=1,4h_l$ – подача на ріжучий апарат

$$h = 1,4 \cdot 70 = 100 \quad \text{мм};$$

χ - питоме зусилля перерізанння зеленої маси, приймаємо за [9]
 $\chi=200 \text{ Дж/м}^2$

$$X_p = X_k - X_n, \quad (2.4)$$

де X_n – координата початку різання $X_n=25$ мм;

X_k – координата кінця різання $X_k=55$ мм.

$$X_p = 55 - 25 = 30 \quad \text{мм}$$

$$P_{зр} = \frac{2,4 \cdot 0,1 \cdot 200}{0,030} = 1600 \quad \text{Н.}$$

Крок ріжучого апарату

Крок різального апарату має забезпечувати вільне входження стебел у простір між пальцями, які мають максимальне значення розрахункового діаметру $d_{расч}$ і найбільш сильно зміщені відносно центра. [9].

Найбільше зміщення стебел відбувається при співпаданні осьових ліній пальця і стебла. Розглянемо самий найгірший випадок, коли осьова лінія стебла співпадає з осьовою лінією пальця (рис. 2.1, положення стебла I).

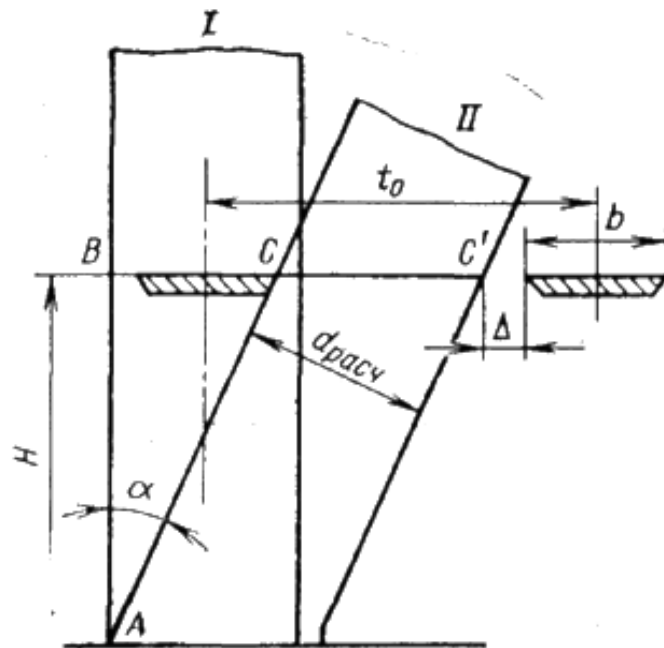


Рисунок 2.1 – Схема до визначення величину кроку різального апарату

Під дією скосів рухомих пальців стебло відхиляється в бік простору між стеблами на кут α і відповідно займає положення II. Для нормальної роботи різального апарата є необхідним, щоб вибраний крок пальців забезпечив вільне входження стебел у простір в нахиленому положенні. Для того, щоб уникнути явища заклинювання стебла, особливо коли присутнє бокове зміщення жатки, між другим пальцем і стеблом слід мати зазор, який має бути не менше $0,2d_{расч}$.

Крок різального апарату можна знайти із співвідношення [9]:

$$t_0 = \frac{d_{расч} \sqrt{\left(\frac{d_{расч} - b}{2} + b\right)^2 + H^2}}{H} + b + 0,2d_{расч} \quad (2.5)$$

Як розрахунковий діаметер приймаємо $2d_{расч}=40$ мм – максимально можливий розмір стебла, який зустрічається найбільш часто. Розмір пластини пальців для апарату даного типу $b=37$ мм. Висота зрізування при зрізі стебел діаметром 40 мм і більше не рекомендовано брати меншою за 80 мм, тому приймаємо $H=80$ мм.

Тоді крок різального апарата:

$$t_0 = \frac{40 \sqrt{\left(\frac{40 - 37}{2} + 37\right)^2 + 80^2}}{80} + 37 + 8 = 89,5 \text{ мм.}$$

Конструктивні розміри пальців вибраного різального апарата наведені на рис. 2.2.

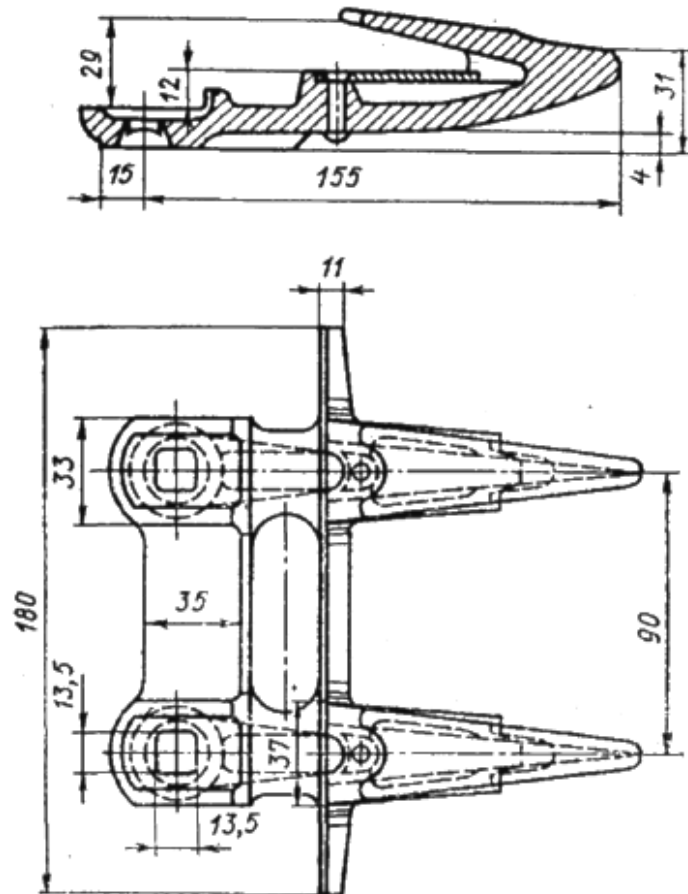


Рисунок 2.2 – Конструкція пальців різального апарату

Збільшення кроку в цьому випадку до 90 мм потягне за собою збільшення поперечного відгинання стебел, а отже, і збільшення висоти залишеної стерні. Це має надзвичайно велике значення в основному при скошуванні трав'янистих і тонкостеблових культур. [9].

Висота леза сегменту

Для визначення висоти леза сегмента слід враховувати прийнятий тип та крок апарату, у відповідності до якого ширина сегмента має бути $s=90$ мм.

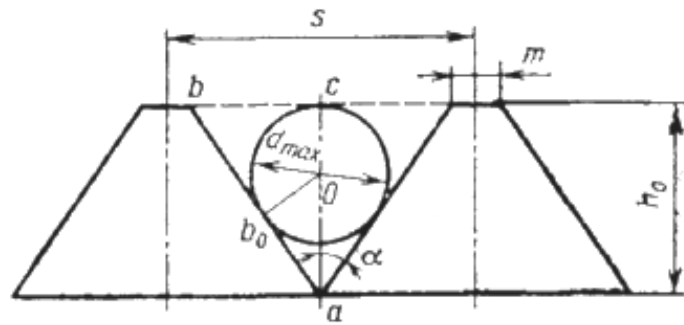


Рисунок 2.3 – Схема до обґрунтування висоти леза сегментів

Також, потрібно, щоб переріз стебла найбільшого діаметру був вписаний в трикутник, який утворюється різальними кромками двох сегментів та прямої, що з'єднує їх вершини (рис. 2.3). Лише в такому випадку стебло буде зрізаним за один хід ножа. З цієї умови, найбільша допустима висота леза визначається із подібності трикутників abc і ab_0O , за залежністю [9]:

$$h_0 = \frac{d_{\max} (s - m)^2}{(s - m)^2 - d_{\max}^2} \quad (2.6)$$

Тому приймаємо ширину носка сегменту $m = 12$ мм.

Висота леза

$$h_0 = \frac{40(90 - 12)^2}{(90 - 12)^2 - 40^2} = 54,3 \text{ мм.}$$

Прийmemo $h_0 = 55$ мм.

Збільшення висоти сегмента призведе до збільшення його прогину при дії на нього зовнішніх сил.

Кут нахилу леза

Кут нахилу леза α визначається із умови: [9].

$$\alpha = \arctg \frac{s - m}{2h_0} . \quad (2.7)$$

Для таких умов і отриманих раніше значень кут α буде рівний:

$$\alpha = \arctg \frac{90 - 12}{2 \cdot 55} = 35^\circ 20' .$$

Значення цього кута повинне задовільняти таку умову: сума кутів пари (сегмент - протирізальна пластина) не має бути більшою за значення критичного кута зацімлення $\chi_{\text{крит}}$. Для с/г культур, у яких вологість 60-80% при гладкому лезові сегменту і насіченому вкладишу можна взяти $\chi_{\text{крит}} = 55 \div 65^\circ$.

Отже повинно виконуватись умова:

$$\alpha + \alpha_1 \leq \chi_{\text{крит}} = 55 \div 65^\circ ,$$

де α_1 – кут нахилу кромки пластини протирізальної (приймаємо, рівним $7^\circ 40'$).

Підставляючи значення знайдених кутів отримаємо $35^\circ 20' + 7^\circ 40'$.

Також, кут α повинен корелюватись із знайденим співвідношенням швидкостей машини v_m і ножа $v_{x \text{ max}}$:

$$\text{tg} \alpha > \frac{v_m}{v_{x \text{ max}}} .$$

Якщо ця умова виконується, та швидкість леза, яка спрямовується вздовж

нього, є направлена до нижньої основи сегмента, що дозволить утримувати стебла між кромками леза і вкладиша сегменту. При витриманні цієї умови складова швидкості буде направлена до верхньої основи сегмента і хотітиме виштовхувати стебло із розхилу різальної пари. [9].

Форма і мікрорельєф поверхні леза

При проведенні експлуатаційних випробувань встановлено, що насічка поверхні леза збільшує споживану потужність різання, однак не продовжує його довговічність. Тому в проведених розрахунках ми прийняли сегмент з гладким лезом.

Враховавши дуже велике значення кута заточки леза для його стійкості, базуючись на досвіді застосування різальних апаратів для тонкостеблових культур, прийmemo кут заточування рівним 23° .

При такому значенні збільшення кута стосовно прийнятих значень кутів в скошувальних апаратах (19°) споживана потужність підвищується лише на 1-2%. [9].

Товщина сегменту і його нижня фаска

З прийнятими припущеннями сегмент розглядаємо як консольну балку з жорстко закріпленим кінцем, що має прямокутний переріз однакової висоти e однак змінної ширини y (рис. 2.4).

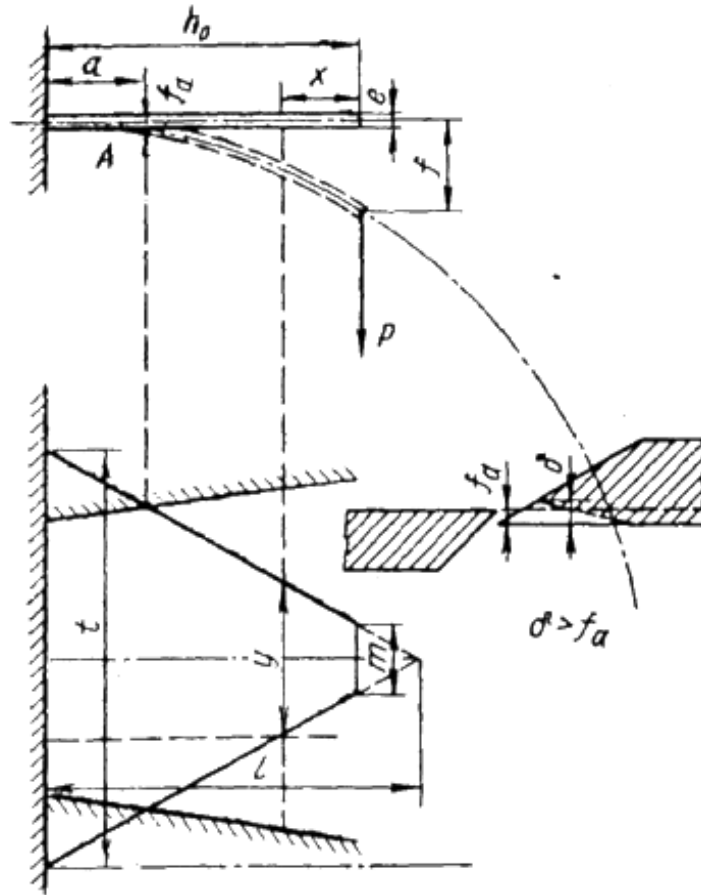


Рисунок 2.4 – Схема до розрахунку прогину сегмента

Згинний момент $M(x) = P \cdot x$, а момент опору $W(x) = \frac{y \cdot e^2}{6}$.

Так як $y = \frac{(l - h_0 + x)t}{l}$ [9] с.119,

Отримаємо

$$W(x) = \frac{te^2}{6} \cdot \frac{l - h_0 + x}{l},$$

а напруження

$$\sigma = \frac{M(x)}{W(x)} = \frac{6Plx}{te^2(l-h_0+x)}.$$

Основаючи на цьому запишемо вираз допустимого значення навантаження для перерізу защемлення ($x=h_0$) [9] с.119:

$$P_{дон} = \frac{te^2}{h_0} \cdot \frac{\sigma_B}{6}. \quad (2.8)$$

Підставляємо значення $t=90$ мм, $h_0=55$ мм, $e=2$ мм і приймаючи границю міцності $\sigma_B=700$ МПа, отримаємо

$$P_{дон} = \frac{90 \cdot 4 \cdot 700}{55 \cdot 6} = 763 \text{ Н.}$$

Оскільки, зусилля, які діють на сегмент, сягають $P=1000$ Н, то, є необхідним збільшити товщину сегменту.

Прийmemo $e=3$ мм. Тоді:

$$\sigma = \frac{6 \cdot 100 \cdot 55}{90 \cdot 9} = 408 \text{ МПа} < \sigma_B = 700 \text{ МПа.}$$

Як видно із розрахунків, згинання сегменту за середніх навантажень, які зустрічаються частіше за все ($P=500 \div 700$ Н) відбувається в межах пружних деформацій і не є надто небезпечним. Однак з огляду робото здатності ріжучого апарату згинання сегментів не є бажаним. Прогин сегменту вниз при його положенні, яке відрізняється від середнього стосовно пальців, частково обмежує вплив на вкладиш пальця. При середньому положенні сегменту це обмеження є відсутнім. Вигин уверх є обмеженим лише для тих сегментів, над якими присутні притискні лапки.

Прогин сегментів вниз спричиняє їх швидке затуплення та викришування спричинене постійним контактом ріжучих кромek сегменту і вкладишу; прогин уверх викликає поломку пальців і сегментів внаслідок контакту сегмента з пером пальця.

Враховуючи це, сегменти для культур з товстими стеблами розраховують враховуючи їх прогин у вертикальному напрямку.

Це прогинання можна визначити із диференціальних рівнянь вигнутої балки перемінного перетину [9] с.120:

$$EJ(x)\frac{d^2 f}{dx^2} = M(x) , \quad (2.9)$$

де E – модуль пружності першого роду;

$J(x)$ – момент інерції перемінного перетину.

Виразимо $J(x)$ через J – момент інерції перетину в місці защемлення:

$$J(x) = \frac{t(x)e^3}{12} = \frac{te^3}{12} \cdot \frac{l-h_0+x}{l} = J \frac{l-h_0+x}{l} . \quad (2.10)$$

Тоді рівняння (2.9) матиме вигляд:

$$EJ \frac{l-h_0+x}{l} \cdot \frac{d^2 f}{dx^2} = Px ,$$

або

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{Pl}{EJ} \cdot \frac{x}{l-h_0+x} . \quad (2.11)$$

Для знаходження прогину два рази інтегруємо вираз (2.11).

В результаті перетворень отримаємо залежність:

$$f = \frac{Pl}{EJ} \left\{ h_0 \frac{m}{t-m} \left[3x - \left(x - h_0 \frac{m}{t-m} \right) \ln \left(x + h_0 \frac{m}{t-m} \right) + h_0 \frac{3m-2t}{t-m} \right] + \frac{x^2}{2} - x h_0 \frac{t}{t-m} + h_0^2 \frac{m}{t-m} - \ln \frac{t h_0}{t-m} \right\} \quad (2.12)$$

За цією залежністю визначаємо прогин сегменту в будь-якому його перетині. Прогин f_a в точці контакту леза сегменту А з протиріжучою пластиною буде відповідати середньому положенню сегмента між вкладишами пальців, для якого вигин сегмента є найбільшим.

Для прийнятих розмірів сегмента і проти різальних вкладишів $a=21$ мм (див. рис. 2.4). При таких значеннях t , e і $m=12$ мм, а $f_a=0,28$ мм. Це значить, що лезо ножа під впливом вертикальної сили опуститься в місці контакту з проти різальною пластиною на 0,28 мм, тобто воно наскочить на пластину і викличе руйнування лез.

Значення f і f_a при зменшенні товщини сегменту до 2 мм зростають майже на 30%. Отже, прийняте значення товщини сегменту з 2 до 3 мм зменшить небезпеку насакування лез одне на одне, хоча і не виключить його зовсім.

Наявність відповідної нижньої фаски біля сегменту запобігає цій небезпеці. Фаска підніме вершину леза стосовно нижньої площини сегменту на 0,3 мм. Тобто при вигині сегменту в місці контакту на 0,2 мм зазор, що отримається, буде рівним 0,1 мм, виключить насакування лез, не погіршуючи умови перерізування навіть тонко стеблових культур.

Отже, враховуючи позитивне значення зростання товщини сегменту для його довговічності і малий вплив цього збільшення на зусилля різання, приймаємо товщину сегмента $e=3$ мм.

Навантаження на лезо сегмента

Питоме навантаження $f_{ок}$ по обкошуваній площі, яка припадає на одиницю довжини леза прийнятого сегмента, визначаємо за формулою [9]:

$$f_{ок} = \frac{t_0 h}{h_0} \cos \alpha, \quad (2.13)$$

де h – подача рослин на ріжучий апарат за один хід ножа.

При роботі ріжучого апарату на суцільних і вузько рядкових посівах питома навантаження по обкошуваній площі в значній мірі характеризує дійсне навантаження на лезо, так як розподіл стебел по площі в цьому випадку можна вважати рівномірним.

Для ріжучого апарату в кінцевому випадку має значення навантаження не по обкошуваній площі, а по сумарній площі перерізаної стеблової тканини за один хід ножа.

Якщо середній діаметр стебла рівний d_{cp} , то навантаження на лезо стеблової тканини, яка перерізується [9] с.122:

$$G = f_{ок} k \cdot 10^{-6} \frac{\pi d_{cp}^2}{4}. \quad (2.14)$$

Визначимо навантаження на лезо по обкошуваній площі для двох прийнятих вище режимів роботи ріжучого апарату, приймаючи поступальну швидкість машини $v_m = 1,5$ м/с. Тоді для частоти обертання кривошипа $n' = 403$ об/хв., подача складатиме $h = 112$ мм (див. рис. 2.5, а), а питома навантаження:

$$f'_{ок} = \frac{90 \cdot 112}{55} 0,71 = 130 \text{ мм.}$$

Для $n'' = 460$ об/хв $h = 98$ мм (див. рис. 2.5, б), а

$$f''_{ок} = \frac{90 \cdot 98}{55} 0,71 = 114 \text{ мм.}$$

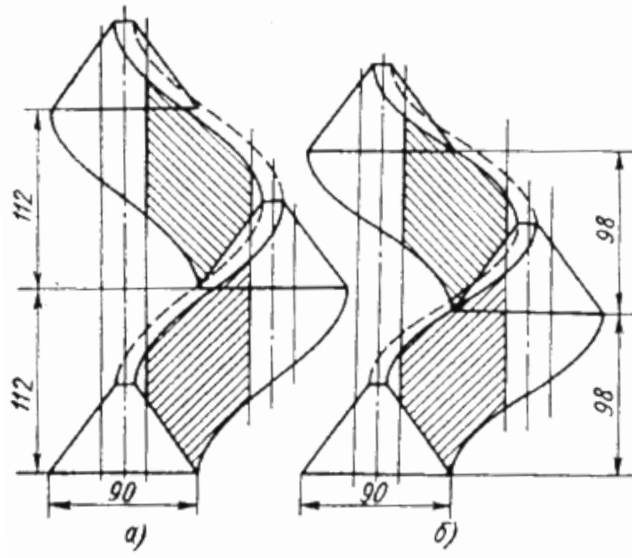


Рисунок 2.5 – Графік пробігу активного леза ножа

В обох випадках навантаження на леза високе, тому другий варіант режиму, який має меншу величину $f_{ок}$ є більш придатним.

Визначимо для цього варіанту навантаження на лезо по площі перерізуваної стеблової тканини. Якщо в якості прикладу візьмемо суцільний стеблостій із середньою густотою стебел $k=2500$ шт. на 1 м^2 і середнім діаметром стебел $d_{cp}=7,3$ мм на висоті зрізу 70 мм, то, підставивши ці значення у формулу (2.14), отримаємо:

$$G = 114 \cdot 2500 \cdot 10^{-6} \frac{3,14 \cdot 7,3^2}{4} = 12 \text{ Н.}$$

Це навантаження можна представити у вигляді рівномірно розподіленого вздовж леза шару щільної стебельної маси висотою 1 мм, який перерізається за кожний хід ножа.

2.2. Силіві розрахунки

Силевий розрахунок механізмів роблять з метою визначення сил, що діють на ланки механізмів та його з'єднання для виконання подальших розрахунків на міцність деталей або передач, які задіяні у механізмі, а також для визначення витрат потужності на виконання технологічних операцій в процесі експлуатації агрегату.

Розрахуємо сили, що діють на вал кривошипно-шатунного механізму та визначимо проектний діаметр вала.

На вал діють сили від пасової передачі та передається крутний момент на кривошипно-шатунний механізм.

Крутний момент на шківі кривошипно-шатунного механізму

$$M_{кр} = \frac{P_{зр} \cdot l}{\eta}, \quad (2.15)$$

де $P_{зр}$ – зусилля зрізу в ріжучому апараті, $P_{зр} = 1600$ Н;

l – плече сили, $l = 0,09$ м.

η - ККД підшипників кочення $\eta_n = 0,99$, механізму коливної шайби $\eta_{кш} = 0,99$, шарнірних з'єднань $\eta_{ш} = 0,98$.

$$\eta = 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,98 = 0,96;$$

$$M_{кр} = \frac{1600 \cdot 0,09}{0,96} = 150 \quad \text{Н}\cdot\text{м.}$$

Розраховуємо реакції опор валу кривошипно-шатунного механізму у вертикальній та горизонтальній площинах.

Визначимо сили, які діють на опори у вертикальній площині.

Складемо рівняння моментів відносно точки В. $M_{(В)} = 0$

$$R_A \cdot (0,07 + 0,04) - F_u \cdot 0,07 = 0;$$

$$R_A = \frac{F_u \cdot 0,07}{0,11} = \frac{290 \cdot 0,07}{0,11} = 184,5 \text{ H}.$$

Складемо рівняння моментів відносно точки А. $M_{(A)}=0$

$$R_B \cdot (0,07 + 0,04) - F_u \cdot 0,04 = 0;$$

$$R_B = \frac{F_u \cdot 0,04}{0,11} = \frac{290 \cdot 0,04}{0,11} = 105,5 \text{ H}.$$

$$\sum Y = 0: \quad R_A + R_B = F_u$$

$$184,5 + 105,5 = 290$$

$$0=0$$

Визначаємо сили, які діють на опори у горизонтальній площині.

