

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

напряму підготовки (спеціальності)	133
------------------------------------	-----

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

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

Гевко Р.Б.
(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 Кондро Сергію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів ґрунтообробного дискового агрегату
на базі АГД-3,5

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » вересня 2020 року № 4/7-616

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи

Базова конструкція дискового агрегату АГД-3,5, ширина захвату – 3,5 м,
глибина обробітку – 8-15 см, робоча швидкість – 8-12 км/год

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування
основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

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

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

1. Агрегат ґрунтообробний дисковий. Загальний вигляд. - 1А1. 2. Рама. Загальний вигляд – 1А1.

3. Диск в зборі. Складальне креслення. – 1А2. 4. Стійка в зборі. Складальне креслення. – 1А2.

5. Дослідження НДС осі опорного котка. – 1А1. 6. Деталювання. – 2А1.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

21.06.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування.	20.10.2020 р.	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.	10.11.2020 р.	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	20.11.2020 р.	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	30.11.2020 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	02.12.2020 р.	
6	Графічна частина. Специфікації	05.12.2020 р.	

Студент

(підпис)

Кондро С.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Кондро Сергій Сергійович.

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів ґрунтообробного дискового агрегату на базі АГД-3,5».

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

Керівник роботи – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

В системі сільськогосподарських машин важливою ланкою є ґрунтообробні машини. Ґрунтообробні машини проводять механічний обробіток ґрунту: оранку, дискування, глибоке розпушення, лушення, культивацію, боронування, прикочування та ін.

Ці технологічні операції проводять з метою підтримання і покращення родючості ґрунту, накопичення і зберігання в ньому вологи, знищення бур'янів тощо. Правильне проведення механічного обробітку ґрунту служить важливим резервом підвищення урожайності сільськогосподарських культур.

Якісне та ефективне виконання технологічних операцій проведення основного обробітку ґрунту можливе лише при застосуванні високопродуктивних удосконалених машин. Значне місце при цьому займають ґрунтообробні агрегати дискового типу.

Тому тематика дипломної роботи є актуальною.

Мета роботи

Основною метою дипломної роботи магістра буде удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГД-3,5, шляхом збільшення кількості робочих органів, а також обґрунтування його основних параметрів.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Дисковий ґрунтообробний агрегат АГД-3,5.

Предмет дослідження. Технологічні, конструктивні, енергетичні

розрахунки та розрахунки на міцність вузлів ґрунтообробного агрегату.

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

Отримані результати:

- розглянуто будову та принцип роботи ґрунтообробного агрегату АГД-3,5;
- проаналізовано конструкції машин-аналогів для обробітку ґрунту та виділено їх основні переваги та недоліки;
- розроблено і обґрунтовано схему і конструкцію удосконаленого ґрунтообробного агрегату дискового типу;
- розраховано і вибрано конструктивні параметри і режими роботи дискового агрегату;
- розроблено конструкції складальних одиниць та деталей;
- проведено технологічні та енергетичні розрахунки агрегату на базі АГД-3,5;
- проведено обґрунтування міцності осі опорного котка та досліджено його напружено-деформований стан;
- пророблено питання з охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з ґрунтообробними дисковими агрегатами.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення конструкції дискового ґрунтообробного агрегату АГД-3,5, шляхом збільшення кількості робочих органів.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IX міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 2020 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 58, додатки – 8 арк. формату А4, графічна частина – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: агрегат, диск, опорний коток, волога, ґрунт.

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Аналіз особливостей об'єкту проектування	6
1.1. Опис об'єкту розробки	6
1.2. Огляд конструкцій сучасних дискових ґрунтообробних агрегатів	12
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра	18
2. Обґрунтування основних параметрів дискового агрегату	20
2.1. Технологічні та конструктивні розрахунки	20
2.2. Енергетичні розрахунки	29
2.3. Розробка операційно-технологічної карти на дискування	31
3. Дослідження параметрів осі опорного котка	42
3.1. Обґрунтування міцності осі опорного котка	42
3.2. Розробка моделі осі опорного котка	43
3.3. Аналіз результатів досліджень	46
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	49
4.1. Охорона праці при роботі на дискових ґрунтообробних агрегатах	49
4.2. Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів	52
Загальні висновки	55
Перелік посилань	56
Додатки	58

ВСТУП

Першочерговим завданням сільського господарства нашої країни є поступове підвищення виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема зернових, цукрових буряків та овочевих.

При цьому слід суттєво покращити продуктивність землевиробництва, а також провести ряд заходів із підвищення родючості ґрунтів, втілювання інтенсивніших технологій, новітніх успіхів науки і техніки та передових практик, ефективнішого використання потужностей існуючих і створюваних виробничих потенціалів.

В системі використання сільськогосподарських агрегатів і машин надзвичайно впливовою частиною є ґрунтообробні машини. Ґрунтообробними машинами проводиться механічна обробка ґрунтів: оранка, дискування, культивація, боронування, лушчіння, розпушування, прикоткування та ін.

Ці операції проводяться для підтримання і можливо підвищення родючості ґрунтів, накопичування і зберігання в них вологи, знищування бур'янів. Правильне виконання механічного способу обробки ґрунтів є доволі важливою складовою резерву по підвищенні урожаїв сільськогосподарських культур.

Чільне місце серед усіх машин для обробітку ґрунтів займають саме машини, які проводять основний обробіток ґрунту. До таких машин відносять плуги, плоскорізи для глибокого розпушування, дискові борони та комбіновані агрегати.

Робочими органами дискових ґрунтообробних агрегатів проводяться операції із розпушування ґрунтів, підрізання бур'янів, внесення органічних та мінеральних добрив у шари ґрунту.

Якісно та ефективно провести технологічні операції із основної обробки ґрунтів можна лише застосовуючи високопродуктивні удосконалені машини. Від якісно проведеної обробки ґрунту дисковими агрегатами багато в чому залежатиме родючість ґрунтів, сприятливі умови для зростання рослин і загалом урожайність сільськогосподарських культур в цілому.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Опис об'єкту розробки

Агрегат дисковий ґрунтообробний причіпний АГД – 3,5 (рис.1.1) призначається для проведення обробітку ущільнених ґрунтів різноманітних за механічним складом із одночасним подрібненням та зароблюванням поживних рештків у ґрунт.

Агрегати розраховані на роботу з енергозасобами класу 30 кН (Т-150). Їх можна використовувати в переважній більшості ґрунтово-кліматичних зон.

Особливо ефективними є АГД -3,5 при проведенні робіт на сухих, та твердих ґрунтах, а також схилах оскільки вони не переміщують пласти ґрунту в поперечному керунку до переміщення агрегатів та якісно зароблюють поживні рештки в ґрунт. Дані ґрунтообробні агрегати працюють так: при переміщуванні по полі диски виконують обертальний рух, в результаті чого сили тертя ґрунту по дисках є мінімальними, що дозволяє забезпечити високе значення ККД і на порядок меншу енергоємність оранки, а також економію пального, порівнюючи з використанням лемішних плугів.

В результаті контакту з пристроєм для очищення, ґрунт більш рівномірно сходить з увігнутого боку дисків, при цьому забезпечується рівна поверхня ґрунту на обробленій ділянці поля і закопує поживні рештки рослин у ґрунт. Оскільки є два ряди дисків, то вони забезпечують більш інтенсивне подрібнення ґрунту. Опорні котки, положення яких можна регулювати за допомогою гвинтового пристрою, забезпечують необхідне значення глибини обробітку ґрунту, поряд з подрібненням груд у верхніх шарах ґрунту. Також у конструкціях агрегатів АГД-3,5 передбачено можливість змінювати кут атаки дисків залежно від типу та вологості ґрунтів.

Диски виготовляють з внутрішніми загостреннями, що забезпечує надзвичайно ефективне застосування агрегатів для обробки в'язких, важких ґрунтів, чорноземів в тому числі, також зменшує тягове зусилля та підвищує стійкість при роботі агрегату. Вирізи на дисках, в поєднанні з внутрішніми

загостреннями, забезпечують якісніше подріблювання пластів ґрунту та усувають нагромадження рослинних рештків перед диском.



Рисунок 1.1 – Ґрунтообробний агрегат АГД-3,5

Особливостями конструкції дискових агрегатів типу АГД є наявність 2-ох секцій дискових робочих органів, які встановлені послідовно, позаду котрих розміщуються опорні прикочувальні котки. На дискових секціях робочих органів закріплено індивідуальні стояки з дисками, крім того вісі дисків встановлено під кутом до горизонту, який складає 20° .

Диски, які встановлено в передніх та задніх секціях є з вирізами. Кути атаки дисків переважно складають $30-35^\circ$. Котки мають прутки круглого чи пластинчатого перетину. Число котків вибирається в залежності від ширини захоплення агрегатів. Довжина одного котка в більшості випадків складає 1-1,5 м.

За рахунок збільшеного числа робочих органів на 1-цю ширини захоплення такі дискові агрегати здатні більш ефективно подрібнювати рослинні залишки та бур'яни, забезпечуючи більш якісніше розпушування ґрунту, обробку на глибини

до 20 см і при цьому мають порівняну невелику енергомісткість.

