

„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 туковисівної секції
картоплесаджалки КСН-2**

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

напряму підготовки (спеціальності) 133

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

(підпис)

Славу́та Б.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Довбуш А.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Гевко Р.Б.

(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

Слауті Богдану Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____

Обґрунтування параметрів туковисівної секції

картоплесаджалки КСН-2

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 картоплесаджалки КСН-2, трактор МТЗ-80, продуктивність – 1,1 га/год, кількість рядів посадки – 2, робоча швидкість – до 10 км/год, робоче креслення деталі – кришка, річна програма випуску N=42000 шт., базовий технологічний процес.

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

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

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

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

1. Картоплесаджалка навісна. Технологічна схема. – 1А1. 2. Картоплесаджалка навісна. Складальне креслення. – 2А1. 3. Пристрій туковисіваючий. Складальне креслення. – 2А1.

4. Картоплесаджалка навісна. Кінематична схема. – 1А2. 5. Деталювання – 2А3.

6. Головка для свердління 3-х отворів. Складальне креслення – 1А1. 7. Кондуктор для свердління 3-х отворів. Складальне креслення – 1А1. 8. Наладка інструментальна – 1А1.

9. Аналіз НДС вала приводу – 1А1. 10. Дослідження конструкцій картоплесаджальних машин – 1А1.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання

21.06.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Славуа Б.Б.

_____ (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. Особливості вирощування та висаджування картоплі-----
- 1.2. Опис об'єкту розробки -----
- 1.3. Огляд машин аналогів-----
- 1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра-----
- 2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки**-----
- 2.1. Вибір параметрів картоплевисаджувального пристрою картоплесаджалки-----
- 2.2. Особливості розрахунків робочих органів саджалок для посадки пророщеної картоплі -----
- 2.3. Вибір параметрів катушкового туковисівного пристрою картоплесаджалки-----
- 2.4. Розрахунок приводних ланцюгових передач приводу висаджувальних і туковисівних апаратів картоплесаджалки -----
- 2.5. Розрахунок вала приводних коліс картоплесаджалки на міцність-----
- 2.6. Розрахунок підшипників вала ходових коліс-----
- 2.7. Вибір параметрів сошника -----
- 2.8. Розрахунок параметрів дисків для закривання борозни -----
- 2.9. Розрахунок вильоту маркера-----
- 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки**-----
- 3.1. Дослідження конструкцій картоплесаджальних машин.-----

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 4. Сапр сільськогосподарських машин**-----

| | |
|-----------|--|
| 4.1. | Завдання синтезу і аналізу САПР. Оптимальне проектування конструкцій----- |
| 4.2. | Розробка моделі об'єкту проектування----- |
| 4.3. | 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. | Економічні і організаційні напрямки підвищення технічного рівня і показників якості сільськогосподарських машин ----- |
| 6.2. | Визначення показників економічної ефективності удосконаленої конструкції картоплесаджалки----- |
| 6.3. | Розрахунок економічного ефекту від збільшення врожайності при використанні нової картоплесаджалки----- |
| 6.4. | Розрахунок сумарного економічного ефекту від використання модернізованої машини з врахуванням затрат на експлуатацію ----- |
| 7. | Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях ----- |
| 6.1. | Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці ----- |
| 6.2. | Вимоги техніки безпеки при роботі на картоплесаджальних машинах-- |
| 6.3. | Вплив атомної енергії на здоров'я людини ----- |
| 8. | Екологія ----- |
| 8.1. | Важливість охорони навколишнього середовища----- |
| 8.2. | Характеристика забруднень довкілля, що виникають при використанні картоплесаджалки КСН-2 ----- |
| 8.3. | Заходи зі зменшення забруднення довкілля ----- |
| | Загальні висновки ----- |
| | Перелік використаної літератури ----- |
| | Додатки ----- |

АНОТАЦІЯ

Завданням дипломної роботи є вдосконалення туковисіваючої секції двохрядної навісної картоплесаджалки КСН-2 шляхом введення в її конструкцію туковисіваючих апаратів, тукопроводів, сошників для внесення міндобрив в ґрунт та бункерів для туків з обґрунтуванням її параметрів.

Дипломна робота містить наступні розділи:

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування – у цьому розділі розглянуто питання вирощування картоплі в країнах світу і на Україні, характеристику умов вирощування, вимоги до умов вирощування, технологію і агротехнічні вимоги до умов вирощування, агротехнічні вимоги до посадки картоплі, розглянуто конструкції і основні параметри картоплесаджалок, роботу і будову базової картоплесаджалки.

2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки. Тут обґрунтовано зміни, внесені в конструкції базової картоплесаджалки, вибір параметрів висаджувального пристрою картоплесаджалки, вибір параметрів туковисівного пристрою; приведені розрахунки ланцюгових передач приводу висаджувальних і туковисівних пристроїв, вала приводного колеса картоплесаджалки на міцність, розрахунок підшипників вала привідного колеса, вибір параметрів сошника і борознозакривачів, маркера.

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки. В цьому розділі проведено дослідження конструкцій картоплесаджальних машин.

4. САПР сільськогосподарських машин – висвітлено підходи та методи проектування з використанням САПР, розроблено модель об'єкту проектування, проведено розрахунки НДС вала за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation.

5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі – спроектовано технологічний процес механічної обробки деталі та розроблено комплект технічної документації.

6. Обґрунтування економічної ефективності – визначено показники порівняльної характеристики базової і нової машини, проведено розрахунок економічного ефекту від збільшення врожайності при використанні нової картоплесаджалки.

Проведено розрахунок річного економічного сумарного ефекту від експлуатації нової машини, за строк служби машини – в порівнянні з базовою машиною.

7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях – розглянуто вимоги техніки безпеки при роботі на картоплесаджальних машинах, розглянуто вплив атомної енергії на здоров'я людини.

8. Екологія – розглянуто важливість охорони навколишнього середовища та характеристику забруднень довкілля, що виникають при використанні картоплесаджалки КСН-2.

ВСТУП

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва потребує постійного оновлення, вдосконалення техніки, збільшення її потужності, надійності і довговічності, забезпечення більш комфортельних умов роботи операторів.

Успішне вирішення цих задач потребує впровадження передових конструктивних і технологічних досягнень науки і техніки на стадіях проектування, експериментальних досліджень, виготовлення, експлуатації.

Отже, при виконанні дипломного проекту необхідно відобразити сучасний стан науково-технічного прогресу в сільськогосподарському виробництві в поєднанні з прогресивними прийомами агротехніки, інтенсивної технології виробництва сільськогосподарських культур, досягнень науки і техніки в сфері механізації і автоматизації робіт в рослинництві, а також у галузі сільськогосподарського машинобудування.

Необхідно вирішувати ряд інженерно-технічних, організаційно-економічних завдань, зв'язаних з конструктивними пошуками прогресивних рішень при розробці машини та її окремих елементів та систем управління. Студент повинен проявити свої творчі здібності в пошуках нових прогресивних рішень конструктивного та технологічного характеру, направлених на підвищення технічного рівня, покращення технологічних і якісних показників роботи машини в підвищенні її економічної ефективності.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Особливості вирощування та висаджування картоплі

Місце картоплі в народному господарстві, особливості вирощування, потреба картоплі в поживних речовинах

Картопля є цінним продуктом харчування людини. У ній міститься до 25% сухих речовин, в основному це крохмаль, вітаміни, білки, мінеральні солі й інші речовини. Рекомендованою добовою нормою споживання картоплі (300–400 г) забезпечується приблизно 10% фізіологічних потреб в калоріях людей, зайнятих фізично-корисною працею. Білки картоплі за своєю біологічною цінністю є вищими білків багатьох інших рослин. Найбільш багатую цінними харчовими речовинами та вітамінами є рання картопля.

Біологічні властивості. Кущі картоплі складаються з окремих стебелін. Їх кількість є різною в залежності від сорту, вологості, рівня ґрунтово-кліматичних зон, освітлення, величини картоплин, які висаджені. Із бруньок в підґрунтовій частині стебел виростають підземні ростки - столони, на кінцях котрих виростають картоплини. Коренева система картоплі – мичкувата. Основна маса коріння знаходиться у верхньому шарі ґрунту, на глибині приблизно до 70 см, причому переважно у розпушеному та родючому шарі.

Насіннєві картоплини являють собою змінене потовщене підземне стебло, яке перетворюється в орган запасу. При самому ранньому рості на насіннєвих картоплинах є маленькі листочки, що не розвиваються. У пазухах листочків закладаються бруньки, які знаходяться в стані спокою - по три і більше в кожному вічкові. Часто проростає тільки одна із бруньок.

Якщо росточки, що з'явилися обламати, то тоді проростають інші

бруньки. В більшості насінневих картоплин проростають бруньки не всіх вічок, а лише верхніх.

Якщо ж від'єднати верхню частину картоплини – проростають бруньки також нижніх вічок. Вічка можуть бути міленькими (поверхневими), середніми і глибокими. В господарському відношенні найбільш цінними вважаються міленько-вічкові картоплинки, які зручніше мити і чистити.

Картоплини різних сортів розрізняються за формою. По кольору вони бувають розові, білі, червоні, синьо-фіолетові, червоно-фіолетові, яскраві, а по кольору м'якоті - білі, жовті, кремові.

При проростанні на світлі на картоплинах з'являються короткі щільні темно-зелені паростки. В темряві виростають довгі, безбарвні та ламкі паростки.

Розводять картоплю зазвичай насінневими картоплинами. Можна звичайно розмножувати її також частинками картоплин з одним-двома вічками, відводками і паростками.

Картопля дуже світлолюбива рослина. В затінку, при слабкому освітленні стебла картоплин витягуються, листя жовтіє і відбувається деяка затримка росту картоплі. При сильному затіненні рослин відбувається різке зниження росту картоплі. В таких умовах утворюється лише гичка з витягнутими і тоненькими стеблами, а у ґрунті – лише довгі, білі столони з невеликим потовщенням на кінцях.

Поглинання сонячної енергії листям рослин залежить від розташування рядів. При направленості рядків з півночі на південь картопля рівномірно освітлюється протягом дня в порівнянні із західно-східним напрямком, а це приводить до збільшення урожайності та вмісту крохмалю в картоплі (на 1–2%).

Столоні і картоплини також можуть проростати і на поверхні ґрунту якщо накрити їх світлонепроникною плівкою. Цю здатність в майбутньому може бути широко використано в картоплярстві для вирощуванні ранньої

продукції і полегшення збирання врожаїв. В такому випадку немає потреби закопувати в ґрунт насінневу картоплю, її можна розкладати на поверхні ґрунту та накривати світлонепроникливою плівкою.

Картопля, яка призначена для зберігання після викопування, через декілька днів на сонці зеленіє, в ній утворюється хлорофіл. Крім того збільшується і вміст алкалоїду соланіну. Для насінневої картоплі таке озеленення є корисним, так як картоплини менше уражаються хворобами і не пошкоджуються гризунами при зберіганні. Картоплю, що використовують у харчуванні не слід озеленювати.

Картопля вважається рослиною прохолодного літа. Разом з тим вона є пластична і може вирощуватись в достатньо контрастних умовах. Картопля проростає за температури 7...8 °С, однак пробудження її бруньок починається при температурі 5 °С. Найбільш швидко проростання відбувається при температурі близько 20 °С. Однак, щоб уникнути широкого розповсюдження хвороб картоплю пророщують при 12...15 °С. Висаджування картоплин у недостатньо прогрітій ґрунт може викликати затримку появи сходів.

Найкращою температурою для росту надземної частини та цвітіння картоплі приблизно 21 °С. Бадилля ранніх сортів картоплі не переносить заморозків і пошкоджується уже за температури -1...2 °С. Оптимальною температурою для цвітіння вважають 16...22 °С. При більш високій температурі (28...35 °С) бутони та квітки опадають. Для нормального картоплеутворення найбільш вдалою є денна температура біля 18 °С і нічна 12...14 °С. [4]

Рослини картоплі використовують велику кількість вологи. Один кущ, залежно від сорту, температури повітря, вологості ґрунту, величини врожаю та інших причин випаровує за літо до 60–71 кг води. Для утворення 1 кг картоплин кожна рослина витрачає близька 80–100 кг води.

Особливо важливим є вчасно забезпечувати вологою під час інтенсивного утворення і росту картоплі, яке постає з моменту бутонізації. У

цей період вологість ґрунту повинна складати 70–85 % повної польової вологовмісткості. При більш високому значенні вологості спостерігається припинення картоплеутворення.

В кінці фази росту, коли гичка висихає і знижується приріст картоплин, потреба картоплі у вологості дещо знижується. Дощова погода затягує дозрівання картоплі, на картоплинах створюється дуже ніжна шкірка, яка легко пошкоджується у фазі збирання і вона погано зберігається.

Рослина картоплі більше споживає калію, трошки менше азоту, ще менше фосфату. Ця біологічна особливість є причиною того, що картоплю стали вважати калієлюбливою культурою і намагались внести під неї в першу чергу калійні добрива. Однак проведені дослідження показали, що на більшості ґрунтів найбільший врожай картопля дає при внесенні азотних та фосфатних добрив. Окрім основних елементів живлення, рослинам картоплі також необхідний кальцій, залізо, магній, бор й інші. [4]

Технологія вирощування картоплі і агротехнічні вимоги

Картоплю вирощують для продовольчих, кормових і технічних потреб. За розмірами площ посадки картоплі і валовими зборами наша країна займає провідне місце.

Картоплю садять, в більшості випадків, після зернових культур. Основним обробітком ґрунту вважається лушчіння стерні на глибину 5–8 см і зябова оранка на 27–30 мм з внесенням органічних добрив. [4]

Перед садінням проводять операції боронування, культивацію і повторне культивування через 6–10 днів.

Підготовка посадкового матеріалу полягає в сортуванні та відборі здорових бульб певних розмірів, а також яровізація.

Висаджують картоплю з міжряддями 60, 70, 90 см гребневим або напівгребневим способами з одночасним внесенням мінеральних добрив. Відстань між картоплинами в рядку складає 25–35 см, а глибина посадки в

залежності від типу ґрунту 8–12 см.

При догляді за насадженнями проводять боронування вздовж рядків до та після появи сходів, а також два–три міжрядних обробітки і підгортання. При цьому проводяться систематичні заходи боротьби з шкідниками та хворобами.

До основної і передпосівної обробок ґрунту використовують машини загального призначення: культиватори для суцільного обробітку, плуги, борони. Висадку виконують картоплесаджалками. Для догляду за посівними застосовують різні просапні культиватори, борони, машини та агрегати для захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів.

До машин для вирощування картоплі ставляться наступні агротехнічні вимоги.

Висаджувати картоплю слід у кращі агротехнічні терміни з суворим дотриманням норм садіння. Картоплесадильні машини повинні забезпечувати при рядковій посадці рівномірний розподіл бульб картоплі по довжині рядка та глибині загортання, висаджуючи на 1 га в залежності від сорту картоплі 50–70 тис. картоплин. Відхилення фактичних норм від загальної допускається до $\pm 2\%$.

Саджальні апарати не повинні пошкоджувати картоплю і обламувати більше 8 % паростків. Картоплесадилки повинні забезпечувати гребневий (в зонах з надмірним зволоженням) і безгребневий (в засушливих зонах) способи садіння.

Необхідним є суворе дотримання прямолінійності рядків та заданої ширини міжрядь.

При догляді за посівами необхідно дотримуватись оптимальних агротехнічних строків. Боронування сходів слід проводити рівномірно на глибину до 3–6 см. Необхідним є, щоб робочий захват культиваторів за міжрядного обробітку і підгортання точно відповідав робочому захвату висаджувальної машини. Захисна зона вибирається в межах 5–15 см.

Підживлювання рослин проводять одночасно з розпушуванням або підгортанням, причому міндобрива вносять з обох боків рядка на відстані 15–25 см від середини та на глибину 6–17 см. Відхилення фактичного значення внесення добрив від заданих норм допускається до 4–5 %. [4]

Агротехнічні вимоги до посадки картоплі

Вимоги до ґрунту та поля:

Підготовку ґрунту до висадки картоплі здійснюють згідно із загальними агротехнічними вимогами.

Вологість ґрунту повинна складати від 6 до 25 %, температура не нижчою за 7 С. Відсоток маси грудок розміром 50 мм в розсипчастому ґрунті складає не більше 10 %.

Поверхня поля повинна бути по можливості рівною та не мати звальних гребенів та розвальних борозен. Ухил поля допускається не більше 4°.

Наявність каменів розміром більше 150 мм не допускається. Загальна маса каменів у ґрунтовому шарі не більше 8 т/га.

Напрямок насаджень картоплі повинен співпадати з напрямком останньої оранки.

За браком вільних виїздів по краях поля, помічають вільну смугу шириною до 8 м та межі посадки.

Вимоги до посадкового матеріалу:

„Посадочний матеріал відсортовується від домішок і поділяються на фракції масою 30–50 г, 51–80 г, 81–120 г. У кожній фракції не повинно бути більше 0,5 % тіньових паростків і більше 0,5 % сторонніх домішок, а також більше 10 % картоплин суміжних фракцій”.

Посадка суміші допускається.

Найкращі результати висаджування дає застосування середньої фракції картоплин 51–81 г. У випадку використання дрібної фракції дільники у висаджувальних апаратах змінюються на широкі з пружинами-скидачками. [4].

1.2. Опис об'єкту розробки

Картоплесаджалка навісна двохрядна ложково-транспортного типу призначається для рядкової висадки пророслої і непророслої картоплі на дрібноконтурних ділянках в кооперативних, фермерських та власних господарствах. [7]

Картоплесаджалка може застосовуватись в усіх зонах вирощування картоплі, крім площ, які мають уклон більше 7°.

Картоплесаджалка забезпечує висадку картоплі на полях, вільних від каменів, та на полях, засмічених каменями розміром до 150 мм.

Картоплесаджалка може агрегатуватись з тракторами класу 0,6 (Т-25А, Т-3А, К-20), класу 0,9 (Т-40А / 42А), МТЗ-80, МТЗ-50.

Картоплесаджалка забезпечує виконання заданих показників при виконанні умов роботи та вимог експлуатації.

Будова і принцип роботи картоплесаджалки

„Картоплесаджалка складається з рами з приєднувальними елементами для агрегування з трактором і закріплених на ній двох посадочних секцій, які складається з ковша живлення, посадочних апаратів і закріплених на них бункерів, сошників і борознозакривачів. Посадочні секції з'єднані між собою валом з колесами і приводним валом посадочних апаратів. При зберіганні картоплесаджалки на вісь коліс з лівої сторони встановлюється опора.

Посадочні апарати приводяться в дію від коліс через ланцюгову передачу за допомогою механізму передач”.

Технологічний процес, який виконується картоплесаджалкою є наступним:

Після в'їзду агрегату на поле оператор опускає картоплесаджалку в робоче положення, бункери завантажуються картоплею, попередньо засипаною в мішки („у випадку посадки пророслих бульб останні повинні

бути в ящиках або корзинах невеликим шаром”).

Під час робочого ходу коліс через ланцюгову передачу приводяться в рух ланцюги з ложечками висадкових апаратів. Бульби картоплі самопливом та при допомозі заслінок-струшувачів подаються у ковші живлення і переміщуються в зону захоплення ложечок. При рухові транспортера ложечки підхоплюють бульби картоплі і переміщують їх у зону скидання і викидають в борозну, утворену сошником.

Закриття борозен виконується при допомозі підпружинених сферичних дисків, які знаходяться за сошником.

Рівень наповненості ковшів живлення здійснюється за рахунок переміщення заслінок; глибину висадки - установленням сошника по висоті при допомозі ланцюга; густоту посадки - перестановкою ланцюга на блоках зірочок; форму гребенів – шляхом зміни кута атаки дисків борознозакривачів.

Важелі та педалі управління в даної картоплесаджалки є відсутніми.

Переводиться картоплесаджалка з робочого положення в транспортне і навпаки за допомогою рукояткою управління навісної системи трактора.

Будова і робота складових частин картоплесаджалки. [7]

„Рама являє собою просторовий каркас утворений поперечним і вертикальним брусами. Рама призначена для установки робочих і службових органів картоплесаджалки. Бункер з ковшем живлення служить для розміщення картоплі та рівномірної подачі бульб до ложечок посадочного апарату. Посадочний апарат являє собою нескінченну стрічку з розміщеними в два ряди на ній ложечками.

Для зменшення кількості двійників бульб мілкої та середньої фракції між двома рядами ложечок встановлений змінний дільник з пружинами. Захоплені ложечками зайві бульби складаються у живильний ківш.

В задній стінці ковша живлення встановлена заслінка для виключення склепистих утворювань бульб картоплі в бункері”.

Для регулювання за висотою необхідного шару бульб картоплі в зоні захоплення їх ложечками, на передній стінці бункера встановлена заслінка.

Сошник призначається для розкриття борони. Сошник через рамку шарнірно кріпиться до кожуха посадкового апарату. Регулювання глибини ходу сошника відбувається круглоланковим ланцюгом, верхній рівень якого накинута на гачок, приварений до кожуха посадкового апарату.

Борознозакривач складається з рамки, півосей зі сферичними дисками та пружин. За рахунок зміни положення півосей при послабленому затискному болті відносно рамки досягається необхідна форма гребеню.

Для надійного наповнення ложечок бульбами картоплі й виключення викидання останніх посадковими апаратами висадку картоплі необхідно здійснювати при швидкостях, не вище за 7 км/год, крім того при збільшенні щільності посадки швидкість слід зменшити [7].

Таблиця 1.1 – Технічні дані і характеристики базової картоплесаджалки КСН-2 [12]

| Назва показника | Одиниця виміру | Значення |
|---|----------------|---------------------|
| Показники призначення | | |
| <i>Продуктивність:</i> | | |
| — за одну годину основного часу | га | 0,56–1,26 |
| — за одну годину експлуатаційного часу | | 0,28–0,63 |
| Робочі швидкості | км/год | 4,0–7,0 |
| Ширина захвату | м | 1,2; 1,4; 1,5; 1,8 |
| Міжряддя | м | 0,6; 0,7; 0,75; 0,9 |
| Маса, не більше | кг | 370 |
| Місткість бункерів | кг | 250 |
| Обслуговуючий персонал (без завантажування та навішування на трактор) | чол | 1 тракторист |

Продовження таблиці 1.1

| | | |
|--|--------------------|--------|
| <i>Габаритні розміри в робочому положенні:</i> | | |
| — довжина | | 1600 |
| — ширина | | 1760 |
| — висота | | 1200 |
| Транспортна швидкість, не більше | км/год | 20 |
| Ширина поворотної смуги, не більше | м | 8 |
| Оперативна трудомісткість до збирання машини на місці її застосування, не більше | чол., год | 0, 2 |
| Трудомісткість приєднання картопле-саджалки до трактора, не більше | чол. год | 0, 2 |
| Питомий розхід палива за час змінної роботи (для трактора Т-25), не більше | кг/га | 5,6 |
| Показники якості технологічного процесу (маса висаджу вальних бульб 30–80 г) | | |
| Щільність садіння (в залежності від міжряддя) | тис. бульб на 1 га | 25–70 |
| Точність садіння, не менше | % | 60 |
| Глибина садіння | мм | 40–150 |
| Кількість пошкоджених паростків (довжина не більше 10 мм) пророслих бульб | % | 20 |
| Показники надійності, строк служби | років | 7 |
| Середньозмінна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, не більше | | 0,1 |
| <i>Питома сумарна оперативна трудоміст.</i> | | |
| — усунення поломок | | 0,03 |
| — технічне обслуговування | | 0,09 |

Кінець таблиці 1.1

| Характеристика складових картопле- саджалки | | частин |
|---|-----|--|
| Бункер: — завантажувальна висота — завантажувальна ширина | мм | 1000 650 |
| Посадочний апарат: — тип — кількість ложечок на одному апараті | 40 | ложково-транспорт. 40 |
| Сошник: — тип — підвіска | | клиновидний індивідуальний радіальноштовх. |
| Борознозакривач: — тип — діаметр диска | мм | підпружинені сферичні диски 400 |
| Кількість ланцюгових передач | шт. | 3 |

1.3. Огляд машин аналогів

Картоплесадильними машинами можна виконувати гладке рядкове, гребеневе і напівгребеневе висаджування бульб з відстанню між рядами 70 і 90 см, лише регулюючи глибину закладування бульб і одночасно вносячи мінеральні добрива.