Складемо рівняння моментів відносно точки В. $M_{(B)}=0$

$$F_{II} (0,06 + 0,04 + 0,07) - R_A (0,04 + 0,07) + F_r \cdot 0,07 = 0;$$

$$R_A = \frac{F_{II} \cdot 0,17 + F_r \cdot 0,07}{0,11} = \frac{180 \cdot 0,17 + 96 \cdot 0,07}{0,11} = 339,3 \text{ H}.$$

Складемо рівняння моментів відносно точки А. $M_{(A)}=0$

$$F_{II} \cdot 0,06 - R_B (0,04 + 0,07) - F_r \cdot 0,04 = 0;$$

$$R_B = \frac{F_{II} \cdot 0,06 - F_r \cdot 0,04}{0,11} = \frac{180 \cdot 0,06 - 96 \cdot 0,04}{0,11} = 63,3 \text{ Н}.$$

$$\sum X = 0: R_B + F_{II} + F_r = R_A.$$

$$63,3 + 180 + 96 = 339,3.$$

$$0 = 0.$$

За отриманими значеннями будемо епюри згинних моментів у вертикальній та горизонтальній площинах, а також епюри крутних моментів (рис. 2.6).

Визначим розрахунковий діаметр у небезпечних перетинах.

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1[\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{150,4}{0,1 \cdot 450}} = 14,9 \text{ мм}, \quad (2.16)$$

де $[\sigma_{-1}]$ - граничне знакозмінне напруження для валу, $[\sigma_{-1}] = 450 \text{ МПа}$

Приймаємо діаметр під підшипники $d = 20 \text{ мм}$ та під маточину шківів пасової передачі $d_r = 22 \text{ мм}$.

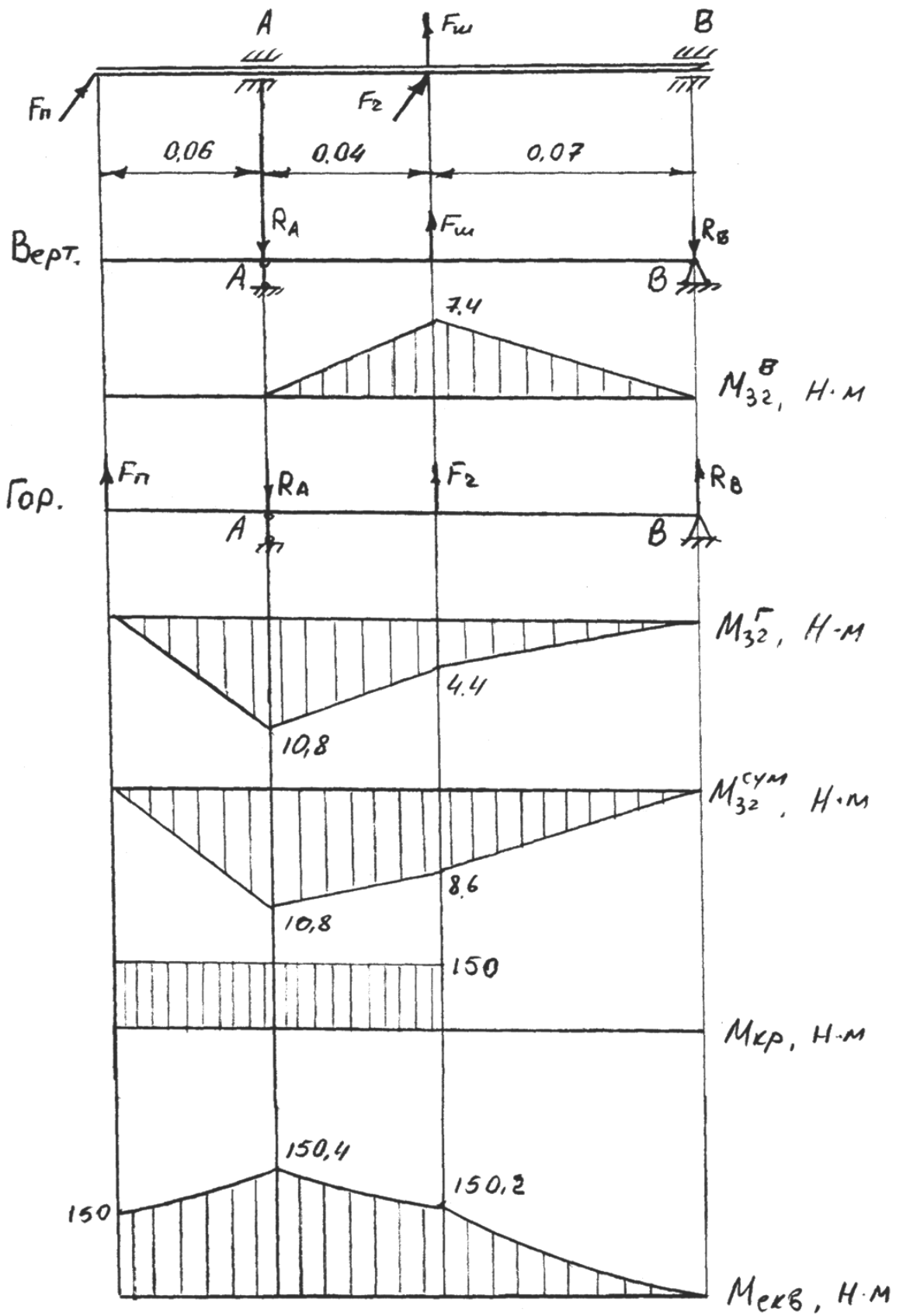


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема валу кривошипно-шатунного механізму

2.4 . Міцнісні та перевіркові розрахунки

2.4.1. Розрахунок навантажень ланцюгової передачі між валом мотовила та валом шнека

Вихідні дані:

Частота обертання вала шнека	$n_{ш} = 155 \text{ об/хв.}$
Крутний момент	$M = 250 \text{ Нм.}$
Ланцюг роликівий	$ПР-38.1-12700.$
Передаточне відношення	$u = 2,8.$

Потужність, яка передається ланцюгом: [8]

$$N = \frac{M \cdot n_{ш}}{9550} = \frac{250 \cdot 155}{9550} = 4,05 \text{ кВт} \quad . \quad (2.17)$$

Колова швидкість обертання ведучої зірочки:

$$V = \frac{z \cdot n_{ш} \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{9 \cdot 155 \cdot 38,1}{60000} = 0,88 \text{ м/с,} \quad (2.18)$$

де t – крок ланцюга, $t = 38,1 \text{ мм.}$

Колове зусилля, що передається ланцюгом [8]

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{V} = \frac{1000 \cdot 4,05}{0,88} = 4610 \text{ Н.} \quad (2.19)$$

Натяг ланцюга від провисання під дією власної ваги

$$F_f = k_f \cdot g \cdot q \cdot a, \quad (2.20)$$

де k_f – коефіцієнт провисання ланцюга, $k_f=4$;

q – вага 1 м ланцюга, $q=5,5$ кг;

a – міжосьова відстань.

$$a = 20t = 20 \cdot 38 = 760 \text{ мм} = 0,76 \text{ м}.$$

Сумарний натяг ланцюга

$$F_\Sigma = F_f + F_t \cdot k_1, \quad (2.21)$$

де k_1 – коефіцієнт, який враховує характер навантаження, $k_1=1,3$

$$F_\Sigma = 163,8 + 4610 \cdot 1,3 = 6172,3 \quad \text{Н}.$$

Перевіряємо ланцюг за запасом міцності [8]

$$n = \frac{Q_{розр}}{F_\Sigma} \geq [n], \quad (2.22)$$

де $Q_{розр}$ – руйнуюче навантаження ланцюга, $Q_{розр}=127$ кН;

$[n]$ – допустиме значення запасу міцності, для ланцюга ПР-38,1-12700 при швидкості до 1 м/с $[n]=12,6$ [8] с. 46.

$$n = \frac{127000}{6172,3} = 19,6.$$

$19,6 > 12,6$ отже умова виконується і запас міцності ланцюгової передачі гарантовано.

2.4.2. Розрахунок вала кривошипно-шатунного механізму на витривалість

Вихідні дані:

Матеріал вала сталь 40Х.

Твердість, НВ 217.

Опір розриву $\sigma_B=1000$ МПа.

Границя витривалості при симетричному циклі
напружень згину $\sigma_{-1}=450$ МПа.

Границя витривалості при симетричному циклі
напружень кручення $\tau_{-1}=250$ МПа.

[7] таб. 5.1

Коефіцієнти чутливості матеріалу до асиметричності циклу напружень
відповідно згину та кручення $\psi_\sigma=0,15$ $\psi_\tau=0,1$.

Сумарний згинний момент в небезпечних перерізах I-I $M=10,8 \cdot 10^3$ Н·мм

II-II $M=8,6 \cdot 10^3$ Н·мм.

Крутний момент, який передається валом $M_{кр}=150$ Н·м.

Граничний запас витривалості $[n]=1,8$ [7] с.54.

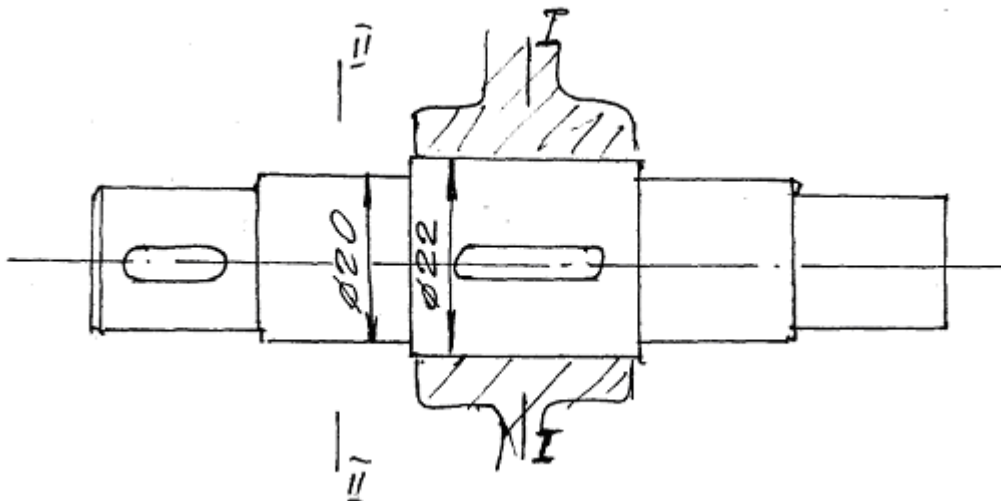


Рисунок 2.7 – Схема небезпечних перерізів вала кривошипно-шатунного механізму

Перевіряємо запас міцності за границею витривалості в перерізі I-I.

Концентрація напружень в цьому перерізі зумовлена шпонковим пазом та посадкою ступиці на вал.

1. Знайдемо ефективні коефіцієнти при згині та крученні від шпонкового пазу.

За табл. 5.12 [7] для валу із сталі з $\sigma_B=1000$ МПа з шпонковим пазом, виконаним пальцевою фрезою $K_\sigma=2,27$, $K_\tau=2,17$.

Масштабний коефіцієнт при згині та крученні для вала із сталі 40Х діаметром 20 мм $\varepsilon_\sigma=0,95$, $\varepsilon_\tau=0,85$. табл. 5.16 [7].

Коефіцієнт стану поверхні при шорсткості поверхні $R_a=2.5$ мкм $K_\sigma^II = K_\tau^II = 1,18$, табл. 5.14 [7].

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень для даного перерізу вала для згину та кручення у випадку відсутності технологічного зміцнення знаходяться згідно формул [7]:

$$K_{\sigma_d} = \frac{K_\sigma + K_\sigma^II - 1}{\varepsilon_\sigma} = \frac{2,27 + 1,18 - 1}{0,95} = 2,58; \quad (2.23)$$

$$K_{\tau_d} = \frac{K_\tau + K_\tau^II - 1}{\varepsilon_\tau} = \frac{2,17 + 1,18 - 1}{0,85} = 2,76. \quad (2.24)$$

2. Визначаємо ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині та крученні вала, обумовлені маточиною шківів насадженого на вал по посадці $\frac{H7}{k6}$.

За табл. 5.15 [7] при $\sigma_B=1000$ МПа і $d_r=22$ мм $K_{\sigma_d}=2,5$, $K_{\tau_d}=1,9$.

Оскільки в розглядуваному перерізі I-I є два концентратори напружень, то при розрахунках враховуємо один із них, той для якого значення коефіцієнтів більші. Приймаємо $K_{\sigma_d}=2,58$, $K_{\tau_d}=2,76$.

3. Визначаємо запас міцності.

Для нормальних напружень справедливою є залежність [7]:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{K\sigma_D \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{450}{2,58 \cdot 37,3 + 0,15 \cdot 0} = 4,67, \quad (2.25)$$

де
$$\sigma_a = \sigma = \frac{M}{W_0} = \frac{10,8 \cdot 10^3}{285} = 37,3; \quad (2.26)$$

$$W_0 = 0,1 \cdot d^3 - \left(\frac{b \cdot t_1 (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \right) = 0,1 \cdot 20^3 - \frac{5 \cdot 2,3 (20 - 2,3)^2}{2 \cdot 20} = 285 \text{ мм}^3, \quad (2.27)$$

де $b=5$, $t_1=2,3$ - з характеристик шпонки [7] с.53.

$$\sigma_m = 0 \quad [7] \text{ с. 151.}$$

4. Знаходимо запас міцності для дотичних напружень.

Попередньо визначаємо момент опору

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 - \left(\frac{b \cdot t_1 (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \right) = 0,2 \cdot 20^3 - \frac{5 \cdot 2,3 (20 - 2,3)^2}{2 \cdot 20} = 613 \text{ мм}^3. \quad (2.28)$$

Напруження кручення

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{150 \cdot 10^3}{613} = 7,7 \text{ МПа}. \quad (2.29)$$

Амплітуда та середнє значення номінальних напружень кручення згідно формули [7]:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{7,7}{2} = 3,8 \text{ МПа}. \quad (2.30)$$

Запас міцності для дотичних напружень за формулою [7]:

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau_d} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} = \frac{250}{2,76 \cdot 3,8 + 0,1 \cdot 3,8} = 22,5 \quad . \quad (2.31)$$

Загальний запас міцності в перерізі I-I згідно співвідношення [7]:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{4,67 \cdot 22,5}{\sqrt{4,67^2 + 22,5^2}} = 4,57 \quad . \quad (2.32)$$

$$n \geq [n]$$

$$4,57 > 1,8.$$

Отже запас витривалості у перерізі I-I забезпечено.

2.4.3. Розрахунок вала контрпривода жатки

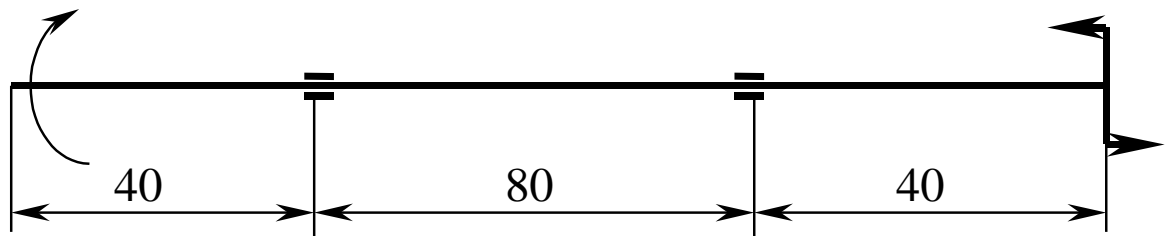


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема вала

Умовні значення: число обертів вала $n = 400 \text{ хв.}^{-1}$, передана потужність $N = 13,2 \text{ кВт}$.

Обумовлений переданий крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega}, \quad (2.33)$$

де ω - кутова швидкість.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = 0,105 \cdot n, \quad (2.34)$$

$$\omega = 0,105 \cdot 400 = 42 \text{ рад./сек.}$$

$$M_{кр} = \frac{13200}{42} = 314 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо зусилля натягу віток паса P_1 у площині YZ:

$$P_1 = 2S_o \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + Q, \quad (2.35)$$

де Q - колове зусилля;

$$Q = \frac{N}{V}, \quad (2.36)$$

$$Q = \frac{6,2 \cdot 10^3}{6,3} = 964 \text{ Н}.$$

$$S_o = \sigma_o \cdot F, \quad (2.37)$$

де - S_o - зусилля попереднього натягу;

σ_o - напруга від попереднього натягу, $\sigma_o = 1,2 \text{ Н/мм}^2$;

F - площа поперечного переріза паса, $F = 138 \text{ мм}^2$;

α - кут обхвату пасом шківів, $\alpha = 180^\circ$.

$$P_1 = 2 \cdot 138 \cdot 1,2 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 984 = 1314 \text{ Н},$$

Визначаємо зусилля натягу ланцюга P_2 у площині XZ:

$$P_2 = Q + 2K_t \cdot q \cdot g \cdot A \quad (2.38)$$

де Q - колове зусилля, $Q = 4190 \text{ Н}$;

K_t - коефіцієнт, що залежить від положення зірочок у просторі, $K_t = 6$;

q - маса одного метра ланцюга, $q = 7$ кг;

A - відстань між осями зірочок, $A = 1.4$ м.

$$P_2 = 4190 + 2 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 9,8 \cdot 1,4 = 5342 \text{ Н} .$$

Визначаємо еквівалентний момент:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_{\text{кр}}^2} , \quad (2.39)$$

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{52,5^2 + 193,7^2 + 0,75 \cdot 314^2} = 320 \text{ кН} \cdot \text{мм} .$$

По характеру епюр установлюємо місце положення небезпечного переріза вала і знаходимо його діаметр по формулі:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{екв}}}{\pi \cdot [\sigma_{-1}]_u}} . \quad (2.40)$$

де $[\sigma_{-1}]_u$ - допустиме напруження.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 320 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 60}} = 35,97 \text{ мм} .$$

Приймаємо діаметр 36 мм.

Перевіряємо вал на міцність.

Коефіцієнт запасу: для нормальних напруг.

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} , \quad (2.41)$$

для дотичних напружень:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} . \quad (2.42)$$

При одночасній дії нормальних і дотичних напружень визначаємо:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq [n] , \quad (2.43)$$

де σ_{-1} - границя витривалості при вигині, $\sigma_{-1} = 450$ МПа;

τ_{-1} - границя витривалості при крутінні, $\tau_{-1} = 250$ МПа;

σ_a, τ_a - амплітуда номінальних напруг;

σ_m, τ_m - середні значення номінальних напруг;

ψ_σ, ψ_τ - коефіцієнти чутливості матеріалу до асиметрії циклу напруг,

$$\psi_\sigma = 0,15, \psi_\tau = 0,1;$$

$K_{\sigma D}, K_{\tau D}$ - коефіцієнти концентрації напруг, $K_{\sigma D} = 2,6; K_{\tau D} = 2$.

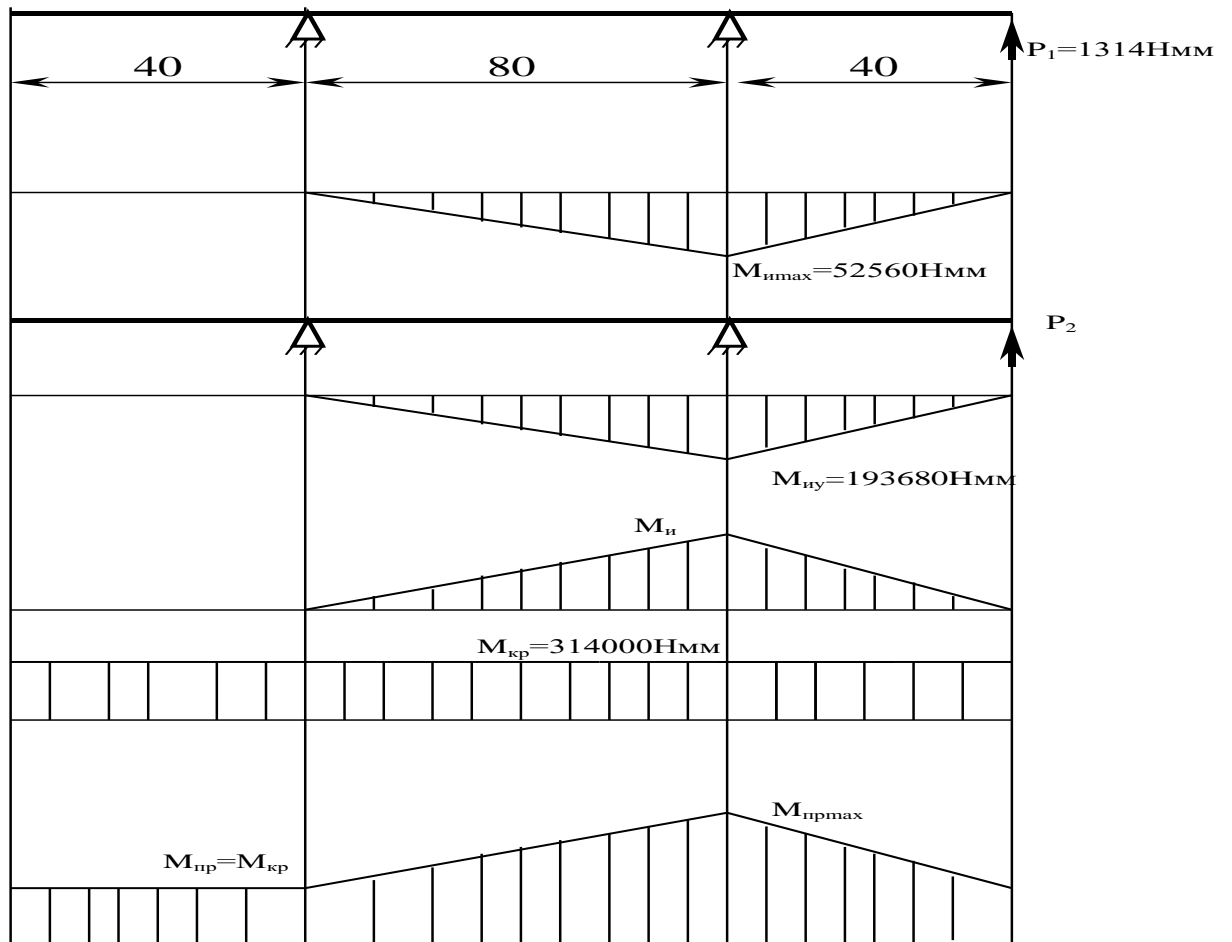


Рисунок 2.9 – Епюри згинальних моментів

$$\sigma_a = \sigma, \sigma_m = 0,$$

$$\tau_a = \tau, \tau_m = 0.$$

$$\sigma = \frac{M_u}{W_o}, \quad (2.44)$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \quad (2.45)$$

де $M_u, M_{кр}$ - згинаючий і крутний моменти;

W_o, W_p - осьовий і полярний моменти опору

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx 0,1d^3, \quad (2.46)$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \approx 0,2d^3, \quad (2.47)$$

де d - діаметр вала, м.

$$W_o = 0,1 \cdot 36^3 = 4666 \text{ мм}^3.$$

$$W_p = 0,2 \cdot 36^3 = 9331 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{201 \cdot 10^3}{4666} = 43 \text{ Н / мм}^2.$$

$$\tau = \frac{314 \cdot 10^3}{9331} = 34 \text{ Н / мм}^2.$$

$$n_\sigma = \frac{450}{2,6 \cdot 43} = 4,02$$

$$n_\tau = \frac{250}{2 \cdot 34} = 3,67$$

$$n = \frac{4,02 \cdot 3,67}{\sqrt{4,02^2 + 3,67^2}} = 2,7$$

Запас міцності в небезпечному перерізі вала допускається $[n] \geq 2 \dots 2,5$.

У нашому випадку $n \geq [n]$, отже, вал за міцністю відповідає нашим умовам.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Випробування зернозбиральних комбайнів

Для збиранні врожаїв зернових культур застосовують дуже складну і дорогу техніку. Тому основними напрямками розвитку зернозбиральних машин є підвищення показників якості їх роботи, зростання їх продуктивності, а також усунення зайвих витрат робочого часу при збиранні врожаїв.