Агрегати складаються з передніх і задніх секцій робочих органів, вісі котрих розміщуються перпендикулярно до напрямку їх руху. На вісях розміщуються окремо сферичні диски, які мають вирізи, що закріплюються з певним кроком. Позаду дисків приєднано по два котки, обладнані пластинчастими прутками. В передній частині до рам агрегатів приєднані опорні катки.

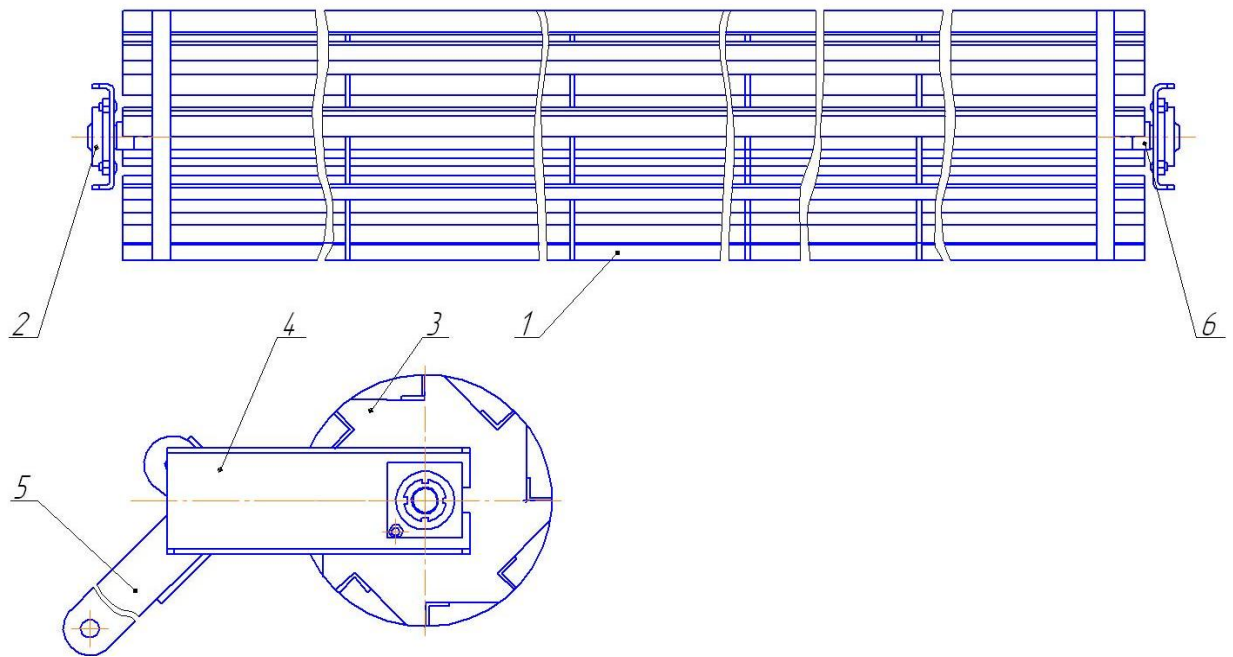


Рисунок 1.2 – Прикочувальний коток агрегату АГД-3,5

Рама є зварною, просторовою конструкцією, виготовленою з поздовжніх та поперечних балок, що мають квадратний перетин. В поперечних балках у 2-а ряда передбачені отвори для закріплювання дисків. До передніх поперечних балок приварено важелі, призначені для закріплення тягових осей, а до задніх приварено важелі для встановлювання гвинтів та котка.

Робочими органами є сферичні диски з робочими поверхнями типу „Ромашка” діаметром 650 мм та відстанями між собою в рядах 350 см. Відстань між сусідніми дисками у 2-ох рядах складає 380 мм. Диски розташовуються у два ряда, число дисків вибирають в залежності від ширини захвату самого агрегата.

Диски встановлюються під кутами атаки, які знаходяться у двох площинах: фронтальна та вертикальна, кожний окремий диск встановлено на осі з впресованими підшипниками. Для герметичності підшипників встановлюють манжети. Додатково з метою уникнення потрапляння абразивних часток в зону манжет встановлюють кришку та диск.

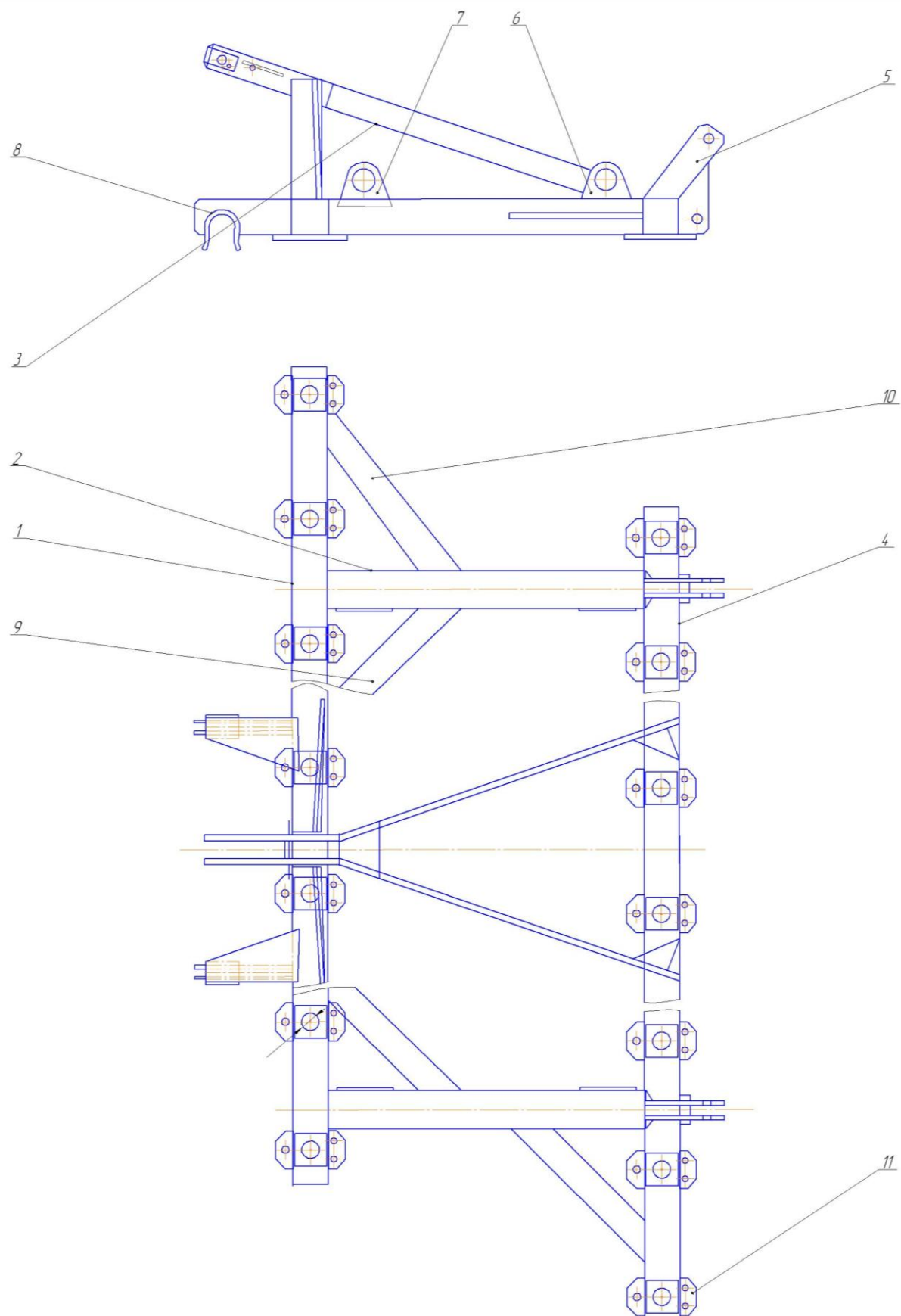


Рисунок 1.3 – Рама ґрунтообробного агрегата АГД-3,5

Опорні прикочувальні котки є суцільними по всій ширині захвату, крім АГД-3,5, і мають діаметер 380 мм. Котки є ребристими, збираються з дисків та приварених до них кутників. Вали котків встановлюють на підшипники.

Начіпні пристрої складаються з тягових осей, які встановлюється в нижні тяги навіски енергозасобів, кронштейнів для закріплення центральних гвинтів навіски трактора.

Глибину обробітку регулюють за допомогою гвинтових стяжок, котрі шарнірно з'єднують раму з прикочувальним котком через зміни їх довжини та регулювання за рахунок цього розміщення опорного котка стосовно рами. Кути атаки робочих дисків регулюють при допомозі фланця, який має отвори і фіксаторної гайки.

Рівномірність заглиблювання 1-го та 2-го рядів дисків можна регулювати за допомогою центральної тяги навісного пристрою трактора.

Ходова система складається з двох металевих котків розміщених з лівої та правої сторін агрегату.

Технічна характеристика ґрунтообробного агрегату АГД-3,5

Ширина захвату, м	3.5
Продуктивність, га/год	2.6 - 4.2
Глибина обробітку ґрунту, см	8 - 15
Маса виробу, кг	1350
Робоча швидкість, км/год	8 - 12
Трактор, з яким агрегатується	Т-150
Габаритні розміри, мм (довжина/ширина/висота)	2700/4200/1700
Гарантований ресурс, га	1830
Витрати палива, л/га	9.6 - 11.0

1.2. Огляд конструкцій сучасних дискових ґрунтообробних агрегатів

Характерною особливістю дискових робочих органів є те, що в процесі роботи вони не лише здійснюють поступальний рух разом з рамами машин або знарядь, але й мають здатність обертатися під впливом реакції ґрунту. Тому, на відміну від робочих органів, які рухаються поступально, вони на порядок менше будуть забиватися рослинними рештами.