Картоплесаджалка СКМ-6 (рис. 1.1) – напівнавісна, шестирядна.

Призначається для гребеневого і гладкого рядового висаджування бульб непророщеної цілої або різаної картоплі з міжряддями 70 см та з одночасним дворядковим внесенням мінеральних добрив в борозни. Агрегатується з тракторами класу 3 тс. Можливе висаджування з відстанями між бульбами в ряду 20, 23, 25, 27, 30 і 32 см. Для цього вона комплектується змінними зірочками з числом зубів 14, 16 і 18. Основними вузлами картоплесаджалки є: рама, бункер, розділений перегородками з металу на три частини, шість вичерпувальних дисколожечкових апаратів з ворошилками та шнеками, шість туковисівних апаратів АТД-2, два опорних і два пневматичних колеса, сошники, що закладають диски з борінками, стабілізатор, два маркери дискові [4].

Під час роботи картоплесаджалки картопля з бункера по похилому дну при допомозі струшувачів і ворошил безперервно подається в живильний ківш. Величина подачі регулюється за допомогою заслінки. Шнеками бульби переміщуються до висаджувальних апаратів, захоплюються ложечками і утримуються затиском. У такому положенні вони переміщаються до скидання в сошник, у який поступають також і міндобрива. Борознозакриваючі робочі органи призначені для закривання борозни. Глибина ходу сошників регулюється копіювальним колесом. Стабілізатор (сталевий ніж з двома стійками) забезпечує прямолінійність руху машини. Привід робочих органів здійснюється від валу відбору потужності трактора.

Технічна характеристика картоплесаджалки СКМ-6

| | |
|--|---------|
| Ширина захоплення, м | 4,2 |
| Кількість рядів | 6 |
| Глибина посадки, см | до 20 |
| Робоча швидкість, км/год | 4,3-7,1 |
| Відстань між бульбами в ряду (регульована), см | 20-32 |
| Місткість бункерів, кг | 1200 |
| Місткість туковисіваючих банок, кг | 180 |
| Продуктивність за годину чистої роботи, га | 1,5-2,1 |

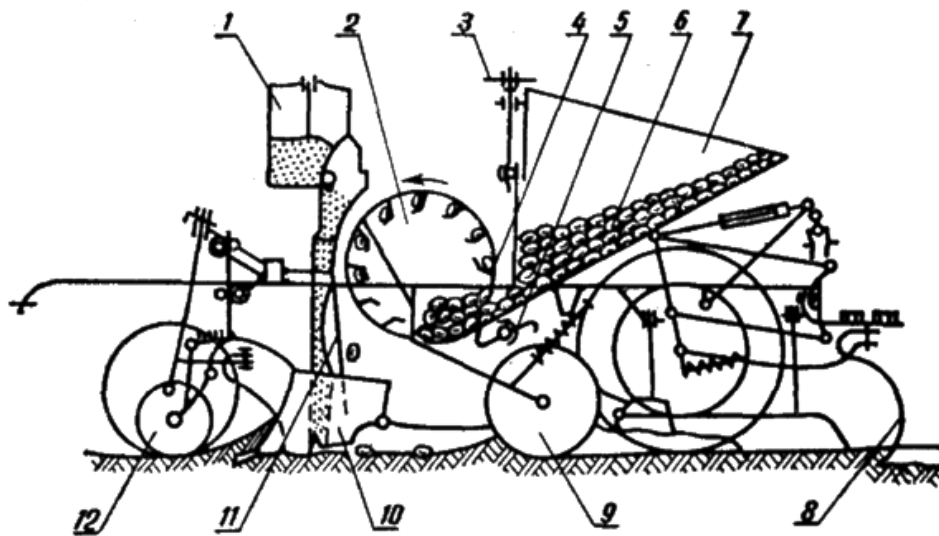
Габарити, мм:

| | |
|---------|------|
| довжина | 4950 |
| ширина | 4220 |
| висота | 1550 |

Завантажувальна висота бункерів, мм 1380-1450

Маса, кг 1780

Обслуговуючий персонал з трактористом 3



1 – туковисіваючий апарат, 2 – висаджуючий диск, 3 – штурвал заслінки,
4 – живильний ківш, 5 – ворошник, 6 – струшуючі заслінки, 7 – бункер,
8 – розпушувач сліду гусениці, 9 – борознозакриваючий диск, 10 – сошник,
11 – відбивач, 12 – копіювальне колесо сошника.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема саджалки СКМ-6

Картоплесаджалка чотирирядна напівнавісна СКС-4. Призначена для гребеневого або гладкого рядового висаджування неуровізованої картоплі з одночасним внесенням мінеральних добрив. Агрегатується з тракторами класу

1,4-3 тс. Основні вузли: „рама з причіпним пристроєм, металевий бункер з дерев'яною надставкою, дисково-ложковий висаджувачий апарат, ворошилки, шнеки, туковисіваючі апарати, сошники з гострим кутом входження в ґрунт, сферичні закладаючі диски, борінки, стабілізатор ходу машини, гідромаркер МГ-1, пневматичні ходові колеса, опорні металеві колеса, сигнальний пристрій, слідорозпушувачі, карданний привід і ланцюгові передачі”і.

Для посадки великих бульб (100-120 г) до машини додатково додається комплект спеціальних ложечок. Привід висаджувальних апаратів, шнеків, ворошилок і туковисівних апаратів проводиться від заднього незалежного або синхронного валу відбору потужності трактора. Глибина висаджування регулюється перестановкою копіювальних коліс висаджувальних секцій, а відстань між бульбами картоплі – заміною зірочок на приводі апарату. Для гребеневого висаджування застосовують сферичні диски, гладкого – ті ж диски з борінками.

Технічна характеристика картоплесаджалки СКС-4

| | |
|--|-----------|
| Ширина захоплення, м | 2,8 |
| Кількість рядів | 4 |
| Глибина посадки, см | до 18 |
| Робоча швидкість, км/год | 6-9 |
| Відстань між бульбами в ряду (регульована), см | 20-40 |
| Місткість бункерів, кг | 1200-1500 |
| Місткість туковисіваючих банок, кг | 96 |
| Продуктивність за годину чистої роботи, га | 0,8-1,47 |
| Габарити, мм: | |
| довжина | 4420 |
| ширина | 3620 |
| висота | 2090 |
| Завантажувальна висота бункерів, мм | 1170-1600 |
| Маса, кг | 1640 |
| Обслуговуючий персонал з трактористом | 3 |

Саджалка автоматична напівнавісна чотирирядна САЯ-4. Призначена для гребеневої або гладкої рядової посадки яровізованих, а також неяровізованих картоплин або різаних бульб при міжряддях 70 см. При звичайних умовах агрегатується з тракторами класу 1,4 тс, а у важких умовах – з тракторами 3 тс. Привід робочих органів картоплесаджалки і туковисівних апаратів здійснюється від валу відбору потужності трактора через редуктор і ланцюгової передачі. Працює на будь-яких ґрунтах, за винятком перезволожених, поливних земель і полів з поперечним ухилом, що перевищує 4°.

Картоплесаджалка складається із рами з причіпним пристроєм та чотирма колесами, двох бункерів з донними стрічковими транспортерами та живильними ковшами, чотирьох висаджуючих апаратів, автоматичних пристроїв, регулюючих товщину шару бульб картоплі в живильних ковшах, чотирьох плаваючих сошників і чотирьох пар дисків з борінками, що закладають борозну, гідромаркера МГ-1, навішуваного спереду трактора. Висаджувальні апарати складаються з штапованих ложечок, які змонтовані на втулково-роликівих ланцюгах.

Особливістю картоплесаджалки САЯ-4 є наявність пристроїв, які автоматично, по мірі витрат посадкового матеріалу, подають бульби з бункерів у живильні ковші. Відстань між бульбами картоплі в ряду регулюється змінними зірочками на приводі висаджувальних апаратів, а глибина висадки – перестановкою копіювальних коліс на секціях.

Технічна характеристика картоплесаджалки САЯ-4

| | |
|--|---------|
| Ширина захоплення, м | 2,8 |
| Кількість рядів | 4 |
| Глибина посадки, см | до 18 |
| Робоча швидкість, км/год | 3,9-7,4 |
| Відстань між бульбами в ряду (регульована), см | 18-39 |
| Місткість бункерів, кг | 250 |
| Місткість туковисіваючих банок, кг | 96 |

| | |
|--|-----------|
| Продуктивність за годину чистої роботи, га | 0,5-1,55 |
| Габарити, мм: | |
| довжина | 3900 |
| ширина | 3430 |
| висота | 1800 |
| Завантажувальна висота бункерів, мм | 1250-1350 |
| Маса, кг | 1380 |
| Обслуговуючий персонал з трактористом | 3 |

Картоплесаджалка КСН-90 навісна чотирирядна. Призначена для гребеневої та гладкої рядової висадки картоплі з міжряддями 90 см з одночасним внесенням мінеральних добрив. Агрегатується з тракторами класу 1,4 або 3 тс. Можливою є висадка відсортованої картоплі з відстанями між бульбами в рядках 20, 25, 30, 35 і 37 см за рахунок переустановки змінних зірочок в приводі висаджувальних апаратів картоплесаджалки.

Основними вузлами картоплесаджалки є: „брус з рамою, два бункери з живильними ковшами, вичерпуючі і туковисіваючі апарати, сошники, борознакриваючі робочі органи, що копіюють катки, опорні колеса, маркери, контрпривід і редуктор головного приводу”. Глибина ходу сошників регулюється при допомозі копіюючих катків. Привід робочих органів здійснюється від валу відбору потужності трактора.

Технічна характеристика картоплесаджалки КСН-90

| | |
|--|---------|
| Ширина захоплення, м | 3,6 |
| Кількість рядів | 4 |
| Глибина посадки, см | до 18 |
| Робоча швидкість, км/год | 4,8-6,3 |
| Відстань між бульбами в ряду (регульована), см | 22-42 |
| Місткість бункерів, кг | 360 |
| Місткість туковисіваючих банок, кг | 48 |

| | |
|--|------|
| Продуктивність за годину чистої роботи, га | 1,5 |
| Габарити, мм: | |
| довжина | 2500 |
| ширина | 3900 |
| висота | 1580 |
| Завантажувальна висота бункерів, мм | 1230 |
| Маса, кг | 995 |
| Обслуговуючий персонал з трактористом | 3 |

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Метою дипломної роботи є підвищення продуктивності садіння картоплі шляхом розширення функціональних можливостей базової картоплесаджалки КСН-2 з обґрунтуванням параметрів туковисівної секції.

У магістерській роботі розробляється питання удосконалення катушкового туковисіваючого пристрою картоплесаджалки, шляхом введення у її конструкцію туковисіваючої секції.

Базова картоплесаджалка навісна 2-х рядкова призначена для посадки картоплі на полях, де попередньо виконані всі передпосівні операції, включаючи попереднє внесення мінеральних добрив спеціальними машинами, при цьому міндобрива рівномірно розсіваються на поверхні поля.

Пропонуємо обладнати базову картоплесаджалку туковисіваючою секцією для забезпечення одночасно з посадкою картоплі також внесення мінеральних добрив. При цьому, враховуючи, що міндобрива будуть висіватися сошниками на задану глибину, у відповідності до глибини посадки картоплі двома смужками по обидві сторони поряд з рядком картоплі, ефективність використання міндобрив буде вища, так як міндобрива концентруються в зоні рядка, а не по всій поверхні поля, як у випадку внесення міндобрив при посадці картоплі

базовою картоплесаджалкою.

Отже, при посадці картоплі картоплесаджалкою, яка оснащена туковисіваючою секцією, з одночасним внесенням мінеральних добрив забезпечується збільшення врожайності картоплі при одній і тій же нормі висіву міндобрив в порівнянні з посадкою із застосуванням базової картоплесаджалки.

В даній конструкції картоплесаджалки привід всіх механізмів, включаючи туковисівні катушки і пристрій для посадки картоплі, здійснюється від опорно-привідних коліс. Враховуючи, що визначальними кінематичними параметрами є параметри що забезпечують задані норми посадки картоплі, то для того щоб визначитись з вихідними параметрами туковисівних пристроїв необхідно попередньо провести кінематичні розрахунки картоплесаджувального пристрою.

У дипломній роботі необхідно розглянути ряд питань.

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

Наступним етапом будуть розрахунки основних параметрів картоплесадильної машини, тобто технологічні та конструктивні обґрунтування основних робочих органів даного агрегату.

Далі – внесення змін у наявну конструкцію картоплесадильної машини та проведення усіх необхідних міцнісних та перевіркових розрахунків.

Необхідно провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

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

У роботі слід провести дослідження конструкцій картоплесаджальних машин.

У магістерській роботі необхідно проробити питання з охорони праці при роботі з картоплесадильною технікою, безпеки у надзвичайних ситуаціях та екології.

2. „ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ”

2.1. Вибір параметрів картоплевисаджувального пристрою картоплесаджалки

Основними вимогами, які ставляться до висаджуючих картоплю пристроїв є рівномірна подача та універсальність. Пристосування повинне забезпечувати подавання різного посадкового матеріалу: чистого і засміченого, цілу і різану картоплю, їх суміш, а також велику і мілку фракції картоплі, і пророщену.

В нашому випадку застосовуємо висаджу вальний пристрій ложково-стрічкового типу, який виконаний у вигляді транспортеру. Стрічковий транспортер встановлено на двох барабанах у діаметрі $D_1=D_2=110$ мм, міжосьова відстань складає $L=84$ мм. На транспортері розташовано 34 ложечки у 2 ряди, в шаховому порядку, ними картопля зачерпуються з живильного відділення бункеру і подається до сошника. Привідний вал транспортеру висадкового пристрою з'єднано з валом привідних коліс при допомозі ланцюгової передачі. Вал приводиться в обертання при допомозі ходових коліс, тобто подача картоплі висаджуючим пристосуванням залежить від частоти обертання ходових коліс.

Приймаємо передаточне число ланцюгової передачі від валу ходових коліс до привідного валу висаджуючого пристрою $i=1$, визначаємо кількість картоплі, яка буде висаджена висадковим пристосуванням за 10 оборотів ходового колеса розроблюваної картоплесаджалки, яка при цьому пройде шлях S , при цьому не враховуємо явище ковзання привідних коліс:

$$S = 10 \cdot 2\pi r_k, \quad (2.1)$$

де $r_k=465$ мм – радіус колеса картоплесаджалки.

$$S = 10 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,465 = 29,2 \text{ м.}$$

В цьому випадку ведучий барабан транспортеру прокручуватиметься на $n_{\bar{6}} = 10$ обертів і по барабану промайне стрічка транспортера довжиною L :

$$L = 2\pi \cdot r_{\bar{6}} \cdot n_{\bar{6}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,055 \cdot 10 = 3,45 \text{ м,} \quad (2.2)$$

де $r_{\bar{6}} = 0,055$ м – радіус приводного барабана.

Прийнявши крок розміщення ложечок на стрічках транспортера $t = 60$ мм, визначаємо кількість бульб картоплі n_k яку буде висаджено при цьому

$$n_k = \frac{L}{t} = \frac{3,454}{0,06} = 57,6 \approx 58 \text{ (картоплин)}. \quad (2.3)$$

Визначаємо загальну довжину гону на площі в 1 га при міжрядді 70 см.

$$L_{za} = \left(\frac{100}{0,7} + 1 \right) \cdot 100 = 14385,7 \text{ м.}$$

Визначаємо число бульб картоплі, яку буде висаджено на площі 1 га 1-им висаджу вальним апаратом

$$n_{za} = \frac{L_{za} \cdot n_{\bar{6}}}{S} = \frac{14385,7 \cdot 58}{29,2} = 28574 \text{ (картоплин)}. \quad (2.4)$$

Щоб забезпечити задану різну щільність висадки картоплі на 1 га визначимо передаточні числа ступіней ланцюгових передач від привідних опорних коліс картопле саджального агрегату до вала приводу висадкового апарата застосувавши при цьому змінні зірочки, які мають різну кількість зубів на проміжному валу ланцюгових передач. Дані зведемо у таблицю.

Таблиця 2.1 – Передаточні числа ступіней ланцюгових передач від приводних опорних коліс картоплесаджалки до вала приводу висадкового апарату

| Розрахунковий крок посадки | Розрахункова щільність посадки, тис. бульб на 1 га | | | Кількість зубів зірочок | | Максимальна швидкість посадки, км/год |
|----------------------------|--|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---------------------------------------|
| | Ширина міжряддя 700 мм | Ширина міжряддя 750 мм | Ширина міжряддя 90 см | На ведучому валу | На веденому валу | |
| 20 | 71,7 | 66,9 | 55,8 | 25 | 13 | 4 |
| 21 | 66,5 | 62,1 | 51,8 | 25 | 14 | 4,5 |
| 23 | 62,1 | 58 | 43,8 | 25 | 15 | 4,5 |
| 25 | 57,3 | 53,5 | 44,6 | 20 | 13 | 5 |
| 27 | 53,3 | 49,7 | 41,4 | 21 | 14 | 5 |
| 29 | 46,7 | 46,4 | 38,7 | 21 | 15 | 6 |
| 31 | 45,9 | 42,8 | 35,7 | 16 | 13 | 6,5 |
| 33 | 42,6 | 39,8 | 33,1 | 16 | 14 | 6,5 |
| 36 | 39,8 | 37,1 | 30,4 | 16 | 15 | 7 |
| 39 | 37,6 | 35,1 | 29,2 | 13 | 13 | 7 |
| 41 | 34,6 | 32,3 | 26,9 | 13 | 14 | 7 |
| 44 | 32,3 | 30,2 | 25,1 | 13 | 15 | 7 |

2.2. Особливості розрахунків робочих органів саджалок для посадки пророщеної картоплі

Пророщена картопля – хороший посадковий матеріал, який витримано на сонці і має ростки довжиною 2–3 см. При ручному і машинному висаджуванні таких бульб картоплі частина росточків обломується. Залежно від типу робочих

органів, що використані в саджалці абсолютне значення ломання ростків на одній картоплі (Δn) для конкретного агрегату є величиною відносно постійного значення, незалежно від того скільки росточків є на бульбі картоплі.

Загальне значення поломки ростків при машинному (або ручному) садінні виражається так:

$$\eta = \frac{\Delta n}{n_c} \cdot 100\% , \quad (2.5)$$

де: Δn – величина абсолютного значення поломки росточків на одній картоплині для вибраного типу машин;

n_c – середнє число росточків на одній картоплині вибраного сорту.

Тобто, ламання ростків прямо залежить від сорту картоплі, тобто від n_c . Самим оптимальним висадковим матеріалом вважають картоплю з середнім числом росточків – не менше як чотири. Значення Δn залежить лише від коректності вибору робочих органів садильного агрегату.

При проектуванні саджальних апаратів слід враховувати величину абсолютного значення ламання росточків при ручному способі посадки, яке приймається як максимально допустиме:

$$[\Delta n]_{\text{дог}} = 0,3 - 0,45,$$

тоді

$$\Delta n \leq [\Delta n]_{\text{дог}}.$$

2.3. Вибір параметрів катушкового туковисівного пристрою картоплесаджалки

Катушковий туковисівний пристрій являє собою корпус, в якому

встановлюється катушка з жолобками, муфта і розетка. Катушку насаджують на вал. Поряд з катушкою на валу розміщують муфту.

Катушку можна переміщувати в осьовому напрямі разом з валом до повного виходу її з корпусу. Шляхом переміщення валу можна змінювати робочу довжину катушки, яка міститься в корпусі. Таким чином можна регулювати кількість добрив, які слід висівати.

Кількість добрив, яку висіємо на 1 погонний метр, буде залежати від норми внесення міндобрив та ширини міжрядь знайдемо за формулою 1 стор. 269 [2].

$$m = \frac{Q \cdot a}{1000} \quad , \quad (2.6)$$

де Q – норма висіву міндобрив.

Відповідно до технічних вимог, які висувають до картоплесадильних агрегатів, розрахунки проведемо для ширини міжряддя $a = 70$ см.

$$m_{\max} = \frac{460 \cdot 70}{1000} = 17,7 \text{ г}.$$

Визначаємо масу добрив, що висіються одним висівним пристроєм за один оберт колеса картоплесаджалки, згідно залежності [2]

$$m_0 = \frac{m_{\max} \cdot \pi \cdot D}{2} = \frac{Q \cdot a \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{460 \cdot 93 \cdot 70 \cdot 3.14}{2 \cdot 1000} = 47 \text{ г}, \quad (2.7)$$

де $D = 930$ мм — діаметер ходового колеса картоплесаджалки.

Кількість добрив, що висіються одним апаратом за один оберт катушки (не враховуючи ковзання коліс) складатиме:

$$g = \frac{m_{\max} \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot i_0} = \frac{Q_a \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot 1000 \cdot i_0}, \quad (2.8)$$

де i_0 — передаточне число від висівного валу n_B до числа оборотів ходового колеса картопле саджального агрегату:

$$i_0 = \frac{n_s}{n_k}. \quad (2.9)$$

V_0 — є об'єм в см^3 , який займають мінеральні добрива, що будуть висіяні за один оберт катушки;

Приймаємо для мінеральних добрив $\gamma = 0,96 \text{ г/см}^3$, тоді формула 3 стор. 270 [2] виглядатиме так:

$$V_0 = \frac{Q \cdot a \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot 1000 \cdot i_0 \cdot \gamma}. \quad (2.10)$$

Робочий об'єм катушки:

$$V_0 = V_{ж} + V_a, \quad (2.11)$$

де $V_{ж}$ — об'єм жолобів висівної катушки;

V_a — об'єм активного шару мінеральних добрив висівної катушки.

Тоді розрахункова довжина катушки [2]

$$l = \frac{V_0}{f_{ж} + f_a} \quad (2.12)$$

де $f_{ж}$ — площа поперечного переріза жолобків катушки;

f_a — площа поперечного переріза активного шару катушки.

Приймаємо $f_a \approx 0,7 f_{ж}$, діаметр котушки призначимо по аналогії до висівних пристроїв зернових сівалок $l = 51$ мм і $f_{ж} \approx 5,7$ см² і взявши величину передаточного числа $i_0 = 1,1$ (стор. 270 [2]) одержимо:

$$l = \frac{Q \cdot a \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot 1000 \cdot i_0 \cdot \gamma \cdot 1,7 \cdot f_{ж}} = \frac{460 \cdot 70 \cdot 3,14 \cdot 0,93}{2 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 0,96 \cdot 1,7 \cdot 5,7} = 4,5 \text{ см.}$$

Приймаємо значення робочої довжини котушки в висівних пристроях рівною 50 мм.

2.4. Розрахунок приводних ланцюгових передач приводу висадкових і туковисівних апаратів картоплесаджалки

Для приводу висаджуючих і туковисівних апаратів картоплесаджалки використовується дві ланцюгових передачі. Перша – від валу, що приводиться в обертання ходовими колесами до валів приводу висаджуючих апаратів.

