

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „ Розробка садового ямокопача до грейферного навантажувача”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.06.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-19-1

Герук О.В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук’янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЗАКЛАДАННЯ ПЛОДОВОГО САДУ ТА РОЗМІЩЕННЯ ДЕРЕВ.....	8
1.1 Вимоги до вибору місця під сад .....	8
1.2 Розбивка площі на квартали .....	10
1.3 Підготовка ґрунту під сад .....	19
1.4 Садіння саду та догляд за ним.....	
2 САДІННЯ САДУ ТА ДОГЛЯД ЗА НИМ.....	28
2.1 Садіння плодкових дерев.....	28
2.2 Догляд за садами.....	30
2.3 Формування крон.....	32
2.4 Удобрення саду .....	33
2.5 Збирання врожаю.....	36
2.6 Правила безпечної експлуатації ямокопача.....	40
2.7 Розрахунок тягового опору котка культиватора.....	42
3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЯМОКОПАЧА ДО НАВАНТАЖУВАЧА.....	46
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ.....	53

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## Анотація

Герук Олександр Віталійович. Розробка садового ямокопача до грейферного навантажувача. Дипломний проект

В проекті описано способи розміщення плодкових дерев, огляд існуючих конструкцій та їх робочих органів, запропоновано конструкцію ямокопача.

Ключові слова: ямокопач, навантажувач, сад, ґрунт, плодіві насадження.

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



спеціалізація, концентрація та інтенсифікація. Отже, розвиток садівництва має здійснюватись шляхом впровадження прийомів прогресивних інтенсивних технологій: введення нових цінних високоврожайних сортів впровадження раціональних способів удобрення, утримання і обробіток ґрунту, боротьба з шкідниками, хворобами та додаткових затрат здебільшого ручної праці. Виходячи з цього можна зробити висновок, що садівництво в нашій країні може розвиватися досить успішно.

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50























бути не ближче 1,5 м від поверхні ґрунту. При надмірній зволоженості ґрунту корені загнивають, а дерева всихають. Особливо небезпечне перезволоження ґрунту в період активного росту пагонів та коренів.

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50





КРН-5,6 або КРН-4,2, обладнаним спеціальним маркером. Для першого проходу садильної машини на підготовленій для садіння площі виставляють кілки або мітять її суперфосфатом. Наступні проходи визначаються по лінії маркера. Машина агрегується з тракторами тягового класу 3, обладнаними ходозменшувачами. Обслуговує її тракторист і 4 працівники. При використанні машини за годину можна висадити близько 500 дерев. Продуктивність праці при цьому значно підвищується.

Після садіння видаляють усі гілки, непотрібні для формування крони, та наполовину вкорочують скелетні гілки. Місце зрізу пагона подовження повинно бути на 20-25 см вище порівняно із скелетними гілками.

Через 3-4 дні після садіння, коли ґрунт в достатній мірі ущільниться, дерева підв'язують до кілків або до стовбура підгортають горбок землі заввишки близько 30 см.

## 2.2 Догляд за садами

Після весняного садіння саджанці обрізають. У міжряддях і рядах ґрунт розпушують культиваторами на глибину 10-12 см. Протягом вегетації проводять систематичне розпушування ґрунту. У молодих садах, особливо у перші 2-3 роки після садіння дерев, ґрунт на пристовбурних кругах доцільно мульчувати торфом чи перегноєм, це поліпшує водний температурний режим ґрунту протягом вегетації, захищає кореневу систему взимку від перемерзання. Ґрунт на пристовбурних смугах і в усіх зонах утримується під чорним паром.

Глибину обробітку міжрядь встановлюють залежно від механічного складу ґрунту і підґрунтя, товщини гумусового шару, рівня залягання ґрунтових вод, наявності в них шкідливих солей. В умовах Полісся на дерново-підзолистих ґрунтах, у північному лісостепу восени та ранньою весною міжряддя обробляють важкими садовими боронами на глибину 12-14 см. В інших зонах у міжряддях восени застосовують зяблеву оранку садовими плугами. А також у міжряддях

									ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						50



гербіцидами, залежить від конструкції саду. В усіх типах садів вона має бути мінімальною – обприскують лише ту частину біля стовбурі дерев, яку не вдається обробити при дискуванні чи культивації.

При догляді за деревами від шкідників і хвороб, а також гризунів стволи зерняткових порід обв'язують, а стволи кісточкових – білять вапном з добавкою мідного купоросу. Також побілку краскою ВС-511 проводять від зимово-весняних опіків. Дана фарба тримається на деревах протягом двох років.

Дослідженням Л.І.Падалка встановлено, що на показник антагоністичного потенціалу епіфітних мікроорганізмів філоплани яблуні впливають погодні умови, в яких перебувають рослини-господарі. Висвітлено результати досліджень з розробки математичних моделей виявлення антагонізму залежно від погодних факторів, які дають змогу раціональніше проводити скринінг високоактивних проти парші яблуні мікроантогоністів.

