

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Обґрунтування параметрів культиватора-розпушувача
для обробітку ґрунту під технічні культури

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

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Блащак Б.О.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Хомик Н.І.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Сташків М.Я.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Бабій А.В.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту Блащаку Богдану Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів культиватора-розпушувача для обробітку
грунту під технічні культури

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2021 року № 4/7-803

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату культиватора 4,5м; робоча швидкість 6,5км/год;

питомий опір машини – 2,2кН/м; опір агрегату на поворотах – 3,97кН;

коефіцієнт використання тягового зусилля – 0,88; кінематична довжина культиватора – 3,4м;

агрегатується з тракторами класу – 1,4.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз технологій вирощування ріпаку та знарядь для передпосівного обробітку ґрунту. 2. Обґрунтування конструктивних параметрів культиватора-розпушувача.

3. Дослідження конструктивних параметрів культиватора-розпушувача.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки

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

1. Культиватор КРН-4,2. Базова модель. Складальне креслення (1А1). 2. Культиватор

КРН-4,2 удосконалений. Складальне креслення (1А1). 3. Фронтально-лопатевий розпушувач.

Складальне креслення (1А1). 4. Талреп. Складальне креслення (1А2). Підшипниковий

вузол. Складальне креслення (1А2). 5-6. Деталювання (2А1). 7. Обґрунтування кривизни

лопаті розпушувача (1А1). 8. Комп'ютерна модель навантаженості лопатки розпушувача (1А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та	Окіпний І.Б., доцент		
безпека у надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

28 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технологій вирощування ріпаку та знарядь для передпосівного обробітку ґрунту	до 20.11.21	
2	Обґрунтування конструктивних параметрів культиватора-розпушувача	до 01.12.21	
3	Дослідження конструктивних параметрів культиватора-розпушувача	до 05.12.21	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 08.12.21	
9	Реферат. Вступ. Висновки.	до 10.02.21	
10	Графічна частина. Специфікації.	до 12.12.21	

Студент

(підпис)

Блащак Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хомик Н.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Блащак Богдан Олегович

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів культиватора-розпушувача для обробітку ґрунту під технічні культури»

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

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

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (27 найменування), 6 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 71 сторінка, на яких є 14 рисунки. Додатки розміщені на 11 сторінках. Графічна частина складається з 8 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

Передпосівний обробіток ґрунту незалежно від пори року восени чи навесні, під озимі чи ярі культури, під зернові чи технічні культури виконують культиваторами. Основна вимога до якості обробітку ґрунту – дрібногрудкувата структура і вирівняна поверхня. Для цього використовують або набір одноопераційних машин або комбіновані ґрунтообробні знаряддя.

Розробка нових чи удосконалення існуючих ґрунтообробних знарядь з можливістю комбінації набору їх робочих органів залишається актуальним завданням. У даній дипломній роботі пропонується базову конструкцію начіпного культиватора типу КРН-4,2 дообладнати фронтально-лопатеvim розпушувачем. Це забезпечить поєднання кількох технологічних операцій з можливістю виконання їх за один прохід полем агрегату. Поєднання робочих органів, а саме, плоскорізних лап і розпушувача лопатевого забезпечить розпушування, подрібнення і вирівнювання поверхні ґрунту під посів технічних культур, зокрема ріпаку. Таке удосконалення конструкції культиватора не тягне значних економічних затрат, тому є доступним та ефективним для господарств.

Мета роботи

Дослідження параметрів удосконаленого культиватора-розпушувача як комбінованого ґрунтообробного знаряддя, що забезпечує одночасне виконання кількох операцій в одному технологічному процесі передпосівного обробітку ґрунту під технічні культури.

Завдання дипломної роботи магістра:

- проаналізувати технології вирощування ріпаку;
- дати характеристику конструкції культиватора КРН-4,2 на можливість удосконалення;
- виконати огляд машин для суміщення технологічних операцій передпосівного обробітку ґрунту;
- обґрунтувати зміни, внесені у конструкцію культиватора КРН-4,2;
- визначити конструктивні параметри розпушувача;
- виконати розрахунок ротора розпушувача, зварного з'єднання лопаток і пальцевого з'єднання розпушувача;
- розрахувати вал розпушувача на міцність;
- виконати розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача;
- виконати підбір підшипників вала розпушувача і перевірити їх на довговічність;
- обґрунтувати конструкції робочих органів машин для зменшення впливу вітрової ерозії ґрунту;
- виконати енергетичний розрахунок удосконаленого культиватора ;
- обґрунтувати форму лопаток розпушувача;
- виконати дослідження напружено-деформівного стану лопатки розпушувача;
- проаналізувати порядок підвищення стійкості роботи об'єктів під час загрози виникнення надзвичайних ситуацій.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи культиватора-розпушувача для обробітку ґрунту під технічні культури.

Предмет дослідження. Технологічні, силові, енергетичні розрахунки та розрахунки на міцність конструктивних елементів культиватора-розпушувача удосконаленої конструкції.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання культиватора-розпушувача з удосконаленими робочими органами, який забезпечує за один прохід агрегату якісний передпосівний обробіток ґрунту під технічні культури. Обґрунтовано вибір конструкції розпушувача культиватора.

Практичне значення отриманих результатів.

Використання культиватора-розпушувача з удосконаленими робочими органами забезпечує розпушення, подрібнення і вирівнювання поверхні ґрунту на всій ширині захвату за один прохід агрегату відповідно до вимог під посів, зокрема технічних культур.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019 року).

Ключові слова: культиватор, плоскорізнні лапи, розпушувач, лопатка - розпушувача, передпосівний обробіток ґрунту.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	9
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ТА ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	10
1.1. Аналіз технологій вирощування ріпаку	10
1.2. Характеристика конструкції культиватора КРН-4,2.....	12
1.3. Огляд машин для суміщення технологічних операцій передпосівного обробітку ґрунту	12
1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра.....	20
2.. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА-РОЗПУШУВАЧА	22
2.1. Обґрунтування змін, внесених у конструкцію культиватора КРН-4,2.....	22
2.2. Визначення конструктивних параметрів розпушувача.....	23
2.3. Розрахунок ротора розпушувача.....	24
2.4. Розрахунок зварного з'єднання лопаток розпушувача.....	25
2.5. Розрахунок пальцевого з'єднання розпушувача.....	29
2.6. Розрахунок вала розпушувача на міцність.....	31
2.7. Розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача.....	37
2.8. Підбір підшипників вала розпушувача і перевірка їх на довговічність.....	40
3. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА-РОЗПУШУВАЧА.....	42
3.1. Обґрунтування конструкцій робочих органів машин для зменшення впливу вітрової ерозії ґрунту.....	42
3.2. Енергетичний розрахунок удосконаленого культиватора	47

3.3. Визначення форми лопатки розпушувача.....	50
3.4. Дослідження напружено-деформівного стану лопатки розпушувача.....	57
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
4.1. Загальні вимоги охорони парці до сільськогосподарських машин.....	60
4.2. Правила техніки безпеки під час роботи культиватора.....	61
4.3. Підвищення стійкості роботи об'єктів під час виникнення загрози надзвичайних ситуацій.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДОДАТКИ.....	72

ВСТУП

Передпосівний обробіток забезпечує розпушування верхнього шару і створення твердого вирівняного і вологого посівного ложа; забезпечує створення оптимальної будови орного шару для найкращого поєднання водного, повітряного, теплового і поживного режимів ґрунту; знищення бур'янів; захист ґрунту від ерозії; загортання добрив, пестицидів; створення умов для якісної сівби, догляду за посівами і збирання врожаю. Вибір знарядь залежить від типу, стану поверхні, щільності й вологості ґрунту.

Передпосівна культивуація створює сприятливі умови для проростання насіння, а також повне знищення сходів бур'янів, що з'явилися після ранньовесняного обробітку. Для більшості культур її виконують на глибину загортання насіння, щоб воно під час сівби лягало на щільне вологе ложе і закривалося пухким шаром ґрунту.

Найкращим знаряддям для передпосівної культивації є культиватор для суцільного обробітку із стрічастими лапами. На важких і зволжених ґрунтах, де потрібна глибша культивуація, для передпосівного обробітку ефективніші культиватори з розпушувальними лапами. Передпосівний обробіток ґрунту виконують також комбінованими агрегатами. Для запобігання зайвим втратам вологи, особливо у посушливих умовах та південних районах під посів технічних культур часто застосовують культиватори з плоскорізними лапами.

Впровадження інтенсивних технологій обробітку ґрунту потребує заміни ресурсоємних операцій на енергоощадні, які скорочують витрати матеріальних, трудових і фінансових ресурсів на одиницю продукції. Інтенсивні технології вирощування вимагають поєднання операцій та відповідність їх фізіологічним потребам рослин певної культури за біологічними фазами їх розвитку і спрямованні, насамперед, на підвищення ефективності використання біокліматичного потенціалу, можливостей високопродуктивних районованих сортів сільськогосподарських культур, дозованого внесення збалансованих мінеральних добрив у кількості, яка б відповідала запланованій врожайності.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ТА ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1. Аналіз технологій вирощування ріпаку

При вирощуванні ріпаку за інтенсивною технологією, до проведення технологічних операцій ставлять підвищені агротехнічні вимоги, що пов'язано з біологічними особливостями даної культури. У більшості господарств обробіток ґрунту включає такі операції [10, 21]: лущення стерні; оранка на глибину 20...23см; внесення мінеральних добрив.

Лущення проводять на глибину 8...10см залежно від видового складу бур'янів на полі.

Оранку виконують плугами з передплужниками. Відхилення від заданої глибини оранки не повинно перевищувати [10, 19, 20, 21]: на рівних ділянках ± 1 см; на схилах ± 2 см; відхилення від ширини захвату $\pm 10^\circ$.

У господарствах оранку проводять переважно тракторами ДТ-75М, Т-150, але на невеликих площах посіву доцільно використовувати трактори нижчого тягового класу, зменшивши ширину захвату плуга, що дасть можливість значно заощадити ресурс.

Вирощування ріпаку за інтенсивною технологією має свої вимоги до операцій передпосівного обробітку ґрунту через те, що насіння ріпаку дуже дрібне і глибина його загортання незначна 2..3см, а тому ґрунт повинен бути добре вирівняний і дрібногрудковий. Для вирівнювання ґрунту використовують шлейф-борону. Якість і продуктивність можна підвищувати, використавши комбінований агрегат на базі культиватора КРН-4,2.

Підготовка насіння до сівби полягає в доочистці та протруюванні. Урожайність ріпаку значно залежить від: підібраної площі; правильного посіву і внесення відповідних доз мінеральних добрив; якості насіння; дотримання агротехнічних термінів при догляді за посівами.

Одним із способів заощадження ресурсів є вирощування ріпаку

широкорядним способом з шириною міжрядь 45см, що дає змогу проводити міжрядний обробіток, вносити гербіциди і мінеральні добрива у міжряддя. При внесенні міндобрив слід дотримуватися рівномірності внесення. Вимоги: нерівномірність внесення міндобрив не повинна перевищувати 25%, перекриття у стикових проходах 5%. Відхилення вологості від стандартної $\pm 20\%$ [5].

Насіння ріпаку найкраще збирати при вологості 35%, при збиранні насіння вищої вологості відбувається його осипання. Чим вища вологість насіння, тим нижчий вміст олійного масла. Правильне дотримання строків дозрівання дає можливість збирати ріпак прямим комбайнуванням, що значно зменшує затрати праці і палива. При використанні комбайна СК-5М загальні втрати зерна не повинні перевищувати 5%, засміченість не більше 10% [5, 23].

Важливими показниками, що характеризують використання ресурсів при вирощуванні ріпаку є: урожайність; затрати палива та праці; щільність механізованих робіт.

Завдання даної роботи полягає в тому, щоб виходячи з можливості наявної у господарствах техніки підібрати комплекс машин для вирощування і збирання ріпаку, який дає би змогу виконати всі операції в агротехнічні строки з дотриманням агротехнічних вимог і заощадити енергетичні та інші ресурси господарств.

На заміну існуючої технології вирощування озимого ріпаку пропонується альтернативна технологія вирощування озимого ріпаку широкорядним способом. Така технологія зменшить енерговитрати і підвищить коефіцієнт використання комплексу машин.

Технології вирощування озимого ріпаку у кожному господарстві, яке займається його виробництвом, різняться між собою. Це залежить насамперед від економічного становища у господарстві, тобто чи має господарство можливість внести ті чи інші добрива, отрутохімікати, виконати технологічні операції обробітку ґрунту.

Більшість передових методів вирощування озимого ріпаку передбачає широке застосування техніки, тобто високий процент механізації процесів. Ці

методи мають між собою багато спільного, вони передбачають після збирання попередника наприкінці кінці літа або на початку осені вносити органічні добрива. Опісля луцять стерню, через кілька днів виконують оранку. Одразу після оранки ґрунт вирівнюють. Через декілька днів вносять мінеральні добрива, проводять культивуацію з боронуванням і вирівнювання поверхні ґрунту, а потім вносять гербіциди. Перед посівом ріпаку насіння протруюють. Після протруювання насіння висівають у ґрунт і прикотковують котками. Всі ці технологічні операції виконують восени. Навесні проводять обробку посівів хімікатами, підживлення мінеральними добривами з розпушенням міжрядь, обробку посівів від хвороб і шкідників. В кінці серпня скошують у валки, а через 4...10 днів валки підбирають і обмолочують комбайнами або застосовують пряме комбайнування, попередньо обробивши посіви дискантами.

1.2. Характеристика конструкції культиватора КРН-4,2

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4,2 призначений для суцільного обробітку ґрунту з метою інтенсивного розпушування ґрунту, знищення залишків коренових решток та пагонів бур'янів. Цей культиватор також застосовують для підживлення кукурудзи, соняшнику та інших просапних культур, посіяних з міжряддями 60...70см. У нашому випадку, культиватор без туковисівних апаратів застосовують для обробітку ґрунту під посів озимого ріпаку. Агрегатують його з тракторами класу 0,9 і 1,4. Робоча швидкість культиватора 6км/год, а робоча ширина захвату 4,5м. Питомий опір машини 2,2кН/м. Опір агрегату на поворотах – 3,97кН. Коефіцієнт використання тягового зусилля 0,88. Кінематична довжина машини 3,4м. Агрегатують з тракторами класу – 1,4.

Основними складальними одиницями агрегату є рама, опорні колеса, підшипникові вузли, передній і задній бруси з розпушувальними робочими органами - стрілочастими лапами. Ширина захвату однієї лапи 220мм. До брусів

прикріплені механізми регулювання заглиблення робочих органів. Кут входження лап у ґрунт регулюють стяжною гайкою, продовжуючи або вкорочуючи верхню тягу.

Культиватор КРН-4,2 може бути укомплектований додатковим робочим органом - дисковим розпушувачем який складається з двох секцій дискової борони БД-10. Кожна секція обладнана причепами, підшипниковими вузлами, механізмами регулювання глибини ходу робочих органів. За допомогою причепів дисковий розпушувач під'єднується до рами культиватора. Кут між напрямом руху розпушувача та площиною обертання дисків становить 20°. Відстань між дисками 14см. Культиватор, рухаючись робочим гоном, виконує дві операції: розпушує ґрунт, знищує бур'яни і одночасно подрібнює залишені після лап культиватора скиби ґрунту на глибину 8см [11].

Згідно агротехнічних вимог культиватор повинен бути стійким при виконанні технологічного процесу, тобто, щоб забезпечувалось самоочищення лез лап від нависаючих бур'янів з волокнистою будовою та високою міцністю, а також повинен створювати відповідний ґрунтовий профіль, який сприяв би ефективному розвитку культурних рослин.

Основними недоліками базової конструкції культиватора є такі:

- якість кришення ґрунту під посів ріпаку не задовольняє агротехнічні вимоги, а саме дисковий розпушувач не подрібнює ґрунт до дрібногрудковатого стану під час культивації;
- дисковий розпушувач не вирівнює борозни, що їх залишають лапи культиватора.

1.3. Огляд машин для суміщення технологічних операцій передпосівного обробітку ґрунту

Можливість суміщення технологічних операцій та використання комбінованих машин визначають такі фактори [25]: збіг строків для виконання агротехнічних робіт; потреба у проведенні робіт у стислі строки; нестійкі

метеорологічні умови, які знижують ефективність операцій передпосівного обробітку ґрунту; енергоємні трактори які можна агрегатувати з комбінованими знаряддями; здатність робочих органів одночасно виконувати різні технологічні операцій – наприклад, культивацію та сівбу.

Комбіновані машини зменшують шкідливий вплив колісних ходів на ґрунт, скорочують строки виконання операцій, підвищують якість робіт і продуктивність праці, знижують виробничі витрати.

Деякі з агротехнічних робіт можна виконувати лише комбінованими агрегатами – внесення у ґрунт добрив та меліорантів при передпосівному обробітку ґрунту.

Суміщаючи технологічні операції у комбінованих машинах необхідно враховувати можливість технічно реалізувати задумане, затрати на їх виготовлення та вартість виконання технологічного процесу. Добре суміщати знаряддя для виконання схожих операцій, які доповнюють одна одну, складно поєднувати різні за характером операції.

Комбіновані машини можна складати трьох типів: кілька послідовно з'єднаних простих машин, кожна з яких виконує окрему операцію; послідовно встановлені робочі органи, які виконують кілька операцій; спеціальні комбіновані робочі органи [11, 15].