Вважається, що якість та надійність при виготовленні вітчизняних зразків зернозбиральних комбайнів (КЗС– 9 – 1, „Лан”, „Обрій”) не відповідають теперішнім світовим стандартам подібної техніки. У цих комбайнах напрацювання до відмови не перевищує порядку 11-40 годин, а 15-35% часу змін в роботі припадає на простої з технічних причин.

Такі показники як якість, надійність та довговічність подібних зразків техніки провідних закордонних виробників є значно вищими за українські та російські з білоруськими. З огляду на технічну і технологічну кризу у вітчизняному сільськогосподарському машинобудуванні у нас в країні майже нульові шанси для досягнення якогось-небудь рівня не лише в проектуванні, але й навіть у виготовленні простих і не дуже дорогих комбайнів.

При теперішніх темпах продажів близько 900 комбайнів на рік, необхідність в комбайнах зернозбиральних в перспективі 10-15 років в Україні не буде реалізовано. На превеликий жаль, необхідну кількість зернозбиральних комбайнів у нас в Україні не виробляється, а купується за кордоном, хоча імпортовані зразки у 2-3 рази є дорожчими. Відтак перевагу надається ринку бувших у користуванні комбайнів.

Вибір комбайнів при придбанні повинен базуватися на технічному стані машин, їх вартості, терміні експлуатації, фірмі-виготовлювачі і її можливостях надавати своєчасні та якісні сервісні послуги користувачам їх техніки.

У далеких перспективах існує можливість надходженню закордонних інвестицій в Україну, а тоді можливим буде реалізувати складання закордонної

зернозбиральної техніки Україні. Однак, спостерігаючи за розвитком заводу „Ростсільмаш”, можливо саме їх продукція в недалекому майбутньому буде основною на українських полях. Адекватний ринок зернозбиральної техніки буде мати розвиток лише після зростання попиту із залученням крупних інвесторів.

Для прикладу, в Україні при збиранні 1 тис. гектарів зернових культур використовується 5,1 комбайн. Для порівняння цей показник в 2,5, 4,0, 5,0 3,1 рази є меншим, ніж у таких країнах як Франція, Німеччина, США, Італія відповідно.

При площах під зернові культури понад 400 гектарів та при врожайності більше 4,0 т/га сумарне значення питомих витрат грошей у закордонних комбайнів є меншими від вітчизняних зразків техніки за рахунок великого скорочення термінів збирання та менших втрат. Із зростанням термінів збиральних робіт відповідно виростають втрати врожаїв через якище осипання зернових.

Розтермінування термінів збирання зернових культур стається через не дуже високу технічну надійність зернозбиральних машин та мале число комбайнів.

Комбайн „Домінатор – 204” має напрацювання 150 год. до відмови, а вітчизняний „Славутич” – приблизно 15-50 годин.

Вагомий вплив на показники ефективної експлуатації зернозбиральної техніки чинять кваліфікація водіїв-комбайнерів, технічний стан самої техніки та її надійність, наявність транспортних засобів для транспортування зерна від збиральних машин, терміни проведення збиральних робіт, кількість техніки на 1 тис. га збираних площ...

Мета досліджень і методика їх проведення

Для проведених досліджень використовувалися загальновідомі методи та показники для оцінки роботи зернозбиральних машин, які застосовуються у сільському господарстві.

Для характеристики умов, при яких відбувались випробування

зернозбиральних машин визначалась такі показники: вологість зерна, відсоток його пошкодження, маса 1000 зерен, висоту стерні, витрати палива на 1 гектар і на 1 тонну збираної культури, а також, звичайно, основні техніко-економічні параметри.

Результати досліджень

Проводилась експлуатаційна перевірка декількох зразків зернозбиральних машин: „Дон - 1500Б” і „Дон - 1500А” „Джон-Дір 9500” і „Нью – Холланд L 624” (табл. 1). Усі представлені зернозбиральні комбайни забезпечили збирання врожаю зернових культур із невеликими втратами в межах до 0,5%. Пошкоджуваність зерна не перевищувала 1,0%.

Проаналізувавши роботу досліджуваних комбайнів можна сказати, що враховуючи доволі високу надійність та малі втрати зібраного зерна комбайн „Дон - 1500Б” за один і той ж проміжок часу намолотив 57,31 т, себто трохи більше від „Дон - 1500А”.

В результаті проведених експлуатаційних досліджень саму більшу продуктивність показав комбайн „Джон-Дір 9500”, який з ділянки площею 9,62 гекторів зібрав 69,69 тон врожаю, при витратах палива 14,0 л/га і при втратах врожаю лише 25,7 кг/га.

За час випробувань комбайнів „Дон 1500 Б” і „Нью-Холланд L 624” зовсім не було зафіксовано ніяких поломок. А втрати робочого часу з технічних причин для машин „Дон - 1500 А” і „Джон-Дір 9500”, складала 6 хв. і 4 хв.

Отже, якщо порівнювати техніко-експлуатаційні показники роботи досліджуваних зернозбиральних комбайнів, можна зробити висновок, що комбайн „Дон - 1500 Б” може створити певну конкуренцію з такими провідними зразками закордонної техніки, як „Нью-Холланд L 624” та „Джон-Дір 9500”.

Таблиця 3.1 – Показники роботи комбайнів на збиранні зернових культур

Показники	Дон - 1500	Дон - 1500 Б	Джон-Дір 9500	Нью-Холланд L-624
Конструктивна ширина захвату жатки, м	6	6	6,3	6
Потужність двигуна, к.с.	225	225	215	240
Об'єм виконаної роботи, га	7,54	8,58	9,62	8,84
Намолочено зерна, т	53,17	57,31	69,69	60,09
Урожайність, ц/га	70,5	66,8	72,4	67,9
Довжина гону, м	1300	1300	1300	1300
Кількість гонів	10	12	12	12
Середня робоча швидкість, км/год	3,42	3,58	4,00	3,74
Чистий робочий час, год.	3,81	4,36	3,91	4,16
Продуктивність за 1 год., га	1,98	1,97	2,46	2,12
Продуктивність за 1 год., т	13,9	13,2	17,8	14,4
Тривалість вивантаження бункера, хв.	2,79	1,78	2,22	1,56
Тривалість вивантаження 1 тонни, хв.	0,47	0,37	0,45	0,34
Робоча ширина захвату, м	5,90	5,91	6,25	5,92
Коефіцієнт використання ширини захвату	0,98	0,98	0,99	0,98
Фактична витрата пального, л	111	119	135	118
Витрати пального, л/га	14,7	13,9	14,0	13,3
Витрати пального, л/т	2,08	2,08	1,94	1,95
Простої з причин, хв. технічних	6	-	4	-
організаційних	-	4	-	-
інших	-	-	-	-
Втрати зерна, кг/га	21,1	20,0	25,7	28,8

Також проводились експлуатаційні дослідження комбайну „Вектор”.

За період їх проведення даний комбайн показав доволі високу продуктивність та надійність у роботі, забезпечив збирання врожаю з невеликим відсотком втрат – до 0,4%, пошкоджуваність зерна при цьому склала 1%. При врожайності 54,7 ц/га витрати палива лише 2,3 л/т, що приблизно на 7-8% менше, за показники комбайну „Дон”. Крім того, тривалість вивантаження зерна з бункера є меншою в порівнянні з комбайнами „Джон-Дір 9500” і „Дон - 1500 А”.

Зернозбиральний комбайн „Вектор” по своїх технічних характеристикам є десь між „Нивою” і „Доном”.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика зернозбиральних комбайнів

Назва	Одиниця виміру	Показники		
		Дон – 1500Б	Вектор	Нива-ефект
Місце виробництва		Росія, Ростов-на-Дону		
Продуктивність	т/год.	14	11	7,2
Пропускна можливість	кг/сек.	10	7,5	5,5
Комплектування жатками		6,0; 7,0; 8,6	5,0;6,0;7,0 8,6	4,1;5,0;6,0
Швидкість зрізів	зрізів/хв.	473	473	452
Діаметр барабана	мм	800	800	600
Довжина барабана	мм	1484	1134	1185
Частота обертання барабана	об/хв.	900	945	1250
Кути обхвату підбарабання	град.	130	130	145
Загальна площа підбарабання	м ²	138	1,09	0,93
Площа сепарації соломотряса	м ²	6,15	5,0	4,34
Загальна площа решет	м ²	4,74	3,7	2,42
Загальна площа очистки	м ²	12,27	9,79	7,69
Модель двигуна		ЯМЗ -238АК	ЯМЗ -236НК-2	Д-442-540
Потужність двигуна	квт	173	136	106,5
	к.с	235	185	145
Витрата пального, номінальна	г/к.с.год.	162	162	162
Сміньсть бункера	м ³	6,0	6,0	3,0
Швидкість вивантаження бункера	кг/сек.	42	42	не більше 180 сек

Висновки.

1. Комбайни для збирання зернових культур „Дон 1500А”, „Дон 1500Б”, „Нью-Холланд L 624”, „Джон-Дір 9500” дозволяють збирати врожаї зернових із невеликими втратами десь біля 0,5%. При цьому відсоток травмованого зерна не більше 1,0%.

2. Для збирання врожаїв зернових культур у короткі агротехнічні терміни, з невеликими втратами зерна, слід дуже ефективно використовувати зернозбиральні комбайни, які є в наявності у господарствах та по можливості застосовувати техніку з інших господарств України.

3. Не дивлячись на сумне становище, яке відбувається зараз з виробництвом вітчизняних сільськогосподарських машин в нас в країні, потрібно законодавчо вирішувати питання проектування та випуску вітчизняного зернозбиральних комбайнів, які б міг конкурувати з аналогами кращих закордонних виробників.

3.2. Аналіз роботоздатності молотильних барабанів зернозбиральних машин

Саме молотильні барабани зернозбиральних комбайнів є дуже важливими елементами, які визначають рівень ефективності їх використання, ресурсу роботи машин та їх надійності в цілому.

Згідно проведених досліджень, істотний вплив на вібрації, що виникають при роботі зернозбиральних комбайнів роблять сили інерції від можливих неврівноваженостей рухомих мас. Це молотильні й подрібнюючі барабани, ріжучі складальні одиниці даних агрегатів і т.д.

Крім того, процес який дозволив би балансувати ротори і зрівноважувати механізми є одним із самих важких у сучасних машинах, і можливість вирішення цієї проблеми дозволить зменшити вібрації й рівень шумів машини, а отже і підвищити надійність і ресурс роботи. Саме тому важливим є контроль та діагностика рухомих механізмів сільськогосподарських машин.

Збитки, які завдають періодичні та профілактичні огляди зернозбиральних машин є такі великі, що є нагальна необхідність переходу від експлуатації машин за попередньо заданому ресурсу роботи до експлуатації згідно даних систематичних безрозбірних методів контролю основних параметрів, які характеризують технічний стан і результати діагностування.

Одним з основних засобів із збільшення надійності та ефективності застосування машин є використання систем так званого „віброакустичного діагностування”, використання якого не передбачає демонтажу і розбирання взагалі.

Є доволі багато причин, які можуть викликати підвищену вібрацію, і це буде свідчити про присутність пошкоджень у механізмі і є причиною збільшення швидкості зношення й пошкоджень.

Самою розповсюдженою причиною, яка викликає вібрації, є незрівноваження роторних обертових мас у складальній одиниці. Неврівноваження молотильних барабанів чинить вплив на стан підшипникових вузлів і відповідно на їх параметри діагностики.

Методом „віброакустичної діагностики” за параметрами вібрацій є можливість отримати не лише значення незрівноваження, але і радіальні зазори у підшипникових вузлах молотильних барабанів.

Для проведення діагностики й балансування молотильних барабанів за допомогою безрозбірного методу, необхідною є оцінка технічного стану підшипникових вузлів, оскільки це суттєво впливає на параметри діагностики, що характеризують незрівноваження роторних обертальних барабанів зернозбиральних комбайнів.

При експлуатації зернозбиральних комбайнів застосовуються безрозбірні методи й засоби для діагностики підшипникових вузлів, які мають в основі застосування приладів типу „КИ-11382.03”, однак які вимагають значних капіталовкладень. Тому з метою підвищення надійності роботи обертальних барабанів зернозбиральних машин необхідним є підвищення якості діагностики, а також удосконалення існуючих методів і засобів діагностики, які дають можливість визначити технічний стан вузла при мінімальних витратах, з високою ймовірністю та малій трудомісткості.

Технічні засоби вимірювання параметрів вібрацій, які випускаються в основному є складовими автоматизованих систем чи звичайними вібровимірювальними приладами універсального призначення.

Сільськогосподарські ж підприємства потребують прості у використанні саме вібродіагностичні прилади. Також є потреби в приладах, які використовуються при післяремонтному балансуванні обертальних барабанів с/г машин.

Провівши аналіз основних технічних параметрів зернозбиральної техніки, які випускаються на машинобудівних підприємствах України: „Лан”, „Обрій”, „Славутич”, закордонної техніки „John Deere 8820”, і зернозбиральних машин типу „Дон-1500”, що випускаються в СНД, а працюють у господарствах України, можна дійти до висновку, що практично всі ці серійні сільськогосподарські машини є однотипними.

Засоби, які виробляються серійно з метою аналізу вібрацій, є або складовими автоматизованих систем управління, або входять у склад універсальних вимірювальних приладів вимірювання вібрацій. Для діагностування ж сільськогосподарських машин, що працюють в господарствах необхідними є саме вібродіагностичні прилади, які спростять проведення аналізу вібрацій та виявлення певних дефектів.

Неостаннім чинником, що стримує використання універсальних приладів для вимірів вібрацій при діагностуванні сільськогосподарських машин, є їх вартість (вартість вимірювальних приладів закордонного виробництва складає понад 50 тис. грн., вітчизняного виробництва – порядку 20 тис. грн.), яка є неприйнятною для більшості сільськогосподарських підприємств через неспіврозмірність ціни на сільськогосподарську продукцію в порівнянні з промисловою.

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки

Знання можливостей технічних і мовних засобів і вміння ними користуватися є необхідною умовою успішної роботи інженера в САПР. Проте для ефективного використання цих засобів він повинен добре орієнтуватися в питаннях математичного забезпечення САПР, яке визначає внутрішній зміст процедур взаємодії інженера з ПК. Знання особливостей математичних моделей, методів і алгоритмів вирішення проектних завдань необхідні інженерові для постановки завдань і правильного формулювання початкових даних і інтерпретації отримуваних результатів, при ухваленні рішення про використання тих або інших компонентів математичного забезпечення в процесі вирішення проектних завдань.

Математичною моделлю (ММ) називають сукупність математичних об'єктів (чисел, змінних, матриць, множин і тому подібне) і зв'язків між ними, що відображають найважливіші для проектування властивості технічного об'єкту. Виконання проектних операцій і процедур в САПР засновані на операції ММ. З їх допомогою прогноуються характеристики і оцінюються можливості запропонованих варіантів схем і конструкцій, перевіряється їх відповідність вимогам, що пред'являються, проводиться оптимізація параметрів, розробляється технічна документація і так далі.

При автоматизації проектування специфіка проєктованих об'єктів знаходить своє відображення перш за все в їх ММ.

При проектуванні таких складних об'єктів, як автомобіль або трактор, доводиться мати справу з безліччю ММ окремих агрегатів, вузлів, деталей,

причому кожен з елементів конструкції вимагає, як правило, розробки декількох ММ, що описують обмежений круг властивостей елементу.

Так, відносно простий, на перший погляд, елемент конструкції, як пневматичне колесо, має окремі ММ для опису його складу, форми, тягових, пружних і амортизуючих властивостей, властивостей, що визначають його вантажопідйомність, вплив на керованість і стійкість руху машини, і так далі.

Не дивлячись на різноманіття ММ, вживаних в САПР автомобіля і трактора, вони мають багато спільного; зокрема, це відноситься до класифікації, вимог, принципів і методів створення ММ і використання їх в процесі моделювання.

Перш ніж знайомитися з математичними моделями, зупинимося коротко на таких поняттях, як параметри і фазові змінні об'єкту (моделі).

Параметр — величина, що характеризує властивості або режим роботи об'єкту. Серед параметрів об'єкту проектування слід виділити показники ефективності, що є кількісною оцінкою ступеня відповідності об'єкту його цільовому призначенню. Показники ефективності ділять на показники надійності, вартості, маси, габаритних розмірів, точності. У залежності від конкретних умов і типів об'єктів ті або інші з показників мають вирішальне значення. Термін «показник ефективності» найчастіше використовується на вищих ієрархічних рівнях проектування стосовно складних систем.

Розрізняють вихідні, вхідні і внутрішні параметри.

Вихідні параметри — показники якості, по яких можна судити про правильність функціонування системи, тобто це поняття аналогічно поняттю «показник ефективності», але застосовується до систем на будь-якому ієрархічному рівні. Вихідні параметри залежать як від властивостей елементів, так і від особливостей зв'язку елементів один з одним, визначуваною структурою (конфігурацією) системи. Кожен новий спосіб зв'язку задає нову структуру і приводить до якісних змін в роботі системи. До таких же змін приводить і зміна типу якого-небудь елементу, якщо новий тип якісно відрізняється від попереднього. Якщо структура системи визначена, її вихідні параметри залежать

тільки від параметрів елементів і параметрів зовнішніх умов.

Внутрішні параметри — параметри елементів.

Зовнішні параметри — параметри зовнішнього по відношенню до об'єкту середовища, що роблять вплив на його функціонування.

Іншими словами, на кожному ієрархічному рівні вихідні параметри характеризують властивості системи, а внутрішні — властивості елементів. Слід зазначити, що при переході до нового рівня розгляду внутрішні параметри можуть стати вихідними і навпаки. Наприклад, геометричні розміри пружного елемента підвіски автомобіля або трактора є внутрішніми параметрами підвіски, а її жорсткість — вихідним параметром. У свою чергу жорсткість підвіски — внутрішній параметр всієї коливальної системи. Типовими прикладами зовнішніх параметрів можуть служити параметри навантаження, вологість і температура навколишнього середовища і т.п.

Введемо позначення: $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ — вектор вихідних параметрів деякої системи; $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ — вектор внутрішніх параметрів; $Q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$ — вектор зовнішніх параметрів.

Тоді

$$Y = F(X, Q),$$

де вид функціональної залежності F визначається структурою системи.

В більшості випадків зв'язок між вихідними, внутрішніми і зовнішніми параметрами відомий не у вигляді явної залежності Y від X і Q , а задається в алгоритмічній формі, наприклад через числове вирішення системи рівнянь.

Рівняння, вирішення яких потрібне для визначення вихідних параметрів, зазвичай є математичними описом функціонування проектованого об'єкту. У цих рівняннях незалежними змінними можуть бути час, частота, просторові координати, а залежними змінними — *фазові змінні* (величини, що характеризують стан об'єкту і тому також називаються *змінними стану*). Прикладами фазових змінних можуть служити швидкості, сили, напруги і

деформації в механічних системах, тиск і витрати в гідравлічних системах, напруга, струми і заряди в електричних системах і т.д. Вектор фазових змінних задає точку в просторі, званому *фазовим простором*.

Класифікація математичних моделей. Залежно від характеру відображених властивостей об'єкту моделі діляться на структурні і функціональні.

У процедурах, що відносяться до процесу проектування, переважає використання математичних моделей, що відображають тільки структурні властивості об'єкту, наприклад його геометричну форму, розміри, взаємне розташування елементів в просторі. Такі моделі називають *структурними*.

Розрізняють структурні ММ топологічні і геометричні. У топологічних моделях відображуються склад і взаємозв'язок елементів об'єкту. Їх часто використовують для опису об'єктів, що складаються з великого числа елементів, при вирішенні завдань прив'язки елементів до певних просторових позицій (наприклад, завдання компоновки машини) або до відносних моментів часу (наприклад, при розробці технологічного процесу). Топологічні моделі часто мають форму графів, таблиць, списків і тому подібне. В геометричних моделях окрім відомостей про взаємне розташування елементів об'єкту містяться зведення про форму елементів.

Такі моделі можуть виражатися сукупністю рівнянь ліній і поверхонь, алгебраїчних співвідношень, що описують області, які складають тіло об'єкта. При описі конструкції, що складається з типових елементів, використовуються графи і списки.

У проектних процедурах, пов'язаних з функціональним аспектом проектування, як правило, використовуються ММ, що відображають закономірності процесів функціонування об'єктів. Такі моделі називають *функціональними*. Типова функціональна модель є системою рівнянь, що описують механічні, гідравлічні, пневматичні, електричні, теплові процеси. Оскільки характер функціонування об'єкта в більшості випадків неможливо

описати без врахування його структури, у функціональних ММ відбиваються також і структурні властивості об'єкту. Функціональні моделі складніші в порівнянні із структурними і вважаються основним типом моделей в САПР.

Існує класифікація математичних моделей в залежності від ступеня деталізації описуваних властивостей і процесів, що протікають в об'єкті. Розглянемо її стосовно функціональним ММ.

Блоково-ієрархічний підхід до проектування технічних об'єктів включає в якості своєї основи і ієрархію математичних моделей. На кожному ієрархічному рівні використовуються свої ММ, складність яких узгоджена з можливостями аналізу. Ділення моделей по ієрархічних рівнях відбувається по ступеню деталізації описуваних властивостей і процесів, що протікають в об'єкті. При цьому на кожному ієрархічному рівні використовують свої поняття «система» і «елементи». Так, система k -го рівня розглядається як елемент на сусідньому більш високому $(k-1)$ -му рівні абстрагування.

Структуру об'єкту на будь-якому ієрархічному рівні можна представити у вигляді сукупності елементів і зв'язків між ними. Властивості кожного елемента описуються математичною *моделлю елемента*. Вона є співвідношеннями, що зв'язують внутрішні по відношенню до елемента фазові змінні. Деякі підмножини елементів з їх зв'язками можна по яких-небудь загальним ознаках об'єднати в групи або *блоки*. Математична модель, отримана безпосереднім об'єднанням моделей елементів блоку в спільну систему рівнянь, називається *повною моделлю* блоку. Характерною її особливістю є присутність в ній вектора внутрішніх фазових змінних, тобто вона описує і стан кожного з елементів блоку.

При великій кількості елементів порядок системи рівнянь стає надмірно великим і потрібні спрощення. При переході до вищого ієрархічного рівня спрощення засновані на виключенні з моделі вектора внутрішніх змінних. Така модель називається *макромоделлю*. Вона вже не описує процеси усередині блоку, а характеризує тільки процеси взаємодії даного блоку з іншими у складі системи блоків. Поняття макромоделей має істотне значення в блоково-ієрархічному

підході до проектування. Заміна повних моделей блоків їх макромоделями дозволяє перейти на вищий ієрархічний рівень, де блок нижчого рівня виступає вже як елемент нового, укрупненого блоку (або системи повністю).

Існує також поняття багаторівневих моделей, коли одні блоки системи описуються повними моделями, а інші — макромоделями.

Залежно від складності об'єкту при його проектуванні використовують більше або менше число рівнів абстракції. Число використовуваних ієрархічних рівнів при проектуванні конкретних об'єктів залежить від традицій підприємства, прийнятою організацією САПР, можливостей використовуваного математичного і програмного забезпечення. Збільшення числа рівнів дозволяє використовувати простіші ММ на кожному з них, проте ускладнює узгодження результатів, отриманих на різних рівнях.

У ієрархії функціональних моделей для більшості проєктованих складних об'єктів об'єднання рівнів, споріднених по характеру використовуваного математичного апарату, приводить до утворення трьох укрупнених рівнів: мікро-, макро- і метарівень.

На мікрорівні використовують математичні моделі, що описують фізичне стан і процеси в суцільному середовищі. Фазові змінні є в даному випадку функціями декількох незалежних змінних, таких, як просторові координати і час, при цьому і простір, і час неперервні.

Прикладами таких моделей служать диференціальні рівняння в часткових похідних — рівняння пружності, електродинаміки, теплопровідності, гідродинаміки, газової динаміки, які описують напружено-деформований стан деталей механічних конструкцій, поля електричного потенціалу і температури і тому подібне.