### 2.3 Формування крон

В процесі еволюції під впливом екологічних факторів у плодкових рослин створились різні біологічні форми надземної частини, зокрема у дерев такі форми крон, як округла, пірамідальна та їх модифікації, горизонтальна проекція яких має форму круга. Природні форми крон не можуть бути недосконалими, оскільки поряд з іншими біологічними властивостями дерев забезпечують вживання води в певних умовах зовнішнього середовища. Отже, природні форми крон плодкових дерев є життєздатними, досконалими оптико-фізіологічними системами, пристосованими до максимального вбирання енергії ФАР в умовах середовища, до якого в процесі еволюції вони пристосовувались.

У садах, як і в природних дикорослих насадженнях, форма крони зумовлюється її конструкцією – орієнтуванням у просторі, особливостями розміщення, чисельності і розмірами стеблових утворень. У перші роки після закладання саду при формуванні крони необхідно дбати про активний ріст дерев,

									ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						50

утворення достатньої кількості пагонів і плодоносних утворень та генеративних бруньок на них, їх оптимальне співвідношення не лише в кроні, а й в перерахунку на 1 га, що є запорукою одержання ранніх високих і регулярних врожаїв.

Отримувати високі та стабільні врожаї яблуні з максимальною кількістю плодів доброї якості – провідне завдання садівників, для вирішення якого слід вивчити процес формування плода яблуні та виявити умови, що впливають на його перебіг. Актуальним є дослідження продуктивності яблуні впродовж її формування та встановлення основних морфофізіологічних закономірностей, що керують цим процесом [10].

Висока продуктивність формування проявляється в садах закладених високоякісними саджанцями при оптимальній щільності дерев на одиниці площі з врахуванням біологічних особливостей порід і сортопідщепних комбінацій, при застосуванні раціональних систем удобрення, утримання ґрунту, регулювання водного режиму та інших прийомів прогресивних інтенсивних технологій.

Формування крон молодих дерев виконують залежно від активності росту і розвитку порід, сортопідщепних комбінацій, віку насадження, конструкції ряду і саду та ґрунтового кліматичних і організаційно господарських умов. Але є загальні правила і технічні прийоми, які застосовують незалежно від цих факторів. До таких прийомів належать визначення кутів відходження і нахилу та розміщення основних гілок 1-го порядку у кронах, де такі гілки формуються, зміна напрямку росту пагонів, підпорядкування частин і гілок крони, вирізування гілок при прорідженні крони.

## 2.4 Удобрення саду

В інтенсивних садах велике значення має застосування раціональної системи удобрення з метою повного забезпечення потреб плодових рослин в елементах мінерального живлення високих врожаїв екологічно чистих плодів,

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

збереження і поліпшення природної родючості ґрунтів. Інтенсивні сади характеризуються високою насиченістю ґрунту коренями, утворенням значної вегетативної маси та високою врожайністю.

Раціональне удобрення поліпшуючи мінеральне живлення, активізує фотосинтез, процеси росту закладання і деферментацію генеративних бруньок, сприяє одержанню регулярних і високих врожаїв, підвищенню якості плодів зимостійкості плодових рослин і є однією з основних складових частин інтенсивних технологій їх вирощування.

Для удобрення плодових культур застосовують органічні і мінеральні добрива. Мінеральні добрива вносять здебільшого у формі туків, рідше у вигляді розчинів поживних солей. Органічні добрива заробляють в ґрунт в натуральному їх стані, а деякі перед внесенням здебільшого розбавляють водою. Найбільш цінні вважають органічні добрива, вони містять майже всі необхідні для плодових культур макро- і мікроелементи і поповнюють ними запаси елементів живлення у ґрунті, поліпшують його мікробіологічну активність та агрофізичні властивості, збагачують приповерхневі шари повітря вуглекислотою.

Мінеральні добрива здебільшого є легкодоступними для плодових рослин. Завдяки високому вмісту елементів живлення зменшуються норми добрив, затрати на їх транспортування та внесення в ґрунт. Однак високорозчинність мінеральних добрив, крім фосфорних, зумовлює їх вимивання за межі розміщення основної маси кореневої системи, особливо на ґрунтах з промивним водним режимом.

## 2.5 Збирання врожаю

Збирання досить трудомістка робота, на яку припадає 1/3-1/2 і більше загальних затрат. До збирання необхідно підготувати необхідну кількість тари, інвентаря, транспортні засоби, приміщення для товарної обробки плодів, подбати

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

про підсобних робітників. У зв'язку з цим виникає потреба у визначенні очікуваного врожаю.

При досяганні плоди набувають певного забарвлення, розмірів, смаку, конструкції. Зелене забарвлення плодів зникає внаслідок руйнування хлорофілу, плоди набувають жовтого чи білого забарвлення. Розрізняють знімальну, технічну і споживчу стиглість плодів. Оптимальні строки збирання плодів районованих порід і сортів у кожній зоні визначають експериментально, враховуючи фазистиглості і цільове призначення продукції. Передчасне збирання плодів, зокрема осінніх і зимових сортів яблуні, призводить до недобору врожаю, під час зберігання вони не набувають властивого їм забарвлення і смаку. Збирання врожаю – основний, вирішальний етап, яким завершується процес вирощування плодів. Це стадія виробництва охоплює знімання плодів з рослин і транспортування їх до місця реалізації.