Передпосівний обробіток ґрунту доцільно суміщати із сівбою. Комбіновані знаряддя для таких операції бувають двох типів: перші компонують з кількох машин, які можна використовувати роздільно; другі – спеціалізовані, які не можна роз'єднувати, оскільки це потребує значних затрат для їх демонтажу.

Щодо виконання технологічних операцій, то комбіновані знаряддя можна поєднувати так: суміщають основний і додатковий обробіток ґрунту; суміщають операції передпосівного та основного чи допосівного обробітку і внесення добрив; суміщають передпосівний обробіток і сівбу.

Проаналізуємо деякі конструкції таких машин. Агрегат комбінований для передпосівного обробітку ґрунту РВК-3,6 призначений для розпушування

ґрунту на глибину до 12см, вирівнювання його поверхні і прикочування. Агрегатують з тракторами класу 3. Робоча швидкість 1,6-2,3м/с. Основні складальні частини – передня та задня рами, з'єднані між собою болтами, колеса, передній і задній брус з розпушувальними робочими органами, передній та задній катки, вирівнювач, сниця та гідравлічна система [11, 15].

На передній рамі закріплена сниця, елементи гідравлічної системи, у підшипниках встановлений передній брус з розпушувальними лапами. Задня рама підтримується на двох колесах з пневматичними шинами. У передній частині рами встановлена у шарикопідшипниках передня секція котків, а в задній - задня. За передньою секцією котків встановлений у підшипниках брус з розпушувальними лапами, а за ним перед задньою секцією котків на рамі закріплений вирівнювач. Кожна секція складається з трьох кільчасто-шпорових котків. Бруси з розпушувальними лапами призначені для розпушування ґрунту, передня секція котків для подрібнення брил, а задня для подрібнення і прикочування ґрунту.

Гідравлічна система здійснює переналагодження агрегату із робочого положення в транспортне, і навпаки. Складається вона з трьох гідроциліндрів, маслопроводів, запірних пристроїв і трійників, приєднана гідравлічна система агрегату до гідророзподільника трактора.

Культиватор КПС-4 призначений для передпосівного розпушування ґрунту на глибину до 12см та для очищення ґрунту від бур'янів з одночасним боронуванням. Робоча швидкість до 3,3м/с. Може бути як причіпним так і начіпним знаряддям. Агрегатують один культиватор з тракторами класу 0,9 і 1,4. Культиватор причіпний складається з рами, коліс з пневматичними шинами, сниці, робочих органів, приєднаних до гряділів, пристрою для приєднання борін та механізму регулювання заглиблення робочих органів. Гвинт кожного механізму регулювання з'єднаний з кронштейном колеса і боковим променем сниці. Цими механізмами можна змінювати положення ходових коліс відносно рами. Пристрій для навішування борін складається з чотирьох штанг, приєднаних до рами культиватора і попарно з'єднаних між

собою поперечними брусами. Кожний поперечний брус має по чотири знижувачі. До культиватора додається спеціальний шарнір, яким з'єднують культиватори при шеренговому агрегуванні [11, 15].

Цей культиватор не задовольняє агротехнічні вимоги під посів ріпаку, а саме не подрібнює ґрунт після проходження розпушувальних лап культиватора.

Комбінований агрегат АКП-5 застосовують для операцій основного обробітку ґрунту. Глибина 8...14см, обертання шару не відбувається, так готують ґрунт перед сівбою озимих зернових, обробляють післяжнивні і післяукісні поля після непарових культур. За один прохід ним можна виконати розпушування верхнього шару; розпушування нижнього шару, яке забезпечує повне підрізання бур'янів; додаткове кришіння ґрунту і вирівнювання поверхні поля; прикочування і ущільнення нижніх шарів ґрунту подрібнюючи брили у верхньому.

Виконання цих операцій забезпечують такі робочі органи АКП-5: дискові лушпильники, плоскорізні лапи, вирівнювач і котки [11, 15].

Щоб забезпечити якісну передпосівну підготовку ґрунту часто комбіновані ґрунтообробні знаряддя компонують за принципом агрегатів «Європак» комплектуючи кількома із видів знарядь: розпушувальними котками, пружинними розпушувальними зубами, вирівнювачами поверхні, котками розпушувально-ущільнювальними та легкими пружинними зубами для створення дрібногрудкуватого стану ґрунту готового для сівби.

Агрегати комплектовані таким способом виконують підготовку ґрунту на глибину 3...12см. Створюють вирівнючу поверхню поля підпружиненими брусами фронтальної й центральної націпок; кришать ґрунт і ущільнюють його системами тандемних котків. Легкі пружинні зуби, які мають амортизаційні властивості, оптимально розпушують і створюють грудочкувату структуру ґрунту для сівби. Агрегати можна комплектувати різними типами робочих органів.

Можна суміщати основний та передпосівний обробіток ґрунту і внесення добрив. Такі знаряддя компонують із підживлювачів-обприскувачів типу

ПОМ і плугів або культиваторів, на рамах яких встановлюють штанги, а підживлювальні трубки кріплять до стовб корпусів або стояків лап. Під тиском рідкі добрива надходять у підживлювальні трубки, якими подаються на дно борозен, які засипають ґрунтом корпуси, що йдуть слідом. Так доцільно вносити аміачні добрива, що запобігає втратам аміаку на випаровування, оскільки він поглинається розпушеним ґрунтом [11, 15, 19].

Можна відзначити також машину, яка складається з ґрунтообробної та посівної частин. Ґрунтообробну збирають з елементів фрезерного культиватора КФГ-3,6, обладнують спеціальною рамою, що має автоначіпку і два опорно-ходові колеса.

Посівну частину складають з елементів рисової сівалки СРН-3,6 і монтують на окрему раму. Посівну секцію приєднують до рами ґрунтообробної так, щоб можна було її демонтувати. Відповідно фрезерний культиватор тоді працюватиме тільки фрезеруючи ґрунт на глибину до 10см. У комплекті із сівалкою технологічний процес відбувається так: під час руху фрезерні барабани своїми ножами рихлять ґрунт на глибину 4...5см, фартухи фрези і лижі сошників вирівнюють поверхню, висіваючі апарати подають насіння у воронки і сошники, що йдуть вслід за лижами, заробляють насіння на глибину 5...40мм. За сошниками встановлені гладкі циліндричні котки, які забезпечують вирівнювання поверхні ґрунту та його ущільнення.

Норму висіву насіння у межах від 66 до 458кг на 1га регулюють зміною робочої довжини катушок і зміною зірочок ланцюгової передачі від прикочуючих котків на вал висіваючих апаратів. Такий агрегат може забезпечити сівбу одночасно 24 рядків з шириною міжрядь 15см, ширина захвату машини 3,6м, робоча швидкість до 7,5км/год, продуктивність 2га/год. агрегатують з тракторами Т-150 і Т-150К [15].

Є деякі із ґрунтообробних робіт, які можна виконувати тільки комбінованими машинами: внесення у ґрунт добрив, меліорантів, пестицидів аміачної води, безводного аміак, яке здійснюють у під час передпосівної

культивациі. Щоб запобігти втратам мінеральних добрив зі стічними водами, доцільно їх вносити безпосередньо в ґрунт уникаючи поверхневого розкидання.

Можливості суміщення технологічних операцій та їх доцільність впливають із рівня технічних рішень, вартості виготовлення та експлуатації комбінованих агрегатів [27].

Комбіновані знаряддя складніші й дорожчі, як у виготовленні, так експлуатації і ремонті порівняно з одноопераційними. Надійність таких машин як технічна так і технологічна може бути нижчою, особливо при складних погодних умовах для роботи. Суміщати можна не всі ґрунтообробні та посівні операції в одній машині без диференціації підходів до стану ґрунту та ґрунтово-кліматичних умов окремих зон землеробства. Добре суміщати тільки такі операції, які схожі за характером, наприклад, культивация та боронування. Складніше суміщати знаряддя, які значно відрізняються за своїм призначенням.

Щоб досягнути бажаного ефекту, застосовуючи комбіновані машини та агрегати, потрібно врахувати такі вимоги до них порівняно із набором замінюваних одноопераційних: енергоємність їх технологічних процесів, має бути менша загальної енергоємності одноопераційних машин; продуктивність має бути вища, ніж комплексу одноопераційних машин для того ж процесу; вартість роботи має бути нижча або на рівні вартості роботи комплексом одноопераційних машин; такі знаряддя мають добре працювати за несприятливих погодних та різноманітних ґрунтових умов; використання їх має забезпечити зниженню втрат врожаю вирощуваних культур, або дотримання такого ж рівня врожайності затрачаючи менше коштів [15].

Для забезпечення підготовки поля для сівби за один прохід можна використати плуги з пошаровим обробітком ґрунту або комбіновані ґрунто-розпушувачі. Останні мають ярусно розміщені важкі культиваторні лапи і додаткове обладнання, яке послідовно встановлено за лапами. Це можуть бути голчасті котки, зубові гребінки і пруткові шлейфи та інше.

Голчасті котки забезпечують додаткове подрібнення грудок, ущільнюють і вирівнюють розпушений шар ґрунту. Зубові гребінки працюють так, щою

подрібнити грудки і також розрівняти поверхневий шар ґрунту. Пруткові шлейфи забезпечують кінцеве вирівнювання поверхні поля. Результати агротехнічної оцінки якості виконання технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту такими знаряддями за інтенсивністю кришення ґрунту добрі. Вміст ґрунтових агрегатів розміром до 25см у загальному об'ємі розпушеного ґрунту становив понад 80% при початковій твердості ґрунту 2,26МПа і вологості 20,6%, що відповідає агротехнічним вимогам на підготовку ґрунту під сівбу більшості зернових культур [15].

Щоб забезпечити якісну підготовку важких ґрунтів під сівбу за один прохід, особливо під сівбу озимих зернових, тобто створити інтенсивніше кришення верхніх шарів, а також забезпечити ефективне самоочищення голчастих котків від рослинних решток можна використовувати конструкцію ґрунторозпушувачів із двома рядами послідовно встановлених котків.

Комбіновані агрегати для передпосівного обробітку ґрунту можна скомпонувати на базі одного інтегрального енергозасобу з можливістю приєднання робочих органів на передню і задню навіску трактора.

Доцільно для кращого ефекту використовувати спарені голчасті котки у випадку необхідності виконання основного обробітку ґрунту навесні. Стан ґрунту, якщо вдало вибрати час обробітку, може забезпечити за один прохід його підготовку під сівбу будь-яких сільськогосподарських культур. Також можливим є суттєво скоротити терміни підготовки ґрунту і сівбу, що забезпечить збереження вологи у ґрунті.

ґрунторозпушувачі легко можна перебудовувати у комбіновані машини для поверхневого обробітку ґрунту. Для цього на гряділях залишають лише по одній передній лапі.

Складнощі виникають, якщо необхідно підготувати поле під сівбу, на якому залишилися великі пожнивні рештки після збирання високостеблових культур (соняшник, кукурудзи на зерно), або після застосування зчісувальних жаток на збиранні зернових, чи у випадках, коли поля дуже засмічені бур'янами. Перед оранкою таких полів їх обробляють у два сліди важкими

дисковими боронами. Отже, підготовка ґрунту під сівбу може потребувати додаткових проходів агрегатів для подрібнення стебел, а це завдає втрат для сільськогосподарських виробників.

Тому актуальною залишається як розробка комбінованих агрегатів для підготовки ґрунту під сівбу, так і удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур з метою зниження затрат праці та паливно-мастильних матеріалів.

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Аграрне виробництво на сьогодні є пріоритетним у нашій країні. Однак потребує значних капіталовкладень на одинцю вирощеної продукції, так як охоплює інші галузі: машинобудування, яке забезпечує відповідною технікою; агрономію, досягнення якої створюють нові сорти та підходи до обробітку ґрунту, вирощування сільськогосподарських культур; технології вирощування сільськогосподарських культур, які пропонують інтенсивні технології вирощування та інше.

Для сівби ріпаку потрібним є розпушене ложе, вирівняне поле, дрібногрудкова структура ґрунту, достатньо зволожений шар на глибину загортання насіння. Цього можна досягнути під час основного обробітку ґрунту застосовуючи замість одноопераційних машин комбіновані агрегати, основою яких є культиватори парові, тобто для суцільного обробітку ґрунту .

Передовими технологіями вирощування сільськогосподарських культур рекомендується здійснювати оранку ґрунту оборотними плугами.

На ринку зараз пропонується багато різноманітних комбінованих агрегатів для передпосівного та основного обробітку ґрунту закордонного виробництва, є і вітчизняні типу «Європак», які виготовляють українські заводи. Ці знаряддя виконують декілька технологічних операцій за один прохід агрегату. Їх основний недолік – висока вартість.

Більшість порівняно невеликих господарств підготовку поля під посів зернових культур виконують культиваторами-розпушувачами типу КРН-4,2. Для розпушення поверхневого шару ґрунту до дрібногрудкового стану на необхідну глибину потрібно декілька проходів агрегату.

Цей агрегат має такі переваги: культиватор, обладнаний лапами-плоскорізами, надійними у роботі, які дозволяють підготувати ложе під посів насіння на всій ширині захвату. Під час роботи робочі органи культиватора не забиваються грудками ґрунту, бур'янами та поверхневими рештками.

Основні недоліки базової конструкції КРН-4,2: не подрібнює ґрунт до дрібногрудковатого стану за один прохід агрегату; не вирівнює поверхню ґрунту (величина гребенів більше 2...3см) через відсутність відповідних робочих органів. Все це не задовольняє агротехнічні вимоги підготовки підсівбу дрібнонасінних технічних культур. Тому можна запропонувати його удосконалення, дообладнавши додатковими робочими органами.

Конструкція культиватора КРН-4,2 дозволяє встановити на ньому змінні робочі органи (вирівнювачі, котки-ущільнювачі, борони і т.ін.).

У дипломній роботі на тему «Обґрунтування параметрів культиватора-розпушувача для обробітку ґрунту під технічні культури» пропонується базову конструкцію типу КРН-4,2 дообладнати фронтально-лопатеvim розпушувачем. Це забезпечить поєднання кількох технологічних операцій з можливістю виконання їх за один прохід полем агрегату. Поєднання робочих органів, а саме, лап і розпушувача лопатевого забезпечить розпушування, подрібнення, ущільнення і вирівнювання поверхні ґрунту під посів технічних культур, зокрема ріпаку. Таке удосконалення конструкції культиватора не тягне значних економічних затрат, тому є доступним та ефективним для господарств. Отже, тема є актуальною.

У дипломній роботі необхідно розрахувати основні конструктивні параметри удосконаленого агрегата; довести доцільність використання нової конструкції; розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях відповідно до поставленого завдання.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА-РОЗПУШУВАЧА

2.1. Обґрунтування змін, внесених у конструкцію культиватора КРН-4,2

У дипломній роботі запропоновано вдосконалення конструкції культиватора КРН-4,2, яке дозволяє встановити на ньому змінні робочі органи. Базовий агрегат має за основу раму з вмонтованими у ній широкозахватними плоскоріжучими лапами і дисковий розпушувач (дискова борона). Такий культиватор під час обробітку ґрунту виконує відповідний технологічний процес: розпушуючи ґрунт, він одночасно підрізає бур'яни і подрібнює залишені скиби.

Однак, якість кришення ґрунту таким агрегатом під посів ріпаку не задовольняє агротехнічні вимоги. Дисковий розпушувач не може вирівнювати борозни, що їх залишають лапи культиватора (висота гребенів більше 2...3см). Тому пропонується замінити дисковий розпушувач на фронтально-лопатевий. Загальний вигляд культиватора із додатковим знаряддям показаний у графічній частині проекту.

Фронтально-лопатевий розпушувач, або зрихлювач – це труба круглого перетину, діаметром 100мм, до якої по колу через певну відстань приварені зрізані під кутом 60° лопатки.

Розпушувач складається з двох секцій, встановлених під кутом до рами культиватора. Секції з'єднують з рамою за допомогою причіпних пристроїв. Таке розміщення розпушувача дозволяє не тільки рихлити ґрунт, а ще і вирівнювати його, тобто готувати ґрунт під посів зернових та технічних, зокрема і дрібнонасінних, культур згідно агротехнічних вимог.

2.2. Визначення конструктивних параметрів розпушувача

Величину лопаток розпушувача вибираємо відповідно до глибини обробітку ґрунту. Глибина передпосівного обробітку ґрунту під зернові та технічні культури згідно агротехнічних вимог повинна знаходитись у межах 4...12см залежно від типу ґрунту, його вологості, твердості, попереднього обробітку [4, 9, 10]. Виходячи з цього, приймаємо довжину лопаток 150мм. Більшу довжину лопаток вибираємо із застереженням, адже у процесі роботи лопатки будуть зношуватися. Конструкцією розпушувача передбачена робота його на забур'яненних полях і тому необхідно запобігти забиванню лопаток бур'янами та рослинними рештками. Виходячи з цієї умови лопатки мають бути зрізаними під кутом 60^0 , з метою їх самоочищення. Товщина лопатки $\delta = 8\text{мм}$; ширина нижньої частини лопатки $b = 110\text{мм}$; верхня торцева частина і бокова зрізані під кутом. Закріплені лопатки на валу зварюванням з допомогою автоматичної електродугової зварки рівномірно через 60^0 . Зварені лопатки на валу утворюють ротор.