До типових фазових змінних на мікрорівні відносяться механічна напруга і деформації, тиску, температури, електричні потенціали, концентрації часток, густини струмів. У зв'язку з обліком характеру дій і фазових змінних, розподілених в просторі, ці моделі називають розподіленими. Подібні моделі

використовуються, наприклад, для визначення розподілу напруги в деталях конструкції, розподіли температури по поверхні і усередині накладок фрикційного зчеплення в процесі його включення, дослідження процесу взаємодії пневматичного колеса з дорогою.

Аналіз розподілених моделей зводиться до вирішення крайових завдань математичної фізики і представляє значні складності обчислювального характеру. Використання їх обмежується випадками об'єктів з малим числом ділянок. Ускладнення завдання при збільшенні протяжності просторових і тимчасових областей приводить до необхідності переходу до наступного ієрархічного рівня — макрорівня.

На макрорівні проводиться дискретизація простору з виділенням в якості елементів окремих деталей. Така дискретизація означає перехід від розподілених моделей до *зосереджених*, при цьому з числа незалежних змінних виключають просторові координати. Елементами цього рівня являються об'єкти, які на мікрорівні розглядалися як системи (наприклад, вали, пружини, елементи опору). Параметри цих елементів, будучи на мікрорівні вихідними, стають внутрішніми. Прикладами вихідних параметрів макрорівня є дотична сила тяги колеса, час і робота буксування фрикційного зчеплення, рівень навантаження в окремих елементах конструкції. Математичні моделі на макрорівні є системами звичайних диференціальних рівнянь, які в часткових випадках вирішення статичних завдань перетворюються на системи алгебраїчних або трансцендентних рівнянь. Для їх отримання і рішення використовують відповідні чисельні методи. Як фазові змінні фігурують сили, швидкості, температури, витрати, електричної напруги, струму і т.д. Вони характеризують прояви зовнішніх властивостей елементів при їх взаємодії між собою і зовнішнім середовищем. Із збільшенням числа елементів системи можливості вирішення завдань з використанням ММ макрорівня різко звужуються. В цьому випадку доцільний перехід до наступного, більш високого ієрархічного рівня. На метарівні за допомогою подальшого абстрагування від характеру фізичних процесів вдається отримати прийнятний по складності опис процесів, що протікають в

проектованих об'єктах. Математичні моделі на метарівні — системи звичайних диференціальних рівнянь, системи алгебраїчних рівнянь, системи логічних рівнянь, імітаційні моделі систем масового обслуговування. Тут роль елементів і внутрішніх параметрів виконують системи і вихідні параметри попереднього ієрархічного рівня. Так, елементами автомобіля або трактора на метарівні можна рахувати двигун, коробку передач, що веде міст, колесо. Моделювання на метарівнів дозволяє виконати тягово-динамічний розрахунок автомобіля, тяговий розрахунок трактора, вирішити питання компоновки машини, виконати основні розрахунки на міцність і опір втомі деталей.

Математичні моделі розрізняють також залежно від форми їх уявлення.

Інваріантна форма — запис співвідношень моделі за допомогою традиційної математичної мови безвідносно до методу вирішення рівнянь моделі.

Алгоритмічна форма — запис співвідношень моделі і вибраного чисельного методу рішення у формі алгоритму. Визначення значень шуканих величин проводиться шляхом вирішення систем рівнянь.

Аналітична форма — запис моделі у вигляді результату аналітичного вирішення початкових рівнянь моделі. При цьому моделі в аналітичній формі зазвичай є явними виразами вихідних параметрів як функцій внутрішніх і зовнішніх параметрів. З точки зору зручності реалізації на ПК вони вигідно відрізняються від інших, проте їх складно і не завжди можливо отримати.

Схемна форма (звана також *графічною*) — представлення моделі на деякій графічній мові, наприклад на мові графів, еквівалентних схем, діаграм і тому подібне. Графічні форми зручні для сприйняття людиною. Використання таких форм можливе за наявності правил однозначного тлумачення елементів креслень і їх перекладу мовою інваріантних або алгоритмічних форм.

Математичні моделі в алгоритмічній і аналітичній формах називають відповідно *алгоритмічними і аналітичними*. Серед алгоритмічних моделей важливий клас складають *імітаційні моделі*, призначені для імітації в об'єкті процесів, що відбуваються, при завданні різних залежностей вхідних дій від часу.

Власне імітацію названих процесів називають *імітаційним моделюванням*. Результат імітаційного моделювання — залежності фазових змінних у вибраних елементах системи від часу. Прикладами імітаційних моделей можуть служити моделі розгону і гальмування автомобіля і трактора, входу автомобіля в поворот, переїзду транспортного засобу через перешкоду, модель робочого циклу бульдозера і т.д.

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

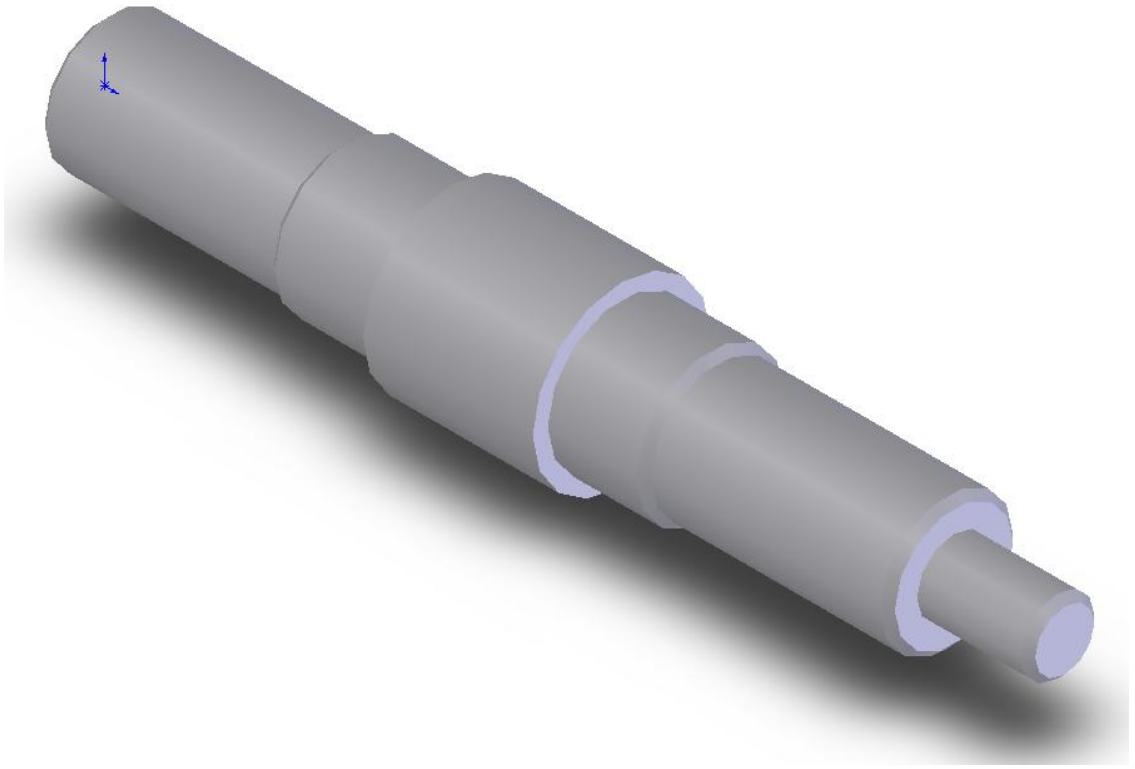
Проведемо аналіз напружено-деформованого стану вала контрприводу жатки.

За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створюємо твердотільну модель вала контрприводу жатки (рис. 4.1, а).

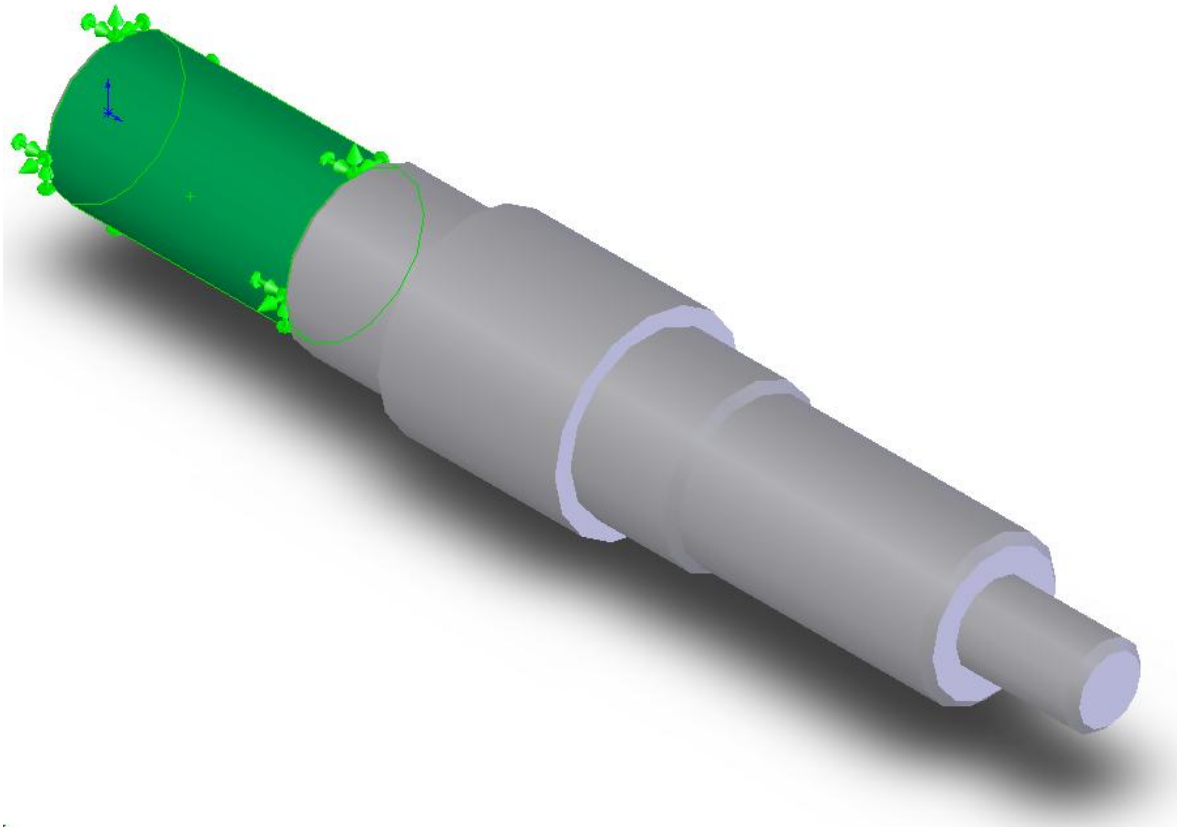
За допомогою модуля кінцевоелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks проводимо аналіз напружено-деформівного стану вала контрприводу жатки.

Для цього задаємо умови закріплення вала контрприводу жатки – защемлення кінцевика вала (рис. 4.1, б). Задаємо навантаження на протилежну ділянку вала – крутний момент 314 Н м (рис. 4.1, в).

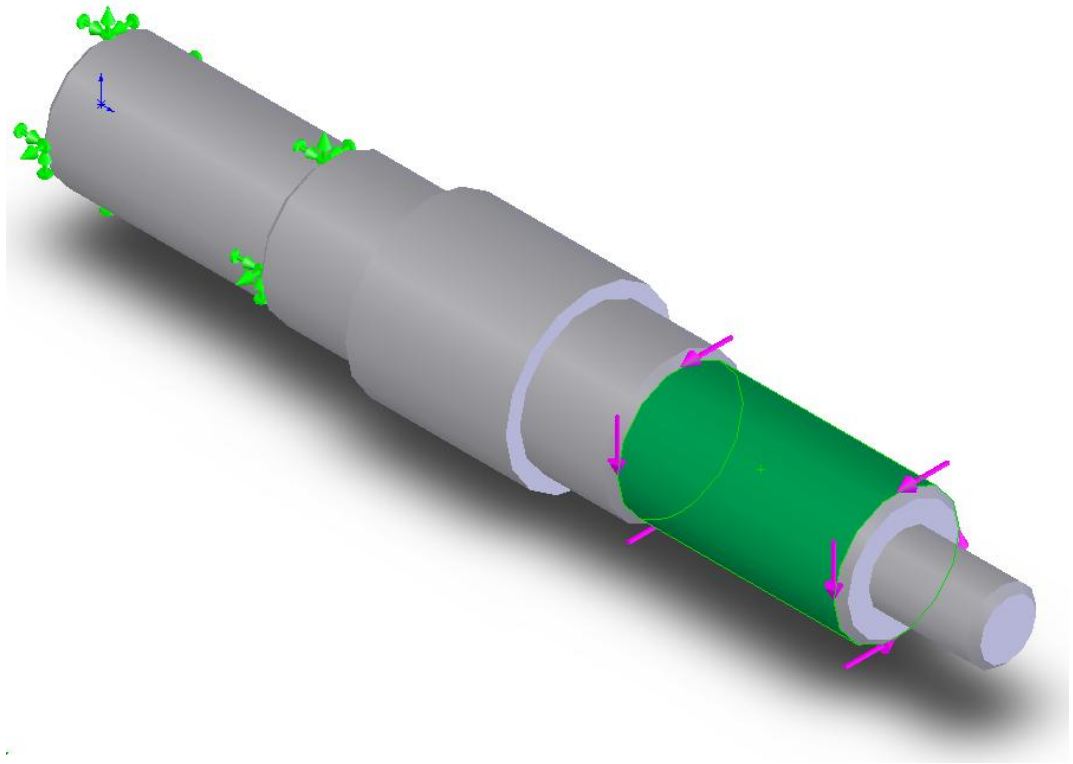
Створюємо сітку кінцевих елементів на 3D-моделі вала контрприводу жатки (рис. 4.1, г).



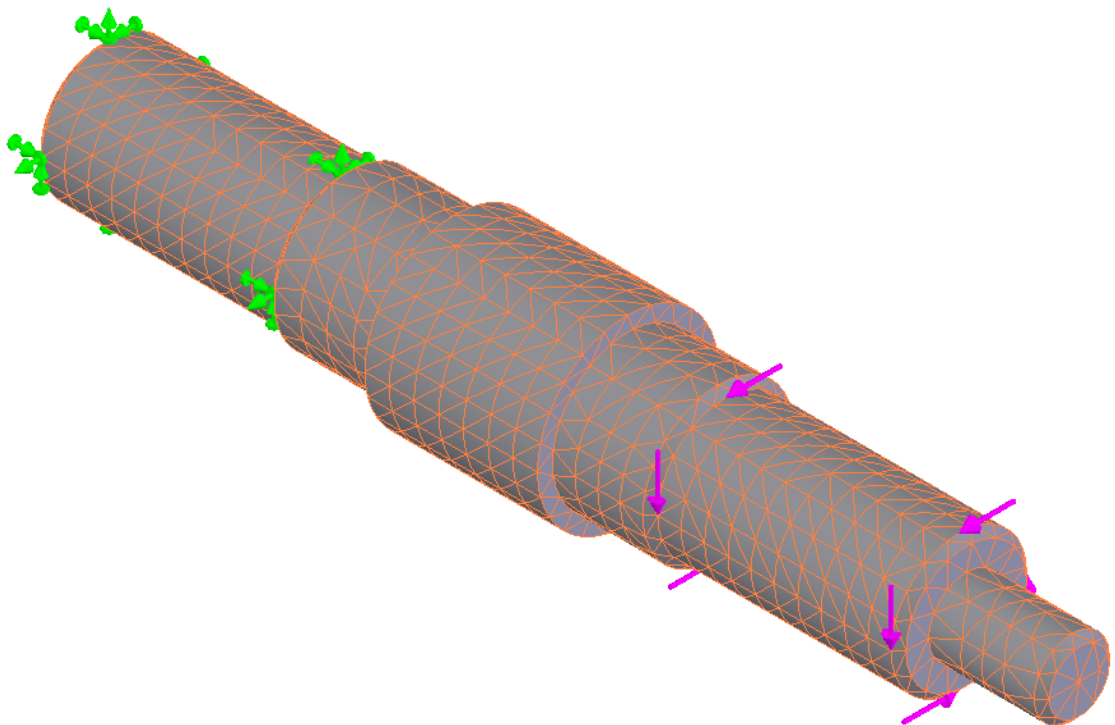
a)



б)



в)

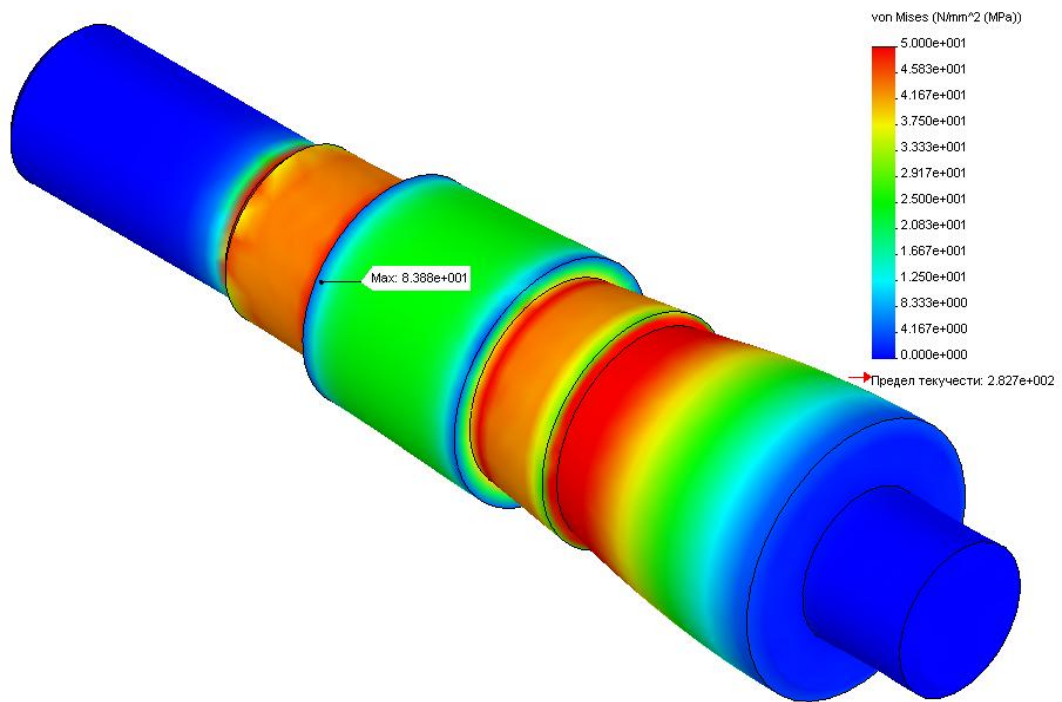


г)

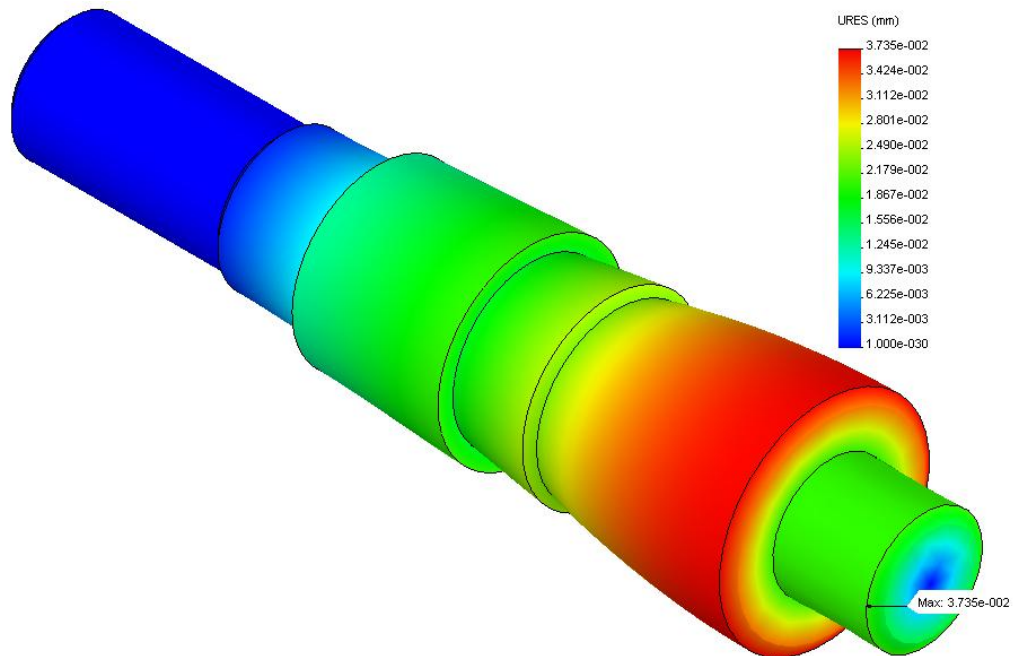
Рисунок 4.1 – Моделювання вала контрприводу жатки

4.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання

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



a)



б)

Рисунок 4.2 – Результати розрахунку НДС вала контрприводу жатки:
а - напруження, МПа (за теорією Фон Мізеса); б - переміщення точок, мм.

Як бачимо, отримані методом скінчених елементів результати розрахунку показують, що максимальні напруження в спостерігаються поблизу закріплення вала ≈ 84 МПа.

Максимальна деформація вала становить $\approx 0,04$ мм.

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

Опис призначення та конструкція деталі. Аналіз технічних умов

Деталь (рис.5.1), для якої проектується технологічний процес виготовлення, є віссю ступиці зернозбирального комбайну СК-5.

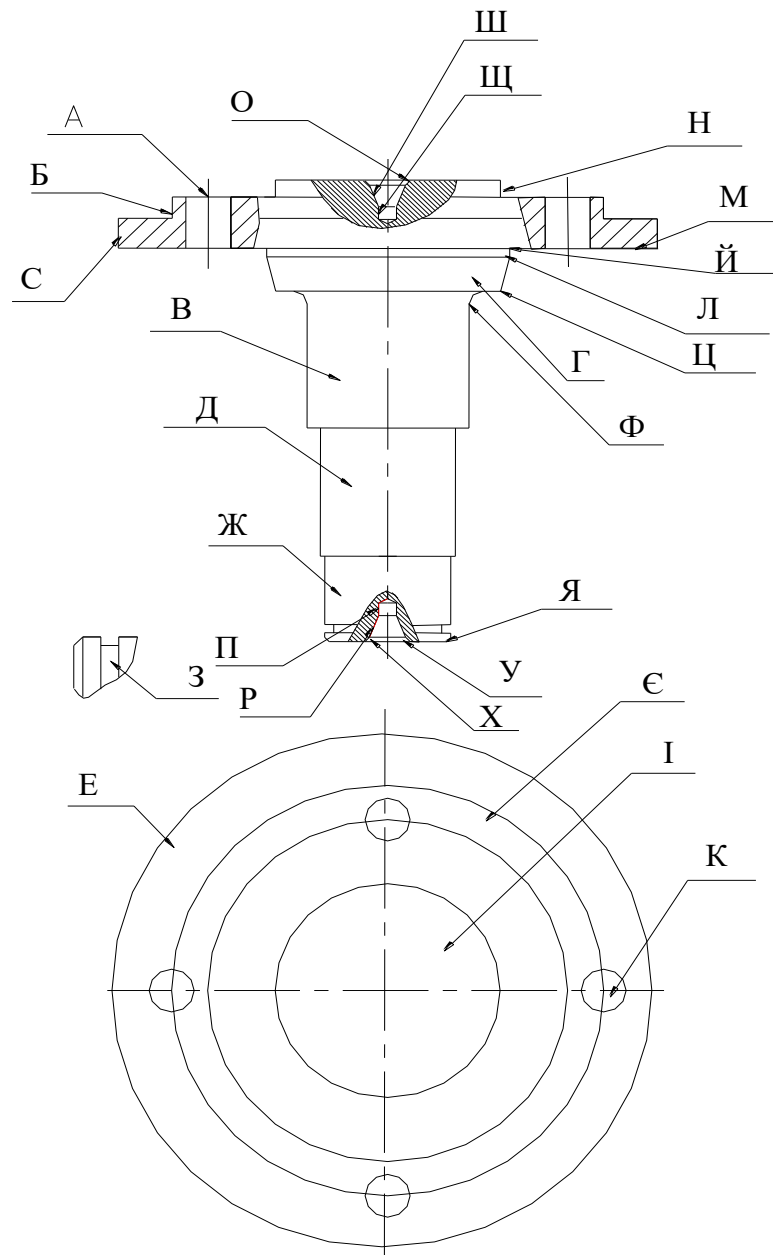


Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі

Ступиця вмонтована у корпус за допомогою підшипників, котрі закріплені із однієї сторони стопорним кільцем і закриті у корпусі кришкою, яка служить для запобігання попадання абразивних матеріалів, зокрема ґрунту, а також для забезпечення змащування даного робочого органу.