У промислових садах застосовують два способи збирання врожаю: ручний і механізований. Для зерняткових порід застосовують і третій – селективний або комбінований спосіб, який поєднує ручне і механізоване збирання плодів. Після чого проводять поділ помологічного сорту різної зовнішньої якості на групи, за які при продажу виплачуються різні ціни. До кожної з цих груп, що має назву товарний сорт, відносяться плоди з подібними зовнішніми ознаками. Паралельно з даним процесом проводять укладання плодів у відповідну тару з метою зберігання їх якості при навантажувально-розвантажувальних роботах та під час транспортування.

## 2.6 Охорона праці при роботі в саду та техніка безпеки при експлуатації ямокопача

При виконанні усіх видів робіт по закладанні і вирощуванні молодих насаджень і догляду за плодоносними насадженнями потрібно неухильно

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



Всі роботи по зберіганню, перевезень і застосуванню отрутохімікатів слід виконувати суворо дотримуючись вимог «Санітарних правил із зберігання, транспортування, застосування пестицидів у тракторів, сільському господарстві».

Роботи із хімічного захисту рослин повинні бути механізовані і проводитись під керівництвом спеціаліста з захисту рослин, агронома та ветлікаря, які зобов'язані знати правила роботи з отрутохімікатами та техніку безпеки, які включають забруднення продуктів харчування, атмосферного повітря, ґрунту та водоймища.

Працюючі з отрутохімікатами повинні бути проінструктовані про їх токсичні властивості і про способи безпечної роботи з ними, а також з правилами і прийомами надання першої медичної допомоги.

Застосовуючи отрутохімікати слід суворо дотримуватись основних правил:

- не перевищувати норму витрати;
- не порушувати строки проведення обробітку;
- використовувати препарати тільки за призначенням;
- в спеціальному журналі вести реєстрацію кожної операції.

НЕ допускається перевезення пестицидів насипом, в кульках, матерчатих мішках, а також зупинка автотранспорту з отрутохімікатами в населених пунктах. Швидкість автомобіля не повинна перевищувати 30 км/год.

Категорично забороняється перевозити разом з пестицидами людей, продукти харчування, корм для тварин та інші товари. Транспорт призначений для перевезення продуктів харчування та людей не повинен використовуватись для перевезення пестицидів.

Зберігати отрутохімікати на складі слід на полицях чи стелажах в міцній, добре закупореній тарі, розміщуючи їх на деякій відстані один від одного. Відповідальність за прийомку, зберігання та видачу пестицидів несе комірник, який повинен добре знати про токсичні властивості пестицидів, їх призначення та правила роботи з ними.

						ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			50





Виконання технічного обслуговування і ремонт ямокопача, а також його очистку проводити при непрацюючому двигуні навантажувача.

При переїзді з одного місця на друге, стрілу навантажувача необхідно ставити на підставку, а ямокопач закріпити до підставки.

Інші міри безпеки згідно інструкції по експлуатації навантажувача.

Що стосується догляду за ямокопачем, то необхідно проводити наступні операції:

- перед початком роботи перевірити і при необхідності підтягнути болтові з'єднання підвіски з корпусом, болти кріплення гідродвигуна, а також болти кріплення бура;

- перевірити стан стопорних кілець вала, що з'єднує ямокопач з стрілою;

- по закінченню роботи очистити ямокопач від землі;

- через кожні 120 годин роботи змащувати підшипники ( літол 24 або солідол синтетичний).

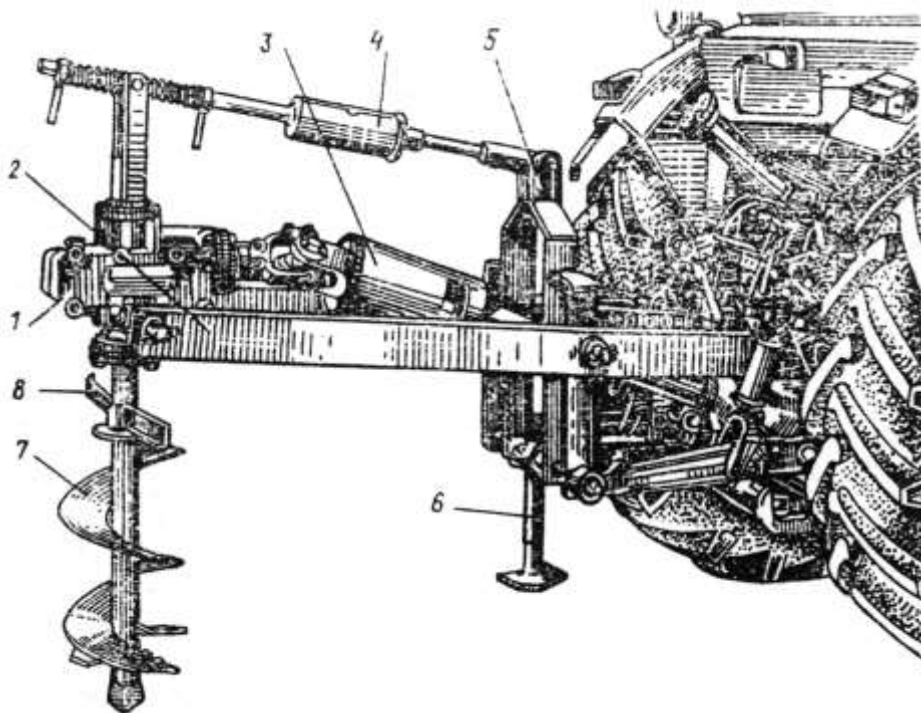
					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