Друга – від вала приводу висаджуючого апарата до привідного валу туковисівного апарата.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунків ланцюгових передач

| Назва параметра | Величина | |
|--|----------------|----------------|
| | Перша передача | Друга передача |
| Кількість валів, W | 2 | 2 |
| Частота обертів ведучого вала, n, хв ⁻¹ | 53 | 47 |

| | | |
|---|---------------------|---------------------|
| Потужність на ведучих валах, N, кВт | 0,45 | 0,25 |
| Розрахунковий ресурс, T, год | 1500 | 1500 |
| Коефіцієнт динамічності (відношення максимального навантаження до номінального) | 1,3 | 1,3 |
| Умови експлуатації по запиленості | Запиленість повітря | Запиленість повітря |

Таблиця 2.3 – Розрахунок привідних роликкових ланцюгових передач

| Розрахункові параметри | Розрахункова формула | Величина | |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|
| | | Перша передача | Друга передача |
| Коефіцієнт корисної дії, η | Табл. 1 [15] | 0,92 | 0,92 |
| Потужність що передається N, кВт | $N_1 = \frac{N}{\eta}$ | 0,49 | 0,27 |
| Коефіцієнт рядності | Табл. 2 [15] | 1 | 1 |
| Коефіцієнт типу ланцюга, для ПР | Табл. 3 [15] | 1 | 1 |
| Коеф. регулюв. натягу ланцюга C_H | Табл. 4 [15] | 1 | 1 |
| Коефіцієнт валів, C_B | $C_B = 0,9W^{-2}$ стор. 11 [15] | 1 | 1 |
| Передавальне число передачі, i | i | 0,87 | 0,88 |
| Число зубів ведучої зірочки, Z_B | | 13 | 17 |
| Коефіцієнт впливу C_H | Табл. 5 [15] | 0,86 | 0,86 |

| | | | |
|--|---|--------------|-------|
| Число зубів веденої зірочки | | 15 | 15 |
| Граничне збільшення середнього кроку ланцюга $\Delta t_{\text{сер.}}, \%$ | ОСТ 23.2.54-82 | 3 | 3 |
| Ресурс еталонного ланцюга T_e , год | Табл. 6 [15] | 15000 | 15000 |
| Коефіцієнт довговічності | $C_D = \sqrt[3]{\frac{T_e}{T}}$ | 2,2 | 2,2 |
| Коефіцієнт машення C_c | Табл. 7 [15] | 0,3 | 0,3 |
| Розрахункова потужність N , кВт | $N_p = \frac{N_1}{c_p c_T c_M c_D c_u c_\beta c_c}$ | 0,65 | 0,36 |
| Таблична потужність | Табл. 8 [15] | | |
| <i>Для першої передачі</i> $t = 12,7$ мм $t = 15,875$ мм | | 0,41 0,66 | |
| <i>Для другої передачі</i> $t = 12,7$ мм $t = 15,875$ мм | | 0,4 0,64 | |

В запропонованій картоплесаджалці привод передається від вала ходових коліс, себто навантаження на обертання складових ланцюгової передачі будемо визначати в залежності від швидкості переміщення агрегата.

Розрахунки проводимо для найбільшого значення робочої швидкості $V = 7$ км/год або 116 м/хв. За один повний оборот ходового колеса картоплесадилка переміститься на шлях $S = \pi \cdot D_k = 3,14 \cdot 0,7 = 2,198$ м, де $D_k = 0,7$ м – діаметр ходового колеса.

За 60 об/хв швидкість саджалки складатиме

$$V_{(n=60)} = n \cdot \pi \cdot D_k = 131,88 \text{ м/хв.} \quad (2.13)$$

Отже, визначимо кількість обертів валу приводних коліс за швидкості руху $V = 7 \text{ км/год}$.

$$n = \frac{60 \cdot 116}{131,88} = 53 \text{ хв}^{-1}.$$

Потужність на привід висаджуючих і туковисівних апаратів беремо із результатів даних тензометричних випробувань.

З розрахунків наведених в таблиці слідує, що для ланцюга $t = 12,7 \text{ мм}$ заданий ресурс гарантовано лише для другої передачі. Прийmemo ланцюг з кроком $t = 15,875 \text{ мм}$, для якого гарантовано ресурс роботи для двох передач.

Оскільки для відкритих передач рекомендовано швидкість руху ланцюгів до 4 м/с , то уточнюємо ланцюга швидкість згідно формули стор. 15 [15]:

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000}. \quad (2.14)$$

для 1-ї передачі

$$V = \frac{13 \cdot 15,875 \cdot 53}{60 \cdot 1000} = 0,18 \text{ м/с} < 4 \text{ м/с};$$

для 2-ї передачі

$$V = \frac{15 \cdot 15,875 \cdot 47}{60 \cdot 1000} = 0,19 \text{ м/с} < 4 \text{ м/с}.$$

Оскільки умови із обмеження швидкості виконуються, то кінцево прийmemo ланцюг Пр–15,875–2300–1 згідно ГОСТ 13568-75.

2.5. Розрахунок вала приводних коліс картоплесаджалки на міцність

Схему вала зображена на рисунку.

Максимальне вертикальне навантаження на колесо:

$$N_{\epsilon} = \frac{1}{2}N_{к.с.} + \frac{1}{2}N_{\delta}, \quad (2.15)$$

де, $N_{к.с.}$ - навантаження від ваги картоплесаджалки $N_{к.с.} = 3600$ Н,

N_{δ} - навантаження від ваги завантаженої в бункер картоплі, за максимального завантаження, $N_{\delta} = 2500$ Н.

$$N_{\epsilon} = \frac{1}{2} \cdot 3600 + \frac{1}{2} \cdot 2500 = 3050 \text{ Н}.$$

Горизонтальне навантаження

$$N_{\epsilon} = \frac{1}{2}F_0 \cdot B \quad (2.16)$$

де, F_0 - питомий тяговий опір коліс садилки в Н/м $F_0 = 2150$ Н/м [2] стор. 337;

B – ширина захвата картоплесаджалки ($B = 1,40$ м).

$$N_{\epsilon} = \frac{1}{2} \cdot 2150 \cdot 1,4 = 1505 \text{ Н}.$$

Крутний момент на привід картоплесаджалки за максимальної швидкості садіння $V = 7$ км/год:

$$M_{кр.} = 125 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Оскільки колеса та опори розташовуються симетрично відносно середини привідного валу, то опорні реакції

в горизонтальній площині:

$$R_r = N_r = 1505 \text{ Н};$$

в вертикальній площині:

$$R_b = N_b = 3050 \text{ Н}.$$

Згинний момент в горизонтальній площині:

$$M_{32}^z = 1505 \cdot 45,0 = 6,7 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Згинний момент у вертикальній площині:

$$M_{32}^y = 3050 \cdot 45,0 = 13 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

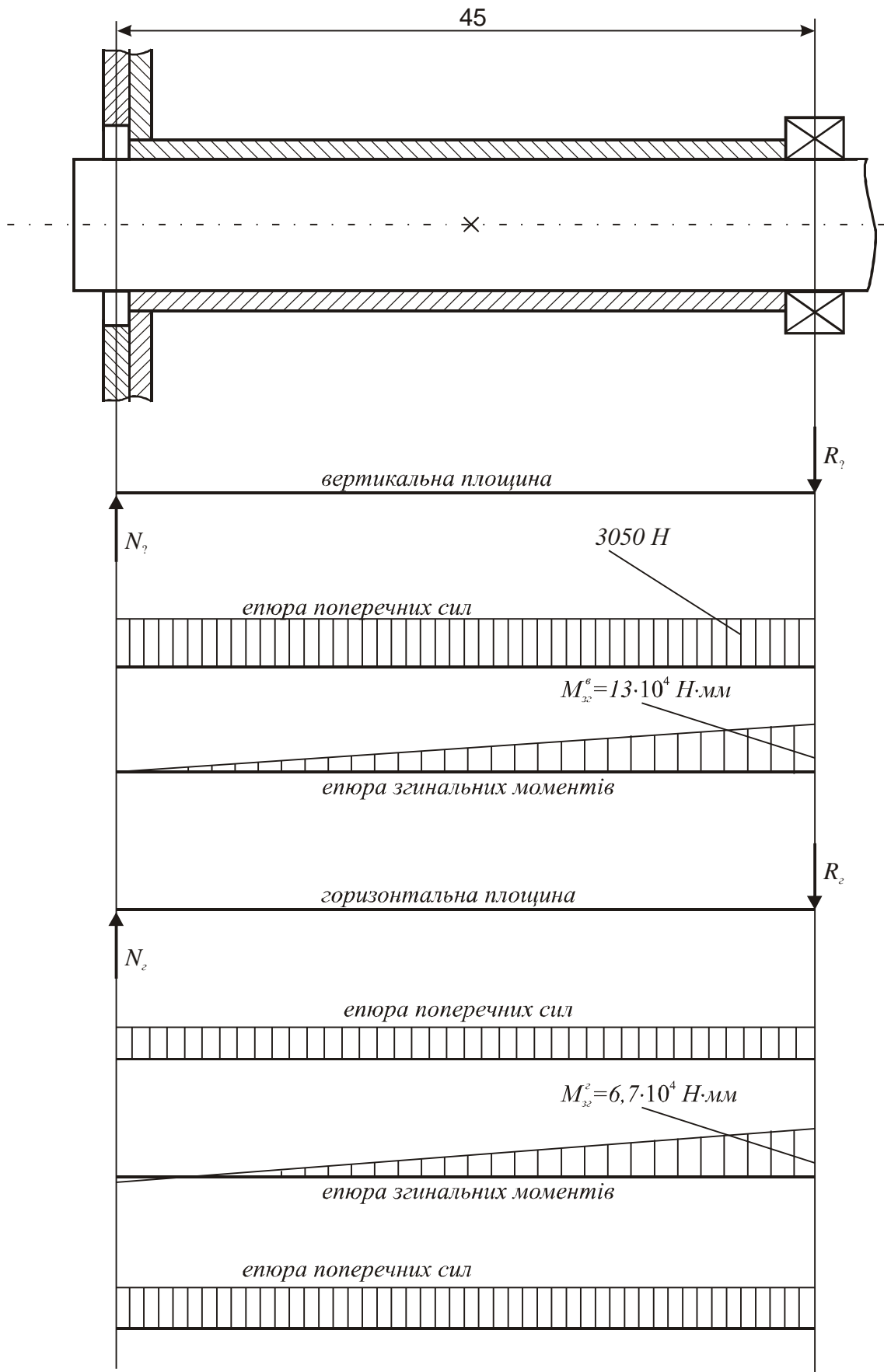


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема валу ходових коліс

Сумарний згинний момент

$$M_{3z} = \sqrt{(M_{3z}^z)^2 + (M_{3z}^6)^2} = \sqrt{(6,7 \cdot 10^4)^2 + (13 \cdot 10^4)^2} = 14,6 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм} . \quad (2.17)$$

Еквівалентний момент за III теорією міцності

$$M_{екв} = \sqrt{M_{3z}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{(14,6 \cdot 10^4)^2 + (12,5 \cdot 10^4)^2} = 19,2 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм} . \quad (2.18)$$

Діаметер валу під підшипниками [3]

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1[\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{19,2 \cdot 10^4}{0,1 \cdot 50}} = 33,6 \text{ мм} . \quad (2.19)$$

Прийmemo діаметер валу під підшипниками 35 мм.

Оскільки діаметр повинен відповідати розмірам найближчого внутрішнього посадочного місця під підшипник, то діаметер вала прийmemo $d = 35$ мм.

Матеріал для валу прийmemo Сталь 45, нормалізовану $\sigma_B = 610 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_T = 360 \text{ Н/мм}^2$.

Межа витривалості для Сталі 45 (формули 13,24 і 13,26) [3].:

При згині $\sigma_{-1} \approx 0,43\sigma_B = 0,43 \cdot 610 \approx 260 \text{ Н/мм}^2$; при крученні $\tau = 1 \approx 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 260 = 150 \text{ Н/мм}^2$.

Нормальні напруження для перерізу під підшипником (формула 13,27) [3].

$$\sigma_a = \sigma_{3z} = \frac{M_{3z}}{W} = \frac{14,6 \cdot 10^4}{4207} = 34,2 \text{ Н/мм}^2 , \quad (2.20)$$

де W – момент опору для круглого перетину табл. 13,2 [3]

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3.14 \cdot 35^3}{32} = 4207 \text{ мм}^3. \quad (2.21)$$

Дотичні напруження для перерізу під підшипником (формула 13.28) [3].

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M_{кр}}{2W_{\kappa}} = \frac{12,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 8414} = 8 \text{ Н / мм}^2, \quad (2.22)$$

де W - момент опору при деформації кручення (табл. 13,2) [3]

$$W = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{3.14 \cdot 35^3}{16} = 8414 \text{ мм}^3. \quad (2.23)$$

Значення еквівалентних коефіцієнтів концентрації напружень для сталі 45 з межею міцності менше 700 Н/мм^2 :

$$\kappa_{\sigma} = 2,4 ; \quad \kappa_{\tau} = 1,8.$$

Масштабні фактори для валу $d = 35 \text{ мм}$ (табл. 13.3) [3]:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,86 ; \quad \varepsilon_{\tau} = 0,74.$$

Коефіцієнти, які враховують постійну складову циклу для середньовуглецевих сталей (табл. 13.4) [3]:

$$\psi_{\sigma} = 0,2 ; \quad \psi_{\tau} = 0,1.$$

Коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями (формула 13.22) [3]:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{260}{\frac{2,4}{0,86} \cdot 34,2 + 0,2 \cdot 0} = 2,7. \quad (2.24)$$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_a + \psi_{\tau} \cdot E_m} = \frac{150}{\frac{1,8}{0,74} + 8 \cdot 0,1 \cdot 8} = 13,4. \quad (2.25)$$

Отже, міцність і жорсткість забезпечені.

2.6. Розрахунок підшипників вала ходових коліс

Перевіримо підшипник 688507 валу ходових коліс, який працює із змінним навантаженням. Кутова швидкість

$$\omega = 5,55 \text{ с}^{-1}.$$

Вертикальне навантаження складає $R_v = 3050 \text{ Н}$, горизонтальне $R_r = 1505 \text{ Н}$ (з попередніх розрахунків валу ходових коліс).

Величина сумарного навантаження на підшипник

$$R = \sqrt{R_v^2 + R_r^2} = \sqrt{3050^2 + 1505^2} = 3401 \text{ Н}. \quad (2.26)$$

Значення осьової сили, що виникає короткостроково при поворотах

складає 15 % від величини радіальної сили

$$F = 0,5R = 0,15 \cdot 3401 = 510 \text{ Н} .$$

Задана довговічність підшипника складає $L_n = 5000$ год.

Характеристики підшипника:

Радіальна і осьова вантажопідйомність табл. 27 [5].

$$C_z = 33,2 \text{ кН}; \quad C_{or} = 18 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт обертання приймаємо $V = 1$, при обертанні внутрішнього кільця підшипника. Коефіцієнт радіального навантаження $X = 0,56$, табл. 9 [5].

Коефіцієнт безпеки $\kappa_\sigma = 1,3$, табл. 9,4 [5].

Температурний коефіцієнт $\kappa_T = 1$, табл. 9,5 [5].

Визначимо відношення

$$\frac{R_a}{C_{or}} = \frac{510}{18000} = 0,02. \quad (2.27)$$

Згідно таблиці 9.2 [5] знайдемо коефіцієнт впливу осьового навантаження:

$$l = 0,18.$$

Коефіцієнт осьового навантаження $Y = 2,3$. По співвідношенню $\frac{R_a}{VR} < l$ по таблиці 9.1 [5].

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження:

$$R_E = V \cdot R \cdot \kappa_\sigma \cdot \kappa_T = 1 \cdot 3401 \cdot 1,3 \cdot 1 = 4421 \text{ Н} . \quad (2.28)$$

Визначимо величину динамічної вантажопідйомності:

$$C_{rp} = R_E \sqrt[3]{573\omega \frac{Lh}{10^6}} = 4421 \sqrt[3]{573 \cdot 5,55 \frac{5000}{10^6}} = 11056 \text{ H} < C_2. \quad (2.29)$$

Визначимо довговічність підшипника:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573\omega} \left(\frac{C_r}{R_E} \right)^3 = \frac{10^6}{573 \cdot 5,55} \left(\frac{32 \cdot 10^3}{4421} \right)^3 = 117368 > Lh. \quad (2.30)$$

Підшипник задовільняє вимоги як довговічності так і вантажопідйомності.

2.7. Вибір параметрів сошника

Для отримання борозен заданої глибини і укладання на їх дно бульб картоплі, які надходять з посадкових апаратів в картоплепосадочних машинах використовують сошники. В даній конструкції застосовано сошник з тупим кутом α входження в ґрунт.

Кут α — це кут входження сошників в ґрунт. Він повинен бути таким, щоб при рухові сошника було забезпечено різання ґрунту з ковзанням уздовж робочих поверхонь. Тобто повинна виконувалась умова (формула 31 [2]):

$$\alpha > 90^\circ + \varphi, \quad (2.31)$$

де φ — кут тертя ґрунту по сталі $\varphi = 14\text{--}35^\circ$ (в залежності від ґрунту).

Приймаємо $\alpha = 14^\circ$ згідно з [2].

Для роботи сошника без згромадження ґрунту кут γ (кут розкриття сошника в плані) повинен бути $\gamma < 90^\circ - \varphi$, формула 32 [2].

Приймаємо $\gamma = 45^\circ$.

2.8. Розрахунок параметрів дисків для закривання борозни

При гребневому способі садіння сошник відкриває борозну такої глибини, що верхня частина картоплини в борозні була на 5–6 см від поверхні поля (рис.2.2).

Глибина h садіння бульб повинна бути доведена до 12–14 см, а для цього потрібно щоб $v = 2h \cdot ctgV$ і також, запаси ґрунту в міжряддях повинні бути рівними об'єму гребеня, тобто

$$\&_{\text{сac}} = \&_{\text{abc}}, \quad (2.32)$$

Приймем, що диски встановлено вертикально і мають кут атаки α , тоді знаходимо площу перерізу борозни по формулі III ст. 54 [1].

$$F_{\text{б}} = \frac{2}{3} D_a \cdot a \sin \alpha = \frac{4}{3} a \sqrt{a(D-a)} \sin \alpha, \quad (2.33)$$

де D_a — хорда диска, яка відповідає глибині a , (глибину ходу дисків рекомендовано приймати 10–16 см) [1],

приймемо $a_{\text{max}} = 15$ см, $a_{\text{розр.}} = 14$ см, для диска діаметром 400 мм, при $a = 14$ см. $D_a = 37$ см.

Тоді

$$F_{\bar{\sigma}} = \frac{4}{3} \cdot 14 \sqrt{14(37-14)} \sin \alpha ; \quad (2.33)$$

$$F_{\bar{\sigma}} = 1604 \cdot \sin \alpha.$$

Прийmemo відстань між кромками дисків на поверхні поля $b_0 = 40$ см.

Визначимо площу гребеня при $h = 14$ см.

$$\&_{abc} = 0,25h \cdot b_0 \quad (\text{III } 55) \quad [1]$$

$$\&_{abc} = 0,25 \cdot 14 \cdot 40 = 140 \text{ см}^2.$$

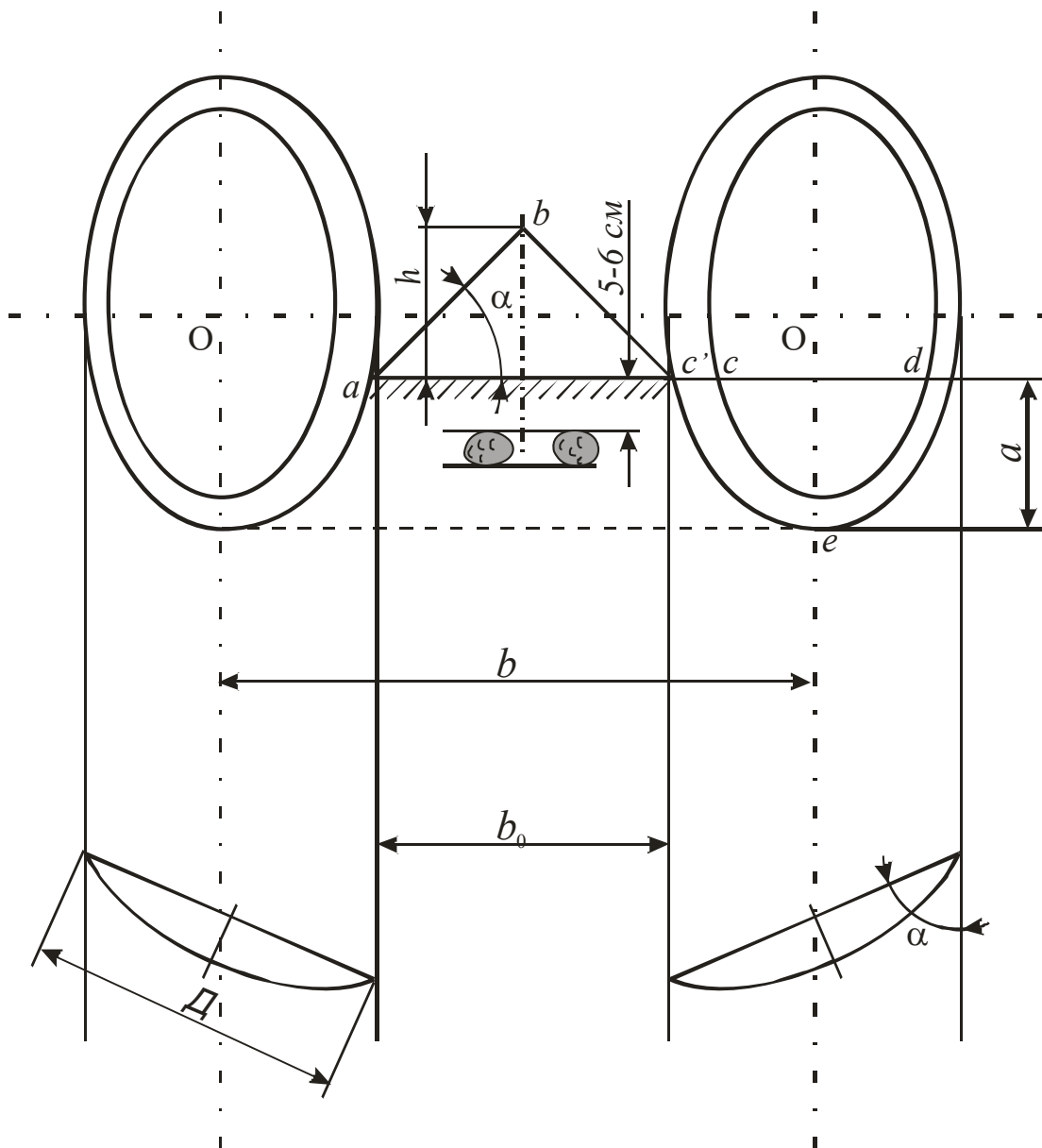


Рисунок 2.2 – Схема установки борнозакривачів

Визначаємо кут атаки α :

$$105 = 1604 \sin \alpha;$$

$$\sin \alpha = \frac{140}{1604} = 0,087.$$

$$\alpha = 5^\circ.$$

Тоді відстань між осями дисків:

$$b = b_0 + D_a \sin \alpha = 400 + 370 \cdot 0,087 = 432 \text{ мм.} \quad (2.34)$$

Для можливості утворення бажаної форми гребенів в конструкції борознозакривача передбачають можливість для зміни положення півосей кріплення дисків.

2.9. Розрахунок вильоту маркера

Щоб зберегти стикове міжряддя користуються маркерами. Посадковий апарат ведуть, направляючи його по сліду маркера правим колесом трактора. Для цього встановлюється 2-а маркери – правий і лівий.

Із схеми (рис.2.3) видно:

$$B = A + b_{СТ} = l_{np} + \frac{A}{z} + \frac{C}{2} = l_{лім} + \frac{A}{2} - \frac{l}{2}. \quad (2.35)$$

Звідси:

$$l_{np.} = \frac{A - c}{2} + v_{ст.}; \quad (2.36)$$

$$l_{лів} = \frac{A + c}{2} + v_{ст.}, \quad (2.37)$$

де A – відстань між крайніми сошниками,

C – відстань між ребордами коліс трактора,

$v_{ст.}$ – стикове міжряддя,

$l_{\text{пр.}}$ — довжина правого маркера,

$l_{\text{лів.}}$ — довжина лівого маркера.