Для регулювання глибини обробітку в межах, що задаються агротехнічними вимогами (4...12см), використовуємо установку механізму регулювання типу «талреп». Загальну довжину розпушувача вибираємо конструктивно з врахуванням того, що розпушувач встановлюють під певним кутом до осі культиватора, тому загальна його довжина повинна бути більшою від робочої ширини культиватора. З іншого боку необхідно звернути увагу на те, що культиватор є начіпним, тому потрібно не допускати перевантаження начіпної системи трактора. Для зменшення плеча вильоту розпушувача конструктивно виконуємо його з двох частин.

Технологічний процес культиватор-розпушувач виконує наступним чином: рухаючись полем він розпушує ґрунт і підрізає бур'яни, а вслід за лапами культиватора обертається розпушувач, що встановлений під кутом 20^0 , який протягує, подрібнює і вирівнює ґрунт. Глибину обробітку ґрунту можна відрегулювати механізмом регулювання заглиблення робочих органів.

2.3. Розрахунок ротора розпушувача

Діаметр ротора розпушувача залежить від величини лопаток і діаметра вала (труби). Величина лопатки залежить від глибини, на яку потрібно проводити обробіток ґрунту. Конструктивно задаються цілою величиною.

Діаметр ротора визначаємо за формулою [4]

$$D_p = 2L + d, \quad (2.1)$$

де L - величина лопатки, $L=150\text{мм}$;

d - діаметр вала, $d=100\text{мм}$;

тоді

$$D_p = 2 \cdot 150 + 100 = 400\text{мм}.$$

Довжину ротора визначаємо, задаючись кутом відхилення його від рами культиватора і враховуючи величину перекриття.

Для проведення цих розрахунків зображуємо розрахункову схему фронтально-лопатевого розпушувача. Як бачимо з розрахункової схеми довжину ротора можна визначити за формулою

$$L_p = C / \cos \alpha, \quad (2.2)$$

де C - робоча ширина захвату ротора, м.

α - кут нахилу ротора, приймаємо 20° .

Робочу ширину захвату зрихлювача вибираємо конструктивно, прийнявши цю величину, як робочу ширину захвату половини культиватора з врахуванням необхідного перекриття [4].

Робоча ширина захвату культиватора складає 4,5м. Тоді

$$C = \frac{B}{2} = \frac{4,5}{2} = 2,25\text{м}.$$

Відповідно довжина ротора буде

$$L = \frac{2,25}{\cos 20^0} = 2,4 \text{ м.}$$

Розміщення лопаток на валу вибирається конструктивно.

Прийmemo довжину основи лопатки, $a=110\text{мм}$.

Врахуемо проміжок між сусідніми лопатками $i=50\text{мм}$.

Визначаемо кількість рядків лопаток за формулою

$$Z = \frac{L}{a + i}; \quad (2.3)$$

підставивши дані, одержимо

$$Z = \frac{240}{110 + 50} = 15 .$$

Так, як лопатки у ряді розміщені по колу з рівними проміжками через 60^0 , то у кожному ряді буде 6 лопаток, а загальна кількість лопаток в одному розпушувачі 90 штук.

Лопатки до вала приварюються за допомогою автоматичної електродугової зварки.

2.4. Розрахунок зварного з'єднання лопаток розпушувача

Розрахунок міцності зварного з'єднання лопаток розпушувача з валом виконаємо для експериментального навантаження на лопатку.

Питомий опір для легких ґрунтів становить 15кПа [4, 9]. При цьому враховуємо, що робоча швидкість культиватора становить 9км/год тобто 2,5м/с. При розрахунках, враховуючи граничний випадок, приймаємо максимальну висоту заглиблення 150мм.

Для розрахунку зварного з'єднання лопатки і труби складаємо розрахункову схему (рисунок 2.1). Знаходимо центр ваги лопатки.

Визначаємо ліву та праву координати центра ваги лопатки [12, 13]:

$$X_C^L = \frac{110 + 2 \cdot 50}{50 + 110} = 66 \text{ мм};$$

$$X_C^H = \frac{50 + 2 \cdot 110}{50 + 110} \cdot \frac{150}{3} = 84 \text{ мм}.$$

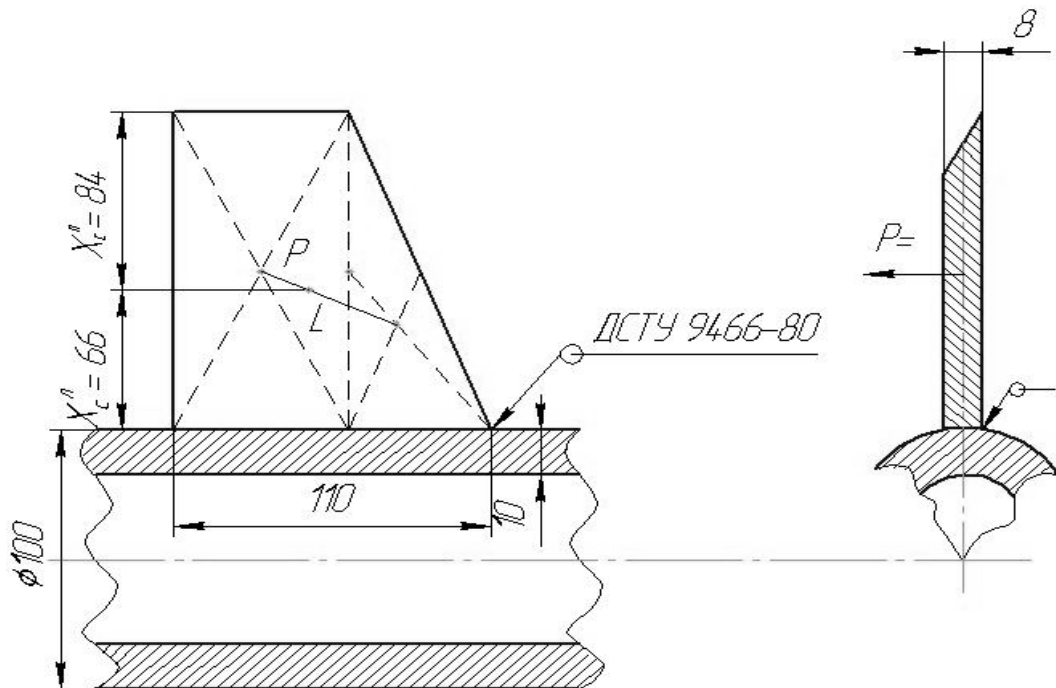


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема зварного з'єднання лопатки і вала

Отже, на перетині медіан, що з'єднують центр ваги прямокутника і трикутника (див. рисунок 2.1) ми отримали точку перетину C - центр ваги лопатки. Визначаємо площу лопатки із розрахункової схеми

$$S = 150 \cdot 50 + [(110 - 50) \cdot 0,5 \cdot 150] = 12000 \text{ мм}^2.$$

Також необхідно врахувати те, що розпушувач встановлюють під кутом до напрямку руху агрегату і лопатка крім обертового руху має ще й поступальний рух, тобто працює торцева частина лопатки.

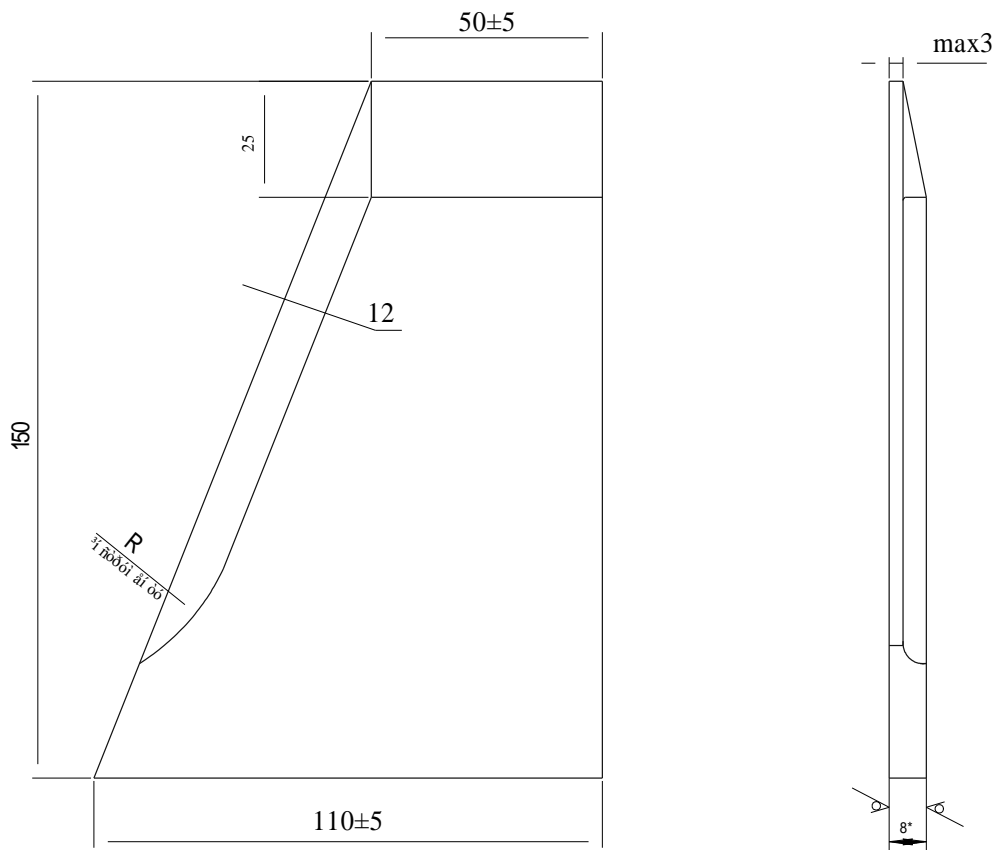


Рисунок 2.2 – Лопатка розпушувача

Визначаємо площу верхньої торцевої частини лопатки (рисунок 2.2)

$$S_1 = 8 \cdot 50 = 400 \text{ мм}^2.$$

Сили, що діють на лопатку в екстремальних умовах визначаємо за формулами [3, 9, 15]:

$$P = S \cdot N; \quad P' = S_1 \cdot N, \quad (2.4)$$

де S - площа лопатки;

N - тиск лопатки, $N = 15 \text{ кПа}$.

Тоді

$$P = 1200 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^3 = 180 \text{ Н};$$

$$P' = 400 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^3 = 6 \text{ Н}.$$

Лопатка приварена до труби, діаметром 100мм, товщина стінок труби – 10мм. Тавровий шов накладається за допомогою автоматичної електродугової зварки згідно ДСТУ 9466-80.

Перевірку міцності зварного шва проводимо за формулою [12, 13, 25]

$$\tau = \frac{M_{зг}}{W} + \frac{P'}{F} \leq [\tau]', \quad (2.5)$$

де $M_{зг}$ - згинальний момент, визначаємо з виразу

$$M_{зг} = P \cdot L, \quad (2.6)$$

де P - сила, що діє на лопатку, $P=180\text{Н}$;

L - відстань від зварного шва до центру прикладання сил, $L=66\text{мм}=0,066\text{м}$.

Тоді

$$M_{зг} = 180 \cdot 0,066 = 12\text{Нм}.$$

Момент опору небезпечного перетину визначаємо за формулою [13]

$$W = \frac{e \cdot K^2}{6}, \quad (2.7)$$

де e - довжина шва, у даному випадку вибрано конструктивно $e=110\text{мм}$;

K - величина катета зварного шва, приймаємо $K=4\text{мм}$.

Тоді

$$W = \frac{110 \cdot 4^2}{6} = 293\text{мм}^2.$$

Визначаємо площу зварного шва за формулою

$$F = b \cdot h, \quad (2.8)$$

де b - довжина шва, $b=110\text{мм}$;

h - товщина лопатки, $h=8\text{мм}$.

Тоді

$$F = 110 \cdot 8 = 880\text{мм}^2.$$

Допустиме напруження зварного шва $[\tau]'$ залежить від виду технологічної зварки, визначаємо його за формулою [1, 17]

$$[\tau]' = 0,6 \frac{\sigma_T}{n \cdot \beta}, \quad (2.9)$$

де σ_T - границя текучості зварного шва, приймаємо $\sigma_T = 250 \text{ МПа}$;

n - коефіцієнт запасу міцності, $n = 1,2.. 1,8$; приймаємо $n = 1,6$.

β - коефіцієнт концентрації напружень, $\beta = 1,3$.

Труба фронтально-лопатевого розпушувача виготовлена з матеріалу сталь 45, для якого $\sigma_T = 350 \text{ МПа}$; лопатка виготовлена з матеріалу Сталь 40, для якого $\sigma_T = 32 \text{ МПа}$ [2]. Тоді для зварного шва

$$[\tau]' = 0,6 \frac{250}{1,6 \cdot 1,3} = 72 \text{ МПа}.$$

Перевіряємо умову міцності зварного шва згідно виразу (2.5)

$$\tau = \frac{12 \cdot 10^3}{293} + \frac{6}{880} = 41 \text{ МПа} \leq 72 \text{ МПа}.$$

Отже, міцність зварного з'єднання лопатки з валом розпушувача забезпечується.

2.5. Розрахунок пальцевого з'єднання розпушувача

Фронтально-лопатекий розпушувач приєднується до рами культиватора за допомогою кронштейнів, провусини котрих між собою кріпляться за допомогою пальців.

Враховуючи те, що одночасно навантажені 15 лопаток, а максимальний опір лопатки становить 720Н, то загальний опір визначаємо за формулою [3, 4]

$$P_{3AG} = z \cdot P, \quad (2.10)$$

де z - кількість одночасно завантажених лопаток, $z=15$;

P - опір однієї лопатки, $P=180\text{Н}$.

Тоді

$$P_{3AG} = 15 \cdot 180 = 2700 \text{ Н}.$$

Розрахунок діаметра з'єднуваних пальців виконуємо, виходячи з умови міцності на зріз [12, 14, 17]

$$\tau_{3AG} = \frac{P_{3AG}}{\pi d^2 / 4} \leq [\tau_{3P}], \quad (2.11)$$

де d - діаметр з'єднуваного пальця;

n - кількість площин зрізу, $n=2$;

z - число з'єднуваних пальців;

$[\tau_{3P}]$ - допустиме напруження зрізу, приймаємо матеріал пальця Ст.3, для якого $[\tau_{3P}]=90\text{МПа}$ [2].

Враховуючи те, що пальці входять в отвори з деякими зазорами, то необхідно врахувати той момент, що у пальцевому з'єднанні максимальне навантаження може сприймати лише один палець з врахуванням запасу міцності, приймаємо $z=1$.

З умови міцності на зріз вираз (2.11) запишемо залежність для визначення діаметра з'єднувального пальця [2, 6, 14]

$$d \geq \sqrt{\frac{4P_{3AG}}{\pi \cdot n \cdot z \cdot [\tau_{3P}]}}. \quad (2.12)$$

Підставивши дані, одержимо

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 2700}{3,14 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 90}} = 5,2 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр з'єднувального пальця $d=10\text{мм}$ [2].

Перевіримо умову міцності на зріз

$$\tau_{зАГ} = \frac{2700}{3,14 \cdot 10^2 / 4} \leq 34,4 \text{ МПа} < [\tau_{зР}] = 90 \text{ МПа}.$$

Умова міцності на зріз пальця забезпечена.

2.6. Розрахунок вала розпушувача на міцність

Визначаємо колову силу, яка діє на лопатку, користуючись схемою дії сил на лопатку, зображеною на рисунку 2.3

$$P_k = P \cdot f, \quad (2.13)$$

де f - коефіцієнт тертя ґрунту об сталь, $f=0,6$ [2].

Тоді

$$P_k = 180 \cdot 0,6 = 108 \text{ Н}.$$

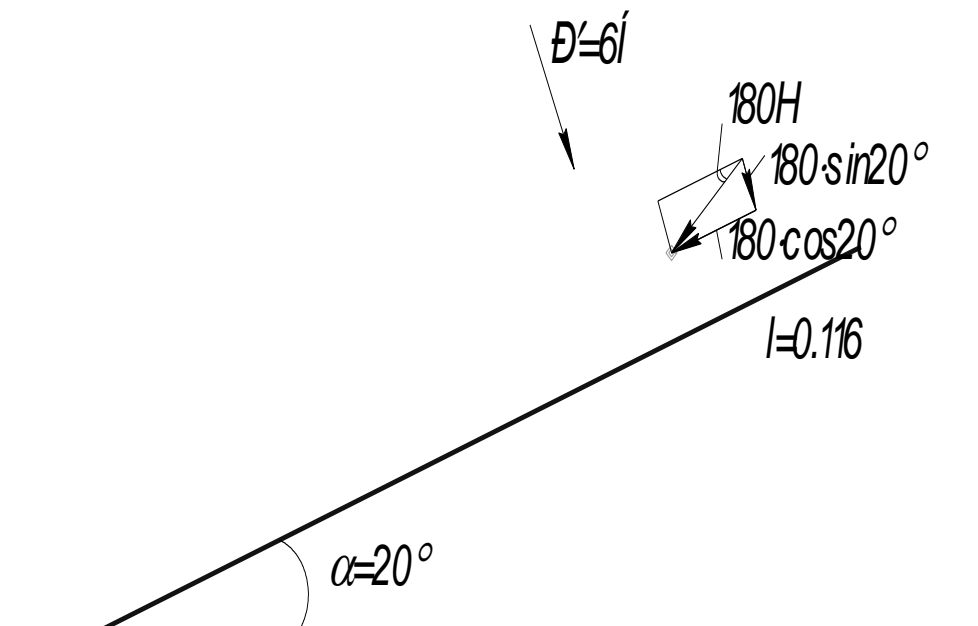


Рисунок 2.3 – Схема дії сил на лопатку зрихлювача

Визначаємо крутний момент від дії однієї лопатки

$$M'_{KP} = P_k \cdot l; \quad (2.14)$$

де l - плече від дії сили до осі вала, $l=116\text{мм}$.