### 3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЯМОКОПАЧА ДО НАВАНТАЖУВАЧА

#### 3.1 Огляд існуючих конструкції садових ямокопачів

Для викопування посадкових ям під саджанці промисловістю випускається начіпний ямокопач КЯУ-100А, який призначений для копання ям під посадку саджанців плодових, ягідних і лісових культур на легких, середніх і важких ґрунтах. Ямокопач застосовується на рівних площах і схилах з нахилом до  $10^\circ$ , не засмічених камінням.

Ямокопач, рис. 3.1, складається з редуктора, змінного бура, рами, верхньої тяги, рамки, карданної передачі, з обмежувачем глибини і розкидача.



1 – редуктор; 2 – бруси; 3 – передача кардана; 4 – тяга верхня; 5 – рамка; 6 – обмежувач глибини; 7 – бур; 8 – розкидач

Рисунок 3.1- Ямокопач КЯУ-100А.

Редуктор складається із сталюого корпусу, в середині якого знаходиться пара конічних шестерень, розташованих на горизонтальному і вертикальному

									ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						50

валах. Корпус редуктора є основою машини, до якої приєднується інші вузли ямокопача. В верхній частині корпуса розташований кронштейн до якого шарнірно кріпиться верхня тяга 4. На бокових сторонах корпуса розташовані поперечні пальці, до яких шарнірно кріпляться бокові бруси.

Горизонтальний вал редуктора з'єднаний з карданною передачею, а вертикальний з буром. На шківках горизонтального вала кріпляться вилка карданної передачі, яка складається з двох шарнірів телескопічно з'єднаних між собою валом і трубою квадратного перерізу. Запобіжна муфта карданної передачі складається з двох зубчатих кулаків, прижатих один до одного пружиною. При перевищенні допустимого крутного моменту зубчаті кулаки муфти виходять з зачеплення. Захисний кожух кріпиться до рами двома з'єднувальними ланцюгами. Робочий орган машин - бур, який складається з витків шнека, приварених до вертикальної труби, двох лемешів і спеціального пера для центрування робочого органу в роботі. Бур кріпиться до приєднувального фланця вертикального вала редуктора ямокопача.

Рама складається з двох повздовжніх брусів трубчатого перерізу, з'єднаних між собою розпірною рамкою. Внизу до розпірної рамки кріпиться обмежувач глибини, який складається з двох труб, телескопічно з'єднаних між собою хомутом. На трубах є отвори з фіксаторами для регулювання величини заглиблення бура.

Верхня тяга бура служить для установки бура у вертикальне положення на схилах. Тяга складається із з'єднувальної муфти з гвинтовими наконечниками.

На ямокопачі КЯУ-100А встановлені бури з гвинтовою робочою поверхнею мінімально розкидаючою ґрунт навколо ями. Це дозволяє скоротити час послідуєчі роботи по засипці ям при садінні саджанців.

Ямокопач КЯУ-100А комплектується змінними бурами з діаметром 30 і 60 см. Максимальна глибина ям 70 см. Частота обертання бура  $165 \text{ хв}^{-1}$ . Навіщується на трактори класу 1,4. Продуктивність до 200 ям/год. Маса машини з комплектом змінних бурів 447 кг.

									ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						50



Редуктор складається з пари конічних шестерень, розміщених на горизонтальному і вертикальному валах. На бокових сторонах частини каретки. На шліцах горизонтального вала редуктора, кріпиться вилка карданної передачі.

Стійка призначена утримувати бур в вертикальній площині. Складається з двох направляючих брусів, з'єднаних між собою. В верхній частині стійки розташований отвір для закріплення бура під час тривалих переїздів агрегату. Для регулювання ходу каретки в нижній частині направляючого бруса розміщується земний упор.

Каретка служить для переміщення редуктора з буром по направляючій стійки. Каретка приєднується до тяг рами двома шарнірно прикріпленими підпорками, розміщеними по боковим сторонам рами. Корпус редуктора кріпиться до каретки болтами.