Розрахуємо виліт правого та лівого маркера для міжрядь 60, 70, 75, 90 (см) при $C = 160$ см.

$$l_{\text{пр.}}(60) = \frac{60-160}{2} + 90 = 40 \text{ см} \quad l_{\text{лів.}}(60) = \frac{60+160}{2} + 90 = 200 \text{ см};$$

$$l_{\text{пр.}}(70) = \frac{70-160}{2} + 90 = 45 \text{ см} \quad l_{\text{лів.}}(70) = \frac{70+160}{2} + 90 = 205 \text{ см};$$

$$l_{\text{пр.}}(75) = \frac{75-160}{2} + 90 = 47,5 \text{ см} \quad l_{\text{лів.}}(75) = \frac{75+160}{2} + 90 = 215 \text{ см};$$

$$l_{\text{пр.}}(90) = \frac{90-160}{2} + 90 = 55 \text{ см} \quad l_{\text{лів.}}(90) = \frac{90+160}{2} + 90 = 215 \text{ см}.$$

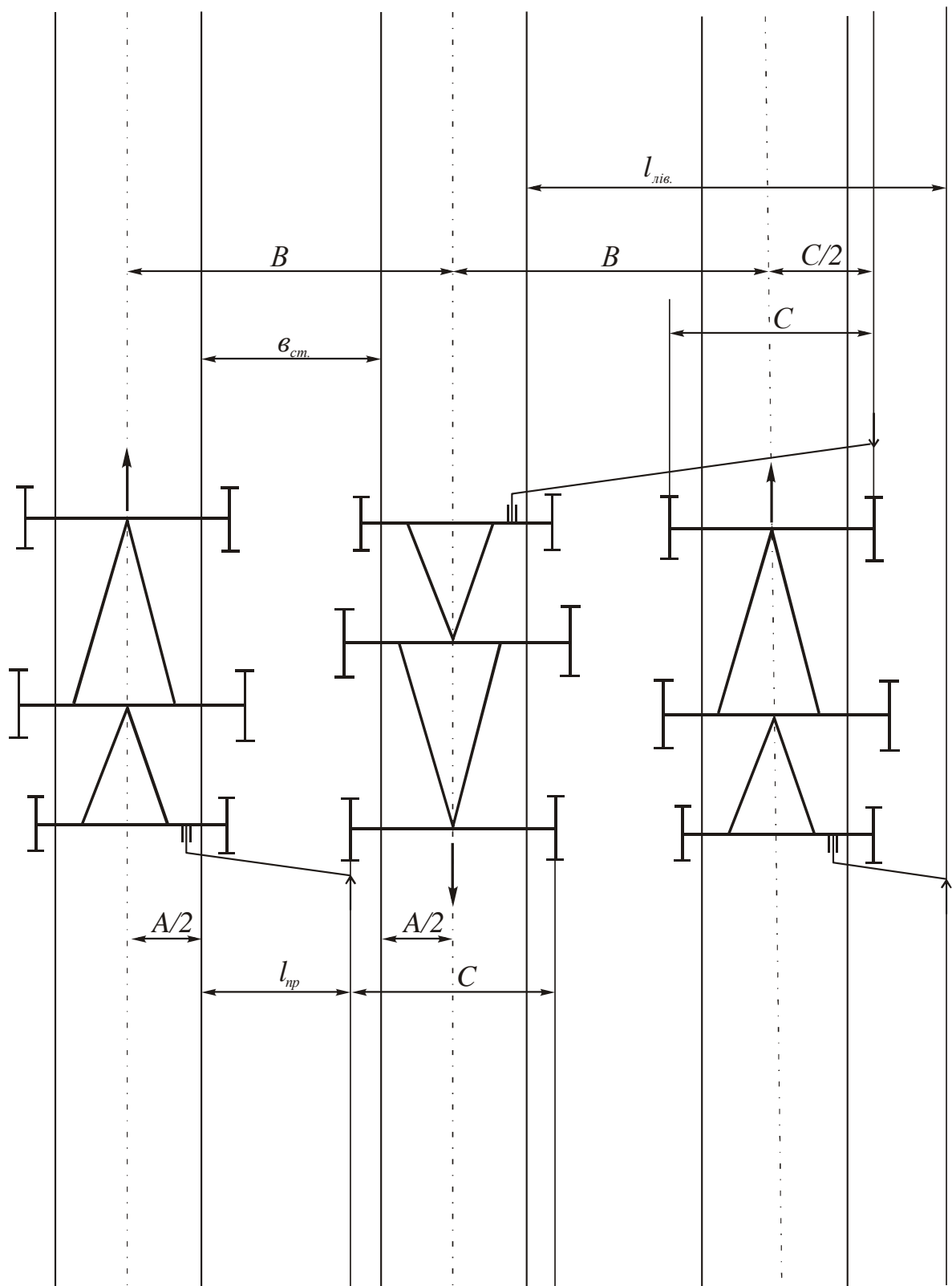


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку вильоту маркера

3. „ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ”

3.1. Дослідження конструкцій картоплесаджальних машин

Українські виробники сільськогосподарської техніки для агропромислового комплексу виготовляють доволі низькопродуктивні та прості за конструкціями картоплесаджалки. Такі агрегати призначені для посадки непророщених каліброваних бульб картоплі. Продуктивність вітчизняних картоплесаджалок знаходиться в межах від 0,2 га/год до 0,35 га/год [25, 26]. З їх допомогою можна посадити бульби картоплі в агротехнічні терміни на площах до 20 га. Однак українські виробники не змогли налагодити виготовлення картопле саджальної техніки для садіння картоплі на полях з великими площами. В Україні також не випускають картоплесаджалки для посадки пророщеної картоплі [27]. Замість цього на ринок постачається велику кількість машин для посадки картоплі, які різняться своїми конструктивними виконаннями, якістю проведення технологічного процесу садіння, продуктивністю та рядом інших показників. Тому надзвичайно важливим завданням є аналіз конструктивних особливостей цих машин з метою використання таких конструкцій робочих органів, які б забезпечували високі експлуатаційно-технологічні та агротехнічні показники роботи і які можна було б взяти за аналоги при розробці вітчизняних машин для посадки картоплі.

Вітчизняні машинобудівні підприємства переважно виготовляють дворядні картопле саджальні агрегати з елеваторними ланцюгово-ложковими саджальними апаратами – „КСТ-2” (ВАТ“Ковельсільмаш”), „КС-2”(ВАТ “Завод Львівсільмаш”), „КСН-2Л” (ПП Бартощук А.Г) та інші. Вітчизняні картоплесадилки є аналогічними за конструкцією і складаються з рам, бункерів у вигляді перевернутих зрізаних пірамід, ланцюгово-ложечкових садильних апаратів, механізмів навіски і приводу, сошників, опорно-привідних коліс, підгортачів, засобів для регулювань робочих органів (рис.3.1).



а)

б)

Рисунок 3.1 – „Картоплесаджалка з ланцюгово-ложковим садильним апаратом”:
а – картоплесаджалка „КСН - 2 Л”; *б* – ланцюгово-ложковий садильний апарат

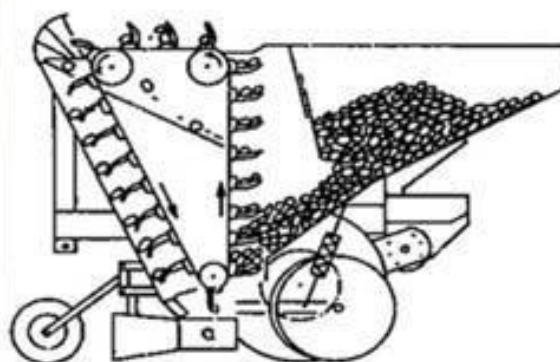
Привід саджальних апаратів відбувається від опорно-привідних коліс через ведучі зірочки, які монтуються на осі коліс. Опорно-привідне колесо в більшості випадків містить сектори зі шпичками, що кріпляться до маточини коліс. Крок посадки регулюється шляхом зміни діаметрів коліс. Конструктивно складні картопле саджальні агрегати серії „Marathon Jumbo”, „Marathon Super F” виробництва фірми „Cramer” оснащуються ланцюгово-ложечковими садильними апаратами з горизонтальними вітками, двома рядами ложечок та

формою опори ложечок у вигляді корка. (рис. 3.2).

Така конструкція садильного апарату забезпечить утворення однобульбового потоку посадкового матеріалу без використання додаткових механізмів (різного роду струшувачів або вібраторів стрічок елеваторів). “Зайві” бульби при проходженні ланцюговим контуром у горизонтальній вітці, під дією своєї ваги падають з ложечки і спадають по похилій площині в бункер [29].



a)



б)

Рисунок 3.2 – Садильний апарат картоплесадилок серії „Marathon”:

а – загальний вигляд; б – конструктивна схема картоплесадилки

Переважає більшість виробників сільськогосподарської техніки для вирощування картоплі на картоплесадилках облаштовують пасово-ложечкові садильні апарати (рис. 3.3). Вони складаються з кожухів та похилих гумовотканинних контурів, до яких прикріплені два ряди ложечок.



a)



б)

Рисунок 3.3 – Картоплесаджалка з пасово-ложечковим садильним апаратом:
a – картоплесаджалка „GL-36T”; *б* – пасово-ложечковий садильний апарат

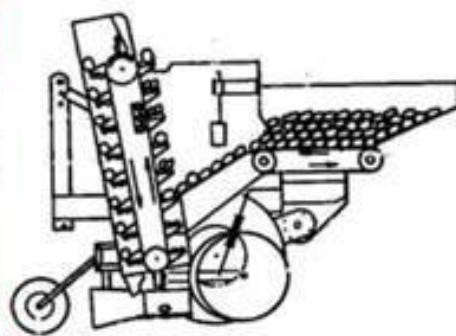
Верхня частина забірної вітки пасово-ложечкового транспортера облаштована активним струшувачем бульб картоплі з ложки (віброструшувач стрічки транспортера). Амплітуду струшування регулюють шляхом фіксації вібраторів в 3-х положеннях. У кожусі встановлюють ведені і ведучі барабани, що приводять в дію гумовотканинні стрічки. Ведені барабани облаштовані 2-а підпружиненими натягувачами.

З метою висадки бульб картоплі різноманітних фракцій картоплесадильні агрегати комплектують різними вкладишами ложечок, а також різними пасово-ложечковими стрічками. Привод садильних апаратів здійснюють від опорно-привідних колес при допомозі ланцюгових передач та механізмів для регулювання кроку посадки (відстань між картоплинами в рядку) [30].

Картоплесаджалки з пасово-ложечковими садильними апаратами використовують для посадки пророщеної картоплі. Це картоплесадильні агрегати „Junior Sperial F”, „Junior Sperial P”, (Cramer), „VL 20V”, „VL 20 RB”, „GL-34K” (Grimme) та ряд інших (рис. 3.4) [9, 30].



а)



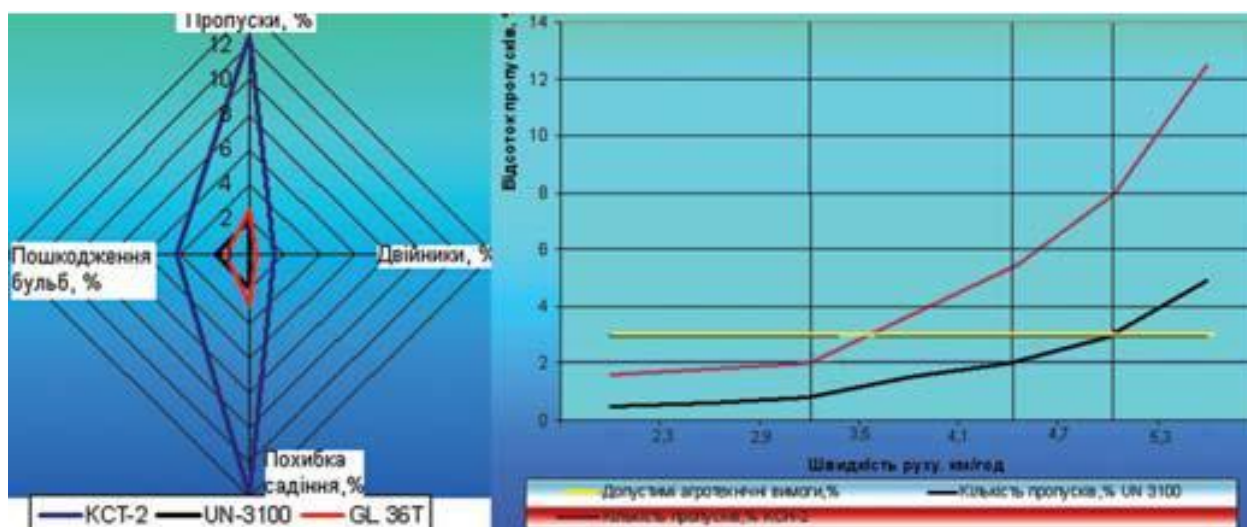
б)

Рисунок 3.4 – Картоплесаджалка для висаджування пророщеної картоплі:
а – картоплесаджалка „GL-34K”; б – конструктивна схема картоплесаджалки

Бункера картоплесаджалок для висаджування пророщеної картоплі оснащують рухомим дном у вигляді стрічкових транспортерів, які подають картоплини в живильник, з якого вони забираються ложечками саджального апарату. Рівень картоплин в живильнику контролюють датчиками, що вмикають і вимикають привод дна бункера.

Згідно результатів досліджень картоплесадильних агрегатів з різними садильними апаратами елеваторного типу „КСТ-2” та „UN 3100” і „GL-36T” ланцюгово-ложечкового типу з 1-м рядом ложечок виявлено, що картоплесадилки з пасово-ложечковими садильними апаратами забезпечують кращі експлуатаційні та агротехнічні показники забезпечення процесу висаджування в порівнянні з картоплесадилками, які оснащені ланцюгово-

ложечковими садильними апаратами (рис.3.5) [31].



a)

б)

Рисунок 3.5 – Показники якості посадки та зміни числа пропусків залежно від робочих швидкостей:

a – показники якості посадки; *б* – динаміка зміни пропусків від робочих швидкостей

При збільшенні робочих швидкостей руху картоплесадильного агрегату та поступальних швидкостей елеватора (він приводиться в рух опорно-привідними колесами) зростають значення динамічних сил взаємодії бульб картоплі з ложечками та з іншими картоплинами в бункері. Через це бульби картоплі втрачають рівновагу і не втримуються на ложечках, що відповідно приводить до зростання кількості пропусків.

З метою усунення негативного впливу від зростання поступальних швидкостей елеваторних садильних апаратів картоплесадилки оснащуються елеваторами з 2-а рядками ложечок. Це дає можливість подати більше число картоплин в зону посадки без суттєвого збільшення швидкостей елеваторів, а також підвищити робочу швидкість і відповідно продуктивність картоплесадильних агрегатів.

Садильні апарати елеваторного типу показують доволі хороші показники при садінні відкаліброваної картоплі середньої фракції. Якщо посадку проводити картоплинами великих фракцій або ж невідкаліброваною посадковою картоплею, тоді рівномірність розкладання і точність посадки дуже погіршуються.

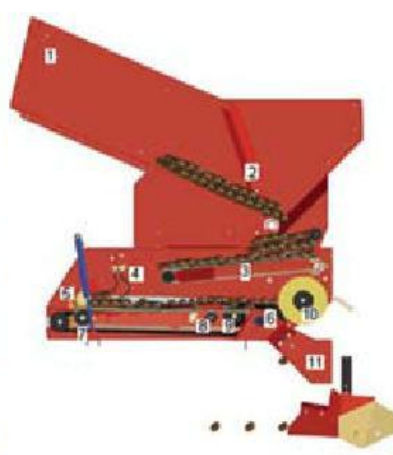
Для посадки великої і невідкаліброваної та пророщеної бульби картоплі світові виробники техніки рекомендують картоплесадильні агрегати з пасовими та стрічково-шипованими садильними апаратами, які майже не пошкоджують картоплини під час висаджування.

Фірми „Miedema” (Нідерланди) та „Agronomic” (Франція) пропонують картоплесадилки з пасовими висаджувальними апаратами типу „Structural”, фірма Grimme – „GB 215”, „GL-42T”, „GL-44T”. (рис. 3.6) [30, 32, 33].

При садінні картоплесаджалками картоплини з бункеру 1 поступають на подаючі транспортери 3. Подачу бульб картоплі регулюють обмежувальною заслінкою 2. Кутувій датчики 4 можуть контролювати подачу на пасовий механізм 6 садильного апарату потрібну кількість бульб. Якщо ж на пасовому механізмі 6 виявиться забагато картоплин, тоді при допомозі системи керування зменшується швидкість руху полотна подаючого транспортеру, а якщо ж мало картоплин – швидкість збільшується.



а)



б)

Рисунок 3.6 – Картоплесаджалка з пасовим садильним апаратом:

a – картоплесаджалка „GL-44T”; *б* – схема пасового садильного апарату

Пасовими транспортерами картоплини спрямовуються до роликів 10 з поролону, які подають їх в борозну. На пасових транспортерах картоплини розміщуються в один ряд. Вібраційний штрушувач 8 рівномірно розміщує картоплини на пасах і запобігає їх нагромадженню. Зайві картоплини потрапляють на „ребристий” транспортер 7 і потрапляють знову до ролика 5, що призначений для переміщення посадкового матеріалу на пасовий механізм.

Керування усього технологічного процесу проводить оператор з кабіни трактора, а щільність висаджування контролює бортовий комп’ютер та лічильник 11. Картоплесаджалка оснащується механізмом автоматичного вирівнювання садильного апарату на спусках та схилах.

Для висаджування пророщених бульб картоплі фірма „Miedema” (Нідерланди) розробила та випускає картоплесаджалки „Struckural 20” (рис. 3.7), „Struckural 20” з пасовим саджальним апаратом, що складається з таких механізмів: стрічковий подаючий транспортер, пасова ложа, клапан та система керування та контролю. Посадкові бульби із бункера 1 поступають на стрічковий транспортер 2, який призначений для переміщення постійної кількості бульб на пасове ложе 4. Оптимізація кількості картоплин відбувається при допомозі рухомих клапанів 3, які призначені для перемикання мікроперемикачами електромагнітних муфт привода подаючого транспортеру, відновлюючи або припиняючи подавання бульб картоплі.

Пасове ложе виконане у формі жолоба і складається з пасів. Паси ложа рухаються у взаємно протилежних напрямках. Крайні паси ложа рухаються в напрямі пластикового ролика, а середні – у зворотній бік, формуючи правильний ряд картоплин. М’який пластиковий ролик 5 витісняє картоплини на поле у зроблену борозенку.



a)



б)

Рисунок 3.7 – Картоплесаджалка типу „Structural”:

a – загальний вигляд „Struckural 20”; *б* – конструктивна схема картоплесаджалки

Згідно даних виробників, картоплесаджалки з пасовими садильними апаратами здатні здійснювати технологічний процес на високих швидкостях – до 10-12 км/год.

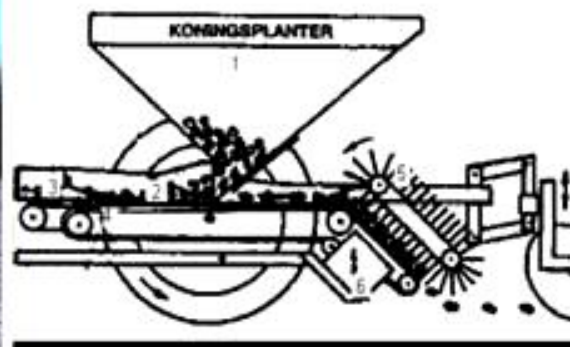
Стрічково-шипований садильний апарат картоплесадилки „Koningsplanter” (NP Koning, Нідерланди) складається з таких елементів: рама, бункер, широкий стрічковий транспортер, конічні диски, вузькі транспортери, прогумовані диски і пальчикові транспортери (рис. 3.8) [34].

З бункера 1 картоплини потрапляють на широкий транспортер 2, далі бульби переміщуються на конічні диски 3. Диски, які обертаються, подають картоплю до вузьких транспортерів 4, що переміщуються у протилежному напрямі. Кутові швидкості конічних дисків є більшою від швидкостей руху вузьких транспортерів, в результаті чого бульби більш щільно нагромаджуються на вузьких транспортерах. Картоплини потрапляють між внутрішню і зовнішню вібруючою стінки вузького транспортеру, де формується ряд картоплин, що потім попадають під гумовий транспортер 5 пальчикового типу та рівномірно саджаються в борозенку. Сошники 6 картоплесадилки здійснюють вертикальний

рух з метою ущільнення ложа бульб.



а)



б)

Рисунок 3.8 – Картоплесаджалка типу „Koningsplanter”:

а– загальний вигляд; б – конструктивна схема картоплесаджалки

Висновки. Згідно результатів досліджень та аналізу конструкцій картоплесадильних машин виявлено, що для висаджування непророщеної картоплі на площах понад 20 га доцільним є використання картопле саджальних агрегатів з елеваторними пасово-ложечковими садильними апаратами, які мають кращі агротехнічні, експлуатаційні та технологічні показники чим картоплесадильні агрегати з ланцюгово-ложечковими апаратами. Для розробки вітчизняної картоплесадильної техніки за аналоги варто використовувати картоплесадильні агрегати фірми „Grimme”. Проектуючи машини для висаджування великої невідкаліброваної або пророщеної картоплі варто враховувати досвід таких провідних фірм-виробників, як „Miedema”, „Grimme” та „NP Koning”.

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Завдання синтезу і аналізу САПР. Оптимальне проектування конструкцій

Проектування — складний і важко формалізований процес, об'єднуючий такі важливі процедури, як синтез структури, вибір параметрів елементів, аналіз і ухвалення рішення. Особливо важлива початкова стадія проектування, коли вибираються ефективний фізичний принцип дії, раціональне технічне рішення і визначаються оптимальні значення параметрів.

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

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

Процедури синтезу діляться на процедури структурного і параметричного синтезу.

Пошук раціонального технічного рішення при вибраному фізичному принципі дії здійснюється методами структурного синтезу. Визначення оптимальних значень параметрів елементів технічної системи відомої структури представляє собою завдання параметричного синтезу, або параметричній оптимізації.

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

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

Процедури аналізу діляться на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.

При одноваріантному аналізі задані значення внутрішніх і зовнішніх параметрів, потрібно визначити значення вихідних параметрів об'єкту. Зручно використовувати геометричну інтерпретацію цього завдання, пов'язану з поняттям простору внутрішніх параметрів; це n -мірний простір, в якому для кожного з n внутрішніх параметрів x_i виділена координатна вісь. При одноваріантному аналізі задається також деяка точка в просторі внутрішніх параметрів і потрібно в цій точці визначити значення вихідних параметрів. Подібне завдання звичайно зводиться до однократного вирішення рівнянь, що складають математичну модель, що і обумовлює назву даного виду аналізу.

Багатоваріантний аналіз полягає в дослідженні властивостей об'єкту в деякій області простору внутрішніх параметрів. Такий аналіз вимагає багатократного вирішення систем рівнянь (багатократного виконання одноваріантного аналізу).

Синтез називається оптимізацією, якщо визначаються найкращі в заданому значенні структура і значення параметрів. При розрахунках оптимальних значень параметрів при заданій структурі говорять про параметричну оптимізацію. Завдання вибору оптимальної структури називають структурною оптимізацією.

Постановка завдання оптимізації має змістовний сенс тільки у тому випадку, коли з'являється необхідність вибору одного з конкуруючих варіантів, отриманих при обмеженості ресурсів. Технічне проектування завжди ведеться в умовах жорстких обмежень на матеріальні, енергетичні, тимчасові та інші види ресурсів. В той же час засоби САПР дозволяють виконати розробку декілька

альтернативних варіантів, тому остаточний вибір технічного об'єкту (ухвалення рішення) необхідно проводити з врахуванням вироблених правил переваги на підставі встановлених критеріїв. Вибір критерію є одним з важливих етапів постановки завдання оптимізації, оскільки всі подальші дії направлені на пошук об'єкту, найбільш близького до оптимального по вибраному критерію.