Ступиця знаходиться у герметично закритому корпусі заповненому змащувальною рідиною.

Поверхні А, Б, В, Д, Ж, К є основними робочими поверхнями, на яких встановлюються підшипникові опори, завдяки яким рухається робочий орган, на цих же поверхнях встановлюється також і робочий орган. Поверхні Г, З, Е, Л, М є допоміжними поверхнями, по яких кріпиться деталь і робочий орган. Всі інші поверхні другорядні (вільні), ніякого значення для роботи механізму не мають.

Деталь виготовлена із Сталі 45 ГОСТ 1050-74, поковка. Сталь має високу пластичність, чинить опір розриву і ударному навантаженню. Механічні властивості і хімічний склад використовуваного матеріалу наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Механічні властивості і хімічний склад матеріалу - Сталь 45

Марка сталі	Механічні властивості		
	Тимчасовий опір розриву σ_B , Н/мм ²	Відносне видовження δ , %	Твердість по Брінеллю, НВ
	Не менше		Не більше
Сталь 45	661 (61)	5	241-285
	Приблизний хімічний склад		
	Вуглець	Кремній	Марганець
	0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80

Аналіз технічних умов

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 в таблицю 5.2:

Таблиця 5.2 – Технічні вимоги, методи їх виконання і контролю

Позн. поверхні	Технічна умова або вимога	Методи виконання	Метод контролю
Л, Г, В, Д,Ж	Забезпечити точність виготовлення поверхонь	Чорнове і чистове точіння на токарно-копіювальному верстаті	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 радіусний шаблон РШ-1
Н, І	Забезпечити точність підрізання торця	Чорнове і чистове точіння на токарно-гвинторізному верстаті різцем	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 радіусний шаблон РШ-1
З	Забезпечити точність проточування канавки	Точіння на токарно-гвинторізному верстаті різцем	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 165-80
К	Забезпечити точність свердління 4 отв. d=11H14	Свербіння 4 отворів свердлильною головкою	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 калібр на розміщення 4 отворів
	Перевірити шорсткість всіх поверхонь згідно креслення		Зразки шорсткості ГОСТ 9378-75

Технологічний контроль креслення деталі

На кресленні деталь зображена у двох проекціях, що дає змогу уявити її у просторі, а також розташування її основних частин. Оскільки деталь є вісью-ступицею, то для того, щоб показати робочі поверхні і поверхні загального призначення зроблено два вигляди деталі.

Вигляд поверхонь, розміри яких не можна показати, або взагалі не видно на загальних виглядах і осьові перерізи їх не перетинають, показано у виривах для кожного елемента деталі. Якщо розміри елемента малі, то було показано вириви із масштабним збільшенням, щоб полегшити нанесення розмірів і читання їх на кресленні.

Для розмірів загального призначення встановлений загальний допуск і квалітет точності. Для поверхонь загального призначення встановлено загальний

показник шорсткості поверхні. На робочі розміри і відповідальні поверхні встановлено допуск і квалітет точності згідно ГОСТів або розраховано за допомогою формул. Аналогічно на робочі і відповідальні поверхні встановлено спеціальні показники шорсткості.

Також вказано основні базові поверхні, відносно яких встановлюється деталь і відносно яких визначаються поверхні відхилення: биття, паралельності, співвісності, перетин осей, розміщення отворів відносно центру отвору або валу і інші показники.

Виходячи з аналізу робочого креслення деталі і технічних вимог визначаються методи і засоби, якими можна забезпечити відповідні вимоги і виконати методи контролю в умовах даного виробництва.

Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічний аналіз конструкції забезпечує підвищення техніко-економічних показників розробленого технологічного процесу, тому він є один із найважливіших етапів технологічної розробки.

Основні задачі, що розглядаються при аналізі технологічності конструкції і металомісткості, зводяться до можливого зменшення обробки деталі високопродуктивними методами, тому покращення технологічності конструкції дозволяє зменшити собівартість її виготовлення.

Розглядувана деталь є достатньо технологічною, оскільки дозволяє всі площини обробляти на прохід; форма розміщення отворів дозволяє обробляти їх на прохід із однієї або двох сторін; отвори обробляються на багатшпиндельному верстаті з одним установом; доступ інструменту до оброблюваних поверхонь вільний; оброблюванні площини розміщені паралельно і перпендикулярно одна до одної; задана шорсткість деталі не обмежує режимів різання; базові поверхні достатні.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Заготовка для одержання даної деталі отримується шляхом штампування, що повинно забезпечити вимоги міцності і точності.

Бази для операцій механічної обробки вибрані в основному правильно. Базування здійснюється по чорновій поверхні, яка згідно креслення не обробляється; проводиться обробка поверхонь, які є чистовими технологічними базами на подальшу обробку поверхонь. При цьому не порушується вимога єдності конструкторських і технологічних баз, на які задані технічні вимоги.

Обладнання базового технологічного процесу забезпечує точність виготовлення деталі, але можна вибрати обладнання більш раціонально:

- токарні операції проводяться на токарно-гвинторізному верстаті 16К20, перед обробкою декількох поверхонь одночасно деталь переставляють на токарно-копірувальний верстат ЕМ-440 для чистової обробки, але цю деталь можна і при чорновій обробці обточити на цьому ж верстаті для економії часу;

- свердління проводиться на радіально-свердлильному верстаті 2Н135 при чистовій обробці кожен отвір окремо, що робить обробку малопродуктивною і трудомісткою.

Всі операції у базовому технологічному процесі оснащенні спеціальними приспособленнями та інструментом ріжучим і вимірювальним, стандартним або спеціальним.

У зв'язку з більшим припуском і нестабільністю твердості, для досягнення потрібної якості виготовлення деталі, на окремих операціях виникають відхилення від технологічного процесу, додаткові переходи обробки, зміна режимів різання.

5.2. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі

Визначення типу та організація форми виробництва

Вважаємо, що тип виробництва залежить від двох факторів: заданої програми випуску і трудомісткості виготовлення виробу. В машинобудуванні розрізняють три типи виробництва: масове, серійне, одиничне. Прийmemo: річна програма випуску $N=25000$ шт.; кількість деталей на виріб $m=1$; процент запчастин $\beta = 5\%$; режим роботи підприємства - 1 зміна на добу.

Річна програма:

$$N = N_1 * m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) = 25000 * 1 \left(1 + \frac{5}{100} \right) = 26\ 250 \text{ шт.} \quad (5.1)$$

Дійсний річний фонд робочого обладнання $F\partial = 2025,6$ год.

Такт випуску деталей:

$$t_b = \frac{F\partial * 60}{N} = \frac{2025,6 * 60}{26250} = 4,629 \text{ хв.} \quad (5.2)$$

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій згідно формули:

$$K_3 = \frac{O}{R}, \quad (5.3)$$

де O - число різних операцій;

R - число місць із різними операціями.

Коефіцієнт закріплення операцій приймається для планового періоду рівного одному місяцю. Число операцій, закріплюється за одним робочим місцем перераховують за формулою:

$$O_n = \frac{60 * F_m * K_v * \eta_m}{T_{шт} * N_m}, \quad (5.4)$$

де F_M - місячний фонд часу роботи обладнання, при однозмінному режимі

$$\text{роботи, } F_M = \frac{F\partial}{12} = \frac{2025,6}{12} = 168,74 \text{ год;}$$

K_v - середній коефіцієнт виконання норми, $K_v=1,3$;

η_m - коефіцієнт завантаження верстата, $\eta_m = 0,8$;

$$N_M \text{ - місячна програма випуску, } N_M = \frac{N}{12} = \frac{26250}{12} = 2187,5 \text{ шт;}$$

$T_{шт}$ - штучний час виконання операцій на даному верстаті

$$T_{шт} = \varphi_k * T_o, \quad (5.5)$$

де T_o - основний технологічний час, хв,

φ_k - коефіцієнт даної операції,

Тоді число операцій

$$O_1 = \frac{60 * 168,74 * 1,5 * 0,8}{1,645 * 2187,5} = 3,37; \quad O_2 = \frac{12149,28}{0,1637 * 2187,5} = 33,92;$$

$$O_3 = \frac{12149,28}{1,25 * 2187,5} = 4,44; \quad O_4 = \frac{12149,28}{0,2946 * 2187,5} = 18,85;$$

$$O_5 = \frac{12149,28}{0,178 * 2187,5} = 31,20; \quad O_6 = \frac{12149,28}{0,677 * 2187,5} = 8,326.$$

$$K_3 = \frac{O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_6}{6} = \frac{3,37 + 33,92 + 4,44 + 18,85 + 31,20 + 8,326}{6} = 16,68$$

Тип виробництва - середньо серійний згідно ГОСТ 3.1108-74.

Визначаємо сумарний штучний час на всі операції:

$$\sum T_{шт} = 4,20 \text{ хв;}$$

$$T_{шт.сер.} = \frac{\sum T_{шт}}{n},$$

де n - число операцій, $n=6$.

$$T_{шт.сер.} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{4,20}{6} = 0,7 \text{ хв.}$$

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$\eta = \frac{N * a}{F}, \quad (5.6)$$

де a - періодичність запуску випуску виробів, $a=5$;

F - число робочих днів на рік, $F=253$.

$$\eta = \frac{26250 * 5}{253} = 519 \text{ шт.}$$

Розрахункове число змін на обробку деталей на ділянці:

$$C = \frac{T_{шт.сер.} * \eta}{480 * 0,8} = \frac{0,7 * 519}{480 * 0,8} = 0,94.$$

Приймаємо число змін $C_{np}=1$.

Прийняте число деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} * 480 * 0,8}{T_{шт.сер.}} = \frac{1 * 480 * 0,8}{0,7} = 548,57 \text{ шт.}$$

приймаємо $n_{np}=549$ шт.

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Метод виконання заготовки для деталей машин визначається призначенням та конструкцією деталі, матеріалом, масштабом і серійністю випуску, а також затратами на виготовлення. Вибрати заготовку означає встановити спосіб її одержання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на не точність виготовлення.

Заготовка вісі-валу на заводі виготовляється методом штампування із сталі вуглецевої каліброваної Сталі 45, призначеної для виготовлення деталей різної конструкції, ця сталь є підвищеної міцності.

Другим методом одержання заготовки може бути литво по виплавляємим моделях із сталі якісної сортової вуглецевої Сталі 45.

Питання доцільності використання одного з методів одержання заготовки може бути вирішеним тільки після розрахунку технологічної собівартості

порівнюваних варіантів. Якщо співставленні варіанти будуть рівноцінними, то доцільними вважається варіант заготовки з більш високими коефіцієнтами використання матеріалу.

Вартість заготовок, одержаних такими методами, як литво в земляні форми, литво по виплавляємим моделях, штампування, а також електро висаджуванням визначаємо за формулою:

$$S_3 = \left(\frac{C_i}{1000} * Q * k_\tau * k_c * k_b * k_m * k_n \right) - (Q - q) \frac{S_8}{1000}, \quad (5.7)$$

де C_i - базова вартість однієї тони заготовок, грн;

$k_\tau, k_c, k_b, k_m, k_n$ - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси матеріалу і об'єму виробництва заготовок;

Q - маса заготовки, кг;

q - маса деталі, кг;

S_8 - вартість 1т відходів, грн.

Необхідні дані для розрахунку вартості заготовок згідно варіантів наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Дані для розрахунку вартості заготовки

Найменування показників	I варіант	II варіант
Вид заготовки	Штамповка	Литво по виплавляємим моделях
Клас точності	2	2
Група складності	3	3
Маса заготовки Q , кг	8,0	7,4
Вартість 1т заготовок прийнятих за базу C_i , грн	16000	12200
Вартість однієї тони стружки S_8 , грн.	14400	14400

I метод. Заготовку одержуємо штампуванням. Матеріал сталь якісна калібрована 45 ГОСТ 1050-74. Для даних умов $C_i=16000$ грн ; $k_\tau = 1,03$; $k_b = 1,0$;

$k_c = 0,86$; $k_m = 1,21$; $k_n = 0,77$; $Q=8,0$ кг; $S_{\text{в}}=14400$ грн, $q=1,75$.

$$S_3 = \left(\frac{16000}{1000} * 8,0 * 1,03 * 1,21 * 0,86 * 1,0 * 0,77 * 8,0 - 1,75 \right) * \frac{14400}{1000} = 15,6 \text{ грн.}$$

II метод. Заготовку одержуємо литвом по виплавляємим моделях. Матеріал сталь якісна сортова вуглецева 45 ГОСТ 1050-74. Для даних умов $C_i=12200$ грн, $k_{\tau} = 1,03$; $k_c = 0,83$; $k_b = 1,0$; $k_m = 1,21$; $k_n = 0,77$; $Q=7,4$ кг; $q=1,75$; $S_{\text{в}}=14400$ грн.

$$S_3 = \left(\frac{12200}{1000} * 7,4 * 1,03 * 1,21 * 0,83 * 1,0 * 0,77 * 7,4 - 1,75 \right) * \frac{14400}{1000} = 9,35 \text{ грн.}$$

Економічний ефект співставлення методів одержання заготовок розрахуємо за формулою :

$$E_3 = (S_{3_1} - S_{3_2}) * N, \quad (5.8)$$

де N - річна програма випуску, шт.

$$E_3 = (15.6 - 9.35) * 6300 = 393\ 684 \text{ грн.}$$

Отже, при застосуванні литої заготовки ми одержуємо річний економічний ефект 393 684 грн.

Вибір технологічних баз

Одним із найбільш складних і принципових розділів проектування технологічних процесів механічної обробки є призначення технологічних баз. Від правильного вирішення цього питання у значний мірі залежить: фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором; правильність розміщення оброблюваних поверхонь; точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроєктованої технологічної операції; ступінь складності конструкцій необхідних пристроїв, ріжучих і вимірюваних інструментів; загальна продуктивність обробки заготовки.

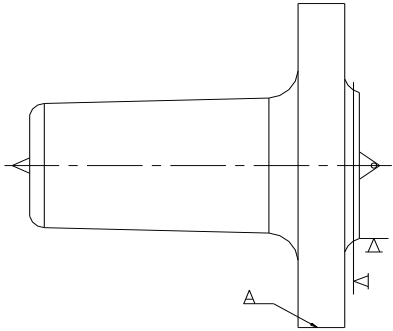
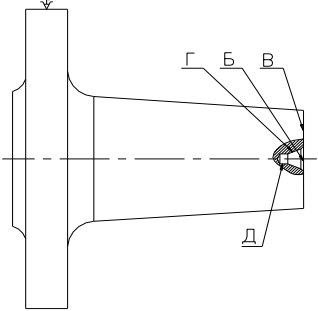
При автоматизації виробництва, застосування верстатів з ЧПК значення правильності вибору технологічних баз ще більше зростає, тому що всі ці види

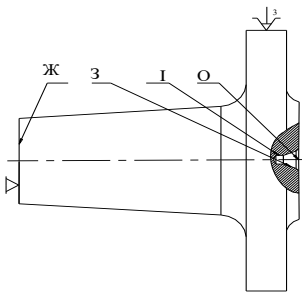
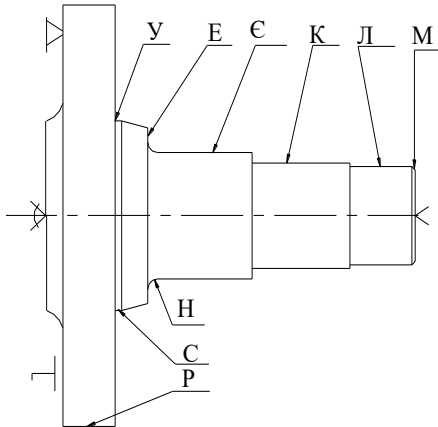
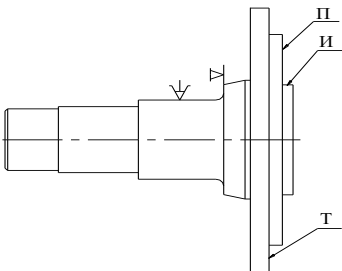
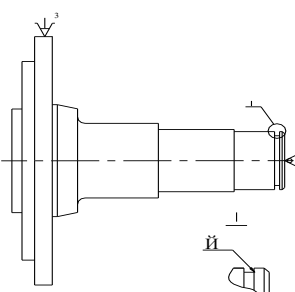
обробки базуються на принципі автоматичного отримання розмірів, в якому технологічна база є одним із основних складових елементів.

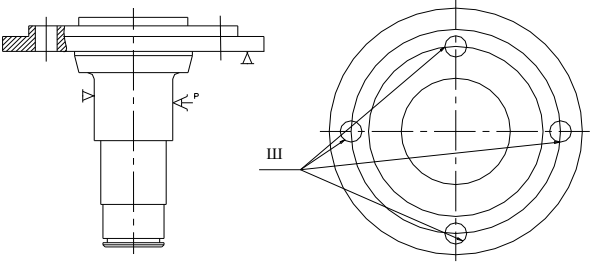
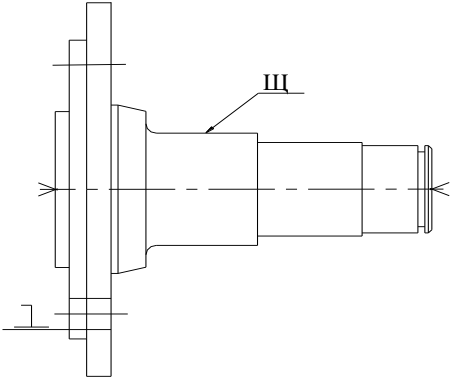
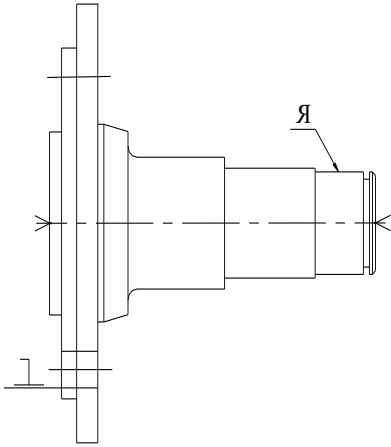
Тому вибір технологічних баз вирішується технологом на самому початку проектування технологічного процесу одночасно з способом отримання заготовки. При цьому призначення технологічних баз починається з вибору технологічної бази для виконання першої операції.

Вибір технологічних баз наведено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

N операції	Назва операції	Схема базування
1	2	3
005	Токарно-гвинторізна	
010	Токарно-гвинторізна	

015	Токарно-гвинторізна	
020	Токарно-копіювальна	
025	Токарно-гвинторізна	
030	Токарно-гвинторізна	

035	Вертикально-свердлильна	
045	Круглошліфувальна	
050	Круглошліфувальна	

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

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

Таблиця 5.5 – Маршрут обробки I-го варіанту (базового)

N операції	Назва операції	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Назва обладнання
005	Токарно-гвинторізна	С	І,У	16К20
010	Токарно-гвинторізна	І, П, Р, Х	С	16К20
020	Токарно-копіювальна	В, Д, Г, Ж, Й, Я, Ф, Ц	І, У, Е	ЕМ440
020-1	Токарно-гвинторізна	В, Д, Г, Ж, Й, Я, Ф, Ц	С, У	16К20
025	Токарно-гвинторізна	І, Є, Е, Б	Б,С	16К20
030	Токарно-гвинторізна	З	С	16К20
035	Вертикально-свердлильна	К	В	2Н135
035-1	Вертикально-свердлильна	К	В	2Н135
045	Круглошліфувальна	В,Ж	І, У	3М151
050	Круглошліфувальна	Ж	І,У	3М151

Таблиця 5.6 – Маршрут обробки II-го варіанту (проектного)

N операції	Назва операції	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Назва обладнання
005	Токарно-гвинторізна	С	І,У	16К20
010	Токарно-гвинторізна	І, П, Р, Х	С	16К20
020	Токарно-копіювальна	В, Д, Г, Ж, Й, Я, Ф, Ц	І, У, Е	ЕМ440
025	Токарно-гвинторізна	І, Є, Е, Б	Б,С	16К20
030	Токарно-гвинторізна	З	С	16К20
035	Вертикально-свердлильна	К	В	2Н135

045	Круглошліфувальна	В,Ж	I, У	3М151
050	Круглошліфувальна	Ж	I,У	3М151

Визначення припусків та міжопераційних розмірів заготовки

Для даної оброблюваної деталі припуски та допуски вибираємо із ГОСТ 2009-55, дані заносимо в таблицю 5.7.

Таблиця 5.7 – Табличні значення припусків

Поверхні	Розмір мм	Припуск мм		Допуск
		Табличний	Розрахований	

А		0.8		
Б	R1	2.0		-0,7
В	D=55	1.5		-0,6
Г	D=50	0.8		
Д	R2	0.8		+ -0,1
Е	5	0.8		+ -0,2
Є	10	1.0		+ -0,2
Ж	17	0.8		
З	R3	1.5		+0,018
И	D=35	1.5		+0,002
Й	50	1.5	1,46	+ -0,3
К	D=34	1.5		-0,6
Л	D=30	1.5		+0,015
М	110	2.5		+0,002
Н	90	2.5		+ -0,4
О	83	2.5		+ -0,4
П	20	1.0		+ -0,2
Р	D=28.5	1.0		-0,5
С	D=11	1.0		+0,4
Т	D=80	2.5		-0,8
У	D=51	1.5		-0,7
Ф	D=120	2.5		-0,8
	D=95	2.5		

Вибір різального і допоміжного інструментів, методів та засобів контролю

Вибір найбільш прогресивних ріжучих інструментів відповідає досягненню високих показників технологічного процесу. При цьому інструменти повинні забезпечити більш повне використання можливостей верстата.

При виборі ріжучого інструменту треба по можливості більш повного

використання стандартного інструменту. В тих випадках коли використати стандартний інструмент не можливо або не вигідно, використовується спеціальний ріжучий інструмент.