Регулятор подачі призначений для регулювання швидкості заглиблення бура при копанні ям. Складається з корпусу і кріпиться до правого лонжерона за допомогою кронштейна.

Швидкість заглиблення бура в ґрунт регулюється важелем керування подачі в залежності від твердості ґрунту. Рекомендований час заглиблення бура діаметром 30 см – 15 с, діаметром 60 см – до 25 с.

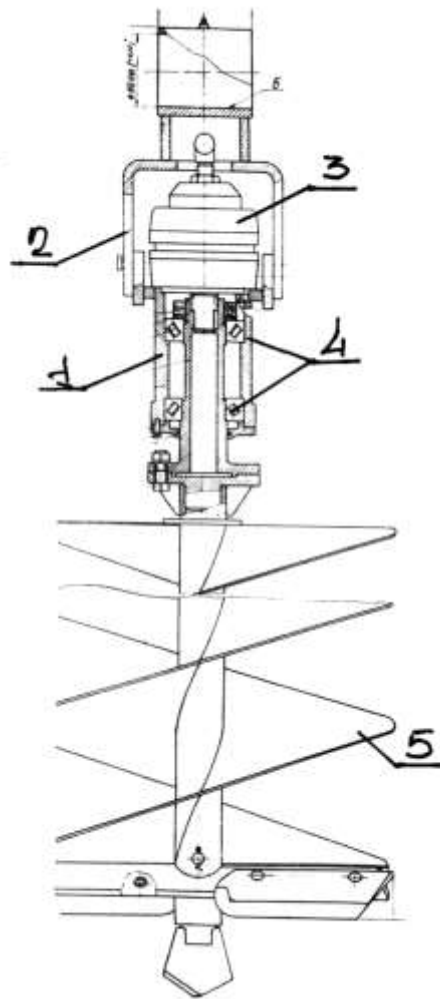
Глибина копання ям регулюється упором, що встановлений в направляючих брусах стійки. Максимальна глибина ями 60 см. Частота обертання бура 180-200 об/хв, розрахункова продуктивність 100-150 ям/год, загальна вага 349 кг.

### 3.2 Обґрунтування необхідності розробки ямокопача до навантажувача і його опис

В даний час широкої перспективи набуває розвиток садівництва з використанням нових вітчизняних технологій з впровадженням перспективних сортів яблуні на карликових підщепах, урожайність яких набагато вища в

									ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						50





1 – корпус; 2 – підвіска; 3 – гідродвигун; 4 – підшипники; 5 – бур.

Рисунок 3.3- Запропонований ямокопач.

Працювати ямокопачем рекомендується при середньому вильоті стріли, корпус стріли необхідно підняти вгору за допомогою гідраціліндра підйому, а надставку стріли підйому – гідроциліндром згину. Заглиблення бура проводиться втягуванням гідроциліндра підйому стріли.

При роботі ямокопача, в результаті рух кінця стріли по дузі, проходить нахил бура. З ціллю приведення його у вертикальне положення необхідно 1 раз за час копання провести незначне випрямлення стріли навантажувача гідроциліндром згину, як показано на рис. 3.4.

						ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			50



$F$  – площа поперечного перерізу шнека,  $\text{м}^2$ .

$$F = \frac{\pi D^2}{4}; \quad (2.2)$$

де  $D$  - діаметр бура,  $D = 0,58 \text{ м}$ ;

$\rho$  - щільність ґрунту,  $\rho = 0,8 - 1,8 \text{ г/см}^3$ ;

$\varphi_H$  - коефіцієнт заповнення перерізу бура ґрунтом,  $\varphi_H = 0,7 - 0,8$ .

З формули 3.1 знаходимо швидкість входження шнека в ґрунт,  $\text{м/с}$

$$V_o = \frac{Q_T}{F\rho\varphi_H} \quad (3.3)$$

Визначаємо теоретичну подачу,  $Q_T$

$$Q_T = \frac{\pi(D^2 - d^2)S n_c \rho \varphi_H}{4}, \quad (3.4)$$

де  $d$  - діаметр вала бура,  $d = 0,07 \text{ м}$ ;

$S$  – крок гвинта;

$n_c$  - частота обертання,  $n_c = 2,5 \text{ об/с}$ .

$$Q_T = \frac{3,14(0,58^2 - 0,07^2)0,32 \cdot 2,5 \cdot 1100 \cdot 0,7}{4} = 31,4 \text{ м}$$

Визначаємо швидкість входження шнеків в ґрунт за формулою 3.3.

$$V_o = \frac{31,4}{0,2 \cdot 1100 \cdot 0,7} = 0,16 \text{ м/с};$$

Визначаємо час копання одної ями за формулою:

$$t_k = \frac{h}{V_o}; \quad (3.5)$$

де  $h$  - глибина яки,  $h = 0,6 \text{ м}$ .

$$t_k = \frac{0,6}{0,16} = 3,75 \text{ с}.$$

Визначаємо час роботи агрегату між переїздами за формулою:

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$T_{\text{ц}} = (t_k + t_{\text{вих}} + t_{\text{нов}})4 + t_{\text{пер}}, \quad (3.6)$$

де  $t_{\text{вих}}$  - час виходу машини з ями,  $t_{\text{вих}} = 2,2$  с;

$t_{\text{нов}}$  - час повернення стріли,  $t_{\text{нов}} = 4,1$  с;

$t_{\text{пер}}$  - час переїзду трактора,  $t_{\text{пер}} = 19$  с.

$$T_{\text{ц}} = (3,75 + 2,2 + 4,1)4 + 19 = 59,2 \text{ с}$$

Визначаємо продуктивність агрегату за годину за формулою:

$$W_{\text{чр}} = \frac{3600\kappa}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.7)$$

де  $\kappa$  - кількість, викопаних ям з одної установки,  $\kappa = 4$  шт.

$$W_{\text{чр}} = \frac{3600 \cdot 4}{59,2} = 243 \text{ шт/год.}$$

### 3.3.2 Розрахунок труби шнека на кручення

Для розрахунку приймаємо труб із стандартного ряду.

Труба  $\frac{70 \times 8 \text{ГОСТ} 8732 - 78}{\text{В}35 \text{ГОСТ} 8731 - 74}$

Записуємо рівняння міцності при крученні [17]:

$$\tau_{\kappa} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} \leq [\tau_{\kappa}], \quad (3.8)$$

де  $M_{\text{кр}}$  - крутний момент, який передається трубою, Н·м;

$W_p$  - момент опору кручення;

$[\tau_{\kappa}]$  - допустиме напруження при крученні.

Визначаємо момент опору кручення за формулою:

$$W_p \approx 0,2 \frac{D^4 - d^4}{D}, \quad (3.9)$$

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

де  $D$  - зовнішній діаметр труби,  $D = 70$  мм;

$d$  - внутрішній діаметр труби,  $D = 54$  мм.

$$W_p \approx 0,2 \frac{70^4 - 54^4}{70} = 44305,5 \text{ мм}^3.$$

Визначаємо напруження труби при крученні за формулою 3.8:

$$\tau_k = \frac{1410000}{44305,5} = 31,82 \text{ Н/мм}^2.$$

Для матеріалу сталь 35  $[\tau_k] = 165 \text{ Н/мм}^2$

$$\tau_k = 31,82 < [\tau_k] = 165 \text{ Н/мм}^2$$

З даного рівняння видно, що умова міцності виконується.

### 3.3.3 Розрахунок болтового з'єднання

В даному з'єднанні болти поставлені з зазором, тобто крутний момент передається за рахунок сил тертя між фланцями (див. мал. 4.3.)

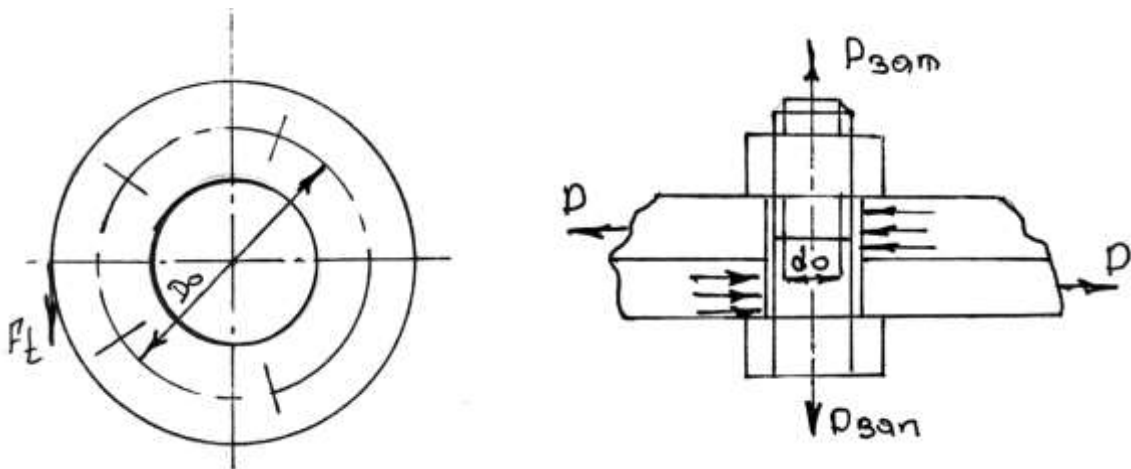


Рисунок 3.5- Схема сил, які діють у з'єднанні.