Плоскі ж диски знайшли застосування в якості дискових робочих органів на плугах, луцильниках, які використовуються для обробки ґрунтів, що піддаються вітровій ерозії, а також застосовуються у сівалках.

Те, що дискові ножі встановлюються перед кожним корпусом плугів за обробітку давно ораних полів, дозволяє значно покращити якість оранки і стійкість ходу знаряддя; при оранці давніх задернілих полів (цілини, луки, висушений торф'як і т.д.) корпуси плугів без застосування ножів є взагалі непридатними. Але в обох випадках дещо погіршується заглиблюваність плугів (глибина оранки зменшується в межах 2...4 см). Окрім дисків з гладкими лезами застосовуються також вирізні та рифлені диски. Їх рекомендовано до використання для обробки сильно засмічених та порослих ґрунтів. Встановлюючи плоскі диски на луцильниках дозволить проводити обробку ґрунтів без перевертання та із збереженням стерні.

Сферичні диски застосовуються як робочі органи для луцильників, дискових плугів, борін, а також для сівалок (однодискові сошники). Плуги з дисками використовуються переважно при обробці важких та сухих ґрунтів, а крім того для ґрунтів, які містять коріння дерев. В господарствах їх застосовують для оранки полів під рисові культури на глибину, порядку 25-30 см. Дискові луцильники застосовуються з метою луциння стерні на глибину 6-15 см, борони використовують для подрібнювання пластів ґрунту та скиб на поверхні вже ораних полів, весняних передпосівних обробіток зябу.

Вирізні диски встановлюються на тяжкі борони, які застосовуються як для першочергового обробітку важких затверділих ґрунтів, а також і для розпушування забитих скиб, утворених при оранці болотянистих та кущово-

болотянистих ділянок.

Лункоутворювачі призначені для обробітку ґрунтів, які піддаються впливу водяної ерозії, і являє собою зпарені диски, що встановлюють на валу ексцентрично, таким чином, що одні повернуті відносно інших на 180. Занурюючись у ґрунт почергово, вони роблять овальні лунки об'ємом 20...25 дм³ загальною чисельністю 12...14 тис. на 1 га, які призначені для утримування талих вод. Для ґрунтів, що піддаються водяним ерозіям, замість сферичних дисків використовуються плоскі. Вони розпушують ґрунти без обертання пластів, при цьому велика кількість стерні залишається неушкодженою. Стерня здійснює захист ґрунту від явища вивітрювання та багато в чому сприяє утримувannya вологи. Лункоутворювачі встановлюються на луцильниках або використовуються в якості пристосувань до плугів.

Крильчатки знайшли застосування разом з плугами (трьохполосні) або культиваторами (чотирьохполосні), а також для обробки ґрунтів, які піддаються водяним ерозіям. Рухаючись разом із знаряддями, вони періодично пригальмовуються та занурюються в ґрунт, при цьому борозна переривається, або звільнюються для можливості вільного обертання, при цьому переривається процес утворення борозни та таким чином зберігається перехід. Таким чином можна утворити переривчасті борозни, які є необхідними, для затримувannya малих вод та липневих дощів.

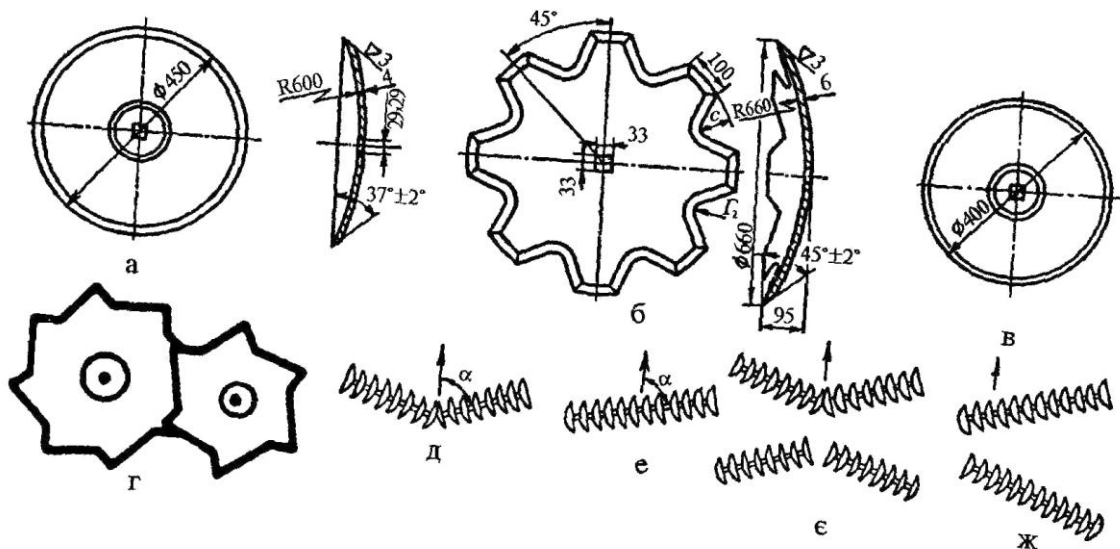


Рисунок 1.4 – Дискові робочі органи та схеми з'єднання дискових батарей:

а – сферичний; б – сферичний з вирізами; в – плоский; г – плоский зірчастий; д, е, є, ж – схеми з'єднання батарей

Голчасті диски - робочі органи ротаційних мотиг голчатих борін культиваторів. Такі знаряддя застосовуються для передпосівного обробітку ґрунтів, ґрунтових кірок на посівах, що пошкоджені вітровими ерозіями; для знищення бур'янів, які ростуть в захисних зонах просапних культурних рослин. При потребі мінімальної дії на ґрунт, для прикладу руйнування ґрунтових кірок із збереженням рослинності або стерні, диски встановлюються таким чином, щоб під час занурювання в ґрунт вони направлялися вгнутістю в бік руху агрегату. Таким чином вони здійснюють близько 150 уклонів на один метр й руйнують кірку повністю. У випадку потреби забезпечення інтенсивного розпушування ґрунту та повне усунення бур'янів, то вони встановлюються таким чином, щоб під час занурювання в ґрунт вони були повернуті випуклістю в бік руху ґрунтообробного агрегату вперед.

Дискові копачі застосовують на бурякозбиральній техніці, для відділення гички та кореня. Вони складаються з 2-ох дисків (з вінками), які вільно

обертаються і поставлені дещо під кутом до вертикальної площини та до керунку руху таким чином, що передні котки є віддаленими один від одного, а задні є зближеними. Ґрунт, який потрапляє в простір між дисками, що обертаються, у частині, яка є звуженою, стискується та інтенсивно руйнується й частково висипається крізь вікна, а коренеплоди місцями звільняються від ґрунту та дрібних коренів. Глибини ходу дисків знаходяться в межах 8...10 см. Зазор між нижніми кромками дисків можна регулювати залежно від врожайності в діапазоні від 30 до 55 мм. Окрім дисків, які мають гладі леза, застосовуються також долотоподібні та вирізні, що призначаються для проведення робіт на твердих та сухих ґрунтах.

За своїми технологічними особливостями дискові ґрунтообробні знаряддя вважаються середньою ланкою між розпушувачами та лемешно-полицьовими плугами. Дискові борони використовуються з метою проведення основних (на глибині 16...24 см) обробок ґрунтів під зернобобові та зернові культури, і при прилуцінні ділянок (на 8...16 см) з великими об'ємами (понад 3 т/га) рослинних залишків, після прибирання грубостебельних культур (кукурудза, соняшник, сорго), а також при дрібному (на 8... 16 см) дисковому луценні, в якості ефективних агротехнічних прийомів механічного способу боротьби з бур'янами, від шкідників та хвороб культурних рослин.

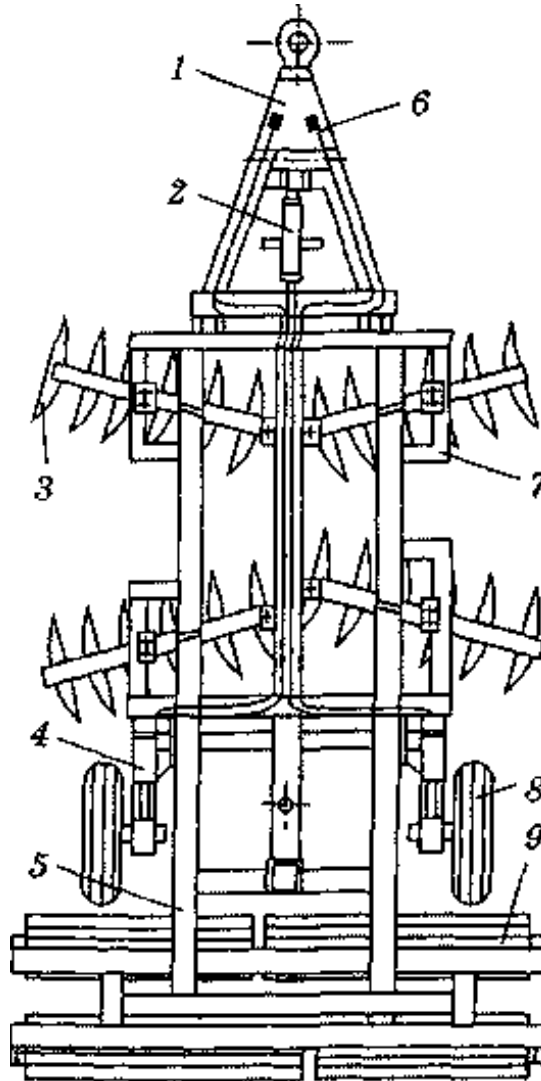
В конструкціях сучасних комбінованих ґрунтообробних агрегатів використовуються дискові робочі органи із сферичними або плоскими формами дисків, а також з суцільними лезами або вирізні. Їх використання зумовлюється досить високими показниками технологічної надійності роботи та відповідними позитивними агротехнічними результатами — мульчування верхніх шарів ґрунтів рослинними залишками, підрізування, загортання та подрібнення бур'янів.