Тоді

$$M'_{KP} = 108 \cdot 116 = 12,528 \text{ Нм}.$$

Розрахункову схему вала зрихлювача покажемо на рисунку 2.4а.

Максимальний крутний момент, що діє на вал визначимо за формулою

$$M_{KP}^{\max} = M'_{KP} \cdot 3 = 12,528 \cdot 3 = 37,584 \text{ Нм}.$$

Будуємо епюру крутних моментів (рисунок 2.4б).

Визначаємо сумарну силу нормального тиску на вал зрихлювача

$$P_H = (P' + P \cdot \sin \alpha) \cdot 15; \quad (2.15)$$

тобто

$$P_H = (6 + 180 \cdot \sin 20^\circ) \cdot 15 = 1013,4 \text{ Н}.$$

Інтенсивність нормального тиску на вал визначаємо за формулою [2]

$$q_H = P_H / L_B,$$

де L_B - довжина вала, $L_B=2,4\text{м}$.

Тоді

$$q_H = 1013,4 / 2,4 = 422,2 \text{ Н/м}.$$

Будуємо епюру згинальних моментів від q_H моментів (рисунок 2.4в).

Визначаємо сили реакції опор:

$$R_1 = R'_1 = \frac{q_H \cdot l}{2}. \quad (2.17)$$

$$R_1 = R_1' = \frac{422,2 \cdot 2,4}{2} = 506,6 \text{ Н.}$$

Згинальний момент в точці А визначаємо за формулою

$$M_{3Г.Y}^A = -\frac{q_H \cdot l_1^2}{2}; \quad (2.18)$$

тобто

$$M_{3Г.Y}^A = -\frac{422,2 \cdot (0,515)^2}{2} = -56 \text{ Нм.}$$

Згинальний момент у т. С визначимо за формулою

$$M_{3Г.Z}^C = -\frac{q_H \cdot (L/2)^2}{2} + R_1 \left(\frac{L}{2} - l_1 \right); \quad (2.19)$$

у числовому вигляді

$$M_{3Г.Z}^C = -\frac{422,2 \cdot 1,2^2}{2} + 506,6 \left(\frac{2,4}{2} - 0,515 \right) = 43 \text{ Нм.}$$

Будуємо епюру згинальних моментів від рівномірно розподіленого моменту (рисунок 2.4г).

Рівномірно розподілений момент визначаємо за формулою

$$m = \frac{(P \cdot \cos \alpha \cdot l) \cdot 15}{L}; \quad (2.20)$$

підставивши дані, одержимо

$$m = \frac{(180 \cdot \cos 20^\circ \cdot 0,115) \cdot 15}{2,4} = 121,3 \text{ Нм/м.}$$

Сили реакції опор визначаємо за формулою

$$R_2 = R'_2 = \frac{m \cdot l}{L - 2l}; \quad (2.21)$$

тобто

$$R_2 = R'_2 = \frac{121,3 \cdot 2,4}{2,4 - 2 \cdot 0,515} = 212,5 \text{ Н.}$$

Згинальний момент у перетинах А, В і С знайдемо з виразів:

$$M_{3\Gamma}^A = M_{3\Gamma}^B = 3 \cdot m = 3 \cdot 121,3 = 364 \text{ Нм};$$

$$M_{3\Gamma}^C = 0.$$

Сумарні згинальні моменти визначаємо за формулою [12, 13, 25]

$$M_{3\Gamma.CUM} = \sqrt{(M_{3\Gamma.Y})^2 + (M_{3\Gamma.Z})^2}. \quad (2.22)$$

Сумарний згинальний момент у перетині А і В

$$M_{3\Gamma.CUM}^A = M_{3\Gamma.CUM}^B = \sqrt{(M_{3\Gamma.Y})^2 + (M_{3\Gamma.Z})^2};$$

підставивши дані, одержимо

$$M_{3\Gamma.CUM}^A = M_{3\Gamma.CUM}^B = \sqrt{(-56)^2 + 364^2} = 368 \text{ Нм.}$$

Сумарний згинальний момент у перетині С визначимо із виразу

$$M_{3\Gamma.CUM}^C = \sqrt{(M_{3\Gamma.Y})^2 + (M_{3\Gamma.Z})^2};$$

тобто

$$M_{3\Gamma.CUM}^C = \sqrt{43^2} = 43 \text{ Нм.}$$

Будуємо епюру сумарних згинальних моментів (рисунок 2.4з).

Розрахунковий момент визначаємо за третьою теорією міцності у перетинах А і В користуючись формулою

$$M_{PO3}^{III} = \sqrt{\left(M_{3Г.СУМ}^A\right)^2 + \left(M_{KP}^{MAX}\right)^2}; \quad (2.23)$$

підставивши дані, одержимо

$$M_{PO3}^{III} = \sqrt{368^2 + 37,58^2} = 369 \text{ Нм.}$$

Перевіряємо міцність вала за формулою [2, 6, 13, 14, 25]

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{PO3}^{III}}{W_O} \leq [\sigma], \quad (2.24)$$

де $[\sigma]$ - допустимі нормальні напруження для матеріалу вала зрихлювача, для

Сталі 45 $[\sigma]=218\text{МПа}$ [2, 13];

W_O - осьовий момент інерції поперечного перетину вала, який визначаємо за формулою [13, 25]

$$W_O = \frac{\pi \cdot D^3}{32} (1 - \alpha^4); \quad (2.25)$$

де

$$\alpha = \frac{d}{D} = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

Тоді

$$W_O = \frac{3,14 \cdot 0,1^3}{32} (1 - 0,8^4) = 0,58 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Перевіримо напруження

$$\sigma_{MAX} = \frac{369 \cdot 10^{-6}}{0,58 \cdot 10^{-4}} = 63,4 \text{ МПа} < 218 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності вала зрихлювача на згин і кручення забезпечена.

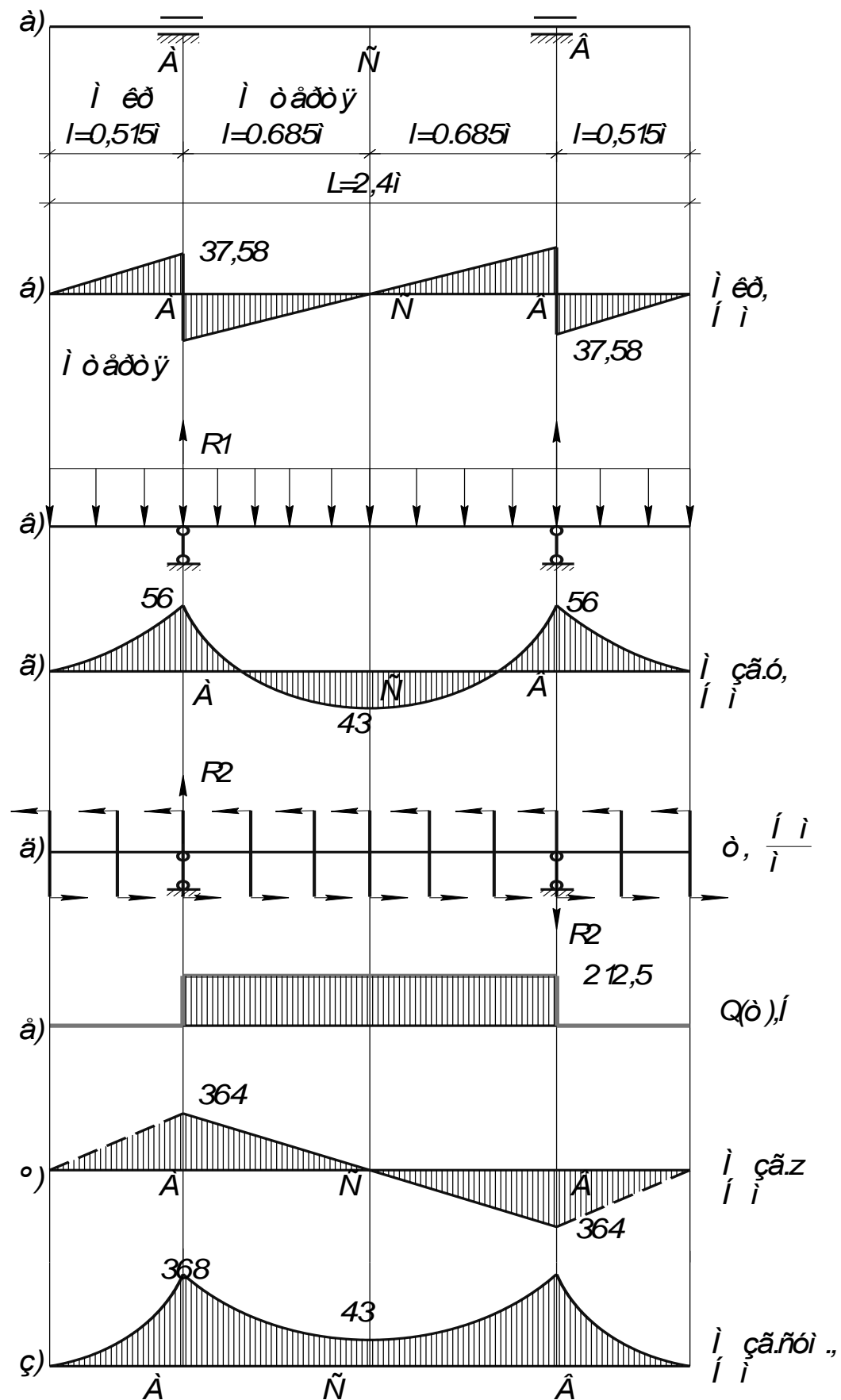


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема вала зрихлювача і епюри згинальних і крутних моментів

2.7. Розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача

Механізм регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача складається з таких основних деталей: труби, до якої приварені дві втулки з різьбами різного напрямку (ліва і права) і двох гвинтів.

Кріпиться механізм регулювання до рами розпушувача за допомогою з'єднувальних пальців.

Для розрахунку з'єднання складаємо розрахункову схему (рисунок 2.5).

На гвинтове з'єднання механізму регулювання глибини ходу робочих органів буде діяти сила P_M , яка дорівнює масі розпушувача. Сила P_M розкладається на дві складові P_1 та P_2 .

Необхідно відмітити, що під час руху агрегату по нерівній дорозі, сила P_1 змушує працювати гвинтове з'єднання на розрив.

Визначаємо складові сили P_1 та P_2 за формулами:

$$P_1 = P_M \cdot \cos \alpha ; \quad P_2 = P_M \cdot \sin \alpha , \quad (2.13)$$

де P_M - розтягуюча сила, що виникає від маси розпушувача. Її можна визначити конструктивно, сумуючи масу всіх збірних одиниць розпушувача. Конструктивна маса складає 350кг; кут $\alpha = 45^\circ$. Тоді

$$P_1 = 3500 \cdot \cos 45^\circ = 2661,4 \text{ Н};$$

$$P_2 = 3500 \cdot \sin 45^\circ = 2273 \text{ Н}.$$

Визначаємо діаметр гвинта з умови міцності на розтяг [2, 6, 25]

$$\sigma_P = \frac{4P}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_P], \quad (2.14)$$

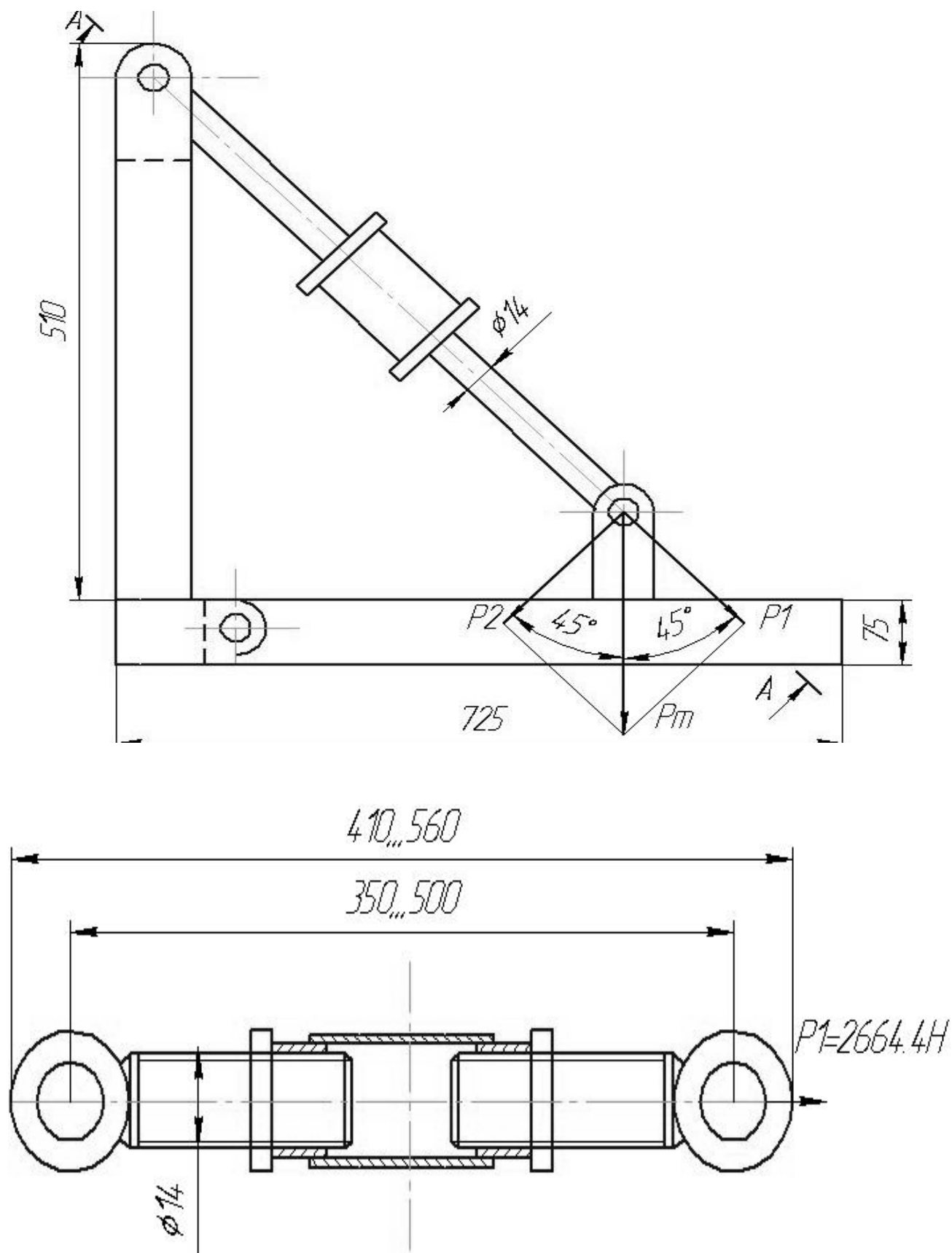


Рисунок 2.5 - Розрахункова схема гвинтового з'єднання механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача

де $[\sigma_p]$ - допустиме напруження на розтяг для матеріалу гвинта, яке визначаємо за формулою

$$[\sigma_p] = \sigma_T / k,$$

де σ_T - границя текучості, для матеріалу Ст.3 $\sigma_T = 200 \text{ МПа}$ [13];

k - коефіцієнт запасу міцності з'єднання, залежить від точності виготовлення з'єднання і навантаження. Згідно [13] рекомендацій $k = 5..7,5$. Приймаємо $k = 6,5$.

Тоді

$$[\sigma_p] = 200 / 6,5 = 30,7 \text{ МПа}.$$

Діаметр гвинта визначаємо за формулою [6, 13]

$$d > \sqrt{\frac{4P_M}{\pi \cdot [\sigma_p]}}. \quad (2.15)$$

Підставивши дані, одержимо

$$d > \sqrt{\frac{4 \cdot 3500}{3,14 \cdot 30,7}} = 12,05 \text{ мм}.$$

Приймаємо $d = 14 \text{ мм}$ [13].

Перевіряємо умову міцності гвинтового з'єднання на розтяг згідно формули (2.14)

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 3500}{3,14 \cdot 14^2} = 22,7 \text{ МПа} < 90,7 \text{ МПа}.$$

Умова міцності гвинтового з'єднання регулювання глибини робочих органів забезпечується.

2.8. Підбір підшипників вала фронтально-лопатевого розпушувача і перевірка їх на довговічність

Підшипниковий вузол вала фронтально-лопатевого розпушувача показаний на рисунку 2.6 і у графічній частині роботи.