В даному випадку необхідна сила затяжки болта визначається за формулою [17]:

$$P_{зат} = \frac{2KM_{кр}}{ZD_0f}; \quad (3.10)$$

де  $K$  - коефіцієнт врахований при затяжці,  $K = 1,3-2$ ;

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$Z$  - число болтів,  $Z=5$ ;

$M_{кр}$  – крутний момент,  $M_{кр}=1410$  Нм;

$D_o$  – діаметр розтягування центрів болтів,  $D_o = 130$  мм.

$$P_{зам} = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 141000}{5 \cdot 130 \cdot 0,2} = 28200 \text{ Н.}$$

Розрахунок болтів на розтяг проводиться по внутрішньому діаметру різьби за формулою:

$$G_p = \frac{P_{зам}}{S} = \frac{4P_{зам}}{d_1^2 \pi}; \quad (3.11)$$

де  $P_{зам}$  - сила затяжки болтів,  $P_{зам} = 28200$  Н;

$S$  - площа поперечного перерізу, мм<sup>2</sup>;

$d_1$  – внутрішній діаметр болта,  $d_1=18$  мм

$$G_p = \frac{4 \cdot 28200}{18^2 \cdot 3,14} = 110,87 \text{ Н/мм}^2$$

Матеріал болтів сталь 45 [ $G_p$ ] = 140 Н/мм<sup>2</sup> [17]

$$G_p = 110,87 < [G_p] = 140 \text{ Н/мм}^2$$

Умова міцності виконується.

### 3.3.4 Розрахунок шліцьового з'єднання

Розміри шліців вибираємо по таблиці стандартів в залежності від діаметру вала. Бокові поверхні шліців працюють на зминання, а в перерізах їх основи виникають напруження зрізу (див. рис. 3.6).

Вибране з'єднання перевіряють на зминання за формулою:

$$G_{зм} = \frac{M_{кр}}{KZhlr_{cp}}, \quad (3.12)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент, Нм;

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$K$  - коефіцієнт нерівномірності розподілення зусилля між шліцами,  $K=0,75$

$Z$  - число зубів,  $Z= 8$ ;

$h$  – висота контактної поверхні шліца;

$l$  - робоча довжина паза,  $l= 36$  мм

$r$  – радіус середній.

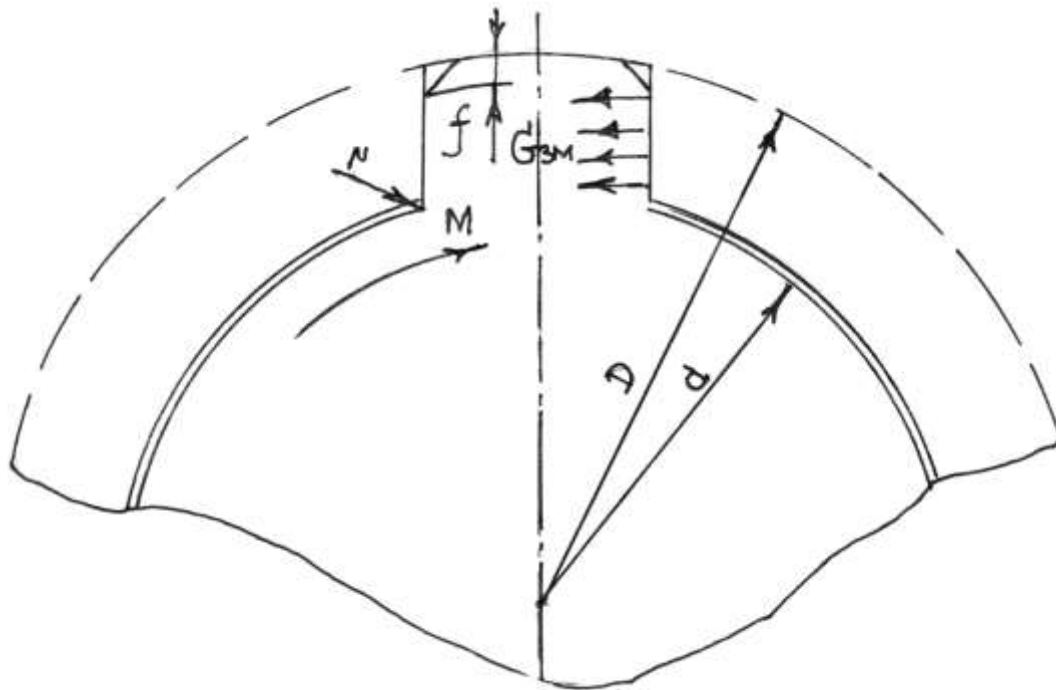


Рисунок 3.6- Схема для розрахунку шліцевого з'єднання.

Визначаємо висоту контактної поверхні шліца за формулою:

$$h = \frac{D-d}{2} - 2f, \quad (3.13)$$

де  $D$  - зовнішній діаметр шліців, мм;

$d$  - внутрішній діаметр шліців, мм;

$f$  – розмір фаски.

З [17] виписуємо:

$D = 38$  мм;  $d = 32$  мм;  $f = 0,5$  мм.

$$h = \frac{38-32}{2} - 2 \cdot 0,5 = 2 \text{ мм}$$

Визначаємо середній радіус з'єднання за формулою:

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ				



упорні роликові конічні підшипники. Розмірні параметри підшипників зумовлюються розмірами хвостовика на якому вони встановлені. Для розрахунку приймаємо роликові радіально-упорні підшипники легкої широкої серії 7517 ГОСТ 333-79 для яких статична вантажопід'ємність дорівнює 99 кН, а динамічна С-108 кН.