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

Вибір цільової функції носить суб'єктивний характер, і тому об'єкт може бути оптимальний тільки в сенсі даного критерію.

У більшості підходів до оцінки технічного об'єкту прийнято орієнтуватися на еталонні зразки, на думку провідних фахівців галузі (експертні оцінки) або на техніко-економічні показники, визначувані технічним завданням (ТЗ) на проєктування. При підготовці ТЗ зазвичай враховуються досягнення, отримані в світовій практиці, а також в тій чи іншій мірі експертні оцінки, тому більш об'єктивною слід вважати орієнтацію на ТЗ. Якнайповніша оцінка проєктних рішень може бути виконана на основі аналізу техніко-економічних показників з врахуванням вимог, що сформульовані в ТЗ.

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

До вихідних параметрів, що визначають якість автомобіля або трактора, можна віднести тягові і швидкісні характеристики, показники розгону і

гальмівної динаміки, управління і стійкості, комфортабельності, витрата палива, кількісний і якісний склад забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу з вихлопними газами, і багато інших.

Значення цільової функції може зростати або спадати із збільшенням якості вихідного параметра, тому в першому випадку необхідно шукати максимум, а в другому — мінімум цільової функції.

Кожна з складових вектор Y вихідних параметрів залежить від безлічі внутрішніх параметрів проектного об'єкту. Слід зазначити, що значення деяких внутрішніх параметрів призначаються і не підлягають зміні. До таких параметрів, наприклад, можна віднести параметри уніфікованих елементів або ті з них, значення яких обумовлені в технічному завданні на проектування. Решта параметрів можна вибрати, орієнтуючись на прототипи з врахуванням власного досвіду і оцінки можливих перспектив розвитку конструкцій подібних об'єктів.

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

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

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

оптимізації.

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

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

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

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

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

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

Часткові критерії можуть застосовуватися у випадках, коли серед вихідних параметрів можна виділити один основний параметр $Y_i(X)$, що якнайповніше відображає ефективність проектованого об'єкту; цей параметр приймають за цільову функцію. Різні групи і категорії транспортних і тягових засобів дуже сильно відрізняються за призначенням (наприклад, трактори, вантажні автомобілі і спортивні автомобілі), тому для них в якості вихідних параметрів, застосованих як цільова функція, можуть бути і вантажопідйомність, і витрата палива, і динамічні якості, і багато інших. Умови працездатності об'єкту по решті

всіх вихідних параметрів відносять при цьому до функціональних обмежень. Оптимізація на основі такої постановки називається оптимізацією по частковому критерію.

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

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

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

В цьому випадку цільова функція згортання матиме вигляд:

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

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

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

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

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

$$\min F(X).$$

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

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

типу рівності

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

типу нерівностей

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

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

Вибір методу рішення залежить від способу постановки завдання оптимізації.

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

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану вала приводних коліс картоплесаджалки від зусиль, що діють на нього.

За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створюємо твердотільну модель вала (рис. 4.1).

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

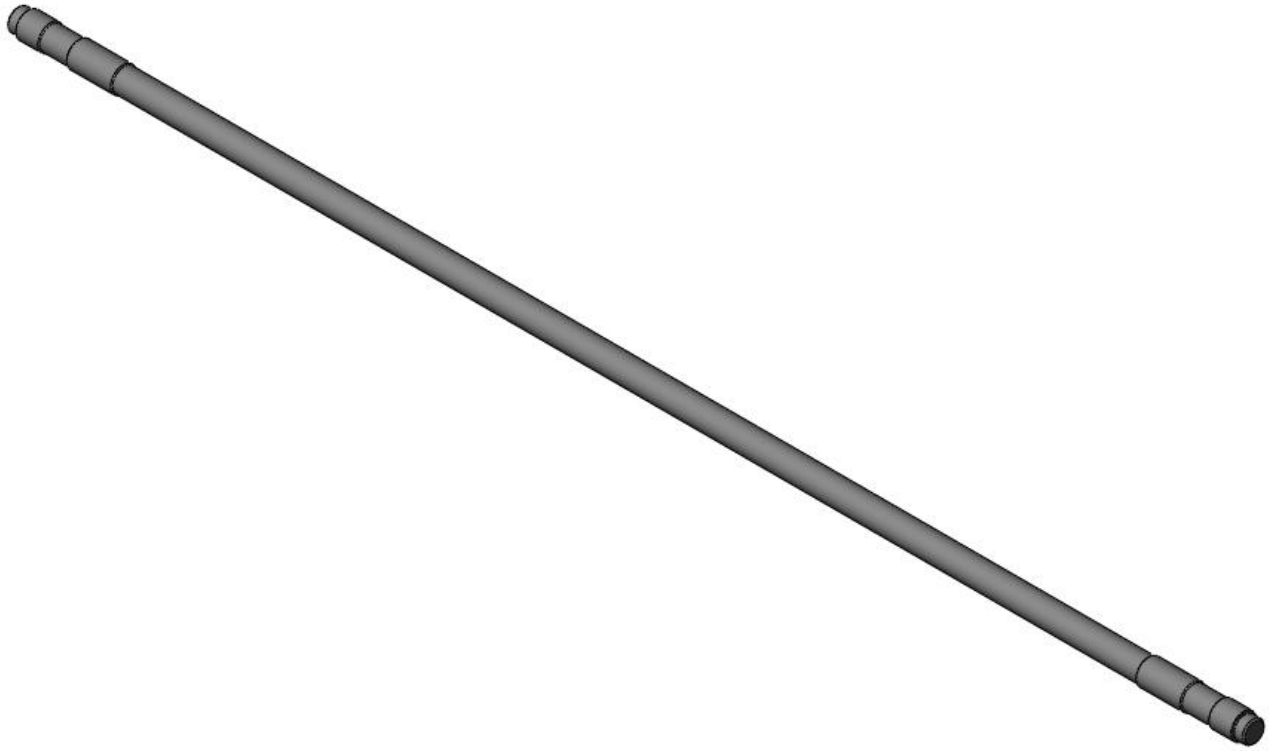


Рисунок 4.1 – Твердотільна модель вала

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

Задаємо умови закріплення вала – фіксовані шарніри у місцях встановлення підшипників коліс, – та навантаження на валу – протилежно направлені крутні моменти $125 \text{ Н}\cdot\text{м}$ у місцях встановлення приводних зірочок (див. пункт 2.5) (рис. 4.2, б).



а)



б)

Рисунок 4.2 – Моделювання вала:

а – сітка кінцевих елементів;

б – умови закріплення та навантаження.

4.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання

Результати розрахунку НДС вала за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation подано на рис. 4.3 – 4.5.

На рис. 4.3 подано результати розрахунку напружень у валу.

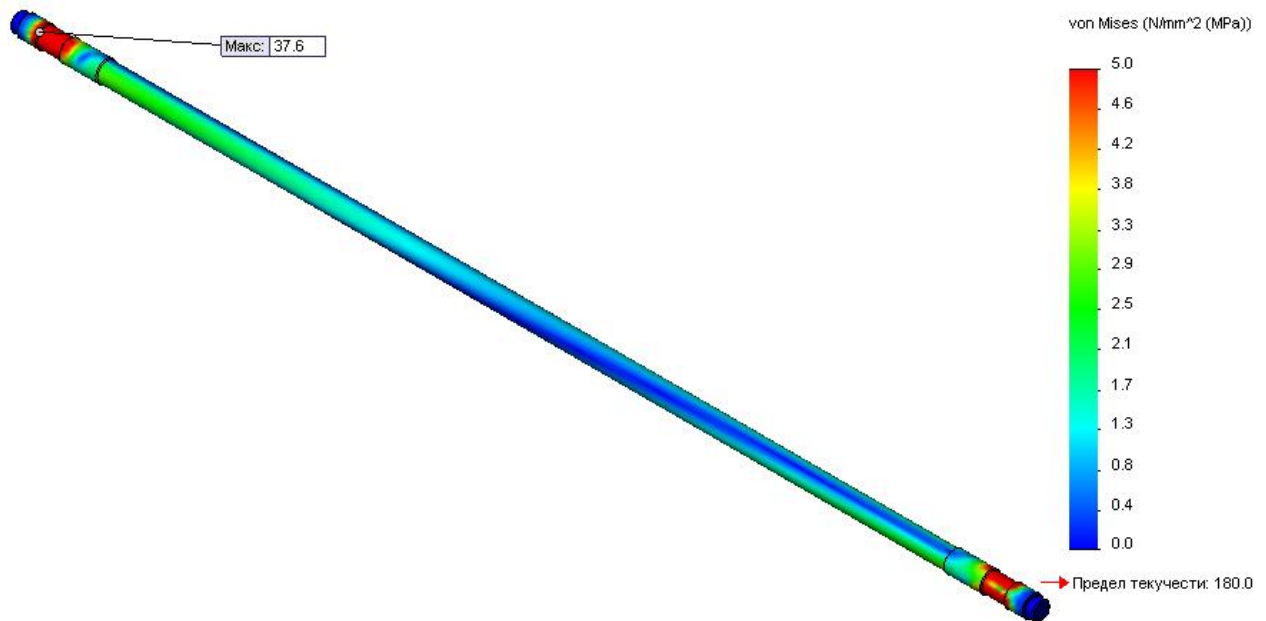


Рисунок 4.3 – Результати розрахунку напружень (за теорією Фон Мізеса)

Як бачимо за результатами розрахунку, максимальні напруження у валу становлять ≈ 38 МПа і спостерігаються у галтелі між колесом та приводною зірочкою.

На рис. 4.4 показано деформації вала. Максимальне переміщення точок вала складає $\approx 0,1$ мм.

На рис. 3.5 показано розподіл запасу міцності у валу.

Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності становить $\approx 4,8$.

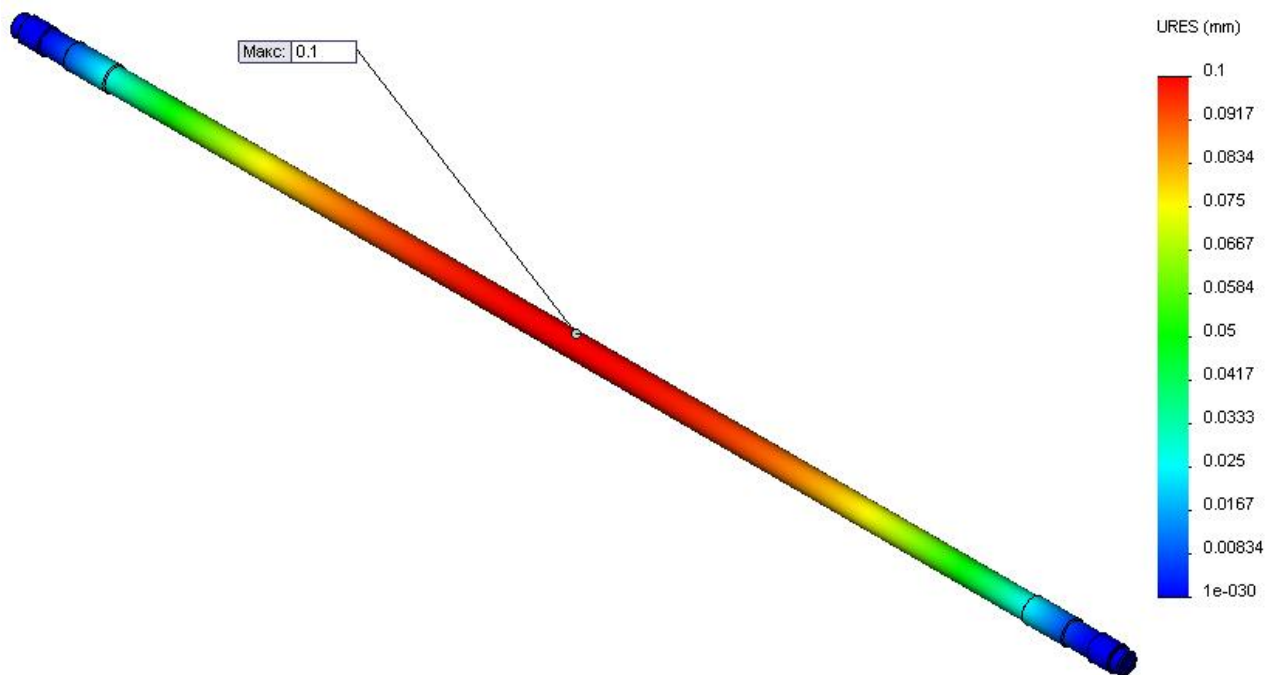


Рисунок 4.4 – Результати розрахунку деформацій валу

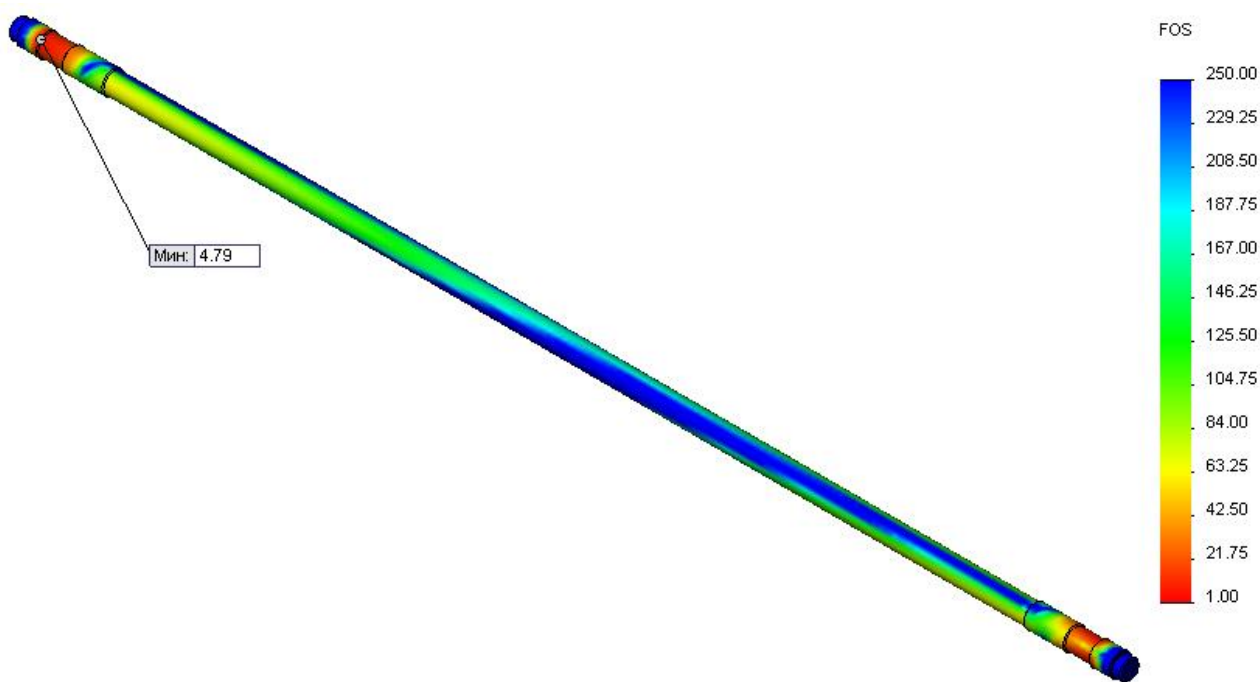


Рисунок 4.5 – Розподіл коефіцієнтів запасу міцності у валу

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

Опис призначення та конструкції деталі

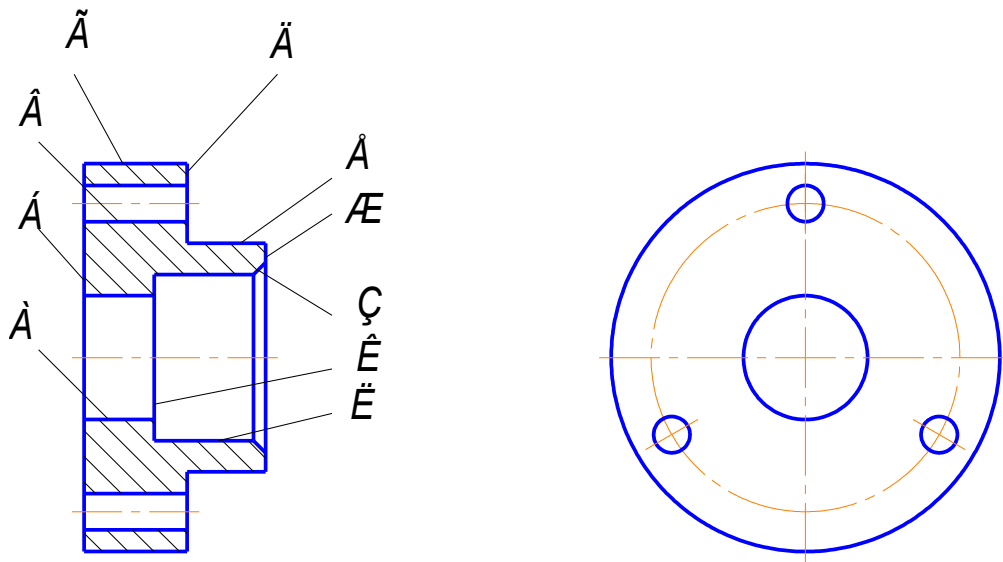


Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі – кришка КСН-10.501

Деталь – кришка КСН-10.501 (рис. 5.1) є кришкою підшипника картоплесаджалки КСН-2.

Дана деталь призначена для забезпечення герметичності підшипника та фіксації його зовнішнього кільця.

Поверхня (Ж) – призначена для фіксації зовнішнього кільця підшипника.

Поверхня (А, Л) – призначені для встановлення валу.

Поверхня (В) – три отвори призначені для кріплення кришки до корпусу за допомогою болтів.

Поверхня (Д) – призначена для забезпечення щільності прилягання кришки до корпусу.

Інші поверхні деталі є другорядними і принципового значення не мають.

Для виготовлення заготовки даної деталі необхідно застосовувати матеріал, який має добрі ливарні властивості і оброблюваність. Враховуючи конструктивні особливості деталі, її форму, а також те, що деталі не йдуть на зварювання, застосовують сірий чавун СЧ-20 ГОСТ 1412-79 з наступними характеристиками:

Таблиця 5.1 – Хімічний склад СЧ-20

| C, % | Si, % | Mn, % | S, % | P, % |
|---------|---------|---------|----------|----------|
| 3,4-3,6 | 1,9-2,3 | 0,5-0,7 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 |

Таблиця 5.2 – Механічні властивості СЧ-20

| Межа міцності при розтязі, Н/мм ² | Межа міцності при згині, Н/мм ² | Стріла прогину, мм | Твердість НВ |
|--|--|--------------------|--------------|
| 200 | 360 | 2,5 | 170-229 |

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

Таблиця 5.3 – Аналіз технічних умов

| Поверхня | Технічна умова або вимога | Метод виконання | Метод контролю |
|------------|---|----------------------|--------------------------------|
| В | Забезпечити задану точність та взаємне розміщення трьох отворів | Одночасне свердління | Калібр 8150-4562 |
| А | Забезпечити точність і шорсткість поверхні | Розточування різцем | Пробка Ø27 |
| Л, З | Забезпечити точність і шорсткість поверхні | Розточування різцем | Пробка Ø42 |
| Е | Забезпечити точність і шорсткість поверхні | Обточування різцем | Скоба Ø52 |
| Д, Ж, К, Г | Забезпечити шорсткість поверхні | Обточування різцем | Зразки шорсткості ГОСТ 9378-73 |

Технологічний контроль креслення деталі

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

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

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

Також вказано основні базові поверхні, відносно яких визначаються поверхні відхилення: співвісності і розміщення осей отворів відносно центру номінального розташування отвору.

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

Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь – кришка КСН-10.501 є відливкою другого класу точності і тому одержання заготовки не являє значних труднощів.

Конфігурація деталі дозволяє отримати заготовку шляхом відливання.

З точки зору механічної обробки, конфігурація деталі дозволяє обробку всіх поверхонь на прохід. Розміщення трьох отворів $\varnothing 7$ дозволяє застосовувати трьох-шпindelну свердлильну головку і витримати всі конструктивні вимоги.

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

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

Отже деталь є достатньо технологічною за конструкції.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

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

Щодо методу одержання заготовки (литво в земляні форми), то в умовах крупно серійного і масового виробництва, цей метод не є доцільним, тому що є більш прогресивні. Ручне формування, наприклад, можна замінити на машинне. Крім того, заготовку можна вилити і іншими способами, наприклад, литвом у кокіль, в оболонкові форми, по виплавляємим моделям і ін.

Реальна заготовка досить точно відповідає кресленню деталі.

Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотриманням єдності баз. Також виконується вимога, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які в подальшому не обробляються.

Операції технологічного процесу механічної обробки кришки КСН-10.501 встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність.

Як видно із технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним.

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

На рахунок ріжучого інструменту – то він використовується стандартизований.

З приводу зауважень, то для операції 010 Вертикально-свердлильна, на якій послідовно свердлиться три отвори $\varnothing 7$ є змога використати трьох-шпindelьну свердлильну головку, що значно скоротить затрати як основного, так і допоміжного часу для даної операції.

5.2. Проектування технологічного процесу виготовлення

Визначення типу та організаційної форми виробництва

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

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

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

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

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

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

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

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

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

N_m – місячна програма випуску деталей:

$$N_m = \frac{N}{12} = \frac{42000}{12} = 3500 \text{ шт.}$$

N – річна програма випуску деталей.

Введемо коефіцієнт k для спрощення розрахунків:

$$k = \frac{60 \cdot F_m \cdot k_g \cdot \eta_n}{N_m} = \frac{60 \cdot 169,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{3500} = 3,02.$$

1. Токарно-гвинторізна операція:

$$O_1 = \frac{3,02}{0,451 \cdot 2,14} = 3,13.$$

2. Вертикально-свердильна операція:

$$O_1 = \frac{3,02}{0,044 \cdot 1,72} = 39,7.$$

Тоді

$$K_{30} = \frac{3,13 + 39,7}{2} = 21,4.$$

Отже тип виробництва – дрібносерійний, так як $20 < K_{30} < 40$.

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

Величина такту випуску:

$$t_e = \frac{F_d \cdot 60}{N} = \frac{2030 \cdot 60}{42000} = 2,9 \text{ хв/шт.}, \quad (5.3)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання. $F_d = 2030$ год.

Скоректована партія:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{42000 \cdot 10}{253} = 1660 \text{ шт.}, \quad (5.4)$$

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

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

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. В даному випадку її отримують методом лиття в кокіль із сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-79, що забезпечує вимоги міцності і шорсткості необроблюваних поверхонь.

Дану заготовку можна одержати і литвом у піщані форми чи литтям по виплавляємим моделям. При цьому технологічний процес механічної обробки не змінюється.

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

Деталь – відливка із СЧ20; II класу точності; 2-ї групи складності, маса деталі 0,9 кг; маса заготовки 1,1 кг.

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

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

де C – базова вартість 1 тони заготовок;

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

1 варіант *Литво у кокіль*

$$C = 1450 \text{ грн}, \quad k_T = 1,03, \quad k_C = 0,83,$$

$$k_{\epsilon} = 1,1, \quad k_M = 1,09, \quad k_{II} = 1,$$

$$S_{\epsilon idx} = 72 \text{ грн.}$$

$$S_{заг1} = \left(\frac{1450}{1000} 1,1 \cdot 1,03 \cdot 0,83 \cdot 1,1 \cdot 1,09 \right) - (1,1 - 0,9) \frac{72}{1000} = 1,62 \text{ грн.}$$

2 варіант *Литво по виплавляємим моделям*

$$C = 8000 \text{ грн}, \quad k_T = 1,05, \quad k_C = 1,$$

$$k_{\epsilon} = 0,68, \quad k_M = 1, \quad k_{II} = 0,83,$$

$$S_{\epsilon idx} = 72 \text{ грн.}$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{8000}{1000} 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 0,68 \right) - (1,1 - 0,9) \frac{72}{1000} = 5,20 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від застосування прогресивнішого способу одержання

заготовки розрахуємо згідно формули:

$$\Sigma = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot N = (5.20 - 1.62) \cdot 42000 = 150360 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Отже одержання заготовок для деталі кришка КСН-10.501 литвом у кокіль є більш доцільним.