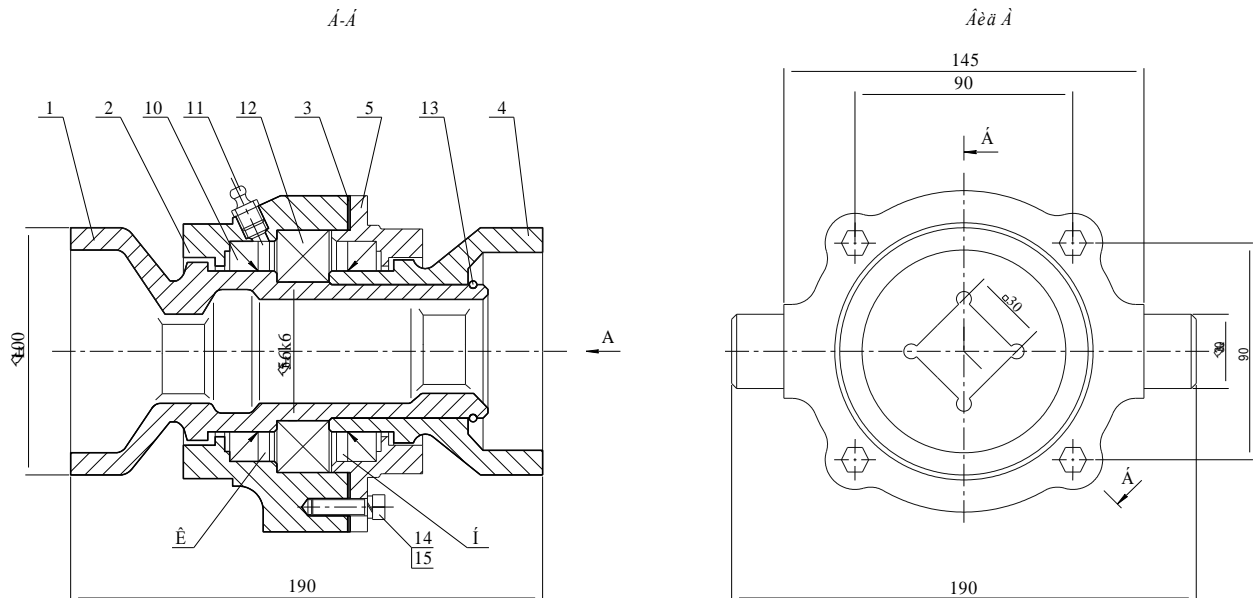


Рисунок 2.6 - Підшипниковий вузол розпушувача

Для вала фронтально-лопатевого розпушувача вибираємо два підшипники легкої серії, радіальні кулькові однорядні типу 211, які забезпечують необхідні умови роботи агрегату.

Вихідні дані для перевірки за статичним і динамічним навантаженням підшипника №211: статична вантажопідйомність $C_0=25,6\text{кН}$; динамічна вантажопідйомність $C=34\text{кН}$ [2].

Розрахункову довговічність підшипника №211, виражену в годинах, визначаємо за його базовою вантажопідйомністю та еквівалентним динамічним навантаженням за формулою [2, 6, 14, 17]

$$L = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P_D} \right)^P, \quad (2.16)$$

де n – частота обертання підшипника, $n=320$ об/хв;

p – показник степеня, для шарикопідшипників $p=3$;

P_D – еквівалентне динамічне навантаження, визначаємо його за формулою [2]

$$P_D = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_T \cdot K_B, \quad (2.17)$$

де F_r – радіальне навантаження, що діє на підшипник, кН;

F_a – осьове навантаження, кН;

V – коефіцієнт обертання (при обертанні зовнішнього кільця $V=1,2$;
внутрішнього $V=1,0$);

X – коефіцієнт радіального навантаження, $X=1$ [2]

Y – коефіцієнт осьового навантаження;

K_B – коефіцієнт безпеки, враховуючий динамічне навантаження, $K_B=1,2$;

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T=1$.

Оскільки осьові навантаження у даному випадку незначні, тому ними нехтуємо, то формула (2.17) отримає вигляд

$$P_D = X \cdot V \cdot F_r \cdot K_B \cdot K_T. \quad (2.18)$$

Підставивши значення отримаємо

$$P_D = 1 \cdot 1,2 \cdot 2,7 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,8 \text{ кН.}$$

Тоді

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot 320} \cdot \left(\frac{34}{3,8} \right)^3 = 37276 \text{ год.}$$

Отже, згідно [2] при частоті $n=320$ об/хв довговічність підшипників достатня.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА-РОЗПУШУВАЧА

3.1. Обґрунтування конструкцій робочих органів машин для зменшення впливу вітрової ерозії ґрунту

Ерозія ґрунтів, її поява і подальший розвиток викликані такими факторами: природними (кліматичні, рельєф місцевості, ґрунтові властивості та материнська, тобто ґрунтоваоутворююча порода, рослинний покрив); соціально-економічними (розподіл території, посівні площі, їх розміри, структура); агротехнічними (обробіток ґрунту, вид сівозміни, часті посіви просапних культур, система удобрення та ін.).

Розвиток водної та вітрової ерозій в Україні різниться залежно від ґрунтово-кліматичних зон: на поліссі ґрунти найменш еродовані; у лісостепу часто помітні прояви водної ерозії; ґрунти степової частини страждають як від впливу водної так і вітрової ерозій [19, 20, 21].

У степу спостерігаються обидві форми вітрової ерозії – місцева і пилові бурі. Для останніх характерним є те, що сильні вітри піднімають у повітря поверхневий розпилений внаслідок надмірного обробітку і або пересихання гумусовий шар і переносять його на значні відстані.

Наслідок ерозії ґрунтів – втрата верхнього, гумусованого шару ґрунту, у якому є усі властивості для росту і розвитку сільськогосподарських культур. За незначної ерозії відбувається поступове зменшення загальної глибини гумусового горизонту. На ґрунтах, які зазнали середньої або сильної еродованості, можуть бути виходи материнської породи на поверхню, а вона має фізичні та хімічні властивості бідні на вміст поживних речовин. У результаті культурні рослини, які висіяні на таких ділянках, відстають у рості, погано розвиваються і дають низький урожай. Щоб послабити вплив ерозійних процесів на врожайність сільськогосподарських культур необхідно захищати

такі ґрунти від ерозії та застосовувати збалансовану систему удосередження з поєднанням мінеральних та органічних добрив.

Серед культурних рослин найбільше страждають від ерозії ґрунтів просапні культури, зокрема кормові та цукрові буряки, картопля, також ерозія шкідливо впливає на посіви озимих зернових та кукурудзу на ранніх стадіях. Щоб запобігти таких процесам або зменшити їх вплив доцільно у сівозмінах висівати багтаоріні трави.

Ерозійні процеси ґрунту крім зменшення продуктивності вирощуваних культурних рослин шкідливо впливають на навколишнє середовище, оскільки крім того, що відбуваються наноси змитого ґрунту, також з посівів зі стоками втрачається від 10-30% добрив та засобів захисту рослин. Такі наноси особливо шкідливі для озер і ставків. Також ерозія ґрунтів сприяє переміщенню радіоактивних речовин, перерозподіляючи радіонукліди, які є в орному шарі ґрунту [19, 20].

Ерозія ґрунту впливає на його родючість через зменшення глибини горизонту, у якому знаходиться гумус. Також вітрова ерозія шкідлива для молодих посівів, оскільки часточки ґрунту, які вітер переміщаються зі значною швидкістю травмують тобто засікають молоді рослини, а деколи і повністю їх присипають переміщеним ґрунтом.

Сила вітру залежить від його швидкості. Швидкість вітру, при якій починається рух часток, що знаходяться на поверхні, називають критичною швидкістю. Залежно від характеристик ґрунту вона не перевищує 2,5-3,5 м/с (при поверхневих шарах повітря).

Силам, що рухають частку, протидіють сили опору. Одна з них — сила опору перекошуванню частки в початковій стадії переміщення. Величина її залежить від розмірів самої частки (її маси), зв'язності частки з елементами поверхневих шарів ґрунту, шорсткості (невирівняності) поверхні поля, яка визначає характер її складу, а також від форми частки.

Чим важча частка, більша її маса, тим потрібна більша сила (більша швидкість вітру), щоб вивести частку зі стану спокою. Вважають, що маса

часток розміром 1мм і більше достатня для того, щоб забезпечити їй необхідну вітрову стійкість. Тому фракцію ґрунту розмірами менше 1мм називають пилоподібною. Найбільш легко переміщуються від вітру частки розміром від 0,1 до 0,5мм. Частки розміром менше 0,1мм краще протистоять ерозії, ніж агрегати 0,1-0,5мм, оскільки зі зменшенням лобової поверхні будь-якого тіла, що знаходиться в повітряному потоці, зменшуються і сили, що їх рухають.

Грудочки ґрунту діаметром 1мм здебільшого не руйнуються вітром. При наявності таких грудочок від 60 до 50% ґрунт знаходиться в малостійкому стані, а при нижчих значеннях він зовсім нестійкий до розвитку ерозійних процесів. Ґрунтозахисні грудочки мають різну механічну міцність (опір удару, роздавлюванню), яка залежить від їхнього механічного складу.

На руйнування механічних компонентів і на збільшення в ґрунті ерозійних фракцій впливають погодно-кліматичні умови. За різких перепадів температурного і водного режимів грудочки ґрунту після зяблевої оранки полицевими плугами взимку промерзають і розпадаються на дрібні фракції. За відсутності рослинного покриву такий ґрунт схильний до водної ерозії ранньою весною. Ранній весняний обробіток зябу зубовими боронами, дисковими луцильниками, прикочуючими гладенькими котками різко знижують здатність ґрунту протистояти вітровій ерозії.

Виникненню вітрової ерозії сприяє також спалення пожнивних решток, зокрема соломи на полях. При цьому часто згоряє і стерня, а на поверхні поля обвуглюються грудочки і вигоряють корінці рослин. Такі ділянки поля стають місцями виникнення вітрової ерозії.

Головні причини виникнення вітрової ерозії та сумісної її дії з водною є: руйнування ґрунтових грудочок під дією ходових коліс і робочих органів сільськогосподарських машин; вплив факторів зовнішнього середовища (засушливий клімат, перепади рельєфу, сильні вітри); надмірне намокання або пересушування ґрунту, його сильне промерзання, а також недбале відношення до пожнивних решток, недогляд за сінокосами та нерегульоване випасання худоби на пасовищах.

Щоб запобігти або зменшити вплив ерозії необхідно правильно підібрати систему прийомів обробітку ґрунту в таких умовах, а також застосовувати комплекс протиерозійних заходів, вміло поєднуючи організаційно-господарчі, агротехнічні, лісотехнічні (лісомеліоративні) та гідротехнічні [19, 20].

Під час вирощування сільськогосподарських культур на ерозійно небезпечних ділянках ґрунту підбирають технологічні операції так, щоб забезпечити якнайменше розпилення ґрунту, ощадне використання накопиченої ґрунтом вологи. Цього можна досягнути застосовуючи спеціальні знаряддя та робочі органи; комбіновані агрегати, які зменшують кількість прохордів агрегатів полем, особливо під час передпосівного обробітку ґрунту. Також ці операції варто поєднувати із внесенням необхідних доз гербіцидів.

Важливим є змінювати прийоми обробітку ґрунту та знаряддя для його виконання, щоб забезпечити різноглибокий обробіток і цим також запобігти розвитку ерозійних процесів, оскільки експериментально доведено (дослідження Н. Гудзона), що спосіб обробітку ґрунту впливає більше, ніж властивості ґрунту.

Для протиерозійних машин і знарядь розробляють дещо інші, спеціальні робочі органи – лапи проскорізні, штанги, голчасті диски та ін. Вони по-різному впливають на оброблювальний ґрунт [11, 15, 24].

Дія лап культиваторів-плоскорізів і глибокорозпушувачів-плоскорізів схожа: технологічний процес відбувається таким чином – леза лап підрізають шари ґрунту і кореневища бур'янів, розпушують їх і вкладають на попереднє місце без порушення стерні (рисунки 3.1а). При такому обробітку під час проходження шару ґрунту поверхнями ґрунтообробних плоскорізних знарядь, ці шари розпушуються, у них утворюються шпарини, через які просипається подрібнений ґрунт. Цим забезпечується стійкість його до видування.

Протиерозійні знаряддя, зокрема культиватори з плоско різними лапами обладнують потовщеними стояками, які під час проходження лап також впливають на оброблювані шари ґрунту, частково руйнуючи та подрібнюючи їх і в

результаті частина стерні буде прикрита шаром ґрунту. Також відбувається відкривання подрібнених шарів ґрунту після їх удару до поверхонь стояків.

Важливою є робоча швидкість ґрунтообробних знарядь. Не бажано виконувати основний чи передпосівний обробіток на швидкостях вищих 6-7 км/год, оскільки зростає розкидання ґрунту, утворюються широкі борозни, біля 20 см, на поверхню ґрунту виносяться вологі шари і ґрунт пересихає, а це також сприяє розвитку ерозії. Оптимальна вологість ґрунту для якісного його обробітку 15-22%. Якщо вологість висока, то утворюються великі грудки, а це утруднює наступний обробіток і сівбу.

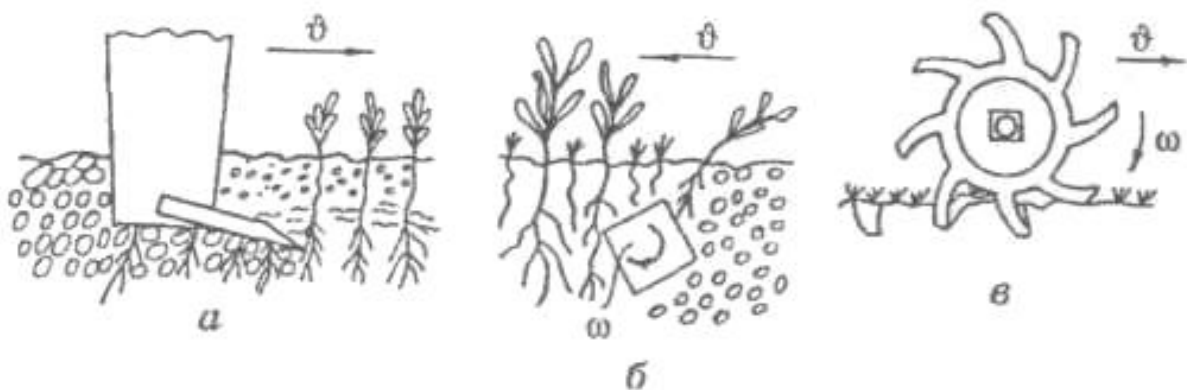


Рисунок 3.1 – Схеми впливу на ґрунт спеціальних знарядь

Штанга, як ґрунтообробний робочий орган, обертаючись у ґрунті на глибині до 10см (рисунок 3.1б) розриває або вириває і переміщує на поверхню ґрунту коренвища бур'янів та стерні розпушуючи ґрунт та вирівнюючи поверхню поля, а це суттєво, особливо для проходу стояків плоско різних лап і лап глибокорозпушувачів. Такий обробіток сепарує ґрунт, пилоподібні часточки провалюються у середню скиб, а великі, які стійкі до ерозії виносяться на поверхню ґрунту. Для умов низької вологості і високої міцності ґрунтових часточок штанги можуть заглиблюватися лише після обробітку плоско різними лапами. Такі знаряддя можуть бути як приводними так і безприводними, на довжині один метр дають один оберт.

Знаряддями у вигляді голчастих борін здійснюють поверхневе розпушування під час ранньовесняного закриття вологи та осіннього обробітку стерні. Зубовими боронами це здійснити неможливо, оскільки вони швидко

забиваються рослинними рештками. Голчасті борони або мотики виготовлені у вигляді дисків із голками, диски перокочуються поверхнею ґрунту під кутом, голки по чергові заглиблюються у ґрунт на глибину 4-10 см, деформують його торцевою або боковою поверхнями (рисунки 3.1в). Результатом є утворення лунок, форма якої нагадує еліпс. Якщо такі знаряддя використовують на посівах для руйнування ґрунтової кірки при збереженні стерні, то тоді їх встановлюють так, щоб вони працювали тильною стороною, тобто під час заглиблення у ґрунт були встановлені увігнутістю вперед. Такий обробіток забезпечує зберігання 75% стерні та одночасне загортання у ґрунт насіння бур'янів.

Ефективний і дієвий спосіб боротьби з вітровою ерозією – це безпліцевий обробіток, який забезпечує на поверхні ґрунту максимальну кількість стерні зернових культур.

Опираючись на виконаний аналіз конструкцій знарядь для обробітки ґрунтів, що піддаються ерозії, у даній роботі обґрунтовуємо доцільність вибору плоскорізальних лап у комбінації із лопатевим розпушувачем для встановлення їх на раму культиватора КРН-4,2 для обробітки ерозійно небезпечних ґрунтів під сівбу технічних культур.