Перевіряємо підшипники на довговічність. Довговічність розраховується за формулою [17]:

$$L = \left( \frac{G}{P_e} \right)^m ; \quad (3.16)$$

де  $m$  - показник степені для роликотпідшипників,  $m = \frac{10}{3}$  ;

$c$  - динамічна вантажопідйомність ,  $c = 108$  кН;

$P_e$  - еквівалентне навантаження.

Для радіально-упорних роликотпідшипників еквівалентне навантаження розраховується за формулою:

$$P_e = (XV F_r + Y F_a) K_\delta K_\tau ; \quad (3.17)$$

де  $F_r$  - радіальне навантаження;

$F_a$  - осьове навантаження;

$K_\delta$  - коефіцієнт, який враховує навантаження на підшипник,  $K_\delta = 1,5$

$K_\tau$  - коефіцієнт, який враховує температурні коливання,  $K_\tau = 1$ ;

$X = 1$ ;

$Y = 0,4 \operatorname{ctg} \alpha = 0,4 \operatorname{ctg} 15^\circ = 1,49$ ;

$\alpha = 15^\circ$  ;  $V = 1$ .

Визначаємо еквівалентне навантаження за формулою 3.17:

$$P_e = (1 \cdot 1 \cdot 1 + 1,49 \cdot 10) 1,5 \cdot 1 = 23,85 \text{ кН}$$

Тоді, 
$$L = \left( \frac{108}{23,85} \right)^{10/3} = 92,7 \text{ млн.об}$$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ				



## ВИСНОВКИ

Узагальнюючи результати виконання дипломного проекту можна зробити наступні висновки.

1. Однією із найбільш трудомістких операцій при закладанні саду є копання ям для посадки дерев. Садові ямокопачі промисловістю України не випускаються.

2. Запропонована конструкція садового ямокопача, який є одним із змінним робочих органів до грейферного навантажувача. Привід ямокопача здійснюється від гідравлічної системи навантажувача через гідро двигун. Це дозволить розширити функціональні можливості грейферного навантажувача ПГ-0,2, а відтак і збільшити його нормативне річне завантаження.

3. Розрахунками встановлено, що за годину чистої роботи розробленим ямокопачем можна викопати 243 ями (діаметр – 0,6 м і глибина - 0,6 м )для садіння дерев.

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Машина для садівництва/Ф.Е. Анфір, Л.И. Яременко, Н.З. Теплинський. – 2-е вид.перевид. і доп. – Львів.: Прометей. 2010, – 304 с.
2. Рекомендації по закладанню інтенсивних садів в господарствах. Уклад. М.В. Андрієнко, В.М. Васюта, А.А. Романов та ін.. – К.: УкрНДІ садівництва, 2007. – 56 с.
3. Експлуатація машинно-тракторного парку. Бондаренко М.Г. – 2-е виб, доп. і перероб. – К.: Вища школа., 2004, - 232 с.
4. Заморський В.В., Заморський О.О. Формування продуктивності яблунь в садах Лесостепової зони //Вісник аграрної науки. – 2019. - №9, 28 с.
5. Заморський В.В., Головчук А.Ф. Екологічні проблеми сучасних садівних фітоцинозів //Вісник аграрної науки. – 1999. – Спеціальний випуск, вересень. – с.70-71.
6. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю. і інші. – К.: Урожай, 1967. – 308 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та інші. За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
8. Красноштан А.А., Мачуський І.А. Шевченко Ж.П. Захист плодкових і ягідних культур у цілісному садовому фітоцинозі // Вісник аграрної науки. – 1999. – Спеціальний випуск, вересень, с. 51-53.
9. Механізація робіт в садоводстві / В.К. Кутейник, Н.П. Лосів, А.В. Четвертак і інші. – 2-е вид., перероб. і доповн.. – К.: Урожай, 2003. – 319 с.
10. Куян В.Г. Плодівництво. – К.: Аграрна наука, 2008. – 472 с.
11. Опір матеріалів / За. ред. акад. Писаренко Г.С. 5-е вид. перероб. и доп. – К.: Вища школа., 2006. – 775 с.
12. Сінки В.І. Сади на карликових підщепах.: Промінь, Дніпро, 2012. – 213 с.
13. Довідник організатора-нормувальника механізованих робіт в садівництві, - К.: Урожай 2012. – 214 с.

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

14. Типові норми виробітку на механізовані та ручні роботи в садівництві, виноградарстві, розсадництві / Держагропром: Центр. респ. нормат. – досл. ст. з праці Держагропрому. – К.: Урожай, 2004. – 240 с.

15. Федоренко В.С. Ресурсоощадлива технологія створення високощільних інтенсивних садів // Вісник аграрної науки. – 2008. - №7. – с.24-25.

					<i>ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

# ДОДАТКИ

					ДПАІ 23.06.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50