Економічний ефект від застосування литва у кокіль складає 150360 гривень на рік у порівнянні з литвом по виплавляємим моделям.

Вибір технологічних баз

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

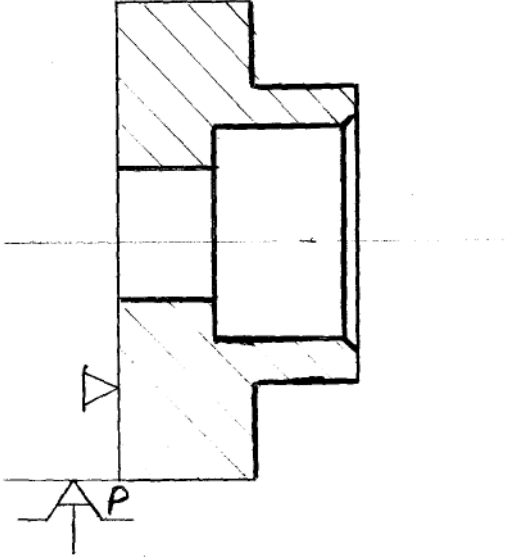
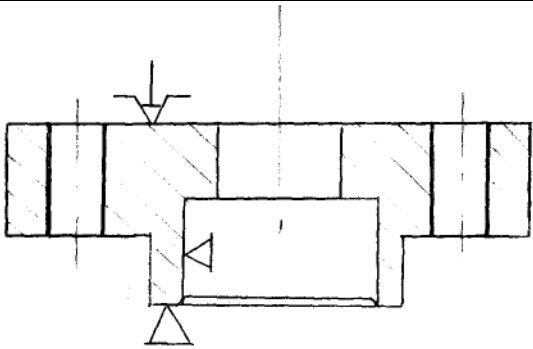
При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції було вибрано базою такі поверхні, які в подальшому не оброблюються. На наступні операції необхідно вибирати такі бази, які б служили базами для багатьох операцій.

Від правильності вибору технологічних баз в значній мірі залежать:

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

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

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

| № операції | Назва операції | Схема базування |
|------------|-------------------------|---|
| 005 | Токарно-гвинторізна |  |
| 010 | Вертикально-свердлильна |  |

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

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

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі кришка КСН-10.501.

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

| № опер. | Назва операції, зміст переходу | Оброблюван а поверхня | Базова поверхня | Обладнання |
|---------|---|----------------------------|-----------------|------------|
| 005 | Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір $16\pm 1,0$ 2. Підрізати торець в розмір $8\pm 0,2$ 3. Обточити деталь в розмір $\varnothing 52h11$ 4. Розточити отвір в розмір $\varnothing 27^{+0,5}$ 5. Розточити отвір з підрізкою торця в розмір $\varnothing 42H9$ 6. Розточити фаску в розмір $1\times 45^\circ$ | Ж Д Е А Л З | Б, Г | 16К20 |
| 010 | Вертикально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 3 отвори в розміри $\varnothing 7+0,36$ $\varnothing 64\pm 0,13$ | В | Б, Ж, Л | 2Н135 |

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

| № опер. | Назва операції, зміст переходу | Оброблюван а поверхня | Базова поверхня | Обладнання |
|---------|---|----------------------------|-----------------|------------|
| 005 | Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір $16\pm 1,0$ 2. Підрізати торець в розмір $8\pm 0,2$ 3. Обточити деталь в розмір $\varnothing 52h11$ 4. Розточити отвір в розмір $\varnothing 27^{+0,5}$ 5. Розточити отвір з підрізкою торця в розмір $\varnothing 42H9$ 6. Розточити фаску в розмір $1\times 45^\circ$ | Ж Д Е А Л З | Б, Г | 16К20 |

Кінець таблиці 5.6

| | | | | |
|-----|--|---|---------|-------|
| 010 | Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно 3 отвори в розмірі $\varnothing 7+0,36$ $\varnothing 64\pm 0,13$ | В | Б, Ж, Л | 2Н135 |
|-----|--|---|---------|-------|

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

Величина годинних приведених витрат:

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

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

M – коефіцієнт багатостатності;

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

E_H – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень.

$E_H=0,2$;

K_C – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

K_3 – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції .

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

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

I варіант Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н135

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

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

$$k_f = 4,0.$$

$M=2$; розряд роботи 3.

$$T_{ум} = 0,36 \cdot 1,72 = 0,62 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 46 \cdot 1,53 \cdot 5 = 351,9 \text{ коп/год.}$$

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

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

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

$$C_{ПЗ} = \frac{351,9}{2} + 217,8 + 0,2(369,5 + 10,3) = 469,71 \text{ коп/год.}$$

$$C_O^I = \frac{469,71 \cdot 0,62}{60} = 4,85 \text{ коп.}$$

II варіант Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н135

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

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

$$k_f = 4,0.$$

$M=2$; розряд роботи 3.

$$T_{ум} = 0,21 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 46 \cdot 1,53 \cdot 5 = 351,9 \text{ коп/год.}$$

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

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

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

$$C_{пз} = \frac{351,9}{2} + 217,8 + 0,2(369,5 + 10,3) = 469,71 \text{ коп/год.}$$

$$C_O^{II} = \frac{469,71 \cdot 0,21}{60} = 1,64 \text{ коп.}$$

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

$$\Sigma = (C_O^{II} - C_O^I) \cdot N = (4,85 - 1,64) \cdot 42000 = 11348,2 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Дані розрахунки свідчать про те, що проектний маршрут виготовлення деталі кришка КСН-10.501 економічно більш доцільний.

**Визначення припусків та між операційних розмірів,
проекткування заготовки**

Припуски на поверхні, які підлягають механічній обробці визначаємо табличним методом з використанням ГОСТ 1855-85.

Припуски і допуски на оброблювані поверхні зводимо у таблицю.

Таблиця 5.7 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі кришка

| Поверхня | Розмір | Припуск | Допуск |
|----------|--------------------------|----------------|-----------|
| Д | $8 \pm 0,2$ | 1,4 | $\pm 0,2$ |
| Е | $\varnothing 52h11$ | $2 \times 1,4$ | $\pm 0,2$ |
| Ж | $16 \pm 1,0$ | 1,4 | $\pm 0,2$ |
| З, Л | $\varnothing 42H9$ | $2 \times 1,6$ | $\pm 0,2$ |
| А | $\varnothing 27^{+0,52}$ | $2 \times 1,6$ | $\pm 0,2$ |
| К | $10 \pm 0,2$ | 1,6 | $\pm 0,2$ |
| В | $\varnothing 7^{+0,36}$ | $2 \times 3,5$ | $\pm 0,2$ |

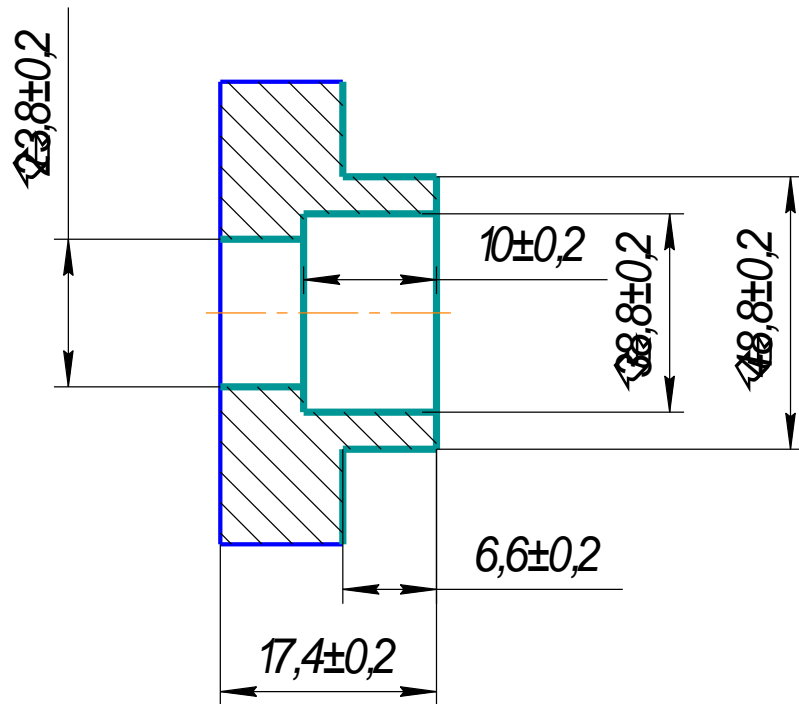


Рисунок 5.2 – Заготовка кришки з призначеними припусками і допусками

Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю

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

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

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

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

Таблиця 5.8 – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

| № опер. | Назва операції, зміст переходу | Ріжучий інструмент | Вимірювальний інструмент |
|---------|--|---|--|
| 005 | Токарно-гвинторізна | | |
| | 1. Підрізати торець в розмір $16 \pm 1,0$ | Різець 2112-0057 BK8 ГОСТ 18880-73 | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| | 2. Підрізати торець в розмір $8 \pm 0,2$ | Різець 2112-0057 BK8 ГОСТ 18880-73 | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| | 3. Обточити деталь в розмір $\varnothing 52h11$ | Різець 2103-0057 BK8 ГОСТ 18879-73 | Скоба ($\varnothing 52$) 8113-0271h11 ГОСТ 16776-71 |
| | 4. Розточити отвір в розмір $\varnothing 27^{+0,5}$ | Різець 2141-0031 BK8 ГОСТ 18883-73 | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| | 5. Розточити отвір з підрізкою торця в розмір $\varnothing 42H9$ | Різець 2141-0031 BK8 ГОСТ 18883-73 | Пробка ($\varnothing 42$) 8113-0271h11 ГОСТ 16776-71 |
| | 6. Розточити фаску в розмір $1 \times 45^\circ$ | Різець 2100-0007 BK8 ГОСТ 18879-73 | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 010 | Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно 3 отвори в розміри $\varnothing 7^{+0,36}$ $\varnothing 64 \pm 0,13$ | Свердло ($\varnothing 7$) 2300-0187 ГОСТ 10902-77 | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |

Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахуємо режими різання для операції 010 – Вертикально-свердлильна.

Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135 і складається із одного переходу - одночасного свердління трьох отворів в розмір $\varnothing 7$.

Із довідника [22] вибираємо свердло ($\varnothing 7$) 2300-0187 ГОСТ 10902-77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р18. Геометричні елементи: форма заточки – подвійна з підточуванням поперечної кромки; кути свердла: $2\varphi=118^\circ$, $2\varphi_0=70^\circ$; $\psi=40^\circ$; $\alpha=11^\circ$; $\omega=24^\circ$.

1. Визначаємо подачу.

Для свердління чавуну СЧ-20 із НВ 190 при діаметрі свердла 7 мм приймаємо подачу $s_0=0,16$ мм/об .

Коректуємо подачу за паспортними даними верстату 2Н135:

$$s_0=0,14 \text{ мм/об.}$$

2. Призначаємо період стійкості свердла.

Для свердла $\varnothing 7$ із швидкорізальної сталі рекомендується період стійкості $T=35$ хв .

3. Швидкість різання.

Швидкість різання, що допускається різальними властивостями свердла:

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

Згідно [22] с. 261-281.

$$C=14,7; \quad q=0,25; \quad y=0,55; \quad m=0,125;$$

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

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

$$V = \frac{14,7 \cdot 7^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,14^{0,55}} \cdot 1,1 = 18,2 \quad \text{м/хв.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18,2}{3,14 \cdot 7} = 828 \quad \text{об/хв.} \quad (5.16)$$

Коректуємо частоту по паспорту верстату .

$$n=710 \quad \text{об/хв.}$$

5. Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 710}{1000} = 16 \quad \text{м/хв.}$$

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

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

Згідно [22] с. 276-281:

$$C_m = 0,021; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8; \quad K_p = 1.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 7^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1 = 21,3 \quad \text{Нм.}$$

7. Визначаємо потужність різання.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{21,3 \cdot 710}{9750} = 1,5, \quad \text{кВт.} \quad (5.18)$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата.

$$N_{риз} \leq N_{ун};$$

$$N_{ун} = N_{\delta} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \quad \text{кВт,}$$

де $\eta = 0,8$ - ККД верстату.

$$1,5 \leq 3,6.$$

Отже обробка на даному верстаті можлива.

8. Визначаємо основний технологічний час.

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

При подвійному заточуванні свердла врізання $y = 0,4D$ отже $y = 0,4 \cdot 7 = 2,8$ мм. Перебіг свердла $L = 2$ мм, тоді

$$L = 8 + 2 + 2,8 = 13 \text{ мм;}$$

$$T_o = \frac{13}{710 \cdot 0,14} = 0,13 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків зводимо в таблицю.

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

Таблиця 5.9 – Зведена таблиця режимів різання

| № опер. | Назва операції, зміст переходу | L, мм | t, мм | i, шт | s, мм/об | n, об/хв | V, м/хв | T _о , хв | N _р , кВт |
|---------|---|-------|-------|-------|----------|----------|---------|---------------------|----------------------|
| 005 | Токарно-гвинторізна | | | | | | | | |
| | 1. Підрізати торець в розмір 16±1,0 | 28 | 1,4 | 1 | 0,21 | 315 | 51 | 0,15 | 1,38 |
| | 2. Підрізати торець в розмір 8±0,2 | 16 | 1,4 | 1 | 0,21 | 315 | 79 | 0,29 | 2,1 |
| | 3. Обточити деталь в розмір Ø52h11 | 28 | 1,4 | 1 | 0,21 | 315 | 51 | 0,39 | 1,38 |
| | 4. Розточити отвір в розмір Ø27 ^{+0,5} | 11 | 1,6 | 1 | 0,21 | 315 | 27 | 0,17 | 3,2 |
| | 5. Розточити отвір з підрізкою торця в розмір Ø42H9 | 15 | 1,6 | 1 | 0,21 | 315 | 42 | 0,46 | 2,4 |
| | 6. Розточити фаску в розмір 1×45° | 6 | - | 1 | 0,21 | 315 | 42 | 0,09 | 1,2 |
| 010 | Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно 3 отвори в розміри Ø7+0,36 Ø64±0,13 | 13 | 7 | 3 | 0,14 | 710 | 16 | 0,13 | 1,5 |

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

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

Вертикально-свердлильний 2Н135

Найбільший діаметр свердління, мм – 35.

Найбільше зусилля подачі, Н – 16000.

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

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

Конус Морзе отвору шпинделя – 4.

Кількість ступенів обертів шпинделя – 12.

Межі чисел обертів за хв. – 31,2-1400.

Найбільше переміщення шпинделя, мм – 250.

Кількість ступенів подач – 9.

Межі подач шпинделя, мм/об – 0,1-1,6.

Розміри стола, мм – 450×500.

Потужність електродвигуна, кВт – 4,0.

Габарити, мм - 1240×810.

Категорія ремонтної складності – 13.

Токарно-гвинторізний 16К20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

Над станиною – 400

Над супортом – 220

Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм – 2000

Висота різця, що встановлюється в різцетримачі, мм – 25

Потужність двигуна, кВт – 10

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

Повздовжні подачі, мм/об – 0,05-2,8

Поперечні подачі, мм/об – 0,025-1,4

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

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

Коефіцієнт завантаження η_z визначається як співвідношення розрахункової кількості верстатів m_p зайнятих на даній операції до прийнятої кількості верстатів $m_{п.}$:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n}. \quad (5.20)$$

Розрахункова кількість верстатів визначається як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску. $t_g = 2,9$ хв./шт.

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

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

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

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

Токарно-гвинторізний мод. 16К20

$$T_{um} = 3,32 \text{ хв};$$

$$N_g = 10 \text{ кВт};$$

$$T_o = 1,55 \text{ хв};$$

$$N_p = 2,4 \text{ кВт};$$

$$m_p = \frac{3,32}{2,9} = 1,14;$$

$$\eta_o = \frac{1,55}{3,32} = 0,47;$$

$$\eta_3 = \frac{1,14}{2} = 0,57;$$

$$\eta_N = \frac{2,4}{10} = 0,24.$$

Приймаємо 2 верстати.

Вертикально-свердильний мод. 2Н135

$$T_{um} = 0,21 \text{ хв};$$

$$N_g = 4,0 \text{ кВт};$$

$$T_o = 0,13 \text{ хв};$$

$$N_p = 1,5 \text{ кВт};$$

$$m_p = \frac{0,21}{2,9} = 0,1;$$

$$\eta_o = \frac{0,13}{0,21} = 0,62;$$

$$\eta_3 = \frac{0,1}{1} = 0,1;$$

$$\eta_N = \frac{1,5}{4,0} = 0,38.$$

Приймаємо 1 верстат.

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження обладнання:

$$\eta_{з\text{сер}} = \frac{0,57 + 0,1}{2} = 0,33;$$

$$\eta_{о\text{сер}} = \frac{0,47 + 0,62}{2} = 0,54;$$

$$\eta_{N\text{сер}} = \frac{0,24 + 0,38}{2} = 0,31.$$

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

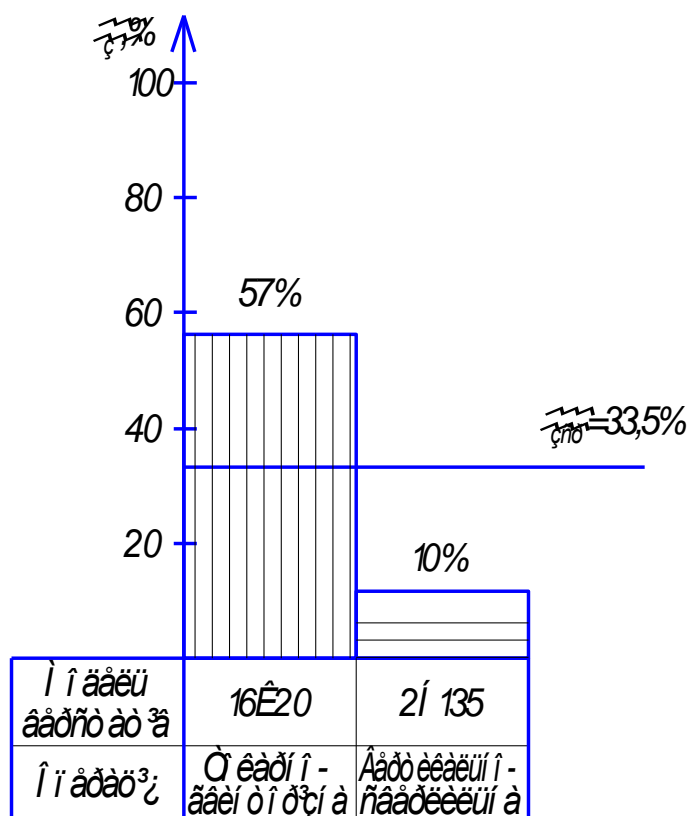


Рисунок 5.3 – Графік завантаження обладнання

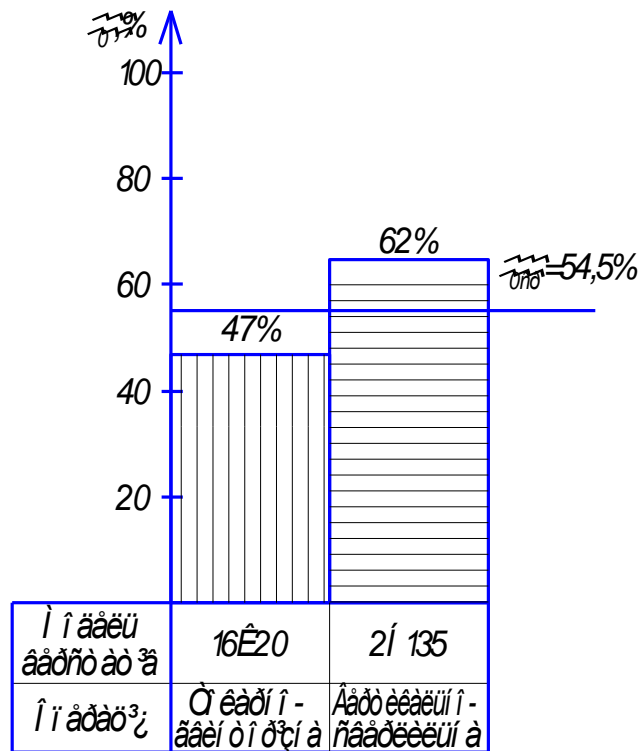


Рисунок 5.4 – Графік завантаження обладнання за основним часом

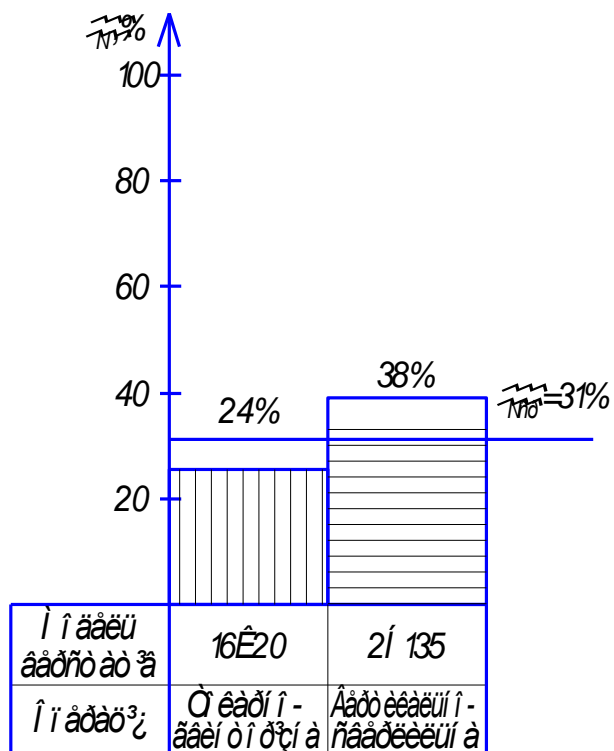


Рисунок 5.5 – Графік завантаження обладнання за потужністю

5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв

Опис призначення, будови і роботи кондуктора до верстату 2Н135

Пристосування – кондуктор до вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н135 для операції 010 механічної обробки отворів – одночасне свердління 3-ох отворів діаметром 7 мм із заданою точністю згідно креслення деталі – кришка КСН-10.501.

Вихідні дані:

Річний об'єм виготовлення деталі – 42000 шт

Тип виробництва – дрібносерійне

Робота в одну зміну

Маса деталі – 0,9 кг

Матеріал заготовки – чавун СЧ-20 з твердістю НВ 190

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

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

Кондуктор складається із корпусу 1, до якого напресовані дві втулки 3, які є направляючими для двох колонок. До кондукторної плити 2 кріпиться упор 7 при допомозі гайки 18, який служить для затиску деталі.

Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра: через шток рух передається на кронштейн 9, від важеля рух передається на дві колонки 4 і плиту 2. На плиті напресовані кондукторні втулки 24, які служать для направлення інструменту. Встановлюється кондуктор на стіл вертикально-свердлильного верстату 2Н135.

Точність базування кондуктора забезпечується двома направляючими шпонками 20.

Закріплюється кондуктор за допомогою гвинтів, що входять у Т-подібні пази стола верстату. Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра. Деталь витягується вручну.

6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Економічні і організаційні напрямки підвищення технічного рівня і показників якості сільськогосподарських машин

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

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

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

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

6.2. Визначення показників економічної ефективності удосконаленої конструкції картоплесаджалки

Економічну оцінку ефективності використання удосконаленої картоплесаджалки 2-х рядкової навісної укомплектованої туковисіваючою секцією, яка буде працювати в агрегаті з трактором МТЗ-80 і виконувати операцію посадки картоплі з одночасним внесенням мінеральних добрив – новий варіант, в порівнянні з базовим варіантом при якому міндобрива попередньо вносяться машиною для внесення добрив СТТ-10, яка працює в агрегаті з трактором МТЗ-80 і наступною посадкою картоплі картоплесаджалкою КСН-2, виконаємо по методиці згідно ГОСТ2388-88 «Методы экономической оценки. Техника сельскохозяйственная», порівнявши приведені затрати на експлуатацію і одержаний прибуток від підвищення врожайності картопляного поля з застосуванням базового і нового варіантів.