3.2. Енергетичний розрахунок удосконаленого культиватора

Питомий опір агрегату у складі культиватора-розпушувача і трактора залежно від швидкості його руху для кожної з вибраних передач визначаємо за формулою [3, 11, 16]

$$R = R_{AP} \left[1 + (V_P - V_O) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (3.1)$$

де R_{AP} - питомий опір удосконалюваного у роботі знаряддя, поєднує питомий

опір культиватора R_K і питомий опір розпушувача фронтально-лопатевого питомий опір агрегату, який включає питомий опір культиватора і R_P , згідно [3] $R_K = 2,2 \text{ кН/м}$ та

$$R_P = P_P / B_M = 5,4 / 4,5 = 1,2 \text{ кН/м}; \text{ тоді}$$

$$R_{AP} = 2,2 + 1,2 = 3,4 \text{ кН/м};$$

V_O - швидкість руху, за якої визначають тяговий опір агрегату,

$$V_O = 6 \text{ км/год};$$

V_P - швидкість культиватора на вибраній передачі;

ΔC - коефіцієнт, що визначає темп приростів опору, коли підвищується швидкість, $\Delta C = 0,05$.

За формулою (3.1) визначимо тяговий опір агрегату на різних швидкостях руху:

$$R_I = 3,4 (1 + (2-6) 0,05) = 2,72 \text{ кН/м};$$

$$R_{II} = 3,4 (1 + (3,5-6) 0,05) = 2,97 \text{ кН/м};$$

$$R_{III} = 3,4 (1 + (6-6) 0,05) = 3,4 \text{ кН/м};$$

$$R_{IV} = 3,4 (1 + (8,5-6) 0,05) = 3,82 \text{ кН/м};$$

$$R_V = 3,4 (1 + (12-6) 0,05) = 4,42 \text{ кН/м}.$$

Визначимо тяговий опір удосконалюваного ґрунтообробного агрегату за формулою [16]

$$R_{TAP} = R_{T.K} + R_P; \quad (3.2)$$

де $R_{T.K}$ - тяговий опір культиватора, визначимо його так:

$$R_{T.K} = B_M \cdot R_K; \text{ тобто } R_{T.K} = 4,5 \cdot 2,2 = 9,9 \text{ кН/м};$$

R_P - для розпушувача тяговий опір буде $R_P = P = 5,4 \text{ кН/м}$.

Тоді

$$R_{TAP} = 9,9 + 5,4 = 15,3 \text{ кН/м.}$$

Для ґрунтообробного агрегату повний тяговий опір на кожній із вибраних передач визначимо так [3, 11, 16]

$$R_a = R_{AP} \cdot B_M + (G_K + G_P) \cdot t, \quad (3.3)$$

де t – коефіцієнт перекочування коліс агрегату, $t=0,15$ с [3];

G_K, G_P -- вага культиватора і розпушувача відповідно; $G_K = 13,2$ кН; $G_P = 3,5$ кН.

Тоді

$$R_{aI} = 2,72 \cdot 4,5 + (13,2 + 3,5) \cdot 0,15 = 14,7 \text{ кНм;}$$

$$R_{aII} = 2,97 \cdot 4,5 + (13,2 + 3,5) \cdot 0,15 = 15,8 \text{ кНм;}$$

$$R_{aIII} = 3,4 \cdot 4,5 + 16,7 \cdot 0,15 = 17,8 \text{ кНм;}$$

$$R_{aIV} = 3,82 \cdot 4,5 + 16,7 \cdot 0,15 = 19,7 \text{ кНм;}$$

$$R_{aV} = 4,42 \cdot 4,5 + 16,7 \cdot 0,15 = 22,4 \text{ кНм.}$$

Опір ґрунтообробного агрегату на поворотах визначимо за формулою

$$R_N = (G_K + G_P) \cdot f. \quad (3.4)$$

У числовому вигляді

$$R_N = (13,2 + 3,5) \cdot 0,25 = 3,34 \text{ кН.}$$

Визначимо величину коефіцієнта використання тягового зусилля на вибраних передачах за формулою [11, 16]

$$\varepsilon_N = \frac{R_a}{P_{NT} - G_T \cdot \frac{i}{100}}, \quad (3.5)$$

тут P_{NT} - для трактора його номінальний тяговий опір, кН;

G_T - для трактора його вага кН.

Розв'язуючи (3.5), матимемо значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора на п'ятьох передачах:

$$\varepsilon_I = \frac{14,7}{34,2 - 76,0 \cdot 0,03} = 0,46;$$

$$\varepsilon_{II} = \frac{15,8}{30,7 - 76,0 \cdot 0,03} = 0,55;$$

$$\varepsilon_{III} = \frac{17,8}{27,0 - 76,0 \cdot 0,03} = 0,72;$$

$$\varepsilon_{IV} = \frac{19,7}{22,5 - 76,0 \cdot 0,03} = 0,97;$$

$$\varepsilon_V = \frac{22,4}{17,2 - 76,0 \cdot 0,03} = 1,5.$$

Аналізуючи отримані значення, вибираємо за основну робочу передачу - IV,; швидкість агрегату на цій передачі – 8,5км/год.

3.3. Обґрунтування форми лопатки розпушувача культиватора

Для удосконалюваного культиватора з дообладнанням його фронтально-лапатовим розпушувачем необхідно обґрунтувати кривизну лопаті розпушувача для того, щоб забезпечити його рівномірне зношення (стирання лопаток), доочищення, а також для зниження енергомісткості обробітку ґрунту.

Робочими органами розпушуючого типу, а саме долотами, польовими гачками, зубами обладнують ротаційні ґрунтообробні знаряддя типу БГ-3, МБН-2,8, ВП-5,6, БМШ-15, БРУ-0,7 та інші. Такі робочі органи на барабанах встановлюють радіально, це впливає на інтенсивність ударів зубами чи долотами. Вона змінюється в радіальному напрямку прямо пропорційно відстані точок зубів від центра обертання барабана. По довжині зубів сила удару буде різною, різним буде також і стирання зубів по довжині [3, 11, 16].

Рівномірне стирання, самоочищення та зниження енергомосткості робочих органів можна досягнути, якщо його профіль буде задовольняти умови сталості ударного впливу у всіх точках. Лопатки розпушувача входять у ґрунт під кутом, щоб забезпечити поставлену вимогу, необхідним є дотримання умови (рисунок 3.2)

$$\mathcal{G}_{y\partial} = \mathcal{G}_{oi} \cdot \cos \alpha_i, \quad (3.6)$$

де $\mathcal{G}_{y\partial}$ - допустима або задана швидкість ударної дії на ґрунт робочого органа;

\mathcal{G}_{oi} - колова швидкість обертового барабана у довільно вибраній точці;

α_i - кут між ґрунтом і довільною точкою робочого органа (розпушувача).

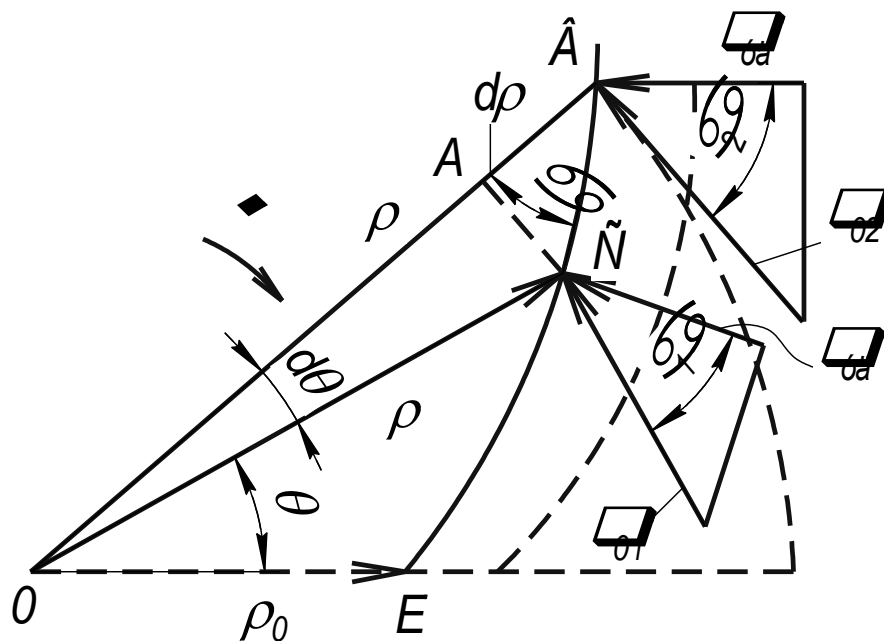


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема розпушувача ротаційного

З рисунка 3.2 для точок Е і С робочої поверхні барабана запишемо залежності для швидкостей [11]:

$$g_{yo} = \frac{\pi \cdot \rho_0 \cdot n \cdot \cos \alpha_0}{30}; \quad g_0 = \frac{\pi \cdot \rho \cdot n}{30}, \quad (3.7)$$

де n - частота обертання барабана розпушувача, об/хв, її величчю визначають через робочу швидкість руху ґрунтообробного агрегата.

Якщо (3.6) перенести у (3.7), то буде

$$\rho_0 \cdot \cos \alpha_0 = \rho \cdot \cos \alpha. \quad (3.8)$$

З рисунка 3.2. запишемо: $AC = \rho d\theta$; $AB = d\rho$; $\angle ABC = \alpha$; $OC = OA = \rho$; $AC / AB = \operatorname{tg} \alpha$, тоді

$$\rho d\theta / d\rho = \operatorname{tg} \alpha. \quad (3.9)$$

Якщо для рівняння (3.8) взяти похідні по α від обох частин рівняння, то буде $d\rho \cos \alpha - \rho \sin \alpha d\alpha = 0$, відповідно

$$d\rho / \rho = \operatorname{tg} \alpha d\alpha. \quad (3.10)$$

Якщо підставити (3.9) у (3.8), то буде диференціальне рівняння [3, 11, 16]

$$d\theta = \operatorname{tg}^2 \alpha d\alpha. \quad (3.11)$$

Якщо про інтегрувати рівняння (3.11), то буде

$$\theta = \operatorname{tg} \alpha - \alpha + c, \quad (3.12)$$

тут c – довільна стала, визначають її з граничних умов при $\theta = 0$, $\alpha = \alpha_0$

$$c = -(\operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0). \quad (3.13)$$

Якщо підставити (3.12) у (3.13), бо

$$\theta = (\operatorname{tg} \alpha - \alpha) - (\operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0). \quad (3.14)$$

Щоб побудувати профіль робочого органу ротаційного знаряддя, у даному випадку розпушувача, який би відповідав постійності ударного впливу у всіх точках, можна використати поєднання рівнянь (3.9) і (3.14)

$$\left. \begin{aligned} \theta &= (tg \alpha - \alpha) - (tg \alpha_0 - \alpha_0); \\ \rho &= \frac{\rho_0 \cos \alpha_0}{\cos \alpha}. \end{aligned} \right\} \quad (3.15)$$

Для фронтально-лопатевого розпушувача, яким дообладнано культиватор для передпосівного обробітку ґрунту під технічні культури виконаємо відповідні розрахунки.

Частота обертання барабана n розпушувача залежить від робочої швидкості руху ґрунтообробного агрегату. Вважаємо, що так само, як переміщається культиватор, за ним у поздовжньому напрямку, обертаючись, рухається без проковзування, барабан розпушувача [16]. Лопатки розпушувача проникають у ґрунт і кришать його. Початок контакту лопатей з ґрунтом буде по їх вершинах, відповідно довжина кола контакту

$$l_{\sigma} = \pi \cdot D_{\rho} = 3,14 \cdot 0,4 = 1,256 \text{ м.} \quad (3.16)$$

Ґрунтообробний агрегат переміщається зі швидкістю 2,5м/с, тобто 150м/хв. Такий результат отримано з попередніх технологічних розрахунків. Відповідно частота обертання барабана розпушувача буде

$$n = \frac{150}{l_{\sigma}} = \frac{150}{1,256} = 119,4 \text{ об/хв.}$$

Якщо лопаті прямолінійні, то вектори колової швидкості та швидкості ударної дії співпадатимуть. Максимальне значення буде на краях лопаток, тобто у точках першого контакту з ґрунтом. Значення цієї швидкості

$$g_{yo} = \frac{\pi \cdot \frac{D_0}{2} \cdot n \cdot \cos \alpha_0}{30} = \frac{3,14 \cdot \frac{0,4}{2} \cdot 119,4 \cdot \cos 0^\circ}{30} = 2,5 \text{ м/с.}$$

Графік зміни швидкості удару лопаті розпушувача на ґрунт за умови повного її проникнення у шар ґрунту показано на рисунку 3.3.

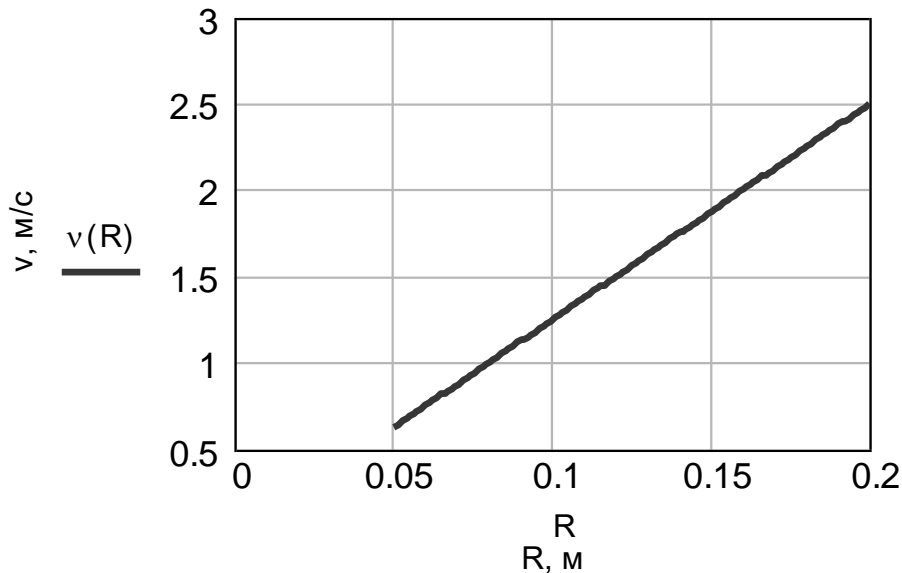


Рисунок 3.3 – Зміна швидкості удару лопатки на ґрунт

Аналізуючи графік зміни швидкості удару лопатки на ґрунт можна відзначити, що вона прямо пропорційна відстані до центра обертання вала роторного розпушувача і зменшується у міру наближення до нього. Отже, кінці лопаток сприйматимуть максимальні навантаження та з більшим зусиллям діятимуть на оброблюваний шар ґрунту, результатом цього буде їх швидше зношення, ніж інших частин лопаток. Щоб забезпечити рівномірне стирання, самоочищення та зниження енергомистості обробітку ґрунту потрібно змінити форму лопаток розпушувача, щоб профіль робочого органна задовольняв умові сталого ударного впливу в усіх точках.

Криволінійність лопаток розпушувача встановимо використовуючи графік (див. рис. 3.3) та рівняння системи (3.15).

Згідно [3] визначимо умови для кута взаємодії лопатки розпушувача з ґрунтом. Він залежатиме від величини швидкості удару лопатки до ґрунту. Вважатимемо за максимальну швидкість ударної дії лопаток на ґрунт

$g_{y\partial} = 2,0$ м/с. Із (3.6) максимальний кут взаємодії робочих органів із частинками ґрунту буде

$$\alpha_{\max} = \arccos\left(\frac{[g_{y\partial}]}{g_{0i}}\right) = \arccos\left(\frac{2}{2,5}\right) = 0,644 \text{ рад}, \quad (3.17)$$

де $[g_{y\partial}]$ - допустима швидкість удару лопатки, $[g_{y\partial}] = 2$ м/с;

g_{0i} - колова швидкість довільної точки лопаті розпушувача,

приймають максимальну швидкість рекомендовану для такої конструкції розпушувача $g_{0i} = 2,5$ м/с.

У градусах максимальний кут взаємодії α_{\max} робочих органів із частинками ґрунту

$$\alpha_{\max} = 0,644 \cdot \frac{180}{\pi} = 37,29^{\circ}.$$

Орієнтуючись на це значення, із залежності (3.14) визначимо кут закручування крайньої точки лопатки розпушувача

$$\theta = 0,107 \text{ рад або } \theta = 6,1^{\circ}.$$

Виходячи із поставлених раніше умов (3.15) до роботи лопаток розпушувача, закон зміни біжучого радіуса ρ його лопаток покажемо на рисунку 3.4.

Застосовуючи наведені залежності можна таким чином проектувати форму безприводних ротаційних робочих органів. Кінцево, схема форми лопаток ротора розпушувача показана на рисунку 3.5.

Кривизну лінії лопаток фронтального розпушувача обґрунтовано за таких умов роботи ґрунтообробного агрегату:

- робоча швидкість культиватора з розпушувачем 2,5 м/с;
- допустима швидкість ударної дії лопаток на ґрунт $[g_{y\partial}] = 2$ м/с.

Якщо змінюються умови роботи розпушувача і це потребуватиме зміни конструктивних параметрів розпушувача, то використовуючи залежності системи рівнянь (3.15) можна визначити кут закручення θ та біжучий радіус ρ лопаток розпушувача і отримати відповідну форму кривизни лопаток.