Комбіновані ґрунтообробні знаряддя призначаються для проведення за один прохід декількох технологічних операцій. Знаряддя мають виконувати лише такі технологічні операції, котрі поєднуються в часі без зміни агротехнічних показників і термінів виконання.

Застосування комбінованих агрегатів дозволяє суттєво зменшити ущільнювання та розпилу ґрунтів ходовою системою агрегатів, скоротити терміни

виконання робіт, підвищити продуктивність праці та зменшити затрати.

Борона дискова важка БДВ-3М призначається для розпушування та лушіння ґрунтів на глибини до 16 см, є уніфікованою на 70 % з боронами БДВ-6. Агрегатуються з енергозасобами класу 1,4 та 2. Конструктивна схема зображена на рис. 1.5.



- 1 — причіпне пристосування; 2 — регулювальний вузол; 3 — диски;
4 — колінчата ось; 5 — головна рама; 6 — гідросистема; 7 — регулювальний
вузол кутів атак дискової батареї; 8 — колесо для транспортування;
9 — двохрядовий каток прутковий

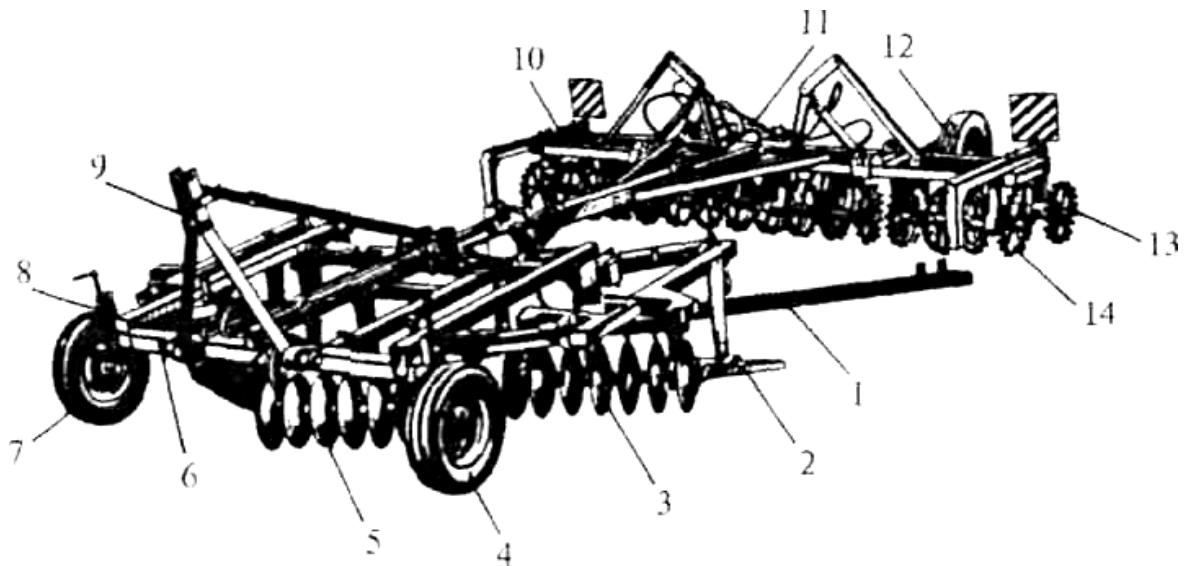
Рисунок. 1.5. Борона дискова важка БДВ-3М

Технологічні можливості таких борін розширені за рахунок приєднування до них в задній частині опорних катків-подрібнювачів. Таким чином можна отримувати вирівнену поверхню обробленої ділянки, а також знизити в 1,5 — 2 рази число проходів борони по полі. Для збільшення глибин розпушування та покращення якості робіт на сухому ґрунті на вдосконалених боронах встановлюють ящики для баласту.

Комбінований агрегат АКП-5 застосовується для пошарових основних обробітків ґрунтів без оберту пласту під посів зернових, а також деяких просапних культур.

Агрегат АКП-5 містить передню начіпну частину і приєднану до неї причіпну задню. На рамі передніх секцій розташовано 4-и дискових робочих секцій (рис. 1.6), 6-ть плоскорізувальних лапи 2, два опорні пневматичні колеса 4 і 7, начіпне пристосування 9, два гідроциліндра і маслопровода.

Рама містить основну центральну та дві шарнірно приєднані бокові рами.



1 — вирівнювальний пристрій; 2 - плоскорізні лапи; 3 і 5 - секційні дискові батареї; 4 і 7 — передньо-опорні пневмоколеса; 6 - рама; 8 — гвинто-механізм коліс; 9 - начіплювальне пристосування; 10 - задня рама; 11 — масляні провода;
12 — задні колеса; 13 і 14 - кільцево-шпорові катки

Рисунок 1.6 — Агрегат комбінований ґрунтообробний АКП-5

Кожна з дискових секцій має 7 дисків, кожен має діаметр 450 мм. Диски розміщуються з кроком 185 мм.

Задні секції містять трисекційну раму 10, 8 робочі секції із двома рядами кільцево-шпорових котків (діаметр 520 мм), два опорні пневматичні колеса 12, причіпний пристрій. До знижувачів рами та передніх частин причіпних пристроїв приєднано вирівнювач. Гідравлічна система агрегата здійснює перевід бічних секцій у транспоруюче положення. Дискова батарея може бути облаштована сферичним або голчастим дисками.

При русі агрегатів дисковими батареями 3 і 5 розпушується ґрунт на глибині до 8 см, а при допомозі плоскорізальних лап 2 ґрунт підрізається і розпушується до 14 см, вирівнювачем 1 вирівнюється поверхня поля, а кільцево-шпорові котки здійснюють подрібнення грудок та ущільнення ґрунту.

Робоча ширина захоплення агрегатів складає 5 м. Робочі швидкості - 7-10 км/год. Продуктивність складає до 3,5-5,0 га/год. Агрегатується з енергозасобами класу 5.

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

Аналізуючи сучасний стан механізації проведення основної обробки ґрунтів та конструкції ґрунтообробних агрегатів можна переконатись, що з метою збільшення ефективності та якісних показників обробітку слід більш широко використовувати ґрунтообробні агрегати дискового типу, а також намагатись вдосконалювати їхні конструкції.

Особливостями конструкцій усіх дискових агрегатів типу АГД є наява 2-ох секцій робочих органів дискового типу, які встановлені послідовно, позаду них розміщено опорні прикочувальні котки. На цих дискових секціях окремо закріплено стояки з дисками, крім того вісі дисків утворюють кут 20° до горизонту. Агрегати типу АГД виготовляються з різними значеннями ширин

захоплення: 1,8; 2,5; 2,8; 3,5 та 4,5 м.

В якості базового в даній роботі є агрегат АГД-3,5.

В роботі запропоновано збільшити стандартне число робочих органів агрегата, а саме замість 10 дисків на передній і задній дискових секціях, поставити по 11 дисків. В цьому випадку ширина захоплення ґрунтообробного агрегата збільшиться на 30 см.

За рахунок збільшення до 3,8 м ширини захоплення продуктивність агрегата зросте на 0,42 га/год, порівнюючи з базовим АГД-3,5.

За рахунок зміненого числа робочих органів, що припадає на 1-цю ширини захоплення такий дисковий агрегат зможе більш ефективно подрібнювати рослинні залишки та бур'яни, забезпечуючи при цьому якісне розпушування ґрунту, обробку на глибині до 20 см і відносно невелике значення енергоємності.

Вирівнювання площини поля при обробці запропонованим ґрунтообробним агрегатом відбуватиметься завдяки послідовної дії на пласт ґрунту передньої та задньої батарей дисків, які розміщуються паралельно. Прилипання ґрунту на внутрішні поверхні дисків усувається, за рахунок сталого підпирання необробленого шару ґрунту до їх робочих поверхонь та шляхом встановлення очищува.

Після проведення обробітку ґрунту із рослинними залишками 2-ма батареями дисків, площа ґрунту додатково вирівнюватиметься і більш рівномірно ущільнюватиметься ротаційними котками, які подрібнюють та притискають ґрунт в поперечному напрямку прутками і в поздовжньому напрямі кільцями. В цьому випадку площа поля після проходу прутково-кільцевого ротаційного котка покривається рівномірними сітками ущільнених зон.