Економічну ефективність по новому варіанту одержано за рахунок суміщення операцій внесення міндобрив і посадки картоплі. При цьому, за рахунок того, що при посадці по новому варіанту туковисіваюча секція картоплесаджалки висіває добрива сошниками на задану глибину двома стрічками по бокам рядка картоплі, а не по всій поверхні поля як передбачено по базовому варіанту, то більш ефективно використовуються міндобрива, тобто при одній і тій же нормі внесення міндобрив, врожайність картопляного поля збільшується з застосуванням нового варіанту на 6 ц/га.

В новому варіанті удосконалена картоплесаджалка укомплектована туковисіваючою секцією, тобто більш конструктивно складніша і має масу 650 кг при вазі базової картоплесаджалки 495 кг. Оптову ціну B_n картоплесаджалки по новому варіанту визначаємо наступним чином:

$$B_n = \frac{B_b \cdot G_n}{G_b} = \frac{4440 \cdot 650}{495} = 5830 \text{ грн.}, \quad (6.1)$$

де $B_b = 4440$ грн. – оптова ціна базової картоплесаджалки;

G_b і G_n – конструктивна маса відповідно базової і нової картоплесаджалки.

Приведені затрати на одиницю напрацювання – на 1 га визначається згідно формули:

$$\Pi = I + kE, \quad (6.2)$$

де I — прямі експлуатаційні затрати на одиницю наробітку;

k — капітальні вкладення на одиницю наробітку.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю наробітку визначаються по формулі:

$$I = Z + \Gamma + P + A + \Phi, \quad (6.3)$$

де Z — затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу;

Γ — затрати на паливно-мастильні матеріали;

P — затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт;

A — затрати на реновацію;

Φ — інші затрати (при наявності);

E — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Затрати праці в люд./год. на одиницю наробітку при виконанні машиною виробничого процесу визначається за формулою:

$$T = \frac{\ddot{E}}{W} \quad (6.4)$$

де L — кількість виробничого персоналу на обслуговуванні техніки;
 W — продуктивність машини.

Затрати на реновацію машини на одиницю наробітку визначаємо за формулою:

$$A = \frac{A \cdot a}{W \cdot Q_{\zeta}} \quad (6.5)$$

де a — коефіцієнт відрахування на реновацію;

T_3 — річне завантаження технічних засобів;

B — балансова ціна машини.

Капітальні вкладення на машині на одиницю наробітку визначаємо згідно формули:

$$K = \frac{B}{W \cdot T_3}. \quad (6.6)$$

Затрати на технічне обслуговування і ремонти поточний і капітальний визначаємо за формулою:

$$P = \frac{A(r_T + r_k)}{W_{\text{експ.}} \cdot Q_{\zeta}} \quad (6.7)$$

де r_T — коефіцієнт врахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування;

r_k — коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

$W_{\text{експ.}}$ — продуктивність агрегата за 1 годину експлуатаційного часу.

Затрати на паливно-мастильні матеріали на одиницю наробітку визначаємо за формулою [13]:

$$\Gamma = g \text{ Ц} \quad (6.8)$$

де g — розхід паливно-мастильних матеріалів на одиницю наробітку;
 C — ціна 1 кг палива.

Балансова ціна машини

$$B = C k, \quad (6.9)$$

де C — оптова ціна машини;

k — коефіцієнт переведення з оптової ціни на балансову.

Проводимо розрахунки економічної ефективності на базовій і новій технології посадки і вносимо в таблиці.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності базової і нової машини

| Показники | Базовий варіант | Новий варіант |
|--|-----------------|---------------|
| <i>1. Характеристики машин, що порівнюються</i> | | |
| 1.1. Машини-картоплесаджалки | КСН-2 | КСН-2М |
| 1.2. Оптова ціна картоплесаджалок, грн.. | 4440 | 5830 |
| 1.2.1. Оптова ціна трактора МТЗ-80, грн. | 39000 | 39000 |
| 1.2.2. Оптова ціна машини СТТ-10, грн. | 10700 | — |
| 1.3. Продуктивність картоплесаджалок | | |
| – основного часу, га | 1,1 | 1,1 |
| – експлуатаційного часу, га | 0,7 | 0,7 |
| 1.4. Кількість обслуговуючого персоналу, чол. | 1 | 1 |
| 1.5. Витрати пального (робота картоплесаджалок в агрегаті з трактором МТЗ-80), кг/га | 7,5 | 7,5 |

Кінець таблиці 6.1

| | | |
|--|-------------------|---------------|
| 1.6. Витрати пального в агрегаті машин СТТ-10 і МТЗ-80 | 0,62 | — |
| 2. Інші показники | | |
| 2.1. Урожайність картоплі, ц/га | 150 | 156 |
| 2.2. Коефіцієнт переводу оптової ціни в балансову | 1,1 | 1,1 |
| 2.3. Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень | 0,15 | 0,15 |
| 2.4. Процент відрахувань на: – поточний ремонт і техогляд для основної роботи, % для картоплесаджалки для трактора МТЗ-80 | 10 9,9 | 10 9,9 |
| 2.5. Процент відрахувань на реновацію по основній роботі: – на с/г техніку (картоплесаджалку) – для трактора МТЗ-80 | 14,2 10 | 14,2 10 |
| 2.6. Процент відрахувань на капітальний ремонт, % – для картоплесаджалки – для трактора | 5 5 | 5 5 |
| 2.7. Річна загрузка, год – для с/г машин – для трактора – для машини СТТ-10 | 90 1350 450 | 300 — — |
| 2.8. Розряди обслуговуючого персоналу на основній роботі | VI | VI |
| 2.9. Тарифна ставка, грн. | 7 | 7 |

Таблиця 5.2 – Новий варіант

| Посадка картоплі з одночасним внесенням міндобрив | | Всього |
|--|--|---|
| Картоплесаджалка вдосконалена | Трактор МТЗ-80 | |
| $T = \frac{1}{1,1} = 0,9 \frac{\text{люд}}{\text{га}}$ | — | $\Sigma T = 0,9 \frac{\text{люд}}{\text{га}}$ |
| $3 = \frac{1,847}{1,1} = 1,68$ | — | $\Sigma 3 = 1,68$ |
| $A = \frac{1,1 \cdot 5830 \cdot 14,2}{100 \cdot 1,1 \cdot 90} = 9,2$ | $A = \frac{1,1 \cdot 39000 \cdot 10}{100 \cdot 1,1 \cdot 1350} = 2,9$ | $\Sigma A = 12,1$ |
| $P = \frac{1,1 \cdot 5830(10+5)}{100 \cdot 0,7 \cdot 90} = 15,3$ | $P = \frac{1,1 \cdot 39000(9,9+5)}{100 \cdot 0,7 \cdot 1350} = 6,58$ | $\Sigma P = 21,88$ |
| — | $\tilde{A} = 2,6 \cdot 20 = 52$ | $\Sigma \tilde{A} = 52$ |
| $I = 3 + A + P + T = 1,6 + 9,2 + 15,3 = 26,1$ | $^2 = \zeta + \dot{A} + \dot{D} + \tilde{A} = 2,9 + 6,58 + 52 = 61,48$ | $\Sigma ^2 = 87,6$ |
| $k = \frac{1,1 \cdot 5830}{1,1 \cdot 90} = 64,8$ | $k = \frac{1,1 \cdot 39000}{1,1 \cdot 1350} = 28,9$ | $\Sigma k = 93,7$ |
| $\Pi_H = 0,15 \cdot 93,7 + 55,1 = 69,05$ | | |

Розрахунок затрат праці, експлуатаційних витрат і приведених затрат на 1 га площі, грн.
Базовий варіант

| Внесення міндобрив | | Посадка картоплі | | Всього |
|---|---|---|---|---|
| СТТ-10 | МТЗ-80 | КС-4 | МТЗ-80 | |
| $T = \frac{1}{13,5} = 0,07 \frac{\text{люд.}}{\text{за}}$ | — | $T = \frac{1}{1,1} = 0,9 \frac{\text{люд.}}{\text{за}}$ | — | $\Sigma T = 0,97 \frac{\text{люд.}}{\text{за}}$ |
| $3 = \frac{1,847}{13,5} = 0,14$ | — | $3 = \frac{1,847}{1,1} = 1,68$ | — | $\Sigma 3 = 1,82$ |
| $A = \frac{1,1 \cdot 10700}{100 \cdot 13,5 \cdot 450} = 0,28$ | $A = \frac{1,1 \cdot 39000 \cdot 10}{100 \cdot 13,5 \cdot 1350} = 0,23$ | $A = \frac{1,1 \cdot 4440 \cdot 14,2}{100 \cdot 1,1 \cdot 90} = 7$ | $A = \frac{1,1 \cdot 39000 \cdot 10}{100 \cdot 1,1 \cdot 1350} = 2,8$ | $\Sigma A = 10,31$ |
| $P = \frac{1,1 \cdot 10700 \cdot 14,2}{100 \cdot 9 \cdot 450} = 0,41$ | $P = \frac{1,1 \cdot 39000(9,9+5)}{100 \cdot 9 \cdot 1350} = 0,52$ | $P = \frac{1,1 \cdot 4440 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,7 \cdot 90} = 11$ | $P = \frac{1,1 \cdot 39000(9,9+5)}{100 \cdot 0,7 \cdot 1350} = 6,7$ | $\Sigma P = 18,6$ |
| — | $\Gamma = 2,6 \cdot 0,62 = 1,6$ | — | $\Gamma = 2,6 \cdot 7,5 = 19,5$ | $\Sigma \Gamma = 21,1$ |
| $I = 3 + A + P + \Gamma = 0,14 + 0,28 + 0,41 + 0,83 = 1,66$ | $I = 3 + A + P + \Gamma = 0,23 + 0,52 + 1,6 + 2,35 = 4,7$ | $I = 3 + A + P + \Gamma = 1,68 + 7 + 11 + 19,68 = 39,36$ | $I = 3 + A + P + \Gamma = 2,8 + 6,7 + 19,5 = 29$ | $\Sigma I = 52$ |
| $K = \frac{1,1 \cdot 11700}{13,5 \cdot 450} = 1,93$ | $K = \frac{1,1 \cdot 39000}{13,5 \cdot 1350} = 2,35$ | $K = \frac{1,1 \cdot 4440}{1,1 \cdot 90} = 49,3$ | $K = \frac{1,1 \cdot 39000}{1,1 \cdot 1350} = 28,8$ | $\Sigma K = 82,38$ |
| $\Pi_6 = 52 + 82,38 \cdot 0,15 = 64,36$ | | | | |

6.3. Розрахунок економічного ефекту від збільшення врожайності при використанні нової картоплесаджалки

Економічний ефект з розрахунку на 1 га зібраної картоплі, посадженої новою картоплесаджалкою становить:

$$E'(\tilde{\alpha}) = \Delta E \cdot \ddot{O}_e = 600 \cdot 2 = 1200 \text{ }. \quad (6.10)$$

де: ΔZ — різниця врожайності при використанні базової і нової картоплесаджалки ($\Delta Z = 6$ ц/га)

C — закупівельна ціна картоплі.

Річний економічний ефект від збільшення врожайності при ручній загрузці картоплесаджалки 90 га становить

$$\mathring{A}'_g = E(\tilde{\alpha}) \cdot 90 = 1200 \cdot 90 = 108000 \text{ }. \quad (6.11)$$

Економічний ефект в порівнянні з базовою машиною за строк служби T машини (7 років по ТУ машини)

$$E'_{c.c} = E'_p \cdot T = 108000 \cdot 7 = 756000 \text{ }. \quad (6.12)$$

6.4. Розрахунок сумарного економічного ефекту від використання модернізованої машини з врахуванням затрат на експлуатацію

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини в порівнянні з базовою

$$E_p = C_{\vartheta}(\ddot{I}_a - \ddot{I}_i + \dot{A}) \quad (6.13)$$

де: P_6 і P_n — приведені затрати на одиницю виробітку по базовій і новій машині;

E — економічний ефект від вивільнення робочої сили, $E = 1,82 - 1,68 = 0,14$ грн/га

$Z_p = 90$ га — річне завантаження картоплесаджалки.

$$E_p = 90(64,36 - 45,66 + 0,14) = 1695 \text{ грн.} \quad (6.14)$$

Економічний ефект в порівнянні з базовою машиною за строк служби машини [13]

$$E_{c.c} = \frac{E_p}{a_n + E} = \frac{1695}{0,142 + 0,15} = 5807 \text{ грн.} \quad (6.15)$$

Сумарний річний економічний ефект в порівнянні з базовою машиною

$$E_p(\tilde{\text{н}}\hat{\text{о}}\hat{\text{і}}) = \dot{A}'_p + \dot{A}_p = 108000 + 1695 = 109695 \text{ \textit{ãđí}..} \quad (6.16)$$

де $E'_p = 108000$ грн. — річний економічний ефект від зростання урожайності картоплі при використанні нової машини (з попереднього розрахунку).

Сумарний економічний ефект в порівнянні з базовою машиною за термін служби машини.

$$E_{c.c}(\tilde{\text{н}}\hat{\text{о}}\hat{\text{і}}) = E'_{c.c} + E_{c.c} = 756000 + 5807 = 761807 \text{ \textit{ãđí}..} \quad (6.17)$$

де: $E'_{c.c} = 756000$ грн. — економічний ефект від експлуатації нової машини за строк служби (з попереднього розрахунку).

7. ОХОРОНА ПРАЦІ та БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, а також представників професійних спілок, їх організацій та об'єднань, винні особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законом (стаття 44 „Відповідальність за порушення вимог щодо охорони праці”).

Дисциплінарна відповідальність полягає в накладанні дисциплінарних стягнень, передбачених чинним законодавством. Відповідно до статті 147 КЗпП, встановлено такі дисциплінарні стягнення, як догана та звільнення з роботи. Право накладати дисциплінарні стягнення на працівників має орган, який користується правом прийняття на роботу цього працівника. Дисциплінарне стягнення може бути накладене з ініціативи органів, що здійснюють державний і громадський контроль за охороною праці. За кожне порушення можна бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. При обранні дисциплінарного стягнення потрібно враховувати ступінь тяжкості вчиненого проступку і заподіяну ним шкоду, обставин, за яких вчинено проступок, попередню роботу працівника.

Адміністративна відповідальність регулюється Кодексом України про адміністративні правопорушення (ст. 41 КУпАП) і передбачає накладання на винних осіб грошового штрафу в розмірах, зазначених у статті 43 Закону України "Про охорону праці".

Право накладати адміністративні стягнення з причин, зазначених у статті 43 Закону України "Про охорону праці", мають службові особи Держнаглядохоронпраці. Адміністративній відповідальності підлягають особи, які досягли на момент вчинення адміністративного правопорушення 16-річного

віку.

Матеріальна відповідальність включає відповідальність як працівника, так і роботодавця. У статті 130 КЗпП зазначається, що працівники несуть матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну підприємству (установі) через порушення покладених на них обов'язків, у тому числі і внаслідок порушення правил охорони праці. Матеріальна відповідальність устанавлюється лише за пряму дійсну шкоду і за умови, коли така шкода заподіяна підприємству (установі) протиправними діями (бездіяльністю) працівника. Ця відповідальність, як правило, обмежується певною частиною заробітку працівника і не повинна перевищувати повного розміру заподіяної шкоди. Матеріальна відповідальність може бути накладена незалежно від притягнення працівника до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності.

Роботодавець або уповноважена ним особа (орган) несе матеріальну відповідальність за заподіяну шкоду працівникові незалежно від наявності вини, якщо не доведе, що шкоду заподіяно внаслідок непереборної сили або умислу потерпілого. Збитки у зв'язку з порушеннями законодавства про охорону праці можуть включати відшкодування потерпілому втраченого заробітку, одноразову допомогу, додаткові витрати на лікування, протезування, якщо потерпілий залишився живим, а також витрати на поховання в разі смерті потерпілого, одноразову допомогу на сім'ю та на утриманців.

Кримінальна відповідальність регулюється Кримінальним кодексом України (ст. 135 і ст. 218-220):

– якщо порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці створило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Карається виправними роботами на строк до 1 року або штрафам до 15 мінімальних розмірів заробітної плати. Те саме діяння, якщо воно спричинило нещасні випадки з людьми, карається позбавленням волі на строк до 4 років;

– суб'єктом кримінальної відповідальності з питань охорони праці може

бути будь-яка юридична та фізична особа, яка використовує найману працю, незалежно від форм власності, а також роботодавець або уповноважена ним на яких законом або на підставі наказу, посадової інструкції і спеціального розпорядження безпосередньо покладено обов'язок забезпечення дотримання вимог законодавства про охорону праці. Кримінальна відповідальність визначається в судовому порядку.

7.2. Вимоги техніки безпеки при роботі на картоплесаджальних машинах

Експлуатація та ремонт картоплесаджалки здійснюється трактористом. Не допускаються до управління агрегатом особи, які не пройшли ознайомлення з будовою, роботою та правилами експлуатації картоплесаджалки, а також особи, які знаходяться у нетверезому та хворобливому стані.

При підготовці до роботи переконайтеся в повній справності трактора і картоплесаджалки.

Забороняється експлуатація агрегата без обладнання трактора Т-25А додатковою вагою загальною масою не менше 120 кг.

Приєднання картоплесаджалки до трактора (при заглушеному двигуні) здійснюється трактористом і робітником.

Знаходження робітника між колесами картоплесаджалки і трактора не допускається.

Завантаження картоплесаджалки картоплею виконувати при повній зупинці агрегата та в борозні. Не завантажувати в бункери картоплесаджалки більше 250 кг картоплі.

Транспортувати картоплесаджалку з незаповненим бункером з швидкістю не більше 20 км/год.

Не відкривати повністю завантажену картоплесаджалку від трактора. Не запускати агрегат у роботу, поки не переконаєтесь у відсутності людей перед і під картоплесаджалкою.

Всі операції технічного і технологічного обслуговування (крім завантаження картоплі) виконувати тільки при виключеному двигуні трактора.

Під час роботи і транспортуванні, знаходженні людей на картоплесаджалці забороняється.

При експлуатації картоплесаджалки КСН-2 необхідно дотримуватися вимог безпеки передбачених ГОСТ 12.2.111. Для безпечної роботи з цією машиною слід керуватися наступними правилами:

- не допускати до роботи осіб без прав тракториста-машиніста, осіб, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис у журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитися поблизу працюючої машини;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час роботи;
- всі види регулювань і технічного огляду виконувати тільки після зупинки машини і при виключеному двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які роботи при відчепленій машині, якщо під її колеса не поставлені противідкатні башмаки;
- забороняється робота на агрегаті у незаправленому одязі;
- перед початком роботи слід переконатися у повній справності всього-го агрегату, перевірити наявність і міцність кріплень всіх захисних щитків і кожухів; не розпочинати роботу при знятих кожухах;
- про початок руху агрегату необхідно попередити сигналом людей, які стоять поблизу;
- не можна торкатися руками робочих органів машини під час її роботи;
- забороняється знаходитися попереду, позаду і зліва агрегату під час

- його роботи;
- слід остерігатися рухомих частин механізму;
 - у кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
 - після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки зміни швидкостей у нейтральне положення і виключити вал відбору потужностей;
 - обганяти транспорт, який рухається, швидкість руху якого перевищує вказану транспортну швидкість машини забороняється;
 - перевезення агрегатованої машини у нічний час, під час сильного туману забороняється;
 - перегін машини дорогами загального користування необхідно проводити відповідно до "Правил дорожнього руху";
 - періодично обновляти знаки безпеки, які є на машині.

До роботи з технічного обслуговування, транспортування, обкатки і використання машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машини кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Стандарт ДСТУ 2489-93 встановлює загальні вимоги, які забезпечують безпеку праці при використанні начіпних і причіпних машин, транспортуванні і зберіганні і загальні ергономічні вимоги до робочого місця оператора.

Конструктивне виконання машин та здійснення ними функціонального

призначення повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ 2189-93 з урахуванням: загальних вимог безпеки згідно ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002: пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004 та „Загальними правилами пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва”, біологічної безпеки за ГОСТ 12.1.008; вимог до знаків безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026; вимог до загородження та блокіровок, а також до засобів малої механізації згідно з ГОСТ 12.2.042.; ергономічних вимог згідно з ГОСТ 12.2.049.

Наявність на машинах робочих та стоянкових гальм повинна бути встановлена у технічних вимогах. Стоянкові гальма повинні утримувати машину на схилі не менше 18%.

Устаткування робочими та стоянковими гальмами і страховими ланцюгами (тросами) типу тракторних причіпів або напівпричіпів є обов'язковим.

Машини, ширина яких перевищує габарит енергозасобу, повинні бути устатковані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного, передні — білого кольорів. Розташування їх на машині — згідно з ГОСТ – 8769.

Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи продукції машини кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних в окружність діаметром 100 мм.

Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45 ° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Вони також можуть наноситися на сигнальні щити не менше 250×250 мм.

Смуги та фігури повинні бути виконані із світловідбивних матеріалів (фарба, плівка та інше).

Машини, які при агрегуванні з енергозасобами закривають прилади світлової сигналізації енергозасобу, повинні бути устатковані власними

приладами світлової сигналізації.

Конструкція машин повинна забезпечувати можливість їх навішування та приєднання до ЕЗ одним оператором. Виняток обумовлюється в технічних умовах на машину. Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої.

Машини та робочі органи повинні бути устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Місця встановлення засобів пожежогасіння повинні біти легкодоступними та забезпечувати їх знімання без застосування інструменту.

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні бути обладнані: площадками, підніжками, поручнями, сидіннями, тентом або, по вимозі замовника – кабіною.

Ширина робочої площадки оператора повинна бути не менше 600 мм, довжина – не менше 1000 мм.

Основа площадок, сідця – підніжки повинна бути виконана з матеріалів, які забезпечують протиковзання.

Робоче місце оператора повинно бути захищено від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини.

Місця обслуговування машин повинні знаходитися на висоті від 700 до 1300 мм від опори ніг оператора.

У технічно обґрунтованих випадках допускається збільшення цього розміру.

Загальне число робочих рухів операторів на хвилину не повинно перевищувати 25.

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

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні мати систему звукової сигналізації для зв'язку з оператором ЕЗ. Рівень звуку звукового сигналу повинен бути на 8 дБ вище рівня звуку зовнішнього шуму від роботи

самого агрегату.

На видних місцях елементів конструкції машин повинні бути написи, або закріплені таблички з написами безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки та щодо розміщення важелів керування.

7.3. Вплив атомної енергії на здоров'я людини

Джерелами радіоактивного забруднення є як природні, так і штучно створені об'єкти. До основних джерел потенційної ядерної та радіаційної небезпеки на території України належать атомні електростанції, дослідницькі реактори, підприємства по видобуванню та переробці урану, підприємства, які використовують радіаційне небезпечні технології.

У 1986р. сталася ядерна катастрофа на Чорнобильській АЕС. Внаслідок вибуху на 4 блоці, в навколишнє природне середовище було викинуто велику кількість радіоактивних речовин. Сталося радіоактивне забруднення – нагромадження і переміщення техногенних радіонуклідів у природному середовищі. Основну частину радіонуклідів викинуто безпосередньо на території станції і вони пізніше були ізольовані під саркофагом.

Забруднення України характеризується плямистістю, що зумовлене різним механізмом вносу радіонуклідів з реактора, а також метеорологічними умовами, рельєфом та ландшафтами.

Основними джерелами радіаційної небезпеки на території держави є радіонукліди, які містяться в ґрунтах та водах.

Для зменшення негативного впливу радіації на організм людини, підвищенню його опору, треба велику увагу приділяти раціональному споживанню рослинних продуктів та вітамінів.