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

Таблиця 5.8 – Вибір різального та вимірювального інструменту

N п/п	Назва операції (переходу)	Інструмент	
		Різальний	Вимірювальний
005	Токарно – гвинторізна Обточити поверхню в розмір $D=120^{-0.8}$	Різець Т15К6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ЩЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80
010	Токарно – гвинторізна Підрізати торець в розмір $112^{+1,0}$ Свердлити центровані отвори в розмір 14	Різець Т15К6 ГОСТ 18879-73 Свердло $D=4.0$ ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ЩЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80
015	Токарно – гвинторізна Підрізати торець в розмір 110 Свердлити центровані отвори в розмір 16	Різець Т15К6 ГОСТ 18879-73 Свердло $D=4.0$ ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ЩЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80
Продовження таблиці 5.8			

020	<p>Токарно – копіювальна Копіювальний супорт</p> <p>Обточити поверхню в розміри: $50^{-0,6}$, R2, $35.5^{-0.16}$ $30.54^{-0.18}$, 1.3×45, $20^{+0.2}$, $50^{+0.3}$, $83^{+0.4}$, $90^{+0.4}$, R3, $55^{-0.7}$, $17^{+0.2}$</p> <p>Обточити поверхню в розмір $35.5^{-0.16}$, $50^{+0.3}$, R3.</p> <p>Обточити поверхню в розмір $34^{-0,6}$, $50^{+0.3}$.</p> <p>Обточити поверхню в розмір $30,5^{-0,16}$, $20^{+0.2}$.</p> <p>Обточити поверхню в розмір $55^{-0.7}$, $17^{+0.2}$.</p> <p>Підрізати торець в розмір R2, $55^{-0.7}$, $17^{+0.2}$.</p> <p>Обточити поверхню в розмір $55^{-0.7}$, $50^{-0,6}$.</p> <p>Обточити фаску в розмір $1,3 \times 45^0$.</p>	<p>Різець T15K6 ГОСТ 18879-73</p>	<p>Штангенциркуль ЩЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80</p>
025	<p>Токарно – гвинторізна</p> <p>Підрізати торець в розмір: $5^{+0,1}$, $51^{-0,7}$;</p> <p>Обточити поверхню в розмір: $51^{-0,7}$, $5^{+0,1}$.</p>	<p>Різець T15K6 ГОСТ 18879-73</p>	<p>Штангенциркуль ЩЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80</p>

Кінець таблиці 5.8

030	Токарно – гвинторізна Проточити канавку $28,5^{-0,5}$, $1,4^{+0,25}$, $2,3^{-+0,1}$.	Різець Т15К6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ЩЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
035	Вертикально-свердлильна Свердлити одночасно 4отв. В розмір D=11; Свердлити одночасно 4отв. В розмір D=11;	Свердло D=11 ГОСТ10903-77	Штангенциркуль ЩЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
045	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню в розмір D=35	Круг шліфувальний ПП600х63х305 ГОСТ 2424-83	Скоба (35) ГОСТ 16776-71 Зразки шорсткості ГОСТ 9378-75
050	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню в розмір D=30	Круг шліфувальний ПП600х63х305 ГОСТ 2424-83	Скоба (35) ГОСТ 16776-71 Зразки шорсткості ГОСТ 9378-75

Розрахунок режимів різання

Розраховуємо режим різання на свердлильну операцію 035 (свердління отворі $d=11$).

Обробка проводиться на вертикально свердлильному верстаті 2Н135.

Для даної операції вибираємо свердло $d=11$ по ГОСТ 10903-77.

При свердлінні глибина різання t становить]:

$$t=0.5*D,$$

де D - діаметр свердла, $D=11$ мм.

Тоді:

$$t=0.5*D=0.5*11=5.5 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу, яка допускається по міцності свердла: $S=0.45-0.55$ таблиця 25 [29, ст.277].

Оскільки обробка проводиться свердлильною головкою з передаточним відношенням $i=3$, то:

$$S_{шп}=0,50 \text{ мм/об;}$$

$$S_{св}=0,50*3=1,5 \text{ мм/об;}$$

Уточнюємо подачу по паспорту верстата

$$S_{шп}=1,6 \text{ мм/об;}$$

$$S_{св}=0,57 \text{ мм/об;}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v * D^g}{T^m * S^y} * K_v, \quad (5.9)$$

де C_v - коефіцієнт показника степені швидкості різання при свердлінні, $C_v=25.3$;

g, y, m - коефіцієнти показника степені, $g=0.25, y=0.40; m=0.125$;

T - період стійкості свердла, $T=45$ хв;

K_v - загальний поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{ev} * K_{зз} ,$$

де K_{mv} - коефіцієнт на матеріал, що обробляється;

K_{nv} - коефіцієнт на інструментальний матеріал, по таблиці 6, $K_{nv}=0,6$;

K_{ev} - коефіцієнт, що враховує глибину свердління,

$K_{ev}=1$;

$K_{зз}$ - коефіцієнт, що враховує заточку свердла, $K_{зз}=0,75$;

Тоді за формулою, по таблиці, 1 [29, ст. 261]:

$$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{n_v},$$

де n_v - показник степені, $n_v=1.3$;

HB- твердість матеріалу, HB=241.

Тоді:

$$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{150}{241}\right)^{1.3} = 0.52;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{ev} * K_{зз} = 0.52 * 0.6 * 1 * 0.75 = 0.234;$$

$$V = \frac{C_v * D^g}{T^m * S^y} * K_v = \frac{25.5 * 11^{0.25}}{45^{0.125} * 1.6^{0.4}} = 36.12 \text{ м/хв.}$$

Визначимо розрахункове число обертів для свердління:

$$n_{cb} = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \quad (5.10)$$

де V- швидкість різання, м/хв.;

D- діаметр оброблюваного отвору, D=11 мм

$$n_{cb} = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 36.12}{3.14 * 11} = 692 \text{ об/хв.}$$

Визначимо розрахункове число обертів для шпинделя:

$$n_{un} = \frac{n_{cb}}{i},$$

де i- передаточне відношення свердлильної головки, i=3.

Звідси:

$$n_{un} = \frac{n_{cb}}{i} = \frac{692}{3} = 230.66 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо число обертів по паспорту верстата

$$n_{un} = 250 \text{ об/хв.}$$

Визначимо дійсну величину швидкості різання:

$$V = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3.14 * 11 * 250}{1000} = 8.635 \text{ м/хв.} \quad (5.11)$$

Крутний момент розраховуємо по формулі :

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p, \quad (5.12)$$

де C_M , q , y , - коефіцієнти і показники степені в формулі крутного моменту,
 $C_M=0,021$, $q=2.0$, $y=0.8$;

K_p - коефіцієнт враховує фізичні умови обробки, $K_p=K_{mp}$.

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n,$$

де n - показник степені $n=0,6$.

Тоді

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n = \left(\frac{241}{150}\right)^{0,6} = 1.3.$$

Крутний момент буде:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0.021 * 11^2 * 0.57^{0.8} * 1.3 = 21.06 \text{ Нм.}$$

Осьову силу розраховуємо по формулі:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p, \quad (5.13)$$

де C_p , q , y , - коефіцієнти і показники степені в формулі осьової сили,

$C_p=43,3$, $q=1,0$, $y=0.8$;

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 43.3 * 11^1 * 1.6^{0.8} * 1.3 = 9018 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначимо по формулі:

$$N_p = \frac{M_{кр} * n}{9750}, \quad (5.14)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент, $M_{кр}=21,06$ Нм;

n - число обертів, $n=250$ об/хв.

$$N_p = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{21.06 * 250}{9750} = 0.54 \text{ кВт.}$$

Для чотирьох свердел:

$$N = N_p * 4 = 0.54 * 4 = 2.16 \text{ кВт.} \quad (5.15)$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстату

$$N_{ш} = N \delta * \eta, \quad (5.16)$$

де N_d - потужність двигуна, $N_d=4$ кВт;

η - ККД двигуна, $\eta=0,8$

$$N_{ш} = N_d \cdot \eta = 4 \cdot 0,84 = 3,4 \text{ кВт.}$$

Тоді

$$N = 2,16 \text{ кВт} < N_{ш} = 3,4 \text{ кВт} .$$

Із розрахунків видно, що потужність верстата достатня для обробки деталі.

Основний технологічний час визначається по формулі:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (5.17)$$

де L - довжина різання, $L=18$ мм;

S - подача, $S=1,6$ мм/об;

n - число обертів, $n=250$ об/хв.

Тоді:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{18}{250 \cdot 1,6} = 0,045 \text{ хв.}$$

Решту операцій нормуємо по таблицях режимів різання і всі одержані дані заносимо в таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 – Режими різання по операціях

N операції	Назва операції переходу	Дов- жана різан- ня L, мм	Гли бина різа ння t, мм	Кіль кість про ходів j	Пода ча S, мм/об	Чис ло обер тів n, об/хв	Швид кість різа ння V, м/хв	Осно вний час T ₀ , хв	Потуж ність різа ння N, кВт
005	Токарно – гвинторізна 1. Обточити поверхню	22	2,3	2	0,2	200	75,4	0,82	2,64

Продовження таблиці 5.9

010	Токарно – гвинторізна 1. Підрізати торець	14	2,0	1	0,2	315	46,5	0,96	4,47
	2. Свердли центровочні отвори	14	2,0	1	ручна	315	4,0	0,8	1,98
015	Токарно – гвинторізна 1. Підрізати торець	32	2,3	1	0,2	315	56,4	1,01	4,34
	2. Свердли центровочні отвори	16	2,5	2	ручна	315	5,0	1,01	2,4
020	Токарно – копіювальна 1.Копіюваль- ний супорт, обточити поверхні	518			0,32	250	43,2	6,4	2,2
	2.Обточити поверхню	88		5	0,2	315	55	6,98	1,89
	3. Обточити поверхню	55	0,75	1	0,2	315	35,2	0,87	1,52

Продовження таблиці 5.9

	4.Обточити поверхню	25	1,75	1	0,2	315	34,0	0,39	3,57
	5.Обточити поверхню	15		3	0,2	315	59,4	0,71	1,87
	6. Обточити поверхню	40	2,2	1	0,2	315	118,7	0,63	3,72
	7. Обточити поверхню	14	2,5	1	ручна	315	55,0	0,55	2,38
	8. Обточити поверхню	5		1	ручна	315	31,0	0,19	1,04
025	Токарно – гвинторізна 1.Обточити поверхню	40	2,2	1	0,2	200	75,4	1	2,52
	2. Обточити поверхню	9	2,15	2	0,2	200	34,5	0,45	2,77
	3. Обточити поверхню	9	1,8	7	0,2	200	75,4	0,52	2,06
	4. Обточити поверхню	20	1,0	1	0,2	200	75,4	0,5	1,14
	5. Обточити поверхню	3	0,5	4	ручна	200	75,4	0,75	0,28
030	Токарно – гвинторізна Проточити канавку	6	1,4	1	ручна	400	40,0	0,18	1,78

Кінець таблиці 5.9

035	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити одночасно 4отв.	18	5,5	1	0,1	250	9,0	0,72	2,16
	2. Свердлити одночасно	18	5,5	1	0,1	250	9,0	0,72	2,16
045	Круглошліфувальна шліфувати поверхню	33	0,25		0,3	140	15,6	0,78	2,07
050	Круглошліфувальна шліфувати поверхню	20	0,25		0,3	160	15,4	0,41	4,01

Вибір обладнання та визначення його кількості

Вибір обладнання проводиться після того, як кожна операція технологічного процесу попередньо розроблена. Основні параметри обладнання відповідають розмірам оброблюваної деталі. Верстат за продуктивністю відповідає обсягу виробництва. Конструкція верстату забезпечує можливість механізації і автоматизації обробки при оптимальних режимах різання.

Верстат 16К20

Максимальний діаметр заготовки: над станиною, мм	400
над супортом, мм	220
найбільший діаметр прутка, про ходячого через отвір шпинделя	53
найбільша довжина оброблюваної заготовки	710

крок нарізаної різьби: метричної	0,5-112
дюймової, число ниток на дюйм	56-0,5
модульної	0,5-112
частота обертання шпинделя, об/хв.	12,5-1600
число швидкостей шпинделя	22
найбільше переміщення супорта: повздовжне	645-
1935	
	поперечне
	3000
подача супорта, мм/об, (мм/хв.): повздовжне	0,05-2,8
	поперечне
	0,025-1,4
число ступенів подач	24
потужність електродвигуна приводу,кВт	10
габаритні розміри: довжина, см.	2505
ширина, см.	1190
висота, см.	1500
маса, кг.	2835

Верстат ЕМ440

Максимальний діаметр заготовки, мм	500
Найбільша висота оброблюваної деталі, мм	200
найбільша довжина оброблюваної заготовки	820
частота обертання шпинделя, об/хв.	12,5-1600
число швидкостей шпинделя	12
найбільше переміщення супорта: повздовжне	890
	поперечне
	3000
подача супорта, мм/об, (мм/хв.): повздовжне	5,0
	поперечне
	4,2
число ступенів подач	24
потужність електродвигуна приводу,кВт	4,5
габаритні розміри: довжина, см.	2250

ширина, мм.	2400
висота, мм.	3050
маса, кг.	7835

Верстат 2Н135

Найбільший діаметр свердління по стали, мм	35
Найбільший зусилля подачі, кг	1600
Відстань від шпинделя до плити, мм	700-1120
Відстань від центра шпинделя до вертикальних направляючих станин	300
Кількість ступенів обертів шпинделя	12
Границі числа обертів в хвилину	31,5-1400
Границі подачі шпинделя, мм/об	01-1,6
Розмір стола, мм	450x500
Потужність двигуна, кВт	7,5
Довжина, мм	1240
Ширина, мм	810

Верстат 3М151

Максимальний діаметр заготовки: діаметр, мм	200
Довжина, мм	700
Найбільша довжина шліфування, зовнішнього, мм	650
Висота центрів над столом, мм	125
Швидкість автоматичного переміщення стола, м/хв.	0,05-5
Частота обертання шпинделя, об/хв.	50-500
Потужність двигуна, кВт	10
Довжина, мм	5400
Ширина, мм	2400
Висота, мм	2170
Маса, кг	6500

Правильний вибір обладнання визначає його раціональне використання по часу, щоб виключити простої обладнання.

Розраховуємо коефіцієнт завантаженості верстату η_z . Він визначається як відношення розрахованої кількості верстатів m_p зайнятих на одній операції до прийнятої кількості верстатів m_n :

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n} \quad (5.18)$$

Розрахункова кількість верстатів визначається відношенням $T_{шт}$ до такту випуску:

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_n} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8}$$

де N – річна програма випуску, N=26250 деталей;

Fд – дійсний річний фонд робочої області, Fд=2025,6 год.

$$m_{p1} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{5.52 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 1.49$$

$$m_{p2} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{6.24 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 1.68$$

$$m_{p3} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{6.9 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 1.86$$

$$m_{p4} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{21.83 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 5.89$$

$$m_{p5} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{10.035 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 2.709$$

$$m_{p6} = \frac{T_{шт} * N}{F\partial * 60 * 0,8} = \frac{4.9 * 26250}{2025.6 * 60 * 0.8} = 1.32$$

Використання верстата по потужності характеризується коефіцієнтом використання верстату по потужності η_m , який визначається як відношення необхідної потужності на приводі N_{np} до потужності встановленого двигуна $N_{СТ}$

$$\eta_m = \frac{N_{np}}{N_{CT}}$$

$$\eta_{m1} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{2.64}{10} = 0.264; \eta_{m2} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{4.47}{10} = 0.447; \eta_{m3} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{3.375}{10} = 0.3375;$$

$$\eta_{m4} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{2.27}{7.5} = 0.3027; \eta_{m5} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{1.75}{10} = 0.175; \eta_{m6} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{1.78}{10} = 0.178;$$

$$\eta_{m7} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{2.16}{4.5} = 0.48; \eta_{m8} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{2.07}{10} = 0.207; \eta_{m9} = \frac{N_{np}}{N_{CT}} = \frac{4.01}{10} = 0.401$$

$$\eta_{сep} = \frac{\eta_{m1} + \eta_{m2} + \eta_{m3} + \eta_{m4} + \eta_{m5} + \eta_{m6} + \eta_{m7} + \eta_{m8} + \eta_{m9}}{9} =$$

$$\frac{0,264 + 0,447 + 3,375 + 0,302 + 0,175 + 0,172 + 0,48 + 0,207 + 0,401}{9} = 0,647$$

5.3. Розробка спеціальних верстатних та контрольних пристроїв

Опис призначення, будови і роботи кондуктора

Приспосіблення - кондуктор, призначений для свердління чотирьох отворів.

Приспосіблення складається із корпусу (2) приспосіблення, по центру якого розміщенні опори(6), із штифтами(22) по якому встановлюється деталь на опори і прижимається упором(7). Базується деталь по штифтовим отворам які знаходяться на опорах.

По двох колонах(5) встановлених на корпусі(2), піднімається і опускається кондукторна плита(3), яка притискає деталь під час свердління по верхній площинні. Для фіксації деталі від повороту при свердлінні в горизонтальній площинні в колонах розміщенні штифти(23).

Кондукторна плита опускається і піднімається разом із свердлильною головкою і притискається до деталі за допомогою пружин(4).

Для орієнтації деталі при встановленні в приспосіблення деталь савиться по

орієнтованому отвору діаметром 50 мм і торцю. Базується кондукторна прижимна плита по отвору діаметром 50 мм дає можливість витримати між центрову відстань і технічні вимоги до розміщення оброблюваних отворів діаметром 11 мм.

Аналіз конструкції приспособлення, як правило, дає можливість виявити недоліки конструкції. Вдосконалення конструкції може виконуватися різними шляхами і дає загальні рекомендації. В кожному окремому випадку ці шляхи повинні визначатися на основі аналізу роботи приспособлення. Запропоноване рішення по вдосконаленні існуючої конструкції повинна бути обмовлена як техніко-економічна, так і в експлуатаційному відношенні.

Слід мати на увазі, що перекреслення заводських конструкцій приспособлень без внесення цілеспрямованих змін не допускається. В такому випадку для дипломного проектування необхідно вибрати іншу існуючу конструкцію або спроектувати нове, цілеспрямоване для даного процесу приспособлення.

Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механічного затиску

Перед розрахунком величини сили затиску визначаємо схему установки і закріплення деталі в приспособленні, місця прикладення і напрямлення сил і їх моментів.

При виконанні свердлильної операції на оброблювану деталь діють різні сили і моменти. В залежності від характеру і напрямку взаємодії сил затиску, різання і їх моментів, визначаємо силу затиску.

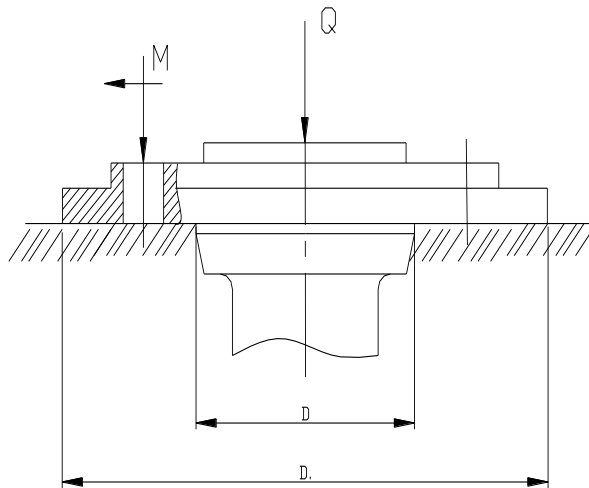


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема сил затиску заготовки

Розрахунок сили затиску проводимо за такою формулою:

$$Q_o = \frac{2kMR}{dfr} - P_o, \quad (5.19)$$

де d - діаметр свердла, $d=11\text{мм}$;

f - коефіцієнт тертя, $f=0.13$;

k - коефіцієнт запасу, $k=1.15$;

R - радіус від осі свердла до осі деталі, $R=40\text{мм}$;

P_o - зусилля подачі, $P_o=9018\text{ Н}$;

M - крутний момент, викликаний свердлом, $M=21,06\text{ Нм}$.

$$r = \frac{D - D_1}{2} = \frac{120 - 55}{2} = 32.5\text{ мм.}$$

$$Q_o = \frac{2kMR}{dfr} - P_o = \frac{2 * 1.15 * 21.06 * 40}{11 * 0.13 * 32.5} - 9018 = 8.976\text{ кН.}$$

Визначаємо коректовану силу затиску:

$$Q = k * Q_o,$$

$$k = k_0 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6,$$

де k_0 - гарантований коефіцієнт запасу, $k_0=1,5$;

k_1 - коефіцієнт запасу при свердлінні, $k_1=1,4$;

k_2 - коефіцієнт вимірювальної величини при чорновому при свердлінні, $k_2=1$

k_3 - коефіцієнт підвищення сили різання, $k_3=1,2$;

k_4 - коефіцієнт привода, $k_4=1,3$;

k_5 - коефіцієнт врахування розміщення рукоятки для затискного пристрою,
 $k_6=1,2$;

k_6 - коефіцієнт врахування наявності моментів які можуть повернути заготовку на опорах, $k_6=1$.

$$k=k_0+k_1+k_2+k_3+k_4+k_5+k_6=1,5*1,4*1*1,2*1,3*1,2*1=3,93$$

$$Q = k * Q_o = 3.93 * 8976 = 35.271 \text{ кН.}$$

Після проведених розрахунків перевіримо чи дана деталь не прокрутиться при свердлінні: $Q = 35.271 \text{ кН} > Q_o = 8.976 \text{ кН}$

Висновок: При даній силі затиску, виходячи із проведених розрахунків можна сказати що дана заготовка не прокрутиться при свердлінні чотирьох отворів.

6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Організація вдосконалення технологічної підготовки виробництва

За останні роки багато підприємств галузей машинобудування і приладобудування домоглися великих успіхів в удосконалюванні методів і засобів технологічної підготовки виробництва. При розробці і постановці на виробництво нових виробів вони широко застосовують принципи уніфікації, методи автоматизованого проектування, проводять усебічне відпрацьовування конструкцій виробів на технологічність і контрольні іспити досвідчених зразків і їхніх елементів. Саме на стадії проектування вироби закладаються основи постановки на виробництво виробів, відпрацьованих на технологічність і що мають високу якість.

Однак сформовані методи і практика технологічної підготовки виробництва на основній масі підприємств машинобудування і приладобудування не відповідають різко зрослим сучасним вимогам технічного прогресу і потребам розвитку народного господарства.

Найчастіше в період технологічної підготовки виробництва нового виробу на підприємстві припиняється випуск виробу, що знаходиться у виробництві. Склалася практика відпрацьовування конструкції виробу на технологічність у процесі його виготовлення.

Таке положення несумісне із сучасними вимогами, коли при частій змінюваності об'єктів виробництва необхідно забезпечити максимальну його гнучкість і освоєння нових виробів, не припиняючи функціонування діючого виробництва. Тому технологічну підготовку виробництва проектного варіанту комбінованого посівного агрегату слід проводити із врахуванням вимог сучасності.

6.2. Оцінка технічного рівня виробу

Карта технічного рівня і якості продукції ГОСТ 2.116-84

1. Найменування виробу – зернозбиральний комбайн СК-5 "Нива".
2. Область застосування – збирання озимої пшениці.
3. Коротка характеристика: ширина захвату – 10 м; продуктивність комбайну – 2,8 га/год; робоча швидкість – 1,04-18,7 км/год.
4. Технічний рівень.
5. Річний економічний ефект. $E_{e.эф} = 64787,85$ грн.
6. Лімітна ціна.

Таблиця 6.1 – Карта технічного рівня і якості продукції (форма 2 ГОСТ 2.116-84)

Група, назва, одиниця показників якості виробу	Бажаність "+", "-"	Значення за конструктивними варіантами		
		Базовий виріб k_1	новий виріб	
			k_2	q
<i>1. Призначення</i>				
Продуктивність, га/год	+	2,8	2,8	1
Ширина захвату, м	+	10	10	1
Робоча швидкість, км/год	+	7,2	7,2	1
<i>2. Надійність</i>				
Термін напрацювання до відмови, год	+	5000	6800	1,36
Гарантійний термін, років	+	5	5	1
<i>3. Економного використання ресурсів</i>				
Витрата палива, л/га	-	24,6	24,6	1

Визначаємо значення відносних показників якості нового виробу.

$$q_i = \frac{k_{2i}}{k_{1i}} \text{ - для бажаних показників; } q_i = \frac{k_{1i}}{k_{2i}} \text{ - для небажаних показників}$$

де $i=1 \dots n$ – номенклатура показників якості.

Обчислюємо узагальнений показник якості продукції Q . Проектним вважається варіант у якого $Q > 1,05$

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i . \quad (6.1)$$

$$Q = \frac{1}{6} (1 + 1 + 1 + 1.36 + 1 + 1) = 1.051 .$$

$$Q = 1.051 > 1.05 .$$

6.3. Розрахунок економічної ефективності виробництва озимої пшениці

Економічна ефективність технології, що пропонується, системи машин і організації робіт виражається в зменшенні трудових, енергетичних і грошових витрат на одну тону озимої пшениці.