Отже, основним завданням кваліфікаційної роботи магістра буде удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГД-3,5, шляхом збільшення кількості робочих органів, а також обґрунтування його основних параметрів.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО АГРЕГАТУ

2.1. Технологічні та конструктивні розрахунки

Сучасні ґрунтообробні машини і знаряддя, в якості робочих органів мають диски з постійним значенням кривизни на любых точках робочих поверхонь, а саме сферичні сегменти. Диски зі змінним значенням кривизни, утвореною обертанням парабол чи еліпсів, за звичай не застосовуються.

Головними геометричними характеристиками сферичних дисків вважається його діаметри D , радіуси кривизни сфер дисків r , передні кути ε_1 , що безпосередньо з ними зв'язаний і рівний половині величини центральних кутів дуги діаметральних перерізів дисків, кути загострювання i , кути нахилу фасок дисків до їх основи ω , кути різання α , задні кути ε_2 і товщини дисків δ . Кожний із перерахованих параметрів має окремий вплив на технологічні особливості.

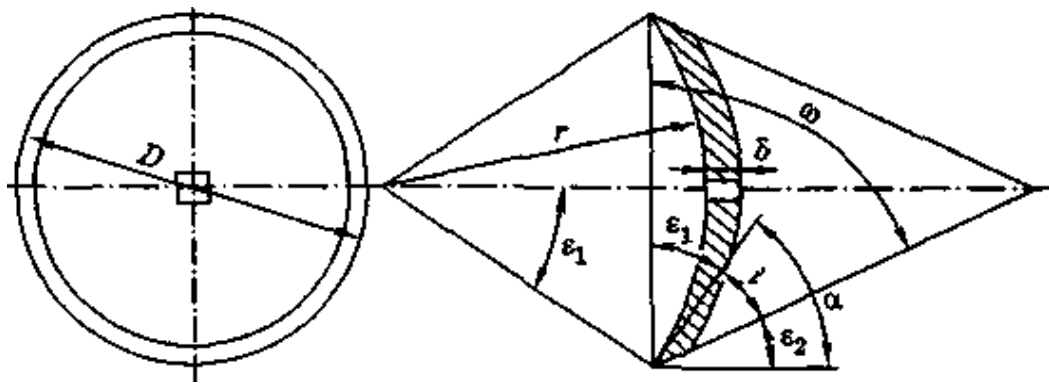


Рисунок 2.1 – Основні параметри сферичних дисків

Діаметри дисків D є одними із вагомих геометричних характеристик. Розмір диску безпосередньо пов'язаний з глибиною обробки, причім зі зростанням діаметру дисків погіршується їх заглиблювання в ґрунт через збільшення вертикальних складових реакції ґрунта. В залежності від умов експлуатації

діаметри дисків необхідно вибирати найменшими із припустимих.

Між діаметрами дисків D і глибинами обробітку a рекомендовано такий взаємозв'язок:

$$D = ka, \quad (2.1)$$

де k — коефіцієнт (для плугів і дискових знарядь $k=3,0\ldots3,7$; для борон $k=4,0\ldots6,0$ і агрегати для лушіння $k=5,0\ldots6,0$).

$$D = 3,61 \cdot 180 = 650 \text{ мм.}$$

Значення діаметрів дисків є стандартизованими. На причіпних дискових агрегатах установлюються диски діаметрами 610...810 мм, на начіпних 580...710, на борони — 450...660, а на агрегати для лушіння — 450...610 мм. Голкові диски виготовляються діаметрами 350, 450 і 520 мм.

Радіуси кривизни сфер дисків r впливають на розкришення, розпушення і обертання пластів. Інтенсивність деформативної дії дисків зростає зі скороченням радіусів кривини. Однак вибір радіусів кривини залежить від діаметрів дисків D . Як подано на рис. 2.1, зв'язок між D і r має наступний вигляд:

$$r = \frac{D}{2 \sin \varepsilon_1}, \quad (2.2)$$

де ε_1 — передній кут, рівний половині значення величини центральних кутів дуги діаметральних перерізів дисків

Для дискових ґрунтообробних знарядь та плугів значення кутів ε_1 становлять 31...37°, для лущильних 26...32°, а для борон 22...26°.

$$r = \frac{650}{2 \cdot \sin 32^\circ} = 614 \text{ мм.}$$

Кут загострювання i також чинить значний вплив на технологічні особливості роботи дисків. Загострювання сферичних дисків, як правило, проводять із зовнішньої випуклої сторони. Для дисків, які використовуються в ґрунтообробних агрегатах і плугах $i = 15...25^\circ$, в боролах і луцильниках — $i = 10...20^\circ$. Диски, які застосовуються на твердих ґрунтах, загострюються із внутрішньої сторони.

Кути нахилу фасок дисків до їх основи ω пов'язаний із передніми кутами ε_1 та кутами загострювання i :

$$\omega = i + \varepsilon_1; \quad (2.3)$$

$$\omega = 20^\circ + 32^\circ = 52^\circ.$$

Кути різання α залежить від значення кутів загострювання i та задніх кутів ε_2 :

$$\alpha = i + \varepsilon_2. \quad (2.4)$$

Задні кути ε_2 по висоті дисків змінюються, що призводить до змінювання кутів різання. Від їх значень залежать витрати енергії на проведення обробітку ґрунтів, а також роботоздатність дисків. Нормальна експлуатація дисків забезпечується в тому випадку, коли величина загострювання кутів буде додатньою на площині поверхні ґрунту.

Товщину диска δ визначається за емпіричною залежністю:

$$\delta = 0,008 \cdot D; \quad (2.5)$$

$$\delta = 0,008 \cdot 650 = 5,2 \text{ мм.}$$

Для дисків, що експлуатуються на тяжких ґрунтах:

$$\delta = 0,008 \cdot D + 1. \quad (2.6)$$

До регульованих характеристик дисків, що чинять достатній технологічний вплив, відносять кути β між площинами обертання дисків і напрямками руху агрегатів (кути атаки), кути θ відхилення площин обертання дисків від вертикалі або кути поміж осями обертання дисків і горизонталлю, а також власна вага агрегатів (навантажування на диски). Кути нахилу дисків до площини обертання присутні в дискових плугах та в дискових ґрунтообробних знаряддях і складають $\theta=15...40^\circ$.

При переміщуванні сферичних дисків під кутом β до керунку руху вони за рахунок зчеплювання з ґрунтом обертаються і вирізують з нього пласт еліптичного перетину. Диски, що рухаються поряд, також вирізують подібний пласт, через що утворюється дно у вигляді гребенистої поверхні.

Диски можуть бути розміщеними як батареї, як в луцильників дискового типу та борін, так і по одному, як в дискових плугів.

Кути атаки β дисків суттєво впливають на їх робочий процес. Чим більшими є кути атаки, тим сильніше розкришуються та розпушуються ґрунти, краще підрізаються бур'яни і присипається насіння бур'янів. Однак надмірне зростання кутів атак ускладнює ковзання частинок ґрунту з поверхонь дисків, а також сприяє нагромадженню ґрунту перед дисками.

При невеликих значеннях кутів атак ($10...20^\circ$) диск розрізає верхні шари ґрунту і лише незначно кришить та розпушує його. Щось подібне відбувається при роботі дискових борін.

У дискових плугів самі диски розміщено під кутами атаки $\beta=40...45^\circ$, у луцильних агрегатах — $\beta=10...35^\circ$ у борін — $\beta=10...22^\circ$.

При значеннях кутів атаки $10...20^\circ$ дискові луцильники можна використовувати якості дискових борін.

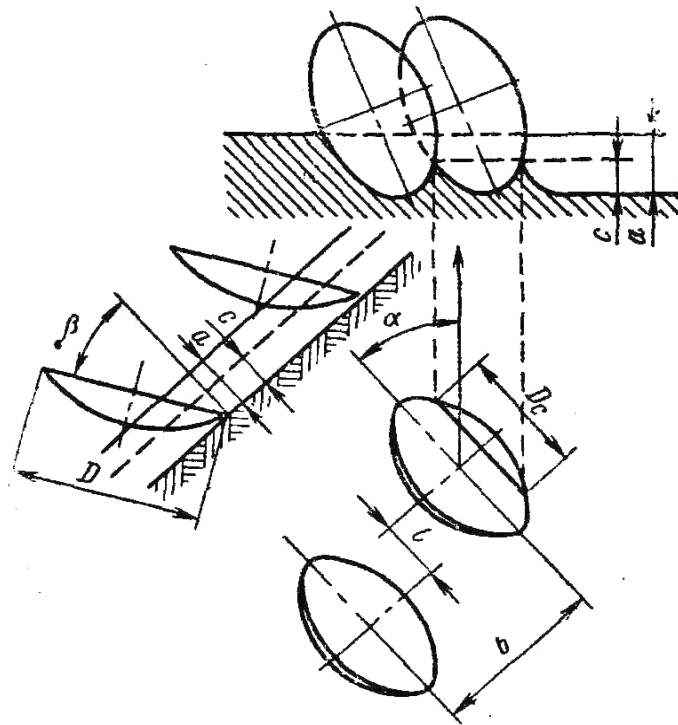


Рисунок 2.2 – Профіль дна борозни, що утворюється при роботі дискових агрегатів

Висоти гребенів, які нагромаджуються між проходженнями дисків, характеризують якість обробки ґрунтів і залежать від діаметрів дисків D , кутів атаки β та відстаней між дисками b .