Є багато рослин, які підвищують стійкість людини до іонізуючої радіації. Вони можуть використовуватись як у профілактичних цілях, так і як додаткове лікування.

Протипроменевими властивостями володіють женьшень, елеутерокок, ромашка, подорожник тощо. Велику допомогу в підвищенні стійкості організму впливу радіації можуть подати продукти бджільництва (мед, маточкове молочко, прополіс).

Практично найбільшу небезпеку становить пил. Радіоактивні речовини на поверхні ґрунту переносяться повітрям, потрапляють у наші оселі, на відкриті ділянки шкіри й опромінюють її.

У деяких випадках вони можуть просочуватись у середину організму через пори шкіри.

Лише нещодавно* Міжнародна наукова громадськість визнала, що найбільш серйозною причиною радіоактивного опромінення людей природною радіацією є наявність у навколишньому середовищі радону. На невидимий, без смаку та запаху важкий газ (у 7,5 разів важчий за повітря), з періодом напіврозпаду 3,6 доби, припадає більша частина природного радіоактивного фону - понад 60%. По дослідженням І. П. Лося у структурі доз природного опромінення населення в Україні, радон та його ізотопи визначають близько 80% її величини. Основну дозу людина отримує, дихаючи повітрям у приміщеннях, де взагалі концентрація радону в 6-8 разів вища, ніж у зовнішній атмосфері.

Радон є продуктом розпаду радію, який, у свою чергу, утворюється в процесі розпаду природного урану-238. Радон та утворені ним продукти розпаду є інтенсивними альфа-випромінювачами і розповсюджені у ґрунті, гірських породах, ґрунтових водах, природному газі та будівельних матеріалах

Гірські породи. Кожна ділянка земної поверхні виділяє радон з характерною для неї швидкістю. Так на ділянках, де корінні породи містять

високі концентрації урану (граніти, фосфорити тощо), завжди фіксується високе радоновиділення.

Наявність радіогеохімічних аномалій у геологічному середовищі визначається геологічною будовою території. Так, у Швеції розроблена класифікація районів країни для загального планування будівельних робіт. Класифікація включає території з високим, нормальним та низьким рівнем радону в ґрунтовому повітрі та враховує вміст урану та радію в гірських породах та ґрунтах, проникність та водо-вміст ґрунтів. Для всієї території країни побудовані карти радонового забруднення, які обґрунтовані геологічними даними, а також вимірами вмісту радону в житлових будинках, які проводили місцеві органи охорони здоров'я.

В Україні радононебезпечні території приурочені до Українського кристалічного щита. В основному - це Житомирська, Київська, Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька області.

Максимальна виявленість радону у повітрі сільських (одноповерхових) будинків, розміщених на території кристалічного щита - у середньому 107 Бк/м³, поза щитом - 44 Бк/м³. Для багатоповерхових будинків середньорічна еквівалентна концентрація на перших поверхах - 60 і 44 Бк/м³, вище першого поверху - 31 і 20 Бк/м³ для територій щита і поза ними відповідно.

Ґрунти. Вміст радію в ґрунті змінюється в межах типу ґрунту, і наявність радону обумовлена пористістю, вологістю та вмістом урану. Концентрація радону в «ґрунтовому газі» приблизно складає 37 кБк/м³.

Води. Радон, який виділяється радієм з порід, переходить в ґрунтову воду і в природний газ. Використання цих природних субстанцій у будинку також збільшує надходження радону в домашню атмосферу.

Концентрація радону в поверхневих водних джерелах надзвичайно мала, але вода з деяких джерел, особливо з глибоких колодязів або артезіанських свердловин, може містити дуже багато радону. Так, високий

вміст радону був визначений у воді артезіанських свердловин Фінляндії, в тому числі в системі водозабезпечення міста Гельсінки.

Концентрація радону звичайно найбільша в індивідуальних колодязях і зменшується в міру збільшення числа користувачів. При кип'ятінні води або приготуванні гарячих страв, радон у значній мірі звітряється і тому надходить в організм в основному з некип'яченою водою.

Велику небезпеку становить собою попадання в органи дихання парів води з високим вмістом радону у ванній кімнаті під час купання, прання білизни тощо. При обстеженні будинків у Фінляндії з'ясувалось, що в середньому концентрація радону у ванній кімнаті (8,5 кБк/м³) приблизно в три рази більша, ніж на кухні (3 кБк/м³), та у 40 разів вища за у житлові приміщення (0,2 кБк/м³). Дослідження, проведені в Канаді, показали, що всі сім хвилин, протягом котрих був включений теплий душ, концентрація радону та його дочірніх продуктів у ванній кімнаті швидко зростала, і пройшло більше як півтори години з часу відключення душу, поки вміст радону впав до початкового рівня.

У підземних водах концентрація радону сильно змінюється, досягаючи максимуму в гранітах.

Гази. Основними джерелами атмосферного радону є дифузія від поверхневих шарів ґрунту. Відносно невеликими джерелами радону є вулкани, ґрунтові води, природний газ та повітря, яке видаляється з шахт. Радон проникає також у природний газ під землею. Рівень радону в природному газі може становити до 1850 Бк/м³. В результаті попередньої переробки та в процесі збереження газу перед його подаванням користувачам, більша частина радону вивітряється, але концентрація радону може відчутно зрости, якщо кухонні плити, опалювальні та інші нагрівальні устрої, в котрих спалюється газ, необладнані витяжкою. При наявності витяжки користування газом практично не впливає на концентрацію радону в приміщенні.

Будівельні матеріали. Основним джерелом радону і продуктів його розпаду в повітрі приміщень є будівельні матеріали, з котрих побудовані будівлі. Найбільш розповсюджені будівельні матеріали, що мають велику питому вагу радіоактивного радону - граніти, бетон тощо.

Типові концентрації радію в камінні, бетоні, цеглі та гіпсу ті ж, що і в поверхневих ґрунтах та породах - 40 Бк/м³. Радіоактивність бетону визначається радіоактивністю його компонентів і сильно розрізняється в різних країнах. Краще за все в цьому відношенні дерево: питома радіоактивність деревини, як правило, нижче 1 Бк/м³. В той же час концентрація радону в дерев'яних будинках звичайно вища, ніж в цегляних. Це пов'язано з меншою ізоляцією дерев'яних будинків від ґрунту в порівнянні з цегляними, тобто вони знаходяться ближче до поверхні землі - основного джерела радону.

Отже, можна сказати, що шляхи потрапляння радіоактивних газів у житлові приміщення різні:

- з ґрунту, на якому стоїть фундамент будівлі - там, де близько до поверхні проходять величезні гранітні масиви, є тектонічні розломи насичене радоном «ґрунтове повітря» потрапляє в приміщення крізь щілини у фундаменті та підлозі. Важливо зазначити, що радоновиділення визначається не тільки радіоактивністю порід, а й їх особливими властивостями. Як установили російські вчені, порівняно слаборадіоактивні породи можуть становити значно більшу небезпеку, ніж високорадіоактивні, якщо вони знаходяться в зоні тектонічних порушень тощо. Як це не парадоксально звучить, але нерідко слаборадіоактивні породи можуть містити радон в концентраціях у тисячу разів більшу, ніж породи з високою радіоактивністю. Швидкість проникнення радону з землі в приміщення фактично визначається товщиною і цілістю (тобто кількістю щілин і мікрощілин) міжповерхового перекриття. Концентрація радону на верхніх поверхах багатопверхових будинків, як правило, нижча, ніж на першому;

з матеріалів, що використовуються для їх будівництва, найбільш розповсюджені будівельні матеріали, що мають велику питому вагу радіоактивного радону - граніти, бетон тощо;

з водою, яку ми використовуємо для домашніх потреб. Велику небезпеку для здоров'я людини створюють потрапляння парів води з високим вмістом радону у легені разом із вдихуванням повітрям під час купання, прання, готування їжі;

з природним газом, який ми використовуємо в кухонних плитах та інших нагрівальних приладах, які не забезпечені системою вентиляції.

У даний час вміст радону в приміщеннях став предметом хвилювання за стан здоров'я населення, що в деякій мірі пов'язано із здійсненням програми економії енергії в будівлях та використанням матеріалів з промислових відходів з високим вмістом радію.

У США ще в 70-ті роки зацікавились тією радіацією, яку «вдихають» вдома та на роботі. У підсумку проведених досліджень було встановлено, що вміст радону в приміщенні в середньому в 10 разів перевищує його концентрацію ззовні і створює дозу радіоактивного випромінювання, яка в три рази перевищує ту, котру середній американець отримує при медичних обстеженнях протягом всього свого життя.

Численними дослідженнями, які проведені на території колишнього СРСР встановлено, що активність радону та його дочірніх продуктів у повітрі приміщень у 8-25 разів перевищує природну радіоактивність зовнішнього повітря, тобто людина основну частину дози опромінення від радону отримує, знаходячись у приміщеннях, особливо при їх герметизації і відсутності вентиляції.

Враховуючи, що Україна відноситься до країн з високим рівнем опромінення радоном, починаючи з 1992 р. проводиться контроль житлового фонду, що вводиться в експлуатацію, згідно з вимогами Державних будівельних норм (РБН 356-91), а з початком 1998 р.- і НРБУ-97. За цей час

зроблено більш 14000 вимірювань еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону-222 у різноманітних будівлях 18 областей України. Встановлені середньозважені за типом будівель ЕРОА радону-222: для одноповерхових будівель сільського типу -92 Бк/м³, для першого поверху «багатоповерхівок» - 48 Бк/м³, для поверхів вище першого - 22 Бк/м³.

Слід зауважити, що на концентрацію радону в жилу приміщенні впливають конструктивні особливості кожного будинку. Оскільки головним джерелом надходження радону є ґрунт під будівлею, головним накопичувачем радону є підвал або підпіл (при наявності такого). З підвалу радон розповсюджується по будинку, тому його концентрація максимальна в підвалі, менша - на першому поверсі, і ще менша - на другому. В будинках без підвалу рівень радону, який проникає в будинок з ґрунту, на першому поверсі менший, чим за наявності підвалу.

Але не слід виключати формування активності радону в повітрі приміщень і «режим поведінки» власників житла, тобто склад сім'ї, кількість її членів, їх вік та професію, які, насамперед, впливають на режим повітрообміну внутрішнього середовища будинку.

У всіх дослідженнях радону відзначаються сезонні зміни його вмісту в приміщеннях, найбільше - взимку. Взимку концентрація радону в будинках на 50% перевищує літні рівні у підвалах та на першому поверсі. Не виключено, що це обумовлено «запечатаністю» будинків зимової пори від непогоди. Зовнішнє повітря надходить у меншій кількості і не розчиняє радон.

Чим небезпечний радон для людини? Продукти розпаду радону потрапляють у легені людини разом з повітрям і затримуються в них, де розпадаючись, виділяють альфа-частинки, які обумовлюють активний вплив на біологічні тканини внутрішніх органів людини (бронхи, легені тощо). Довготривале вдихання радону з повітрям і його наступний розпад, є

джерелом радіоактивного впливу на тканини легенів, що призводить до багаторазового підвищення ризику захворювання на рак. Слід відмітити, що альфа-частинки викликають ушкодження не тільки в легенях, а й у хромосомах клітин кісткового мозку людини, що у подальшому збільшує вірогідність розвитку лейкозу.

У результаті дослідження впливу радону, які проводяться в багатьох країнах світу, встановлено, що якщо його концентрація сягає 150-200 Бк/м³ то ризик захворюваності на онкологічні хвороби зростає вдвічі.

Одним словом можна зробити висновок, що газ радон - «тихий убивця».

Факт небезпеки встановлено. А що робити далі? Оскільки «радонові» дози відносно легко, ціною менших витрат можна знизити, в Україні реалізуються окремі заходи протирадонових програм, якнайбільш ефективний шлях зменшення величини опромінення населення. В Україні протирадонова програма реалізується з 1988 р., а з 1991 р. у скороченому варіанті (в основному на радіоактивно забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях).

На жаль, швидко і якісно вивчити або навіть оцінити ступінь поширення лиха у тисячах сіл і міст України поки що неможливо, у зв'язку з відсутністю дешевих приладів по вимірюванню концентрацій радону.

Тому в наш час необхідно самостійно приймати найпростіші заходи по зменшенню негативного впливу радону на здоров'я людини.

Як відомо до значного підвищення концентрації радону всередині приміщення можуть призвести герметизація приміщень і відсутність вентиляції. Тому необхідно постійно, протягом доби, провітрювати приміщення, особливо ванну та кухню.

З кип'ятінням та приготуванням гарячих страв вміст радону у воді зменшується. Тому воду з криниць, з артезіанських свердловин, з водопровідної мережі, перед використанням треба кип'ятити.

Якщо в будинку є підвал, то його необхідно обладнати примусовою системою вентиляції. Це зменшить концентрацію радону у підвалі та його попадання через міжповерхові покриття у житлові приміщення.

Необхідно постійно здійснювати контроль радіоактивності будівельних матеріалів.

Виділення радону зі стін будівлі можна зменшити у декілька разів, якщо їх покрити трьома шарами масляної фарби, одним шаром фарби з епоксидною смолою або при облицюванні стін пластиковим матеріалом.

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Важливість охорони навколишнього середовища

У нашій країні актуальною є проблема забруднення навколишнього середовища.

Загалом, відходи становлять істотну проблему для всіх європейських країн, оскільки їх кількість в цілому зростає.

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

Утворення відходів приводить до втрати матеріалів і енергії, а також до додаткових економічних і екологічних витрат для суспільства у зв'язку із збором, переробкою і видаленням відходів. Вони складають істотну частину потоку матеріалів в економіці і тому вони розглядаються, особливо в Західній Європі, в контексті загального потоку матеріалів.

Вплив відходів на оточуюче середовище, ресурси і здоров'я людини залежить від їх кількості та характеру. Екологічне навантаження від утворення відходів і поводження з ними включає викиди в атмосферу (у тому числі парникові гази), у воду і ґрунт, які впливають на здоров'я людини і природу.

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

8.2. Характеристика забруднень навколишнього середовища, що виникають при використанні картоплесаджалки КСН-2

Гербіциди. Цю велику групу хімічних засобів захисту рослин за інтенсивністю забруднення ними навколишнього середовища ряд дослідників ставлять на перше місце. І зовсім не випадково. Масштаби їх виробництва і використання швидко збільшуються. Загально визнано, що підвищення врожайності сільськогосподарських культур практично неможливе без широкого їх застосування.

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

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

Відходи. Відходи утворюються при переробці композитів і виготовленні з них виробів – це технологічні відходи, які частково повертаються в процес. Те, що залишається після використання цих виробів – різних плівок

(парникових, будівельних і т.п.), тари, побутової – це побутові і промислові відходи.

Технологічні відходи, піддаються термічній дії в розплаві, а потім при дробленні і агломерації – ще й інтенсивним механічним діям. В масі композиту інтенсивно протікають процеси термо- і механодеструкції з втратою ряду фізико-механічних властивостей і при багатократній переробці можуть негативно впливати на властивості виробу. Так, при поверненні в основний процес, (зазвичай, 10-30 відсотків вторинних відходів) значна кількість матеріалів проходить до 5 циклів екструзії і дроблення.

Побутові і промислові відходи не тільки переробляються кілька разів при високій температурі, але також піддаються і тривалій дії прямого сонячного проміння, кисню та вологого повітря. Парникові плівки можуть також контактувати з отрутохімікатами, пестицидами, іонами заліза, які сприяють деструкції композиту. В результаті, в масі композиту нагромаджується велика кількість активних з'єднань, що прискорюють розпад композитних ланцюгів.

8.3. Заходи зі зменшення забруднення довкілля

З метою зменшення забруднення навколишнього середовища на сільськогосподарських машинобудівних підприємствах проводяться різноманітні міроприємства.

Очищення повітря від пилу може здійснюватись шляхом вентиляції як при подачі зовнішнього повітря в приміщення, так і при видаленні з нього запиленого повітря. В першому випадку забезпечується захист працюючих у виробничих приміщеннях, а в другому – захист навколишнього середовища.

Повітря, яке видаляється системами вентиляції і містить пил, шкідливі речовини або речовини з неприємним запахом перед викидом в атмосферу

повинно очищуватись, щоб в атмосферному повітрі населених пунктів не було концентрацій шкідливих речовин, що перевищують санітарні норми, а в повітрі, яке поступає в середину виробничих приміщень концентрації шкідливих речовин не перевищували граничнодопустимих норм для робочої зони цих приміщень.

Вентиляція досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення і подачею в нього свіжого повітря.

За способом переміщення повітря вентиляція буває природною і механічною. Можливе також поєднання природної і механічної вентиляції (змішана вентиляція) в різних варіантах.

На підприємствах часто використовують комбіновані системи вентиляції (загально обмінну з місцевою, загально обмінну з аварійною і т.п.)

Звільнення від відходів ведеться за напрямками:

- складування або навіть захоронення таким чином, щоб вони не впливали негативно на навколишнє середовище;
- знищення відходів шляхом їхнього спалювання.

У більшості міст світу переважає вивіз відходів на звалища. На звалищах зберігається багато відходів. Складування відходів на міських звалищах є найбільш екологічно недосконалим способом порятунку від них. Стічні води звалищ токсичні і забруднюють ґрунтові води та ріки. Йде забруднення атмосфери газоподібними речовинами, що утворюються при розкладанні звалених матеріалів.

Іншим способом знищення відходів є спалювання. Найчастіше їх спалюють на звалищах відкритим способом. Дефект спалювання полягає в накопиченні великої кількості попелу, який вміщує велику кількість токсичних речовин, та й газоподібні викиди при спалюванні небезпечні, часто виділяється діоксин. Особливо небезпечне відкрите спалювання пластмас. Однак відкрите спалювання побутових та промислових відходів на заводських звалищах йде у великих об'ємах.

Очистка стічних вод від шкідливих речовин, що становить найбільш

складний процес, який здійснюється такими способами:

- Механічна очистка методом відстоювання в спеціальних відстійниках рідких стоків, фільтрування і т.п.
- Хімічна очистка, при якій шкідливі компоненти відходів перетворюються на осад або розкладаються.
- Фізико-хімічна очистка, головним чином, методом електролізу або іонообмінних смол.
- Біологічна очистка за допомогою бактерій або інших живих організмів, які здатні розкласти шкідливі речовини в процесі життєдіяльності.

Забруднення навколишнього середовища є однією з головних причин глобальної соціоекологічної кризи. Оскільки стурбованість у зв'язку із забрудненням соціоекосистеми Землі проявилась лише недавно, наукові дослідження ще не дали відповіді на багато проблем. Проте відомо, що вже вивчені види забруднення зростають експоненціально.

Багато забруднювачів мають глобальне розповсюдження, і їх шкідливий вплив проявляється на великих відстанях від місця викиду в довкілля. Негативний вплив багатьох з них на природні екосистеми проявляється з тривалим запізненням, що є ще більшою небезпекою внаслідок невивченості максимальної можливості поглинання забруднювачів біосферою Землі.

«ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ»

В дипломній роботі з метою розширення функціональних можливостей базової картоплесаджалки КСН-2 в її конструкцію введено туковисівний пристрій, який складається з туковисіваючих апаратів, тукоприводів, сошників для висіву туків в ґрунт на задану глибину двома смужками, розташованими по обидві сторони рядка картоплі, бункера для туків.

Тобто, вдосконалення картоплесаджалки дозволить за один прохід виконувати як внесення мінеральних добрив так і посадку картоплі. При цьому ефективність використання міндобрив буде вищою, так як міндобрива концентруються в зоні рядка а не по всій поверхні поля, як у випадку з внесенням міндобрив попередньо, як передбачається в технології з застосуванням базової картоплесаджалки, а отже забезпечується підвищення врожайності картоплі при одній і тій же нормі висіву міндобрив з застосуванням нового варіанту на 6 ц/га.

У дипломній роботі магістра зроблено ряд питань.

Проаналізовано особливості операції садіння картоплі агрегатами даного типу і виділено основні переваги та недоліки.

Проведено розрахунки основних параметрів картоплесадильної машини, тобто технологічні та конструктивні, обґрунтування основних робочих органів даного агрегату.

Внесено зміни у базову конструкцію картоплесадильної машини та проведено усі міцнісні та перевіркові розрахунки.

Зроблено техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Сумарний річний економічний ефект в порівнянні з базовою картоплесаджалкою складає 109695 грн.

У роботі розроблено технологічний процес мехобробки деталі та розроблено технічна документація.

У дипломній роботі магістра проведено дослідження конструкцій картоплесаджальних машин.

У дипломній роботі також опрацьовано питання з охорони праці при роботі з картоплесадильною технікою, екології та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Расчет и конструирование сельскохозйственных машин. А. А. Громбачевский. Ленинград. Машиностроение. 1977.
2. Справочник конструктора сельскохозйственных машин, Т.2. Под ред. М. И. Клецкина, Москва. 1967.
3. Расчеты деталей машин. И. И. Черныш, А. В. Кузьмин. Минск, Высшая школа. 1974.
4. Картопля — другий хліб. П. С. Тесляк. „Довіра”. 1995.
5. Курсовое проектирование деталей машин. А. Е. Шейбнет. М. Высшая школа. 1991.
6. Загальносоюзні правила пожежної безпеки для об’єктів сільськогосподарського виробництва.
7. Інструкція для експлуатації та технічного обслуговування картоплесаджалки КСН-2.
8. Методические указания по экономической оценке новой техники. Раздел III.
9. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.002, ГОСТ12.2.03, ГОСТ 12.2.019-86, ДСТУ 2489.
10. Протокол випробувань картоплесаджалки КСН-2. Львівська МВС, 2002.
11. Санітарно-технічне обстеження та санітарно-хімічний контроль джерел викидів в атмосферу. Проектний інститут „Дніпросільмаш”. Київ. 1993.
12. Технічні умови на картоплесаджалку КСН-2.
13. Техника сельскохозйственная. Методы экономической оценки. ГОСТ 23.728-88, ГОСТ 23.730-88.
14. Технологія виробничих процесів, операцій виробничих цехів ВАТ „ТеКЗ”.

15. Цепи приводные роликовые для сельскохозяйственных машин. Типы, основные параметры и размеры. ОСТ 23.2.472-84.
16. Цивільна оборона. Підручник / За редакцією полковника В.С. Франчука. – Видання 2-ге доповнене. – 2001. – 256 с.
17. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]:
18. Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi
19. Бабук В. В., Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: 1979. – 461 с.
20. Горбацевич А. Ф. и другие Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшая школа, 1983. – 288 с.
21. В. В. Данилевский, Справочник молодого машиностроителя. М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.
22. Справочник технолога - машиностроителя. В двух томах., Том 2., Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – 495 с.
23. Н. А. Нефедов, К. А. Осипов. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М.: Машиностроение 1990. – 445 с.
24. Режимы резания металлов. Справочник под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение 1972. – 407 с.
25. Протокол періодичних випробувань №102-05-08 (2010608). Картоплесаджалка тракторна навісна КСТ-2.
26. Протокол державних приймальних випробувань №9 (1-9-02-09). Картоплесаджалка навісна КСН-2Л.
27. Дослідження, наукова експертиза і прогноз розвитку сільськогосподарської техніки: Звіт про НДР (заключний) № 0110 U005919./ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; Керівник – В.І. Кравчук – Відповідальний виконавець П.О. Войтюк. – Дослідницьке, 2010. – 174 с.
28. Проспекти фірм ВАТ “Ковельсьільмаш”, ПП. Бартощук А.Г, ВАТ “Завод Львівсьільмаш”, Vomet, UNIA.
29. Проспекти фірми Cramer.

30. Проспекти фірми Grimme.

31. Думич В. Підвищення якості садіння картоплі прогресивними робочими органами картоплесаджалок / В. Думич, В. Залужний // Вісник ЛНАУ: Агро інженерні дослідження. – №13. – Т. 2. – Львів, 2009. – С. 86-89.

32. Проспекти фірми Agronomic.

33. Проспекти фірми Miedema.

34. Проспекти фірми NP Koning.

35. 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.

36. 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.

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

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

ДОДАТКИ