Витрати праці, люд.-год:

На 1 га

$$Z_{\text{нга}} = \sum_{j=1}^{N_p} Z_{\text{п}j} / F_n, \quad (6.2)$$

де N_p – кількість технологічних операцій у технологічній карті;

$Z_{\text{п}j}$ – витрати парці на j -й технологічній операції, люд.-год;

F_n – загальна площа вирощування заданої озимої пшениці, $F_n = 350$ га.

$$Z_{\text{нга}} = 8596,7/350 = 24,56 \text{ люд.-год/га.}$$

На 1 т основної продукції

$$Z_{\text{пт}} = Z_{\text{пта}} / U, \quad (6.3)$$

де U – планова врожайність заданої сільськогосподарської культури, т/га;

$$Z_{\text{пт}} = 24,56/4,5 = 5,46 \text{ люд.год./т}$$

Витрати палива, кг:

На 1 га

$$Q_{\text{пта}} = \frac{\sum_{j=1}^{N_p} Q_{nj}}{F_n}, \quad (6.4)$$

де Q_{nj} – витрати палива на j – й технологічній операції, люд.-год.

$$Q_{\text{пта}} = 28048,1/350 = 80,137 \text{ кг/га};$$

На 1 т основної продукції

$$Q_{\text{пт}} = Q_{\text{пта}} / U, \quad (6.5)$$

$$Q_{\text{пт}} = 80,137/4,5 = 17,81 \text{ кг/т.}$$

Прямі експлуатаційні витрати, грн.:

На 1 фізичний га

$$I_{\text{га}} = \left(\sum_{i=1}^{N_{\text{т}}} S_{\text{ти}} + \sum_{\kappa=1}^{N_{\text{мн}}} S_{\text{мк}} + K_{\text{нз}}^{\text{соц}} \sum_{j=1}^{N_p} S_{\text{зп}j} + \sum_{i=1}^{N_{\text{носл}}} U_{\text{носл}i} \cdot C_{\text{носл}i} \right) / F_n + Q_{\text{пта}} \cdot C_{\text{нпм}}, \quad (6.6)$$

де $N_{\text{т}}$, $N_{\text{мн}}$ – кількість марок відповідно тракторів і самохідних комбайнів та машин, що агрегатуються з тракторами і самохідними комбайнами;

$S_{\text{ти}}$, $S_{\text{мк}}$ – відрахування на утримання відповідно тракторів і самохідних комбайнів і-ї марки й сільськогосподарських машин к-ої марки, грн.;

$S_{\text{зп}j}$ – основна і додаткова заробітна плата персоналу тракторних і комбайнових агрегатів на j -й операції, грн.;

$K_{нз}^{соц}$ - коефіцієнт, враховує всі соціальні нарахування на зарплату [6] можна прийняти $K_{нз}^{соц} = 1,52$;

$N_{посл}$ – кількість видів послуг (роботи, що передбачається виконувати сторінним засобами й персоналом) $N_{посл} = 5$;

$U_{послі}$ – загальний обсяг послуг і-го виду за рік, грн.;

$C_{послі}$ – тариф оплати за послугу і-го виду, грн.;

$Ц_{пнм}$ – комплексна ціна дизельного палива, $Ц_{пнм} = 25$ грн/кг;

На 1т основної продукції, грн./т.

$$I_T = I_{га}/U, \quad (6.7)$$

Відрахування на утримання тракторів і самохідних комбайнів визначається за формулою, грн.;

$$S_{ті} = 0,01 \cdot B_{ті} \cdot [a_{рті} \cdot П_{ті} + (a_{крті} + a_{ртозті}) \cdot T_{фті}/T_{нті}], \quad (6.8)$$

де $B_{ті}$ – балансова вартість відповідно трактора чи самохідного комбайна і-ї марки, грн.;

$a_{рті}$, $a_{крті}$, $a_{ртозті}$ – нормативи річних відрахувань від балансової вартості трактора чи самохідного комбайна і-ї марки відповідно на реновацію (відновлення), на капітальний ремонт, ТО і збереження [7], %;

$П_{ті}$ – потрібна кількість тракторів чи самохідних комбайнів і-ої марки в системі машин;

$T_{фті}$, $T_{нті}$ - річне відповідно нормативне і фактичне завантаження трактора чи самохідного комбайна і-ої марки, год;

Так, для трактора Т-150К ($k=1$)

$$S_{ті} = 0,01 \cdot 70000 \cdot [12,5 \cdot 2 + (6+22) \cdot 1118,3/1300] = 34360,16 \text{ грн.}$$

Відрахування на утримання сільськогосподарських машин, грн.

$$S_{мтк} = 0,01 \cdot B_{нтк} \cdot (a_{рмтк} \cdot П_{мтк} + a_{ртозмтк} \cdot T_{фмтк}/T_{нмтк}), \quad (6.9)$$

де $B_{\text{нТК}}$ – балансова вартість сільськогосподарської машини к-ої марки, що агрегується з тракторами, грн.;

$\Pi_{\text{мТК}}$ – потрібна кількість сільськогосподарських машин к-ої марки, що агрегується з тракторами і-ої марки в системі машин;

$a_{\text{рмТК}}, a_{\text{рТОЗмТК}}$ – нормативи річних відрахувань від балансової вартості сільськогосподарської машини к-ої марки, що агрегується з тракторами, відповідно на реновацію і на поточний ремонт, ТО і збереження [7], %;

$T_{\text{фмТК}}, T_{\text{нмТК}}$ – річне відповідно нормативне і фактичне завантаження сільськогосподарської машини к-ї марки, що агрегується з тракторами, год.

$$I_{\text{га}} = (196,32 + 31894,06 + 1,52 \cdot 1822,7 + 4100 \cdot 1,0 + 80,14 \cdot 3,0 = 456,45 \text{ грн./га,}$$

$$I_{\text{т}} = 456,45 / 4,5 = 101,43 \text{ грн./т.}$$

Прямі витрати на один фізичний га, грн./га

$$S_{\text{га}} = I_{\text{га}} + \sum_{l=1}^{N_{\text{тн}}} Q_{\text{тм}l} \cdot \Pi_{\text{тм}l} / F_{\text{н}} + S_{\text{зв}0,2}, \quad (6.10)$$

де $N_{\text{тн}}$ – кількість видів внесених технологічних матеріалів за сезон на площу $F_{\text{н}}$ (насіння, добрива, пестициди);

$Q_{\text{тм}l}, \Pi_{\text{тм}l}$ – відповідно загальна витрата (т) і ціна (грн./т) технологічного матеріалу 1-го виду;

$S_{\text{зв}}$ – загально – виробничі витрати, грн./га;

На 1т основної продукції, грн./т

$$S_{\text{т}} = S_{\text{га}} / U, \quad (6.11)$$

Загальна витрата технологічного матеріалу 1-го виду:

$$Q_{TM1} = \sum_{r=1}^{N_{BM1}} H_{M1r} \cdot F_{M1r}, \quad (6.12)$$

де N_{BM1} – кількість разів внесення технологічного матеріалу за сезон;

H_{M1r} – норма внесення 1-го технологічного матеріалу при r -му внесенні, т/га;

F_{M1r} – площа, де проведене r -ме внесення 1-го виду технологічного матеріалу, га;

Загально виробничі витрати залежать від організації виробництва, його структури і функціонування і можуть складати 15...40% від виробничих витрат

$$S_{зв} \approx (0,15...0,40) \cdot (I_{га} + \sum_{l=1}^{N_{MM}} Q_{TM1} \cdot \Pi_{TM1} / F_n); \quad (6.13)$$

$$S_{га} = 0,2 \cdot (456,45 + 28048,1 \cdot 3,0 / 350) = 139,37 \text{ грн/га};$$

$$S_{га} = 456,45 + 1325,25 + 139,37 = 1921,07 \text{ грн/га};$$

$$S_t = 1921,07 / 4,5 = 426,904 \text{ грн/т.}$$

Річна економія E_p , грн.

$$E_p = (C_c - C_n) \cdot B_c + \Delta E_p, \quad (6.14)$$

де C_c – собівартість озимої пшениці по існуючій технології, $C_c = 439,5$ грн/т;

C_n – собівартість озимої пшениці по проєктованій технології, $C_n = 417,866$ грн/т;

B_c – валовий збір продукції, $B_c = 150 \cdot 3,5 = 525$ т.

ΔE_p – річна економія від підвищення врожайності за рахунок вдосконалення технології:

$$\Delta E_p = (Y_{rp} - Y_{rc}) \cdot F \cdot \Pi_p, \quad (6.15)$$

де Y_{rp} , Y_{rc} – врожайність відповідно пропонованої та існуючої технології,

$$Y_{rp} = 3,5 \text{ т/га}, Y_{rc} = 2,57 \text{ т/га};$$

Π_p – вартість 1 т продукції, $\Pi_p = 600$ грн/т.

$$\Delta E_p = (3,5 - 2,57) \cdot 150 \cdot 600 = 83700 \text{ грн.}$$

$$E_p = (439,5 - 417,866) \cdot 525 + 83700 = 95005,35 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень, років

$$T_{ок} = K_{п} / E_{р}, \quad (6.16)$$

де $K_{п}$ – капітальні вкладення, грн.

Для виконання технологічних процесів необхідно придбати:

- Розкидач органічних добрив – ПРТ-10;	- Трактор Т – 150К;
- Сівалка СЗП-12;	- Культиватор КПС-4.

На придбання всього необхідно $K_{п} = 201450$ грн.

$$T_{ок} = 201450/95005,35 = 2,12 \text{ року.}$$

Приведені капіталовкладення, грн./т.

$$K_{пр} = K_{п}/F \cdot Y_{р}, \quad (6.17)$$

$$K_{пр} = 201450/(150 \cdot 3,5) = 383,71 \text{ грн/т.}$$

Річний економічний ефект, грн.

$$E_{е.еф} = E_{р} - E_{н} \cdot K_{п}, \quad (6.18)$$

де $E_{н}$ – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_{н} = 0,15$.

$$E_{е.еф} = 95005,35 - 201450 \cdot 0,15 = 64787,85 \text{ грн.}$$

Всі показники подаються в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Показники виробництва озимої пшениці й ефективності використання сільськогосподарської техніки

Показник	Варіант	
	існуючий	проектний

Площа вирощування, га	150	150
Врожайність, т/га	2,57	3,5
Витрати праці, люд.-год/га	14,4	12,24
люд.-год/т	4,3	3,6
Витрати палива, кг/га	67,8	62,9
Собівартість, грн./т	439,5	417,866
Додаткові капіталовкладення, тис. грн.	-	201,45
Річна економія, тис. грн.	-	95,0
Річний економічний ефект, тис. грн.	-	64,79
Термін окупності, років	-	2,12

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Організація робіт із техніки безпеки та охорони праці

Керівництво і відповідальність за організацію роботи з охорони праці в галузі технічного обслуговування машинно-тракторного парку покладається в господарствах на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування, і ділянках - на безпосередніх керівників цими підрозділами.

Особи, відповідальні за техніку безпеки в галузі організації технічного обслуговування (інженери по експлуатації, механік, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних посвідчень чи інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи;
- вимагати дотримання колгоспниками (робітниками) і особами, що працюють за трудовим договором чи угоді, правил і інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за застосуванням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів; Усі робітники, що виходять на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шість місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на

особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазозварочні, ковальські, зарядка акумуляторів і інш.), періодичний інструктаж проходять через кожні три місяці.

Велику роль у зниженні виробничого травматизму грає пропаганда безпечних методів ведення робіт. У зв'язку з цим керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок по техніці безпеки.

Куточок по техніці безпеки організується в спеціальному приміщенні або безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів і інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

В зв'язку з тими обставинами, що виникають під час роботи зернозбирального комбайну, а також наявністю в його конструкції ряду механізмів, що можуть створити при певних обставинах шкідливі умови праці або привести до нещасних випадків і травм робітників, які обслуговують даний накопичувач, виникає необхідність в обґрунтуванні правил техніки безпеки і охорони праці, що являють собою сукупність вимог і прийомів, виконання і дотримання яких попередило б виникнення нещасних випадків і професійних захворювань, що в свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності праці.

7.2. Заходи безпеки при роботі на жатках і зернозбиральних комбайнах

Загальні вимоги безпеки до зернозбиральних комбайнів установлені ДСТ12.2.019 – 76 і є єдиними вимогами до конструкції і сільськогосподарських машин по безпеці і гігієні праці.

Машини повинні відповідати вимогам ДСТ 12.2.003 – 74 і бути обладнані: дзеркалами заднього виду, гальмовими сигналами, габаритними вогнями, передніми і задніми ліхтарями, покажчиками поворотів, двохсвітловими фарами і перемиканням на ближнє і далеке світло, підніжками, поручнями, ручками, якщо робоче місце розташоване на висоті більш ніж 550 мм; постачені футляром для аптечки першої допомоги, термосом для питної води; обладнані кріпленнями засобів пожежегасіння

Кути поперечної статичної стійкості повинні складати не менш 35° для тракторів і 30° для самохідних сільськогосподарських машин. Параметри шуму і вібрації не повинні перевищувати величин, установлених нормами. Рівень звуку в кабінах машин і зовнішнього шуму на відстані 7,5 м не повинний перевищувати 85 дБ. Машини повинні бути обладнані кабінами.

При технічному обслуговуванні й огляді перевіряють стан і надійність кріплень стійок підшипників головного карданного вала, підйомників, що підкопують пласт, терebильних апаратів, вирівнювачів, різальних апаратів, кришок і корпусів підшипників. Переконуються у відсутності течі масла з коробок вирівнювачів і ріжучих апаратів, редукторів і гідравлічної системи.

При необхідності регулюють вузли комбайна і заточують диски ріжучого апарата.

Оглядають, регулюють вузли і механізми в строгій відповідності з правилами технічного обслуговування за комбайнами. Особливо звертають увагу на регулювання запобіжних муфт.

При підйомі комбайна за допомогою домкрата треба підкласти під його підставу міцну підставку, до підйому під колеса встановлюють упори.

Робочі органи від бадилля, рослинних залишків і землі очищають тільки чистиком-різаком.

Щоб полегшити умови праці при установці пружин теребильних апаратів, надяганні теребильного ланцюга і виправленню пальців вирівнювачів, застосовують спеціальне пристосування.

Диски ножів, що затупилися, ріжучого апарата заточують спеціальним пристосуванням, що додається до комбайна. Заточують при обертах карданного валу 545 об/хв.

Під час заточення чи виправлення дискових ножів забороняється підтримувати пристосування руками чи сторонніми предметами, а також знаходитися на основній рамі комбайна. При заточенні, а також заправленні бруска заточувального пристосування треба користатися захисними окулярами, щоб уникнути влучення абразиву в очі.

Пускати в експлуатацію комбайн, якщо немає огорожувального пристрою карданної передачі і надійної сигналізації, не дозволяється. Тому при огляді потрібно переконатися в їхній наявності і надійності.

Під час перевірки механізмів комбайна на холостому ході не можна стояти біля відкритих передач, а також напроти головного карданного вала. Забороняється знаходитися між трактором і комбайном під час руху.

Відповідальним за техніку безпеки при обслуговуванні комбайну є тракторист-машиніст.

Перед пуском двигуна комбайну потрібно, щоб важелі розподільного пристрою знаходилися в нейтральному положенні і був виключений центральний редуктор.

Механізм рухливої рамки перевіряють шляхом підйому й опускання її без ривків і ударів у землю.

До обслуговування стендів для обкатування вузлів, агрегатів і машин допускаються особи, яким виповнилося 18 років, що пройшли медогляд, навчання, інструктаж з техніки безпеки і які мають кваліфікаційне посвідчення.

Іспити й обкатування машин і вузлів, що створюють шуми і виділяють шкідливі речовини, необхідно проводити в ізольованих від інших цехів приміщеннях, у яких є дистанційне керування випробовуваними машинами.

Стенди для обкатування двигунів повинні мати автоматичні пристрої, що виключають можливість перевищення припустимих частот обертання вала двигуна.

Безпека випробувань двигунів, коробки передач, задніх мостів і інших вузлів полягає в міцному кріпленні їх на стендах, надійному з'єднанні обертових і рухомих частин, у наявності захисних кожухів на сполучних муфтах, огорожень на приводних органах.

При роботі на жниварках заходи безпеки наступні. Щоб уникнути нещасних випадків до роботи допускаються особи, що знають пристрій жниварок і що мають відповідні права. Присутність сторонніх не допускається.

На жниварці повинна працювати тільки одна людина в захисних окулярах і комбінезоні.

Всі операції по технічному обслуговуванню і регулюванням дозволяється проводити тільки на зупинках при вимкненому двигуні.

Забороняється працювати із знятими запобіжними щитками і огорожами, а перед пуском жниварки в роботу слід подавати попереджувальні сигнали.

Особливо важливо при роботі з жниварками виконувати протипожежні вимоги, зважаючи на те що доводиться мати справу з величезною кількістю легкоспалахуваного солом'яного матеріалу.

Місця куріння, приготуванні їжі повинні бути надійно захищені від хлібних масивів.

Користуватися сірниками, запальничками дозволяється лише в особливих, відведених для цього місцях.

При роботі на комбайнах необхідно дотримувати наступні заходи безпеки:

Особи, що не мають прав на управління комбайном і не пройшли спеціальний інструктаж, до роботи не допускаються. На комбайні дозволяється

працювати в зручному і добре заправленому одязі і захисних окулярах. Стороннім особам знаходитися на комбайні забороняється. Включати двигун і пускати в хід комбайн можна тільки в тому випадку, якщо поряд немає людей, і лише після подачі сигналу. Всі регулювання і технічне обслуговування необхідно виконувати після повної зупинки комбайна і при вимкненому двигуні. Не можна виправляти що-небудь під жниваркою, якщо вона не закріплена надійно стійкими, підпорами.

Після виконання ремонтних робіт необхідно перевірити, чи не залишений який-небудь інструмент. Не можна чіпати руками працюючі механізми і знаходитися біля необгороджених шківів, що обертаються, ланцюгів, ременів і зірочок. Всі захисні пристрої повинні бути міцно закріплені на своїх місцях.

Необхідно систематично перевіряти надійність гальм, рульового управління і системи сигналізації. Після зупинки комбайна важіль перемикачів передач слід перевести в нейтральне положення і молотарку вимкнути. Не дозволяється буксирувати комбайн з включеною передачею. Без рукавиць не можна відкривати кришку радіатора неохолодженого двигуна. При зміні акумуляторної батареї слід остерігатися попадання електроліту на одяг і відкриті частини тіла.

Повороти комбайна слід виконувати на швидкостях не більш 3 ... 4 км/год. На такій же швидкості допускається пересування на схилах до 10°, в туманну або похмуру погоду. При транспортуванні необхідно дотримувати інтервал не менше 30 м між комбайном і транспортом, що йде попереду. Від стрічного транспорту триматися на 2 м з правого боку.

Рама комбайна повинна бути заземлена за допомогою масивного металевого ланцюга. Комбайн повинен бути забезпечений набором справного інструменту і аптечкою з медикаментами.

Необхідно строго дотримувати правила протипожежної безпеки, для чого на комбайні слід мати два вогнегасники, дві залізні лопати, мітлу, брезент і бочку води (50 л). На випускній трубу двигуна потрібно надіти іскрогасник і добре ущільнити колектор. Комбайн необхідно утримувати в чистоті і своєчасно

очищати від рослинних залишків. Щодня слід перевіряти справність електропроводки і не допускати забруднення її маслом і паливом. При заправці комбайна треба стежити, щоб не проливалися паливо. Місце стоянки комбайнів, польовий стан, а також заправний пункт повинні обороти і забезпечити протипожежними засобами, зокрема трактором з плугом для оборювання ділянки на випадок пожежі. При нічному зберіганні комбайни повинні знаходитися один від одного на відстані не менше 20 м.

Забороняється: вносити в комбайн конструктивні зміни без узгодження з органами Держпожежнагляду, починати прибирання хліба в масиві, не розбитому на ділянки по 30...50 га повздовжніми і поперечними смугами шириною 8 м і без проорювань середини прокошувальних на ширину 4 м; вивантажувати зерно в машини, не обладнані іскрогасниками; застосовувати відра для заправки паливних баків; працювати при невідрегульованих системах живлення і запалення; рушати комбайн з місця, не звільнивши гальмо стоянки; працювати із слабонатягнутими ременями приводу варіатора швидкості руху комбайна; палити, проводити зварювальні роботи в хлібних масивах або на відстані менше 30 м від них; розводити багаття ближче 200 м від хлібних масивів.

7.3. Характеристика аварій на виробництвах із застосуванням хлору

Аварії на виробництвах із застосуванням хлору можна поділити на дві категорії. До першої категорії відносяться аварії, які призвели до повної або часткової зупинки виробництва з великим матеріальним збитком і загибеллю людей, аварії з можливим викидом в навколишнє середовище отруйних випарів хлору, розповсюдженням хлору за межі промислової території і виникнення загрози для життя і здоров'я людей, а також аварії на залізниці. Для ліквідації наслідків аварії необхідно використовувати військово-цивільної оборони, підрозділи армії України, Національної гвардії, формування цивільної оборони,

спеціалізовані відомчі формування.

До другої категорії відносяться аварії, внаслідок яких сталися руйнування або пошкодження окремих виробничих споруд з можливою загибеллю виробничого персоналу, викидом хлору і розповсюдження його в межах території промислового підприємства, а також аварії на залізницях. Для ліквідації наслідків аварій другої категорії достатньо сил формувань цивільної оборони, спеціальних відомчих формувань, які є на місцях.

Як кількісну характеристику уражаючої дії хлору та його сполук на людей і тварин використовують поняття токсодози.

Токсодози – кількість речовин (в одиницях ваги), віднесена до об'єму і до одиниці часу. Токсодоза характеризує кількість токсичної речовини, поглинутої організмом за певний інтервал часу.

Території, які потрапили під вплив сильно діючих отруйних речовин (СДОР) в результаті аварії на хімічно небезпечному об'єкті, поділяються на зони:

Зона смертельних токсодоз (надзвичайно небезпечного зараження) – зона, на зовнішній межі якої 50 % людей одержують смертельні ураження.

Зона уражаючих токсодоз (небезпечного ураження) – зона, на зовнішній межі якої 50 % людей втрачають працездатність, їм потрібна медична допомога чи навіть госпіталізація.

Дискомфортна (гранична) зона – зона, на зовнішній межі якої люди відчують дискомфорт, у них починаються загострення хронічних захворювань або з'являються перші ознаки інтоксикації.

Тривалість хімічного зараження приземного шару повітря парами і тонкодисперсними аерозолями хлору, при його відсутності на місцевості в рідкому чи твердому стані, може коливатися від десятків хвилин до декількох діб.

Тривалість зараження місцевості, техніки та інших матеріальних засобів хлором у грубодисперсному аерозольному, краплиннорідкому, рідкому станах може виявитися в межах від декількох годин до декількох місяців.

Ураження людей і тварин відбувається внаслідок вдихання зараженого

повітря (інгаляційно), контакту із зараженими поверхнями (контактно-резорбтивно), через шлунково-кишковий тракт (перорально) в результаті вживання заражених продуктів харчування, через шкіряні покриви, слизові оболонки і поверхні ран та іншими шляхами. В результаті впливу хлору на організм людини, крім безпосередніх уражень, можуть спостерігатися віддалені генетичні наслідки.

При руйнуваннях і аваріях на об'єктах, що мають хлор, утворюються зони хімічного ураження, всередині яких можуть виникнути вогнища хімічного ураження.

Зона хімічного ураження включає місце безпосереднього розливу отруйних речовин і територію, над якою розповсюджуються пари отруйних речовин в уражаючих концентраціях.

Розмір зони хімічного ураження характеризується глибиною розповсюдження хмари, зараженої отруйними випарами хлору з уражаючими концентраціями (G), шириною ($Ш$) і площею (S).

Основною характеристикою зони хімічного ураження є глибина розповсюдження хмари зараженого повітря. Ця глибина пропорційна концентрації хлору і швидкості вітру. Проте при значній швидкості вітри в приземному шарі повітря (6...7 м/с і більше) ця пропорційність порушується, тому що проходить швидке розсіювання хмари. Підвищення температури ґрунту і повітря прискорює випаровування хлору, а отже, збільшує концентрацію його над ураженою місцевістю. На глибину розповсюдження хлору і його концентрацію в повітрі значно впливають вертикальні потоки повітря. Їх напрям характеризується ступенем вертикальної стійкості атмосфери: інверсією, ізотермією і конвекцією.