Врахувавши кути нахилу дисків до вертикалі θ , визначасмо відстань між дисками:

$$b = [2\sqrt{(c/\cos\theta)(D - c/\cos\theta)}] \operatorname{tg}\beta; \quad (2.7)$$

$$b = [2\sqrt{(90/\cos 40^\circ)(650 - 90/\cos 40^\circ)}] \operatorname{tg} 35^\circ = 350 \text{ мм.}$$

Прийmemo відстань між дисками b для розроблюваного дискового агрегата як 350 мм.

Відстань між дисками вибирається із умов недопущення заклинювання скиб ґрунту між двома сусідніми дисками.

Цього досягається при виконанні умови: $b \geq 1,5a$

$$350 \geq 1,5 \cdot 180 = 270.$$

Тобто, умова виконується.

Якщо є відомим діаметри дисків D , відстані між дисками b і задана висота гребенів, то є можливим визначення кутів атаки β , використовуючи номограму, розроблену професором Г.М. Синєоковим. Порядок визначення кутів атаки показано стрілками (див. рис.2.3)

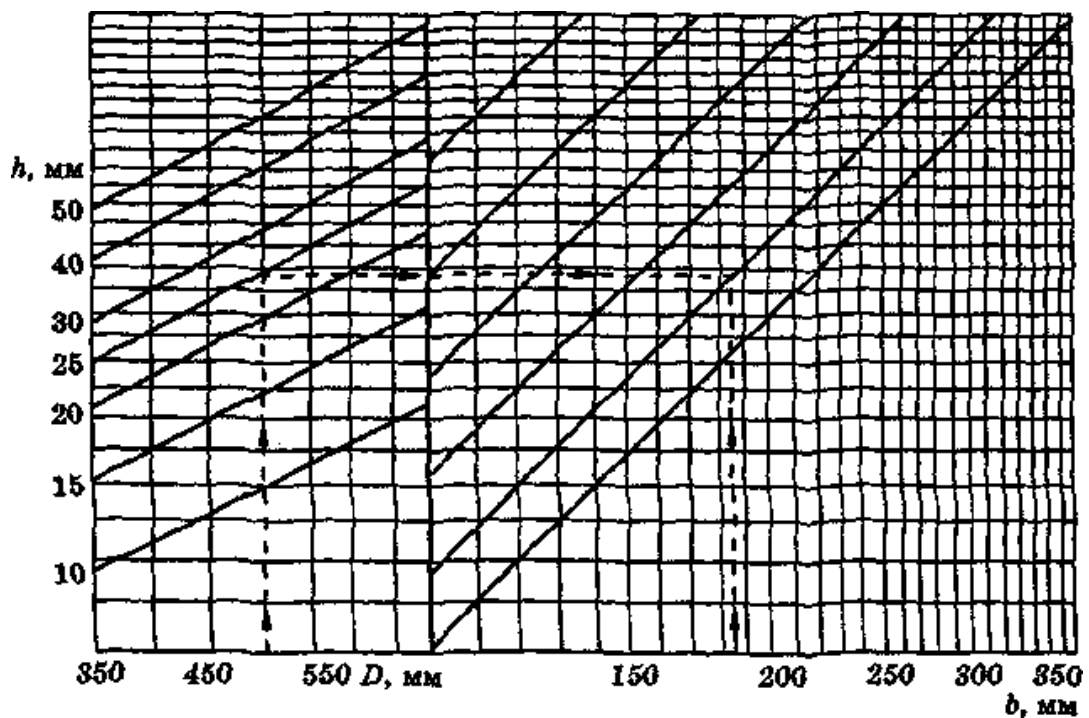


Рисунок 2.3 – Номограма для визначення кутів атак дискових знарядь

Крім висот гребенів на якість проведення лушіння впливає також повнота підрізування бур'янів і рослинних залишків. Ця величина залежить не лише від значень кутів атаки, а також від швидкостей переміщення луцильників. Мінімальне непідрізування бур'янів досягається за найбільшого значення кутів атаки 35° . Із зростанням швидкостей до 2 м/с число непідрізаних бур'янів меншає, а при дальшому її зростанні — збільшується.

Глибини ходів диска залежать від навантаження на диски, кутів атаки і швидкостей переміщення агрегатів. Чим більшими є навантаження на диски і кути атаки, тим більшою є глибина ходу дисків. При збільшенні швидкостей руху агрегатів глибини ходів дещо зменшуються. Виправданим є експлуатація дискових луцильників при швидкостях до 2 м/с.

В залежності від конструкцій робочих органів котки використовують для ущільнювання та вирівнювання поверхні поля, подрібнювання брил, руйнація ґрунтових та льодових кірок та прикочування органічних добрел перед оранкою.

Робочими органами котків є циліндричні поверхні, якою вони діють на ґрунт. При перекочуванні котків по поверхні ґрунту частинки останнього переміщуються в горизонтальних та вертикальних керунках, описуючи певні траєкторії. Характер та форма цих траєкторій залежить в більшості випадків від параметрів котків, радіального навантажування на котки, характеристик ґрунту і місця розташування частинок в шарах ґрунту.

Коткування забезпечує вертикальне переміщення частинок ґрунту. Дослідження вказують, що поздовжні деформації ґрунтів багато в чому залежать від діаметра котків. При однаковій глибині колієутворення поздовжні деформації ґрунтів збільшуються за зменшення діаметра котків. Використання котків із малими діаметрами призводить до виникнення негативних результатів.

Головними параметрами котків є його діаметер та ширина (довжина). При виборі діаметрів котків, необхідно враховувати повздовжні деформації ґрунту. Необхідною умовою є те, щоб кут α (рис.2.4) обхвачування котка ґрунтом не перевищував 20° . В цьому випадку ґрунтовий вал перед котком буде мати невеликі розміри.

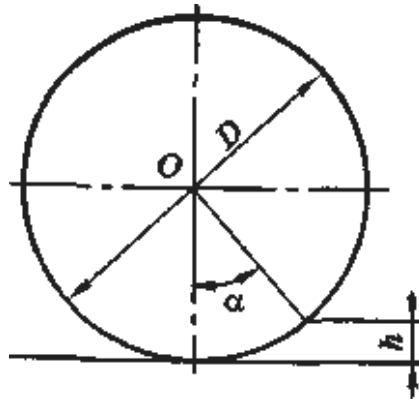


Рисунок 2.4 – Схема до визначення діаметрів котків

Із рис.2.4 видно, що

$$\cos = \frac{D-2h}{D} = 1 - \frac{2h}{D}, \quad (2.8)$$

де D - діаметр котка;

h - глибина колії котка.

Визначимо діаметр котка:

$$D \geq \frac{2}{1 - \cos \alpha}; \quad (2.9)$$

$$D = \frac{2}{1 - \cos 16^\circ} = 50 \text{ см.}$$

Задавшись глибиною колії котка і кутом обхвату, можна знайти допустиме мінімальне значення діаметра котка. Ширина захвату котка вибирається в залежності від умов пристосовуваності його до рельєфу поверхні ділянки. Для

рівнини ширина котка становитиме приблизно 2 м, а для гірського рельєфу та пересічних ділянок складатиме до 1 м.

Значна зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів при коткуванні дещо ускладнюють проведення точних розрахунків зусиль на перекочування котків. У довідковій літературі, виходячи з тих чи інших міркувань, наведено різні залежності для знаходження зусиль на перекочування котків.

У відповідності з цим зусилля P , що затрачається на перекочування гладеньких котків знайдемо за формулою [14]:

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 B D^2}}, \quad (2.10)$$

де G - сила ваги котка, 2000 Н;

B - ширина захвату котка, 180 см;

D - діаметр котка, 50 см;

q_0 - коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту, 0,4 Н/см³.

Зусилля для перекочування негладеньких котків є дещо більшим [14]:

$$P = 0,86 \cdot k \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 B D^2}}, \quad (2.11)$$

де k - 1,1...1,3, коефіцієнт, який враховує величину додаткового опору від деформацій ґрунту, яку чинять негладенькі елементи котків [14].

$$P = 0,86 \cdot 1,0 \sqrt[3]{\frac{2000^4}{0,4 \cdot 180 \cdot 50^2}} = 383,8 \text{ Н.}$$

Визначивши параметри котків, можна знайти величину глибини колії h

$$h = \frac{1,3\sqrt[3]{G^2}}{\sqrt[3]{q_0^2 B^2 D}} ; \quad (2.12)$$

$$h = \frac{1,3\sqrt[3]{2000^2}}{\sqrt[3]{0,4^2 \cdot 180^2 \cdot 50}} = 3,24 \text{ см.}$$

Глибина колії визначатиме ступінь руйнування структури ґрунтів.