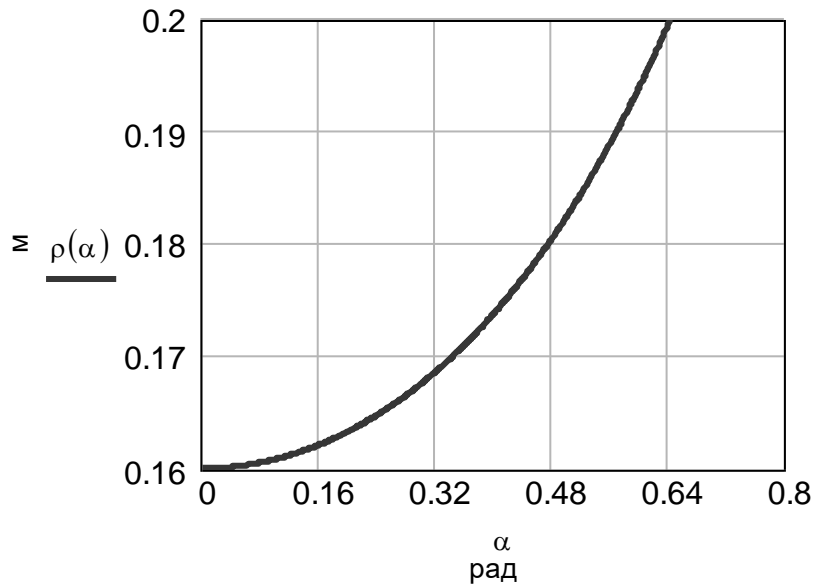


Рисунок 3.4 – Графік зміни біжучого радіуса ρ лопатки розпушувача

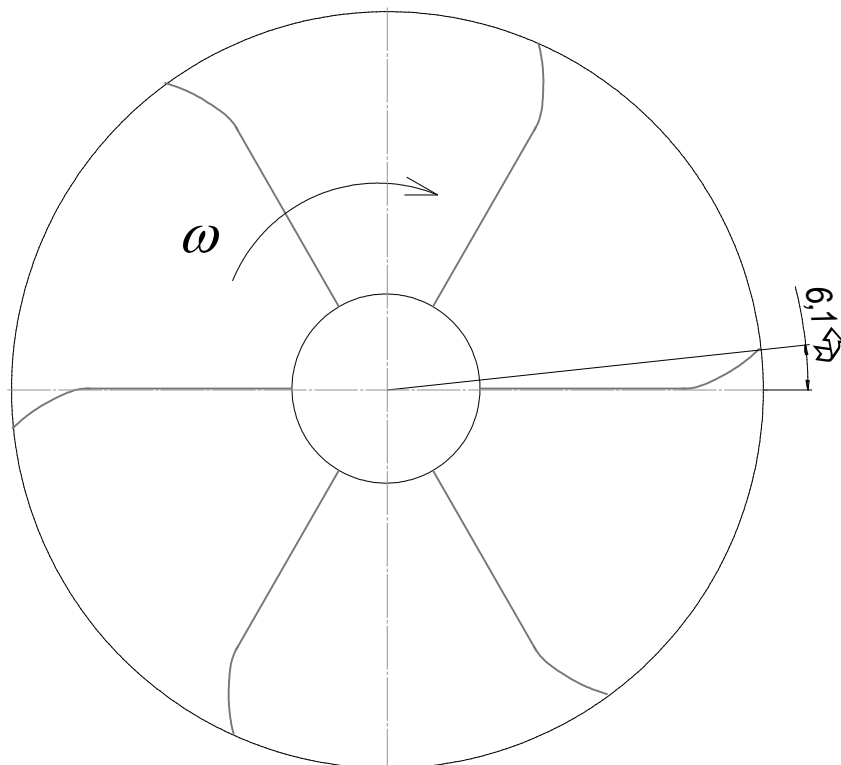


Рисунок 3.5 – Схема форми лопаток на валу розпушувача після вдосконалення

3.4. Дослідження напружено-деформівного стану лопатки розпушувача

Напружено-деформівний стан лопатки розпушувача виконаємо від поперечної сили, що діє на неї під час розпушування ґрунту. Для цього спершу створимо її твердотільну модель (рисунок 3.6) користуючись системою моделювання SolidWorks [26].

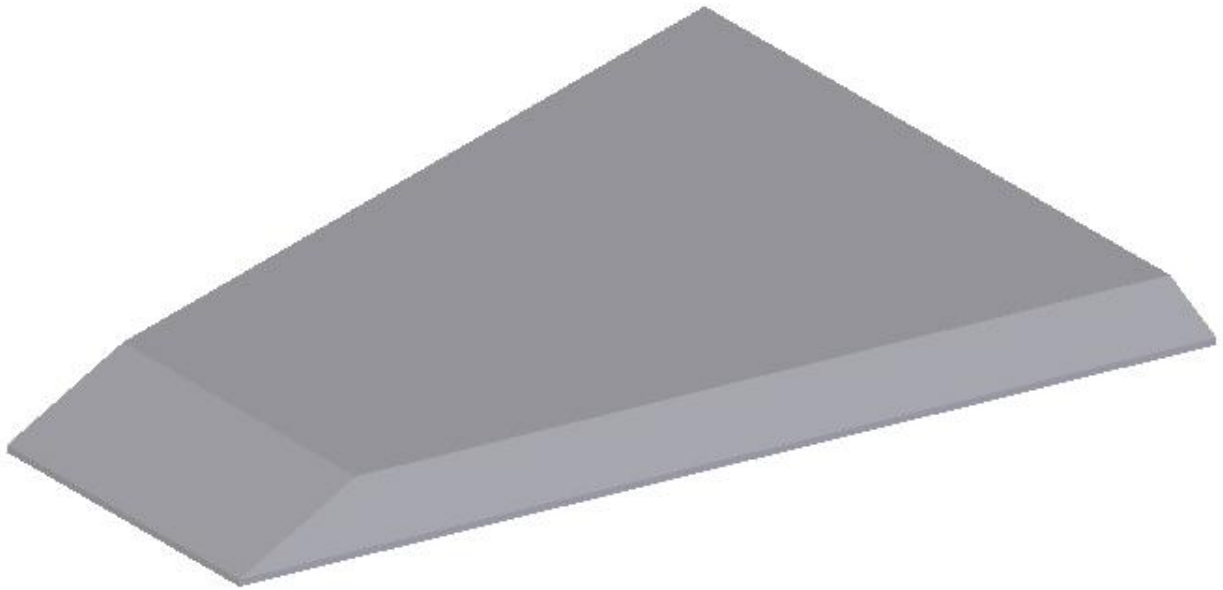
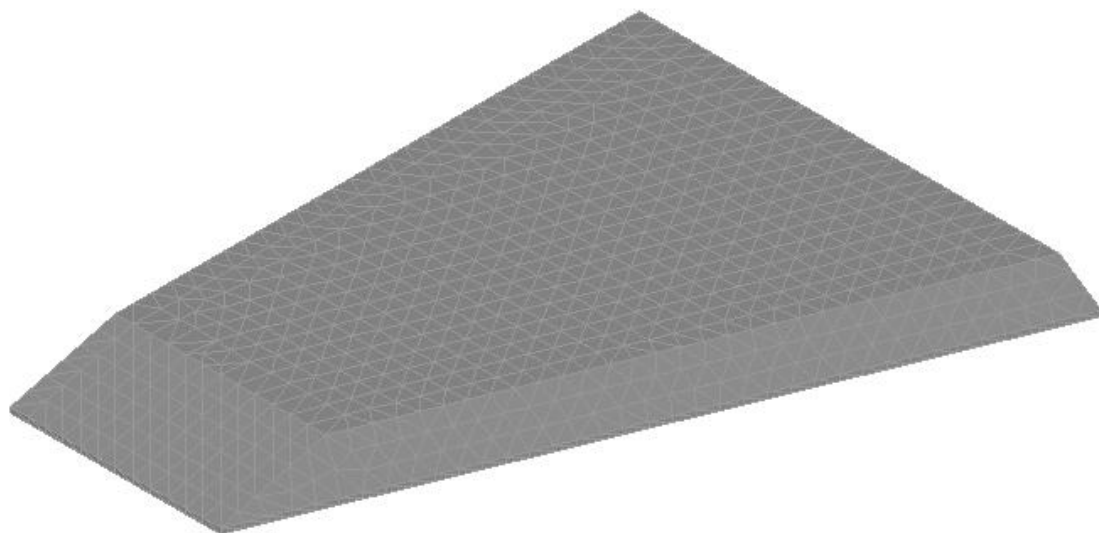


Рисунок 3.6

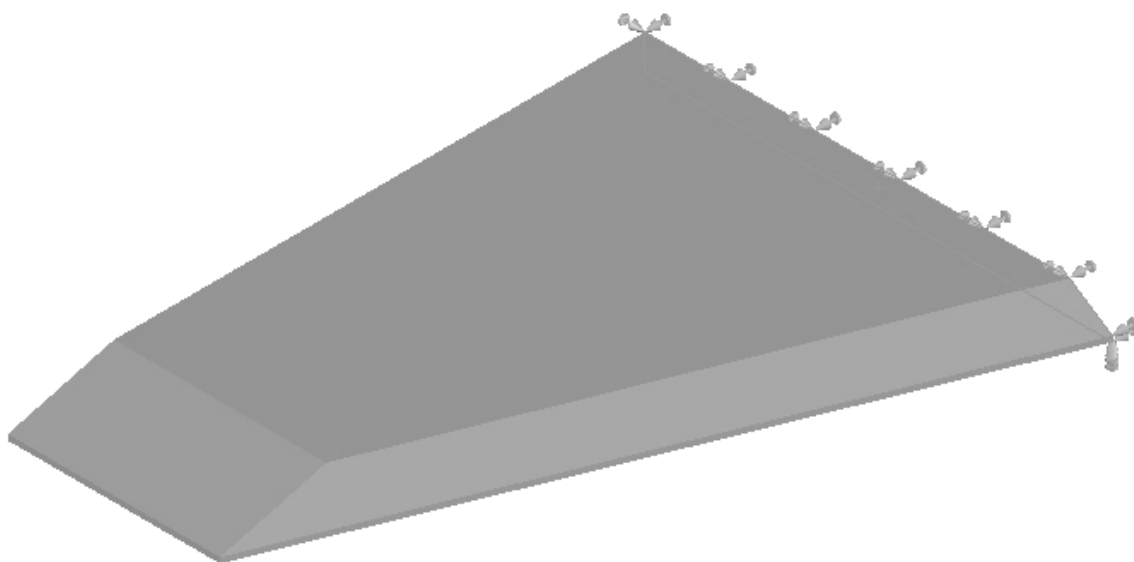
Для розробленої 3D-моделі лопатки створюємо сітку кінцевих елементів (рисунок 3.7а). Щоб виконати розрахунок вкажемо умови закріплення – це защемлення кінця лопатки у місці, де її приварюють до труби розпушувача (рисунок 3.7б). Прикладаємо навантаження на лопатку (рисунок 3.7в) – це поперечна сила величиною 180Н (визначена у попередньому розділі).

Користуючись можливостями модуля кінцеелементного аналізу CosmosWorks отримаємо результати розрахунку напружено-деформівного стану лопатки розпушувача (рисунок 3.8).

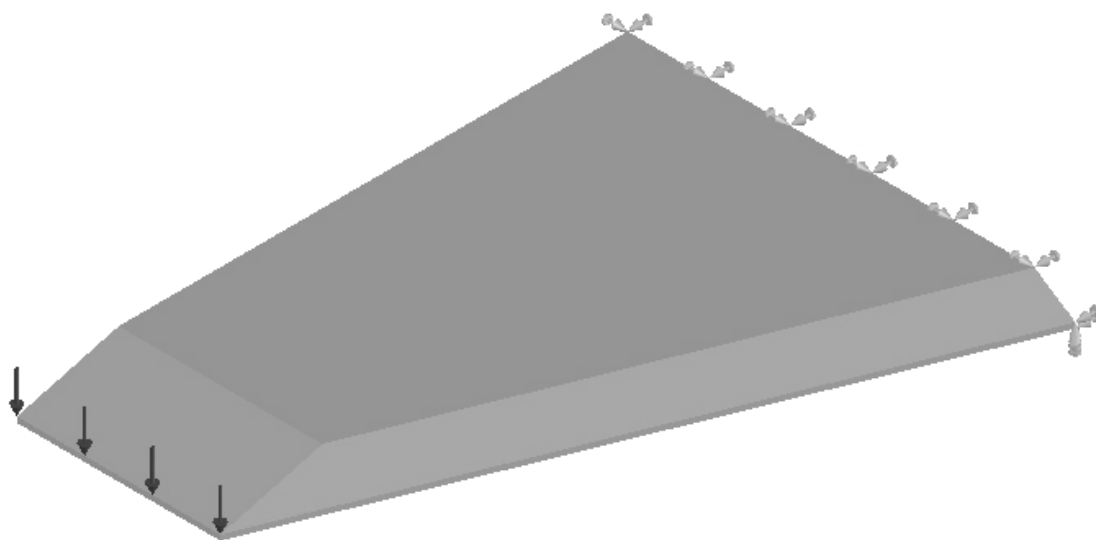
Аналізуючи отримані результати можемо встановити таке: максимальні напруження 29МПа (рисунок 3.8а); максимальні деформації лопатки 0,3мм (рисунок 3.8б). Коефіцієнт запасу міцності – мінімальне значення більше 12 (рисунок 3.8в).



а)



б)

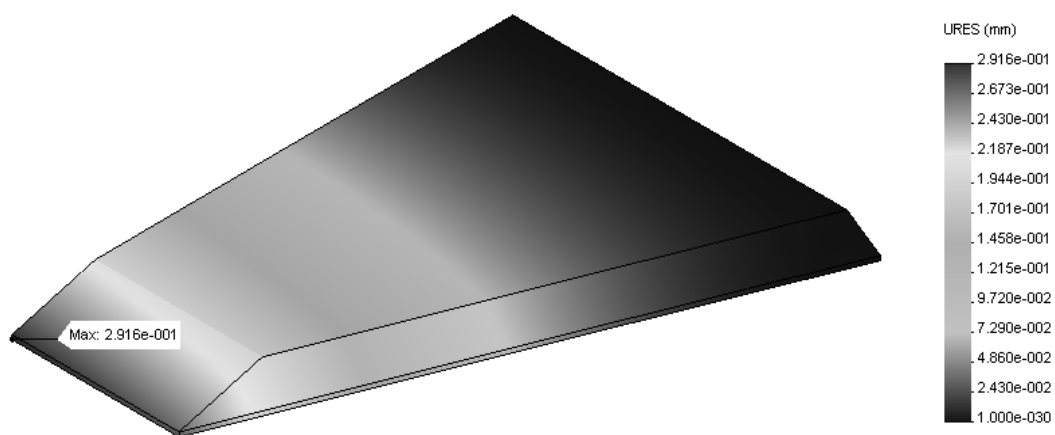


в)

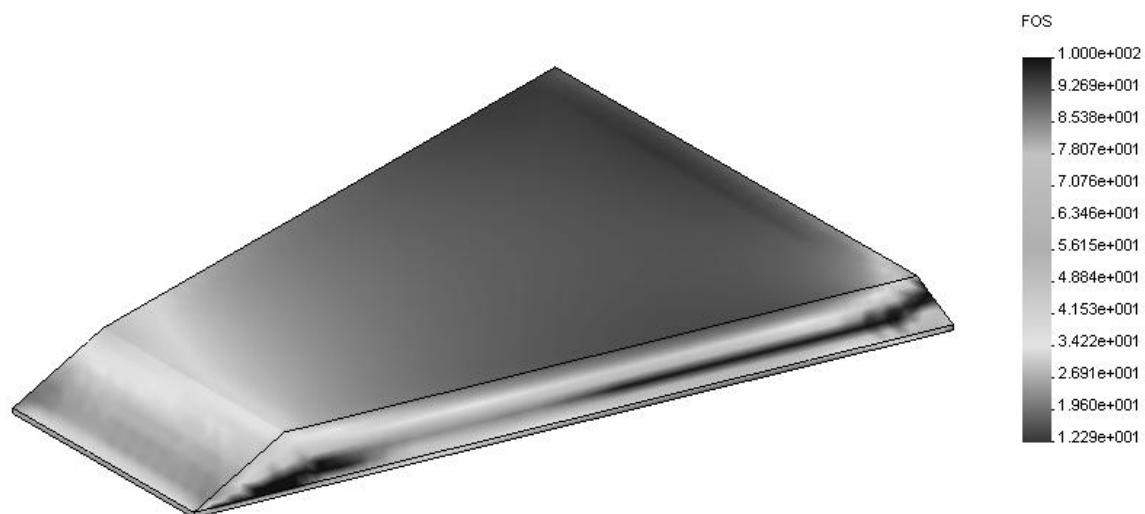
Рисунок 3.7



a)



б)



в)

Рисунок 3.8

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні вимоги охорони праці до сільськогосподарських машин

Особливістю конструкцій і умов експлуатації більшості сільськогосподарських машин є неможливість застосування огорожень для їх робочих органів.

Сільськогосподарські машини в основному працюють під відкритим небом, технологічні операції виконують у запиленому повітрі або при високій температурі, обслуговуючий персонал підлягає впливу вібрації і напрузі праці, що негативно впливає на умови праці.

У зв'язку з цим під час конструювання сільськогосподарських машин велику увагу приділяють питанням зручності їх обслуговування, зменшення затрат енергії обслуговуючого персоналу і навантаженості роботи, впровадження здорових умов праці.