Евакуація або тимчасове відселення є одним із найбільш дійових заходів захисту робітників хімічно небезпечного об'єкту і населення, яке мешкає біля нього, від ураження хлором при аваріях на об'єктах з викидом останнього.

Евакуація полягає у вивезенні або виведенні робітників і населення за межу осередку хімічного ураження. Зволікання з евакуацією при аваріях на хімічно небезпечних підприємствах може призвести до отруєння і загибелі людей. Якщо є

захисні споруди з фільтровентиляційним обладнанням, то потрібно негайно укрити в них робітників, службовців підприємства і населення.

Вплив хлору на людей, перша допомога при ураженнях, профілактика уражень

Вільний хлор – зеленувато-жовтий газ з різким подразнюючим запахом, який складається з двохатомних молекул. При звичайному тиску він твердіє при -101°C і зріджується при -34°C . Густина газоподібного хлору при нормальних умовах складає $3,214\text{ кг/м}^3$, тобто він приблизно в 2,5 рази важчий повітря і внаслідок цього накопичується в низьких ділянках місцевості, підвалах, колодязях, тунелях.

Хлор розчинний в воді: в одному об'ємі води розчиняється біля двох його об'ємів. Жовтуватий розчин, що утворюється, часто називають хлорною водою. Хімічна активність його дуже велика – він утворює сполуки майже зі всіма хімічними елементами. Основний промисловий метод отримання хлору – електроліз концентрованого розчину хлориду натрію.

Застосовують хлор у виробництві хлорорганічних сполук (наприклад, вінілхлорида, хлоропренового каучуку, дихлоретану, перхлоретилену, хлорбензолу), неорганічних хлоридів. У великих кількостях застосовується для вибілювання тканин і паперової маси, знезараження питної води, як дезінфікуючий засіб та в інших галузях народного господарства і промисловості.

Отруйні властивості хлору виражаються в його удушаючій дії. Хлор уражає легені, подразнює слизову оболонку і шкіру. Перші ознаки отруєння – різкий за грудиною біль, різь в очах, сльозоточивість, сухий кашель, блювання, порушення координації рухів, віддишка. Доторкання до парів хлору викликає опіки слизової оболонки дихальних шляхів, очей, шкіри.

Мінімально відчутна концентрація хлору – 2 мг/м^3 . подразнюючу дію виникає при 10 мг/м^3 . Дія на протязі 30-60 хв. $100\text{-}200\text{ мг/м}^3$ хлору небезпечно для життя, а більш високі концентрації можуть визвати миттєву смерть.

Потрібно пам'ятати, що гранично допустимі концентрації хлору в атмосферному повітрі: середньодобова – 0,03 мг/м³; максимальна разова – 0,1мг/м³; в робочому приміщенні промислового підприємства – 1 мг/м³.

Органи дихання і очі захищають від хлору фільтруючі та ізолюючі протигази. З цією метою можуть використовуватися фільтруючі протигази – промислові марки А (коробка пофарбована в коричневий колір), БКФ (захисний), В (жовтий), Е (чорний), Г (чорний і жовтий), а також громадянські – ГП-5, ГП-7 і дитячі.

Максимально допустима концентрація при застосуванні фільтруючих протигазів – 2500 мг/м³. якщо вона вища, повинні застосовуватися тільки ізолюючі протигази. При ліквідації аварій на хімічно небезпечних об'єктах, коли концентрація хлору невідома, роботи проводять тільки в ізолюючих протигазах (ІП-4, ІП-5). При цьому потрібно користуватися захисними прорезиненими костюмами, чоботами і рукавицями. Необхідно пам'ятати, що рідкий хлор руйнує прорезинену тканину і гумові деталі ізолюючого протигаса.

Якщо все ж відбулося ураження хлором, насамперед треба припинити дію отруйної речовини (хлору): надягти на людину протигаз, провести часткову санітарну обробку, зокрема зняти краплі отруйної речовини зі шкіри, одягу. Люди, які опинилися у вогнищі хімічного ураження, повинні заздалегідь прийняти з індивідуальної аптечки антидот проти фосфоорганічних отруйних речовин нервово-паралітичної і удушаючої дії. Тим хто сам цього не зробив, антидот вводять в порядку першої допомоги, якщо є показання до його застосування. Причому на зараженій території вводиться шприц-тюбик через одяг. При зупинці дихання проводиться штучне дихання за Коллістовим, оскільки уражений і той, хто надає допомогу, знаходяться в протигазах. Важливо якнайшвидше вивести потерпілого на незаражену територію, де можна зняти з нього протигаз і полегшити його стан.

Щоб пом'якшити подразнення потрібно дати подихати 0,5 % – ним розчином харчової соди. Корисно також дихати киснем. Шкіру та слизову оболонку промивають 2 % –ним розчином соди не менше 15 хвилин. Ураженому

не можна самостійно рухатися. Транспортувати тільки в лежачому положенні.

Потерпілі, яким надана медична допомога у вогнищі ураження, підлягають евакуації на медичні пункти або в лікувальні установи.

Найтяжче протікають комбіновані ураження. Одужання при них настає повільно, надання допомоги таким людям ускладнюється.

У складних умовах у вогнищі ураження виняткову роль відіграє самодопомога, а також перша медична допомога і порятунок уражених невоєнізованими формуваннями цивільної оборони.

Основна вимога, яка ставиться до першої допомоги, – є своєчасність і правильність її надання. При недотриманні цієї вимоги, захисні сили організму ураженого можуть вичерпатися, після чого навіть кваліфікована лікарська допомога може виявитися марною. Фактор часу при організації першої допомоги грає основну роль, тому що в середньому кожен третій забезпечуватиме в тяжкому стані і для порятунку його буде потрібна негайна допомога. Чим швидше буде надана така допомога, тим більше буде врятовано людей.

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Важливість охорони навколишнього середовища

Проблема забруднення навколишнього середовища не випадково стала однією із найбільш злободенних проблем сучасності. У зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості і транспорту в атмосферу, гідросферу і ґрунт поступають все більша кількість шкідливих речовин.

Необхідно відзначити зростаючу роль сільського господарства у забрудненні навколишнього середовища. Постійне збільшення темпів використання у сільському господарстві мінеральних добрив, хімічних, харчових добавок, хімічних засобів захисту рослин призводить до такого забруднення навколишнього середовища, з яким важко боротися.

У зонах підвищеної вологості близько 20% добрив, внесених у землю, попадають у водостоки, при тому очисні споруди не можуть очистити питну воду від цих компонентів.

Очищення повітря і води не можливе без затрат енергії. Але виробництво енергії на теплових станціях також забруднює навколишнє середовище. Так при одержанні електроенергії у кількості 1 кВт/год за допомогою теплових станцій у навколишнє середовище попадає 14 г шлаку, 80г золи, 4г окису азоту і ряд інших речовин. Отже очищення речовин в одному місці завжди пов'язане із забрудненням навколишнього середовища у іншому. До того ж витягування забруднених речовин із атмосфери і гідросфери зв'язано із їх захищенням, тобто знову ж із забрудненням відповідної зони навколишнього середовища.

Тобто, поряд із вдосконаленням технології очищення необхідно проводити роботи з видалення шкідливих речовин з навколишнього середовища.

8.2. Аналіз забруднення довкілля внаслідок виробничих процесів ВАТ “Дніпро Сільмаш”

Завод спеціалізується на виробництві сільськогосподарської техніки, запасних частин, товарів народного вжитку, нестандартного обладнання, спеціального інструменту та технологічної оснастки.

На підприємстві є наступні види виробництв - забруднювачів атмосфери:

Ливарне виробництво

Ливарний цех – це складне комплексне виробництво, що об’єднує у технологічний ряд різні процеси, які супроводжуються виділенням в атмосферу значної кількості шкідливих речовин.

Розглянемо джерела виділення забруднюючих речовин (агрегати, установки, пристрої) і параметри викидів забруднюючих речовин ливарного виробництва [25]. Дані наведені у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Джерела виділення забруднюючих речовин

Агрегати, установки, пристрої	Кількість	Відвід забруднюючих речовин	Застосовувані газоочисні установки	Виділення забруднюючих речовин
1	2	3	4	5
Очисний дробометальний барабан	2	Вентиляційна труба	Промивач мокрий ПВ-2М	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Верстат точильно-обдиральний	4	Вентиляційна труба	Циклон ЦН-ІІ-500	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Відбивна гратка	2	Вентиляційна труба	Пилоловлювач ПВ+2МN3	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Магнітний сепаратор	1	Вентиляційна труба	Пилоловлювач ПВ+2МN3	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂

Кінець таблиці 8.1

1	2	3	4	5
Сито полікональне	1	Вентиляційна труба	Пиловловлювач ПВ+2МНЗ	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Установка сушіння стержнів	1	Вентиляційна труба	Пиловловлювач ПВ+2МНЗ	Фтористий водень, формальдегід
Галтувальний барабан	3	Вентиляційна труба	2 циклони ЦН-П	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Дрібометальна установка	1	Вентиляційна труба	2 циклони ЦН-П	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Охолоджувальний тупель	1	Вентиляційна труба	2 циклони ЦН-П	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Піч газова для сушіння піску	1	Вентиляційна труба	4 циклони ЦН-П-600	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Бігун змішувач	3	Вентиляційна труба	4 циклони ЦН-П-600	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Вагранка плавильна	2	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Вуглеводні, попіл
Розвантажувальний отвір вагранки	2	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Вуглеводні, попіл
Установка плавки алюмінію	2	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Алюмінію оксид
Піч газова для підігріву	1	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Алюмінію оксид
Газообмінна вентиляція	1	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Азоту оксид, пил, неорганічні домішки
Відкритий склад піску	1	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂
Відкритий склад коксу	1	Вентиляційна труба	Пальник газовий 4МП	Пил, неорганічні домішки, SiO ₂

Плавка чавуну проводиться у вагранках відкритого типу і супроводжується виділенням в атмосферу оксиду вуглецю, оксиду азоту, пилу, двооксиду сірки, вуглеводнів. Значним виділенням пилу супроводжується розвантаження і складування сипучих матеріалів, виготовлення форм і стрижнів, очистка литва. Крім того, при сушці стрижнів, в атмосферу попадає оксид вуглецю, оксиди азоту, фтористий водень, формальдегід, метан, акромін. Вибивка опок супроводжується не тільки значним виділенням пилу, а також виділенням оксиду вуглецю, двооксиду сірки, оксиду азоту і аміаку. Крім плавки чавуну на заводі проводиться плавка алюмінію. Плавка проводиться в електропечах. Для підігріву розплавленого алюмінію перед подачею на машину литва під тиском установлена газова піч.

В атмосферу виділяється пил, оксид азоту, оксид сірки, сірководень, хлористий водень, вуглеводні.

Характеристика існуючих установок очистки шкідливих викидів ливарного виробництва

У ливарному виробництві використовуються сучасні способи очистки викидів.

Суха інерційна очистка, мокра очистка, фільтрація і допалювання. Суха інерційна очистка використовується для очистки вентиляційних викидів від пилу, що виділяється від дробометальних камер і галтувальних барабанів.

Використовуються циклонні НПОГАЗ. ЦНП, ЦН-15. Ефективність пиловловлювання 83-87%. Димові гази, що виділяються від вагранок, очищуються горілками, від окису вуглецю і деякої кількості коксового пилу.

Ефективність допалювання приблизно 92%. Використовуються також апарати мокрої очистки газів ПВ-2К. Ці ж установки використані як другий ступінь очистки від пилу, що виділяється галтовочними барабанами. Першим ступенем служить циклон НІІГАЗ-ІІ.

Джерела виділення забруднюючих речовин (агрегати, установки, пристрої) малярного виробництва

Джерела виділення забруднюючих речовин (агрегати, установки, пристрої) малярного виробництва наведені у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Джерела виділення забруднюючих речовин

Агрегати, установки, пристрої	Кількість	Відвід забруднюючих речовин	Застосовувані газоочисні установки	Виділення забруднюючих речовин
1	2	3	4	5
Камера миття	2	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Луг
Сушарка газова	2	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Вуглецю оксид, азоту оксид
Камера ручного фарбування	10	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Аерозолі, фарби, пари розчинників
Камера пневматичного розпилення	10	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Аерозолі, фарби, пари розчинників
Установка безкамерного підфарбовування	6	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Аерозолі, фарби, пари розчинників
Установка сушіння після фарбування	6	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Аерозолі, фарби, пари розчинників
Загально обмінна вентиляція	2	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Аерозолі, фарби, пари розчинників
Камера промивання	2	Вентиляційна труба	Гідрофільтр	Масло мінеральне
Приміщення ліній фарбування	1	Аераційний ліхтар	Гідрофільтр	Сольвент

Технологічний процес малярного виробництва включає операції підготовки поверхонь, для нанесення лакофарбувальних матеріалів і сушки пофарбованих поверхонь.

Підготовка поверхонь може виконуватися як металевими, дробометалевими, абразивними матеріалами, так і хімічними методами, знежирення, травлення.

У фарбувальних цехах виконується промивання, у процесі якого виділяється

їдкий луг.

Для нанесення покриття на вироби використовуються генфталеві ґрунтовки ГФО119 і алкідно-акрилові емалі АС-182. Емалі і ґрунтовки розчиняються токсичними вуглеводневими розчинниками: сольвентом, уайт-спіритом, а при фарбуванні в електростатичному полі етилцелюзольвом.

Використовується невелика кількість нітроцелюлозних фарб. При фарбуванні виробів методом пневморозпилювання, занурювання, струменевого обливання, фарбування в електростатичному полі відбувається виділення аерозолу фарби та парів розчинників. Більше половини від загальної кількості парів розчинників виділяється при струменевому обливанні. Крім розчинників у малярному виробництві в атмосферу викидається оксид вуглецю та оксид азоту, що утворюється при сушінні виробів у сушильних камерах, що працюють на природному газі.

8.3. Запропоновані заходи із зменшення забруднення довкілля

Для забезпечення чистоти атмосферного повітря на ливарному і малярному виробництві необхідно:

- замінити вагранки на електропечі;
- сушильні камери фарбувальних виробництв обладнати адсорберами поглинання парів розчинників, а у перспективі замінити фарби на менш токсичні.

Утилізація відходів виробництва

У процесі машинобудівного виробництва одержується велика кількість різних відходів, які можна розбити на дві групи – основні і побічні.

Основні – відходи твердих матеріалів, які використовуються безпосередньо для виготовлення деталей машин. Це металеві відходи всіх видів, а також металомісткі відходи (окалина, шлаки, шлами), також неметалеві (дерево, пластмаси, гума). До цього переліку також необхідно віднести і виробниче сміття.

До побічних відходів відносяться речовини, які використовуються у технологічних процесах (попіл, абразиви, відходи дерева, мінеральна масла, ЗОР, відпрацьовані травильні розчини і електроліти, а також відпрацьовані гази). Технологічні процеси супроводжуються виділенням тепла, що теж є енергетичними відходами виробництва.

Використання вторинних сировинних ресурсів виробництва є важливим напрямком підвищення ефективності виробництва і зниження забруднення навколишнього середовища.

Відомі у наш час методи дозволяють утилізувати практично всі названі відходи. На жаль, далеко не всі методи поєднують у собі ефективність з економічністю і універсальністю. Тому у передових країнах ведуться інтенсивні роботи з удосконалення процесів переробки відходів виробництва.

Металеві відходи – металобрухт і металева стружка є головними відходами машинобудування. Процент використання металу виробництвом складає $\approx 70\%$. Є два шляхи утилізації металу відходів – повторне використання ділових відходів і переплавка стружки і лому, що не підлягає використанню.

На виробництві широко застосовують різні мінеральні масла, які використовуються для змазки механізмів, у гідросистемах, а також у технологічних процесах у якості ЗОР.

У процесі експлуатації мінеральні масла, що входять у склад ЗОР, втрачають свої властивості і підлягають заміні свіжими.

Регенерація відпрацьованих масел проводиться різними способами: рідинною екстракцією, термообробкою, ультрафільтрацією через мембрану.

Для регенерації розчинів, які використовуються у гальванічному виробництві використовують хімічні, фізичні, іонообмінні і електрохімічні методи.

Виробничі стічні води, методи їх очистки

Виробничими стічними водами називаються води, що використовуються промисловими виробництвами і підлягають очищенню від різних шкідливих включень. Забруднені стоки різноманітні за дисперсністю і агрегатним станом, можуть бути присутні у вигляді хімічних розчинів, колоїдних розчинів, у вигляді грубо дисперсних систем.

Виробничі стічні води характеризуються рядом параметрів: кількістю і фізико-хімічними властивостями розчинних, емульсованих речовин і речовин, що знаходяться у зволоженому стані; ступенем токсичності, жорсткістю, лужністю, кислотністю, органолептичними характеристиками (запах, колір, смак). Виробничі стічні води розділяються на умовно чисті (які можливо використовувати повторно) і брудні. Умовно чисті – це води від охолодження технологічного устаткування. Ці води охолоджуються у градирнях, очищуються від механічних забруднень і масел і повертаються на виробництво. Брудні води за складом залежать від типу виробництва. До раціонального вибору методу знезараження виробничих стоків їх класифікують за вмістом речовин, які у них знаходяться (органічні, неорганічні, змішані), їх концентрацією.

Для очистки стоків використовуються механічні методи, хімічні, коагуляція, флокуляція і фізико-хімічні (флотація, віддув, електрохімічні методи).

Для очищення води від твердих домішок використовуються гідроциклони. Для виділення із стічних вод високодисперсних мінеральних домішок і легких органічних речовин, які знаходяться у зваженому стані застосовуються відстійники і нафтовловлювачі. Ефективність відстоювання забруднених стоків можливо підвищити, виконуючи його двічі у каскадних відстійниках.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основним завданням дипломної роботи магістра було удосконалення та обґрунтування параметрів механізму приводу валкової жатки ЖВР-10, шляхом розширення її функціональних можливостей з можливістю навішування її на комбайн СК-5 «Нива».

Для цього у роботі пророблено ряд питань.

Перш за все проаналізовано особливості виконання операції збирання озимої пшениці машинами даного типу і виділено основні переваги та недоліки машин-аналогів.

Проведено обґрунтування основних параметрів жатки до зернозбирального комбайну СК-5, тобто технологічні та конструктивні розрахунки механізмів даного агрегату.

Внесено зміни у наявну конструкцію жатки ЖВР-10 та проведено ряд міцністних та перевіркових розрахунків.

У дипломній роботі спроектовано технологічний процес виготовлення однієї із основних деталей розробленого вузла машини.

Удосконалена жатка ЖВР-10 може використовуватися на укладання у валок як низьковрожайних хлібів (утворення здвоєних валків), так і на високоврожайних ділянках (утворення двох валків за один прохід).

Крім того застосування модернізованої жнивarki ЖВР-10 дозволить використовувати на збиранні озимої пшениці високопродуктивні комбайни.

Також проведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

У роботі проведено дослідження випробувань зернозбиральних комбайнів та аналіз працездатності молотильних барабанів.

У магістерській роботі також пророблено питання з охорони праці та охорони навколишнього середовища при роботі на зернозбиральних комбайнах та підприємствах сільськогосподарського спрямування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Великанов К.М. Расчет экономической эффективности новой техники. – 2-е издание .Москва. 1990. – 420 с.
2. Гражданская оборона /Под ред. Е.П. Шубина. М.: Просвещение, 1991.
3. Данильченко М.Г., Гладич Б.Б, Гевко Р.Б., та ін. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001.
4. Киркач Н.Ф., Баласонян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. – Х.: Основа. 1991.
5. М.И. Клецкин. Справочник конструктора с/х машин. Т3. М.: Машиностроение, 1969 р. – 430 с.
6. Матрин Ю.Н., Малахов И.Н. Выбор и оптимизация технико-экономических показателей машин. – Москва. 1987. – 140 с.
7. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. АН УРСР Г. С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1974. – 304 с.
8. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. В.Т. Павлице. – К.: Вища школа, 1993 р. – 556 с.
9. Резник Н.Е. Кормоуборочные комбайны. – М.: Машиностроение. 1980. – 375 с.
10. Справочник металлиста, том 2., под редакцией А. Г. Рахштадта, В. А. Брострема, М.: Машиностроение, 1976. – 717 с.
11. Сысолин П.В. Методы проектирования сельскохозяйственных машин для полеводства. – Киев: УМКВО, 1993.
12. Хайліс Г.А. Основи теорії і розрахунку сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – К.: Вид-во УСГА, 1992.
13. Цивільна оборона. Підручник / За редакцією полковника В.С. Франчука. – Видання 2-ге доповнене. – 2001. – 256 с.
14. Шейблін А.Е. Курсовое проектирование деталей машин – М.: Высшая школа, 1991.

15. Експлуатація машино–тракторного парку в аграрному виробництві. За редакцією проф. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993 – 286 с.
16. Машиновикористання в землеробстві. За редакцією проф. В.Ю. Ільченка і доц. Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996 – 382 с.
17. Методика розрахунку економічної ефективності в дипломних проектах по кафедрі „Машиновикористання в землеробстві”. Для студентів стаціонарної та заочної форми навчання факультету механізації сільського господарства за фахом 7.091902 – Мелітополь, ТДАТА, 2000 – 35 с.
18. Операционная технология возделывания зерновых культур: Справочник (Сост. Н.В. Сокоренко. Под ред. В.Ф. Сайко – К.: Урожай, 1990 – 312 с.
19. Пособие по эксплуатации машинотракторного парка. Под ред. Н.Э. Фере. Изд. 2-е – М.: Колос, 1978 – 256 с.
20. Технология производства продукции растениеводства. Под ред. проф. И.П. Фирсова – М.: Агропромиздат, 1989 – 432 с.
21. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. – Харків: ХДТУСГ, 2001 – 173 с.
22. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. – К.: Урожай, 1991 – 472 с.
23. Типовые нормы выработки и расхода топлива на тракторно - транспортные работы в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1989 – 384 с.
24. Річні звіти господарства за 2005...2007 роки.
25. Кучерявий В.П. Екологія. Підручник. – Львів. Світ. 2000. – 418 с.
26. Бабук В. В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: 1979. – 461 с.
27. В. В. Данилевский, Справочник молодого машиностроителя. М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.
28. Горбачевич А. Ф. и другие Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 288 с.
29. Справочник технолога - машиностроителя. В двух томах., Том 2., Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985 – 495 с.

30. Бондар О. Зернозбиральний голод // Пропозиція. – К.: 2006. – С. 108.
31. Войтюк В., Демко А., Демко О. Зернозбиральні комбайни – новий чи вживаний // Пропозиція. – К.: – 2006. – №4. – С. 114-117.
32. Гуков Я.С., Грицишин М.І. Наукові основи технічної політики в аграрному секторі України // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Г.: ННЦ ІМЕСГ УААН. – 2006. – №90 – С.4-15.
33. Коваль С., Іваненко І., Макушин Г. Альтернативний напрямок поновлення парку зернозбиральних комбайнів, як подвоїти їх продуктивність // Техніка АПК. – К.: – 2000. – № 10. – С. 111-112.
34. Кононеко М.П., Марченко В.В. Техніко-економічні аспекти використання зернозбиральних комбайнів // Агроном. – К. – 2006. – № 3. – С. 46-48.
35. Рижков О. Красномовне мовчання плюс гіркі зітхання – невже це й є вітчизняне комбайнобудування // Пропозиція. – К. – 2006. – № 4. – С. 104.
36. Смашнюк О.В. Аналітичне дослідження завантаження пересувних засобів технічного обслуговування й усунення несправностей зернозбиральних комбайнів // Механізація та ННЦ ІМЕСГ УААН. – 2006. – № 90. – 150 с.
37. Яременко В.В. Визначення технічних характеристик засобів діагностування гідравлічних приводів комбайнів // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Г.: ННЦ ІМЕСГ УААН, 2006. – С. 128–135.
38. 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.
39. 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.
40. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.

ДОДАТКИ