2.2. Енергетичні розрахунки

Тяговий опір при операції дискування:

$$R_a = 23,18 \text{ кН.}$$

Потужність при операції дискування:

$$N_{\partial} = 65,03 \text{ кВт.}$$

Визначимо загальну потужність для операції дискування:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{тр}} + N_{\kappa} + N_{\partial} + N_{\partial} \quad (2.13)$$

Визначаємо втрати потужності в трансмісії:

$$N_{\text{тр}} = \frac{P_3 \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_{\text{тр}}} , \quad (2.14)$$

де P_3 - номінальне значення сили зчеплення

$$P_3 = \mu_n \cdot G_3; \quad (2.15)$$

$$P_3 = 0,5 \cdot 12,8 = 6,4 \text{ кН.}$$

$$N_{mp} = \frac{6,4 \cdot 10,1}{3,6 \cdot 0,92} = 19,5 \text{ кВт.}$$

Визначимо втрати потужності на кочення:

$$N_\kappa = \frac{P_f V_p}{3,6}, \quad (2.16)$$

де P_f - опір кочення енергозасобу.

$$P_f = f G_{mp} \quad (2.17)$$

$$P_f = 0,086 \cdot 76 = 6,54 \text{ кН.}$$

$$N_\kappa = \frac{6,54 \cdot 10,1}{3,6} = 18,3 \text{ кВт.}$$

Визначимо втрати потужності через буксування:

$$N_{\delta} = N_e \cdot \eta_{mp} \cdot \frac{\delta}{100}, \quad (2.18)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна енергозасобу Т-150К.

$$N_{\delta} = 121,3 \cdot 0,92 \cdot \frac{10}{100} = 11,1 \text{ кВт.}$$

Загальна потужність для дискування складатиме:

$$N_{заг} = 19,5 + 18,3 + 11,1 + 65,0 = 113,9 \text{ кВт.}$$

Визначимо коефіцієнт використання потужності двигуна енергозасобу

$$N_{\delta} = \frac{N_{заг}}{N_e}; \quad (2.19)$$

$$N_{\delta} = \frac{113,9}{121,3} = 0,93$$

Отже, коефіцієнт використання потужності трактора Т-150К складатиме 0,93, що вказує на його достатнє завантаження.

2.3. Розробка операційно-технологічної карти на дискування

Дискування застосовується з метою розпушування ґрунту, подріблювання грудок, вирівнювання площини поверхонь полів, знищення бур'янів, руйнування

ґрунтових кірок та ін.

Для дієвого застосування операцій дискування розробимо операційно-технологічну карту для ділянки площею 100 га за довжини гону 1050 м.

Виберемо склад агрегату: трактор Т-150К і комбінований ґрунтообробний дисковий агрегат АГД-3,5.

Прийmemo діапазон рекомендованих для якісного виконання робіт значення робочих швидкостей пересування агрегата на даній операції. Для операції дискування допустимою величиною агротехнічною швидкістю руху є значення в діапазоні 6...12 км/год. Цим діапазоном швидкості відповідає 3-тя і 4-та передачі трактору Т-150К.

Прийmemo $V_m = 13,36$ км/год для 4-их передач. Знайдемо тягові зусилля енергозасобу з урахуванням певних умов [5]:

$$P_{\text{зак}} = \frac{10 \cdot N_e \cdot i_{\text{mp}} \cdot \eta_{\text{mp}}}{r_k \cdot n_n} - G_{\text{mp}} (f + i), \quad \text{кН.} \quad (2.20)$$

де N_e - потужність двигуна трактора,

$$N_e = 121,3 \text{ кВт};$$

i_{mp} - передавальні числа трансмісій для певних передач,

$$i_{\text{mp}}^{\text{IV}} = 41,4;$$

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

r_k - величина радіуса ведучих коліс враховуючи посадку, $r_k = 0,60$ м;

n_n - номінальні частоти обертів колінвалу,

$$n_n = 2100 \text{ хв.}^{-1};$$

f - коеф. опору при перекочуванні енергозасобу, $f = 0,086$;

i - ухил поля, $i = 3\%$;

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

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

Визначимо значення максимальної ширини захоплення агрегата [5]:

$$B_{\max} = \frac{P_{гак}}{K_{\mathcal{M}} + g_{\mathcal{M}} \left(\lambda f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}, \text{ м} \quad (2.21)$$

де $K_{\mathcal{M}}$ - значення питомого опору агрегату, кН/м;

$g_{\mathcal{M}}$ - вага агрегату, яка припадає на 1 м ширини захоплення

$$g_{\mathcal{M}} = \frac{G_{\mathcal{M}}}{B_{\kappa}}, \text{ кН/м,} \quad (2.22)$$

де G_i - вага машини, $G_i = 12,8$ кН.;

B_{κ} - ширина захоплення, $B_{\kappa} = 3,5$ м.

$$g_{\mathcal{M}} = \frac{12,8}{3,5} = 3,657 \text{ кН/м.}$$

λ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив завантажування енергозасобу, $\lambda = 1,0$.

Величину питомого опору дискових машин визначаємо згідно формули:

$$K_m = K_0(1 + \Pi(V_p^{azp} - V_0)), \quad \text{кН/м} \quad (2.23)$$

де K_0 - питома тягова опірність агрегату за швидкостей $V = 5$ км/год,
 $K_0 = 5,4$ кН/м;

V_p^{azp} - значення робочої швидкості агрегату,

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.24)$$

де V_m - величина теоретичної швидкості переміщення енергозасобу на
 потрібній передачі, $V_m = 13,36$ км/год;

δ - пробуксування рушіїв енергозасобу, приймаємо $\delta = 10\%$

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

V_0 - початкова швидкість, $V_0 = 5$ км/год;

Π - збільшення значення питомого опору агрегату при зростанні
 робочих швидкостей на 1 км/год, $\Pi = 3\%$.

Тоді

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

Тоді, найбільша ширина захоплення агрегату буде рівна [5]:

$$B_{\max}^{IV} = \frac{27,85}{6,54 + 3,66(1,00 \cdot 0,086 + 0,03)} = 4,0 \quad \text{м}$$

Визначимо розрахункову кількість машин в складі агрегату [5]:

$$n_p = \frac{B_{\max}}{B_{\kappa}} ; \quad (2.25)$$

$$n_p^{IV} = \frac{4}{3,5} = 1,14$$

Вибираємо агрегат у такому об'ємі : трактор Т-150К і дисковий агрегат АГД-3,5. Визначимо тяговий опір дискового агрегату.

$$R_a = B_{\kappa} \cdot K_{\mathcal{M}} + G_{\mathcal{M}} \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right), \text{ кН.} \quad (2.26)$$

$$R_a^{IV} = 3,5 \cdot 6,54 + 12,8(1,0 \cdot 0,086 + 0,03) = 24,37 \text{ кН.}$$

Визначимо тягову потужність агрегату [5]:

$$N_a = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт;} \quad (2.27)$$

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

Визначимо коефіцієнт використання тягових зусиль енергозасоба

$$\eta = \frac{R_a}{P_{\text{зак}}}. \quad (2.28)$$

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

Знайдемо продуктивність агрегату за годину часу зміни:

$$W_{год} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год}, \quad (2.29)$$

де B_p - робоча ширина захоплення агрегату, м

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.30)$$

де β - коеф. використання ширини захоплення, $\beta = 0,96$.

$$B_p = 3,5 \cdot 0,96 = 3,36 \text{ м.}$$

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

$$W_{год} = 0,1 \cdot 3,36 \cdot 12,02 \cdot 0,81 = 3,27 \text{ га/год.}$$

Знаходимо витрати палива на 1-цю виконаних робіт згідно [5]:

$$Q_{за} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3}{W_{зм}}, \text{ кг/га} \quad (2.31)$$

де Q_p , Q_n , Q_3 - витрати палива, кг/год, відповідно для робочого ходу, при виконанні переїздів і поворотів, при зупинах.

Для енергозасобу Т-150К: $Q_p = 28$ км/год; $Q_n = 11$ кг/год;

$$Q_3 = 2,4 \text{ кг/год.}$$

T_p, T_n, T_z - витрати часу на протязі зміни, години.

Розрахуємо час експлуатації трактора під навантаженням:

$$T_p = T_{zm} \cdot \tau, \text{ год.} \quad (2.32)$$

T_{zm} - час зміни, $T_{zm} = 7$ год

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

Сумарний час на переїзди, повороти і зупини трактора:

$$T_c = T_n + T_z = T_{zm} - T_p, \text{ год.} \quad (2.33)$$

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

При роботі агрегатів, які не мають технологічні ємності приблизно приймаємо

$$T_z = 0,4T_c, \text{ год} \quad (2.34)$$

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

Визначимо витрати часу на переїзди і повороти:

$$T_n = T_c - T_z, \text{ год} \quad (2.35)$$

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

Тоді,

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

Знайдемо продуктивність агрегата за змінну

$$W_{zm} = W_{zod} \cdot T_z, \text{ га} \quad (2.36)$$

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

Знайдемо годинні витрати пального:

$$Q_{zod} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_z \cdot T_z}{T_p + T_n + T_z}, \text{ кг/год} \quad (2.37)$$

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

Знайдемо витрати робочого часу на 1-цю виконаної роботи ґрунтообробним знаряддям:

$$H = \frac{n_m + n_o}{W_{zod}}, \quad (2.38)$$

де n_m, n_d - число водіїв та допоміжних осіб, що обслуговують знаряддя,
 $n_m = 1$

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

Проведем розрахунки характеристик агрегату (трактор Т-150К і комбінований ґрунтообробний агрегат АГД-3,5 для проведення дискування.

Спосіб руху агрегату - гоновий з петльовими поворотами. Розбиття поля на загінці при цьому не обов'язкове.