Зручність обслуговування машини забезпечується визначенням розміщення вузлів і механізмів, вільним доступом до них під час їх ремонту та експлуатації, встановленням швидкознімних та відкидних огорожуючих пристроїв, які підлягають частому огляду. Крім цього, у сільськогосподарських машинах для комфорту роботи обслуговуючого персоналу необхідним є створення відповідного робочого місця; у машинах із складною системою управління у відповідних місцях наносять надписи і таблички, що допомагають у керуванні агрегатом.

Полегшення фізичної праці під час керування сільськогосподарськими машинами досягається застосуванням гідравлічної системи у найбільш трудомістких і часто застосовуваних механізмах регулювання; це сприяє зменшенню необхідного зусилля на важіль регулювання [1, 7].

Зменшення напруження під час роботи досягається застосуванням автоматичних вимикачів або сигналізаторів, що спостерігають за правильністю функціонування робочих органів і механізмів, попереджують про

перевантаження або про нефункціонування деяких робочих органів. Сигналізаторами оснащують робочі органи, які найчастіше перестають функціонувати (шнеки, транспортери, бітери). На збиральних машинах застосовують також копії рельєфу поля, що забезпечують постійне положення робочих органів машини відносно поверхні поля, а також інші автоматично діючі пристрої для регулювання робочих процесів і водіння сільськогосподарськими машинами.

Безпека обслуговування сільськогосподарських машин досягається надійно закріпленням і таким, що не заважає обслуговуванню огороженням передаточних механізмів, карданних, ланцюгових, пасових і зубчастих передач, до яких може дотикатися обслуговуючий персонал під час роботи. На сільськогосподарських машинах у місцях, доступних для огляду, наносять надписи і таблички із основними вимогами техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки.

Габарити сільськогосподарських машин у транспортному положенні вибирають із умов забезпечення безпечного і зручного проїзду дорогами, під лініями електропередач і дорожніми спорудами.

4.2. Правила техніки безпеки під час роботи культиватора

Для загальної безпеки роботи під час експлуатації удосконалюваного у дипломній роботі культиватора необхідно дотримуватись таких правил та вимог роботи [1, 7]:

- не допускаються до роботи працівники без прав тракториста-машиніста, а також ті, що не пройшли інструктажу з правил техніки безпеки;
- не допускається ремонт та технічне обслуговування агрегату при працюючому двигуні;
- при ремонті та технічному обслуговуванні використовувати справні інструменти та пристосування;

- нові машини, а також після ремонту або тривалої стоянки, перед роботою необхідно обкатувати під керівництвом бригадира або механіка;
- заправляти трактори і самохідні машини паливно-мастильними матеріалами рекомендується за допомогою механізованих заправних агрегатів, що дають можливість заправляти закритим способом у польових умовах.

Для регулювання та заміни робочих органів культиватор встановлюють на регульовальній площадці. Під опорні колеса начіпного культиватора підставляють дерев'яні бруски потрібної товщини залежно від глибини обробітку ґрунту. Це значно полегшує регулювання і забезпечує безпеку праці.

Комплектування і налагодження машинно-тракторного агрегату у складі культиватор з розпушувачем і трактор відповідного тягового класу, виконує тракторист-машиніст під керівництвом одного із спеціалістів служби механізації.

Культиватор з'єднують з трактором жорстким зчіпним пристроєм. Для безпечного з'єднання агрегату з трактором необхідно заднім ходом під'їхати так, щоб кутові втулки тяг розмістилися проти відповідних точок з'єднання на рамі знаряддя. Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя від осі трактора понад 120мм, а їх замків вперед чи вбік не більше 15мм.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30–40м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, то один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

Робітників, що обслуговують такі агрегати, необхідно забезпечити справними інструментами та відповідним спецодягом.

До роботи на ґрунтообробних машинах допускають осіб віком не менше 18 років, що пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки, а також

оволоділи практичними навичками у роботі. Працівників забезпечують спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту.

Перед культивацією перевіряють технічний стан культиваторів, кріплення гряділів, стояків робочих органів, вилок для піднімання. Осьове переміщення коліс не повинно перевищувати 2мм.

Крім того, перед початком і періодично у роботі потрібно перевіряти надійність гальм і сигналізацію.

До початку польових робіт поле оглядають, засипають ями, перешкоди позначають віхами, відбивають контрольні борозни і поворотні смуги.

Перед початком руху необхідно переконатись у відсутності людей поблизу і подати звуковий сигнал.

Під час роботи не робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені у ґрунт.

Перед заміною робочих органів у польових умовах зупинити агрегат, виключити двигун, підставити під раму машини надійні підставки.

4.3. Підвищення стійкості роботи об'єктів

під час виникнення загрози надзвичайних ситуацій

В Україні розроблено спеціальний регламент на виконання Основних заходів щодо створення Урядової інформаційно–аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій для забезпечення підготовки рішень Президента України, Кабінету Міністрів України та інформування Верховної Ради України, Ради національної безпеки і оборони України щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків.

Регламент встановлює порядок взаємодії центральних (їх територіальних органів) та місцевих органів виконавчої влади щодо виникнення (загрози виникнення) надзвичайних ситуацій (надалі НС) техногенного та природного

характеру, ліквідації та мінімізації їх наслідків, а також визначає організаційну та функціональну структуру Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій (УІАС НС). Дія Регламенту поширюється на центральні та місцеві органи виконавчої влади.

Інформаційна взаємодія включає збирання інформації, її первинну підготовку та аналітичну обробку, обмін інформацією та внесення інформації до відповідних баз даних. У таблиці 4.1 наведено терміни подання інформації.

У нічний час (22⁰⁰ – 6⁰⁰) допускається затримання подання інформації щодо НС місцевого та об'єктового рівня до двох годин.

Таблиця 4.1 – Терміни подання інформації

Рівень надзвичайних ситуацій	Центральний вузол УІАС НС	Резервний вузол УІАС НС
Загальнодержавний	негайно	негайно
Регіональний	негайно	негайно
Місцевий	протягом 2 годин	протягом 2 годин
Об'єктовий	протягом 2 годин	протягом 2 годин

Первинну інформацію про виникнення або загрозу виникнення НС подають до відповідних функціональних і територіальних підсистем відповідальними посадовими особами органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності. Первинна інформація також може надходити від засобів масової інформації та від громадян.

Отримавши первинну інформацію про виникнення або загрозу виникнення НС, а також про її розвиток, оперативні чергові відповідних функціональних і територіальних підсистем доводять її до центрального й резервного вузлів та одночасно до інших зацікавлених центральних та місцевих органів виконавчої влади.

Після отримання зазначеної інформації чергові зміни центрального і резервного вузлів уточнюють ситуацію та доповідають відповідно керівництву Кабінету Міністрів України та Міністерству надзвичайних ситуацій.

Повідомлення про НС реєструють у системах оперативної реєстрації інформації центрального й резервного вузлів. Реєстраційний номер повідомляють відправнику. Обмін інформацією між центральним і резервним вузлами, функціональними і територіальними підсистемами залежно від масштабів та особливостей НС, що прогнозуються або виникли, може відбуватися у режимі повсякденної діяльності, режимі підвищеної готовності та в режимі діяльності у надзвичайній ситуації [22].

Режим повсякденної діяльності запроваджується у разі відсутності НС загальнодержавного та регіонального рівнів і загроз їх виникнення. У режимі повсякденної діяльності кожної доби на 6⁰⁰ до центрального і резервного вузлів подають узагальнену інформацію про стан довкілля та обстановку на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях.

Режим підвищеної готовності запроваджують у разі суттєвого погіршення стану довкілля або обстановки на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях та ймовірної загрози виникнення НС загальнодержавного і регіонального рівнів техногенного та природного характеру.

У режимі підвищеної готовності кожної доби на 6⁰⁰, 12⁰⁰, 18⁰⁰ до центрального і резервного вузлів подають інформація щодо [7, 22] : стану довкілля та обстановки на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територій; формування оперативних груп для виявлення причин погіршення стану довкілля та обстановки безпосередньо в районі можливого виникнення НС та запровадження цілодобового чергування членів регіональних, місцевих чи об'єктових комісій (залежно від рівня НС); прогнозування можливості виникнення НС та їх масштабів; приведення у стан підвищеної готовності наявних сил і засобів, залучення (у разі потреби) додаткових сил, уточнення планів їх дії та переміщення в район можливого виникнення НС; розроблення комплексних заходів щодо запобігання виникненню НС, захисту населення і територій, забезпечення стійкого функціонування об'єктів економіки; інформування населення щодо ймовірності виникнення НС та заходів, що будуть вживатися для ліквідації їх наслідків.

Режим діяльності у надзвичайній ситуації запроваджується у разі виникнення або реальної загрози виникнення НС загальнодержавного та регіонального рівнів. При цьому режимі щодобово на 6⁰⁰, 8⁰⁰, 12⁰⁰, 16⁰⁰, 20⁰⁰ до центрального і резервного вузлів надають інформація щодо [7, 22]: визначення масштабів НС (загрози виникнення) та меж територій, на яких вона виникла, стану довкілля та обстановки на інших потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територій; здійснення відповідною комісією у межах її повноважень безпосереднього керівництва функціонуванням ланок і структурних підрозділів територіальної підсистеми єдиної державної системи запобігання і реагування на НС техногенного та природного характеру, запровадження цілодобового чергування членів регіональних, місцевих чи об'єктових комісій (залежно від рівня НС); організації роботи, пов'язаної з локалізацією або ліквідацією НС, із залученням відповідних сил і засобів; переміщення оперативних груп у район виникнення НС; організація захисту населення і територій, а також організації робіт, спрямованих на забезпечення сталого функціонування об'єктів економіки та об'єктів першочергового життєзабезпечення постраждалого населення; інформування населення щодо заходів, які вживаються для ліквідації наслідків НС; здійснення постійного контролю за станом довкілля у межах території, що зазнала впливу наслідків НС, обстановкою на аварійних об'єктах і прилеглих до них територіях.

Режим діяльності у разі введення надзвичайного стану запроваджується на окремих територіях у порядку, визначеному Конституцією України та Законом України "Про надзвичайний стан".

На існуючому об'єкті заходи щодо підвищення стійкості доцільно здійснювати у процесі реконструкції чи виконання інших ремонтно-будівельних робіт. Підвищення стійкості роботи промислового об'єкта передбачає [7, 22]: захист робітників та службовців у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу; підвищення міцності і стійкості найважливіших елементів і удосконалювання технологічного процесу; підвищення стійкості матеріально-технічного постачання; підвищення стійкості управління об'єктом;

розробку заходів щодо зменшення ймовірності виникнення факторів ураження і збитків від них; підготовку до відновлення виробництва після ураження.

Під час будівництва і реконструкції промислових споруд необхідно застосовувати легкі, вогнестійкі покрівельні матеріали. Обвалення цих матеріалів принесе меншу шкоду устаткуванню, ніж важких залізобетонних.

Заходи щодо підвищення стійкості технологічного і верстатного устаткування повинні бути спрямовані на забезпечення його збереження для випуску продукції після надзвичайної ситуації. Підвищити стійкість устаткування можна, підсилюючи його найбільш слабкі елементи і створюючи запаси цих елементів, окремих вузлів і деталей, матеріалів та інструментів для ремонту і відновлення пошкоджень.

Машини й агрегати великої цінності бажано встановити у будівлях, що мають полегшені конструкції і конструкції, що повільно загоряються, обвалення яких не призведе до руйнування цих пристроїв. Велике значення має міцне закріплення на фундаментах машин і установок, які мають велику висоту і малу площу опори, використання розтяжок і додаткових опор підвищить їх стійкість до перекидання. Прилади потрібно встановити на закріплених підставках, тумбах, столах.

Особливо цінне та унікальне устаткування потрібно розміщувати у заглиблених підземних чи спеціально побудованих приміщеннях підвищеної міцності і на випадок виникнення надзвичайних ситуацій розробити спеціальні індивідуальні енергогасильні пристрої [7, 22].

Насичення сучасних технологічних ліній засобами автоматики і телемеханіки, електронною і напівпровідниковою технікою значною мірою сприяє удосконаленню технологічних процесів, але в той же час робить ці процеси вразливішими до впливу різних вражаючих факторів. Тому при удосконалюванні технологічних процесів виробництва слід вживати і заходи для підвищення їх стійкості, пам'ятаючи, що найбільш важливі умови надійності – це стійкість системи управління і безперебійність забезпечення усіма видами енергопостачання. У випадку виходу з ладу автоматичних систем

управління повинен бути передбачений перехід на ручне управління процесом в цілому чи окремими його ділянками.

Підвищення стійкості і технологічного процесу досягається розробкою способів продовження виробництва при виході з ладу окремих верстатів, ліній і навіть окремих цехів за рахунок переведення виробництва в інші приміщення; розміщенням виробництва окремих видів продукції у філіях; шляхом заміни зразків, устаткування, що вийшли з ладу, іншими; а також скороченням числа використовуваних типів машин і приладів.

На випадок значних руйнувань повинна бути передбачена заміна складних технологічних процесів більш простими з використанням найбільш стійких типів устаткування і контрольно-вимірювальних приладів, які збереглись. Необхідно заздалегідь розробити можливі зміни у технології з метою заміни дефіцитних матеріалів, деталей і сировини на більш доступні.

Підвищення стійкості системи енергопостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води шляхом прокладання декількох електро-, газо-, водопостачальних комунікацій та подальшого їх закріплення. Інженерні й енергетичні комунікації переносять в підземні колектори, найбільш відповідальні пристрої розміщують у підвальних приміщеннях будинків.

Для забезпечення проведення рятувальних робіт і якомога швидшого відновлення виробництва на випадок виходу з ладу основних джерел енергоживлення повинен бути створений резерв джерел електро- і водопостачання (пересувні електростанції і насосні агрегати з автономними двигунами).

У мережах електропостачання проводять заходи щодо переведення повітряних ліній електропередач на підземні.

Особливе значення має сталість виробничих та господарських зв'язків з постачанням об'єкта всіма видами енергії, водою; з транспортних послуг; з поставок сировини, напівфабрикатів, комплектуючих виробів та ін [7, 22].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі запропоновано удосконалити культиватор типу КРН-4,2, встановивши на ньому після плоскорізальних лап ротаційний лопатевий розпушувач. Таке знаряддя доцільно використовувати на ділянках, які піддаються ерозійним процесам, щоб запобігти їх розвитку у досходовий період та під час появи сходів культурних рослин. Культиватор удосконалений конструкції можна застосовувати, як для основного, так і для передпосівного обробітку ґрунту.

У роботі обґрунтовано конструкцію розпушувача. Виконано розрахунок ротора розпушувача, розраховано його вал на міцність та вибрано для нього підшипники, розраховано гвинтовий механізм регулювання глибини ходу робочих органів.

Обґрунтовано форму лопаток розпушувача залежно від глибини обробітку ґрунту та його властивостей. Прийнята їх довжина 150мм.

Культиватор удосконалений конструкції може працювати на забур'яненних полях. Щоб уникнути забивання лопаток бур'янами та рослинними рештками лопатки доцільно виконувати зрізаними під кутом 60^0 , щоб відбувалося їх самоочищення у процесі роботи. Лопатки закріплюють на валу рівномірно через 60^0 . Виконують це зварюванням. У результаті конструктивно це буде ротор. Товщина лопаток 8мм. Глибину обробітку відповідно до агротехнічних вимог забезпечують механізмом регулювання типу талреп.

Конструктивні та кінематичні параметри вдосконаленого культиватора такі: робоча ширина захвату 4,5м; висота регулювання рами щодо поверхні ґрунту 450...950мм; довжина знаряддя 3,2м; швидкість руху робоча 8,5км/год; вага у зборі 1,7т; питомий опір 3,4кН/м; тяговий опір 15,3кН/м.

Конструкція культиватора має бути роботоздатною протягом усього періоду експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві.- К.: Вища школа, 1970. 216с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1982. 584с.
3. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И., Султан-Шах Е.Г. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М.: Машиностроение, 1980. 565с.
4. Василенко П.М., Бабий П.Т. Культиваторы. Конструкция, теория и расчет. К.: УАСХН, 1961. 239с.
5. Верещагін М. Збирання ріпаку в складних умовах. М.: Колос, 1988. – 205с.
6. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
7. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230с.
8. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. В 4-х томах. Ч.1. Харків: Око, 2002.
10. Зіневич Л.Л. Довідник агронома. К.: Урожай, 1985. 196с.
11. Кленин Н.И., Скакун Н.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. М.: Колос. 1980. 670с.
12. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 191 с.
13. Писаренко С. Опір матеріалів. К.: Вища школа, 1974. 302с.
14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. К.: Вища школа, 1993. 560с.
15. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 2001. 382с.
16. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. К.: Урожай, 1991. 325с.

17. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш., О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
18. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
19. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
20. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
21. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
22. Цивільна оборона. Підручник /За редакцією В.С. Франчука. Київ: Знання, 2001. 256с.
23. Шкруда Р.І. Операційні технології вирощування олійних культур. К.: Урожай, 1993. 184с.
24. Блащак Б.О. Дренаж ґрунтів – один із способів меліорації /І.І. Пелех, Б.О. Блащак //Зб. тез доповідей VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019 року). С.125.
25. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструю-вання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
26. Stashkiv M. and Matsiuk O. nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. INFORMATION TECHNOLOGIES:THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS (ITTAP-2021) The 1st International Workshop, 2021
27. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* **56**, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>

ДОДАТКИ