Ширина поворотних смуг [5]:

$$E = 3\rho + e, \quad (2.39)$$

де ρ - радіус завертання трактора, $\rho = 4,42$;

e - довжина виїздів трактора, м

Довжина виїздів трактора:

$$e = (0,1 \dots 0,2) l_k, \quad (2.40)$$

де l_k - величина кінематичної довжини пристосування, м

$$l_k = l_{mp} + l_m \quad (2.41)$$

де l_{mp} і l_m - величини кінематичних довжин енергозасобу і пристосування,

$$l_{mp} = 2,9 \text{ м;} \quad l_m = 1,31 \text{ м}$$

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

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

Тоді,

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

Знайдемо значення коефіцієнту роб. ходів

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (2.42)$$

де S_p - сумарне значення довжини роб. ходів, м

$$S_p = \frac{L_{\partial} \cdot C}{B_p}, \text{ м} \quad (2.43)$$

де C - величина ширини ділянки, $C = 950$ м;

L_{∂} - величина довжини ділянки, $L_{\partial} = 1050$ м.

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

S_x сумарне значення довжини ходів в холосту, м

$$S_x = \frac{L_x(C + 2E)}{B_p}, \text{ м} \quad (2.44)$$

де L_x - значення довжини ходів в холосту за одне проходження енергозасобу, м

$$L_x = 6R + 2l, \text{ м} \quad (2.45)$$

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

Тоді

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

Отже

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

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОСІ ОПОРНОГО КОТКА

3.1. Обґрунтування міцності осі опорного котка

Розрахуємо вісь опорного котка на згин. Запишемо рівняння міцності на згин:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_{32}} \leq [\sigma]_{32} \quad (3.1)$$

Приймаємо матеріал осі сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Момент опору на згин визначимо так:

$$W_{32} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.2)$$

$$W_{32} = \frac{3,14 \cdot 0,04^3}{32} = 0,62 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3.$$

Визначимо момент на згин, що діє на вісь

$$M_{32} = F \cdot l \quad (3.3)$$

$$M_{32} = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ Нм.}$$

Тоді

$$\sigma_{32} = \frac{5}{0,0062} = 806,5 \text{ МПа.}$$

що менше допустимого $[\sigma]_{\text{зс}} = 1200$ МПа.

Перевіримо міцність цієї осі на зріз

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{F}{A_{\text{зр}}} \leq [\tau]_{\text{зр}} \quad (3.4)$$

де $[\tau] = 800$ МПа – допустиме напруження зрізу для сталі 40 ГОСТ 1050-88;

$A_{\text{зр}}$ - площа зрізу, мм²;

F - зрізуючи сила, $F = 100$ Н.

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 32 \text{ МПа.}$$

Що значно менше допустимого. Таким чином, вісь є достатньо міцною.

3.2. Розробка моделі осі опорного котка

Проаналізуємо напружено-деформівний стан осі опорного котка.

Створюємо твердотільну модель осі котка (рис. 3.1).

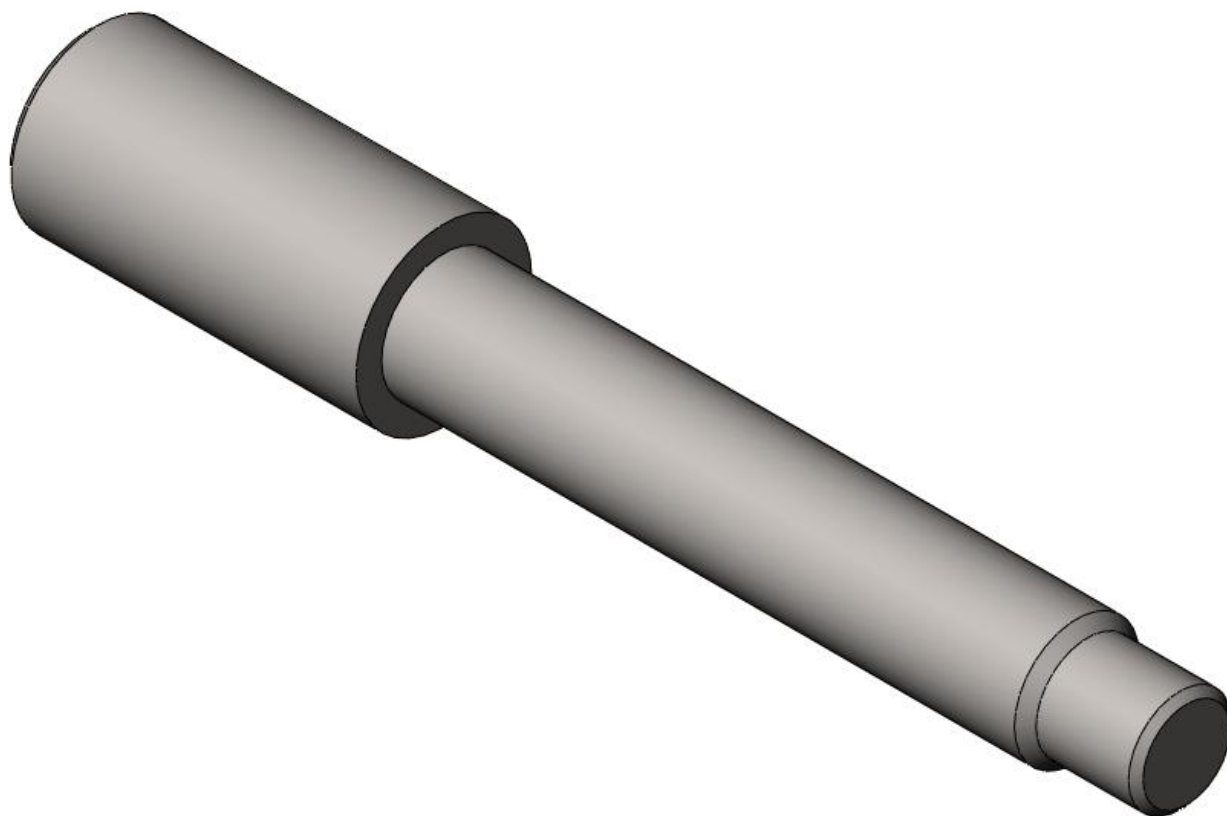
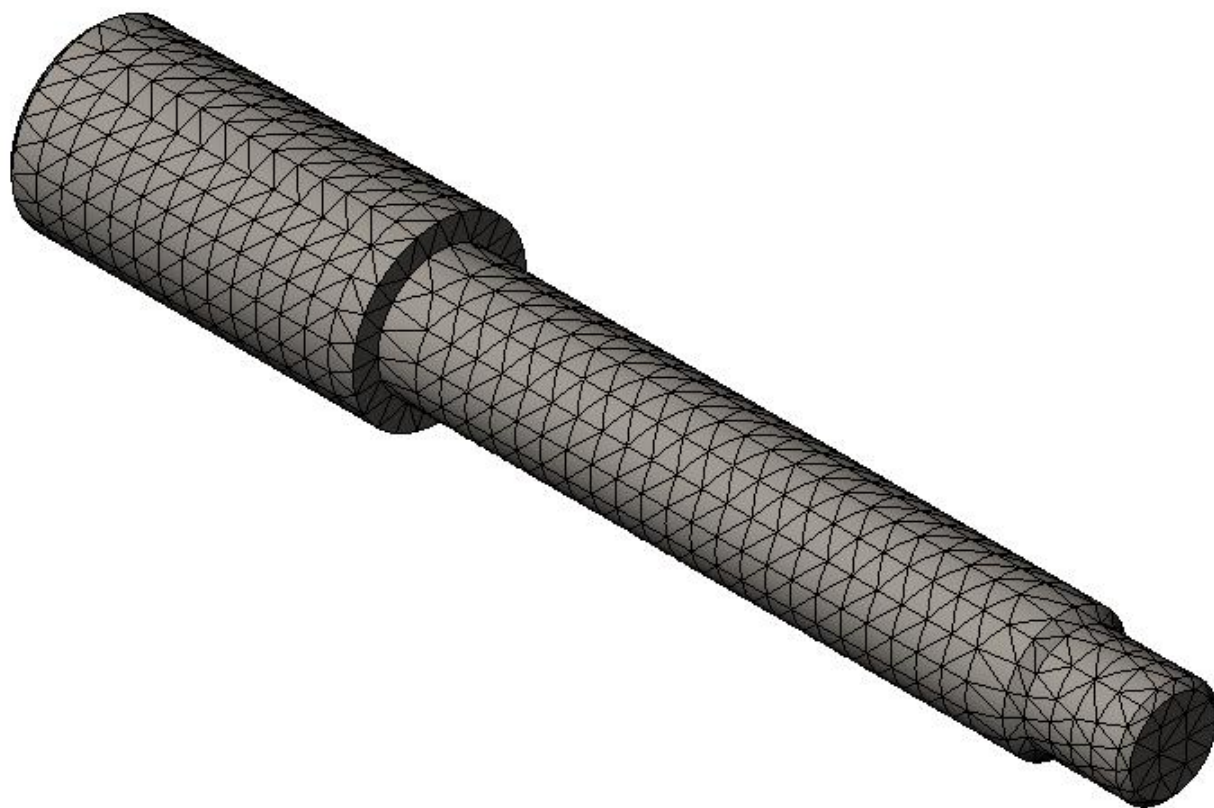


Рисунок 3.1 – Твердотільна модель осі опорного котка

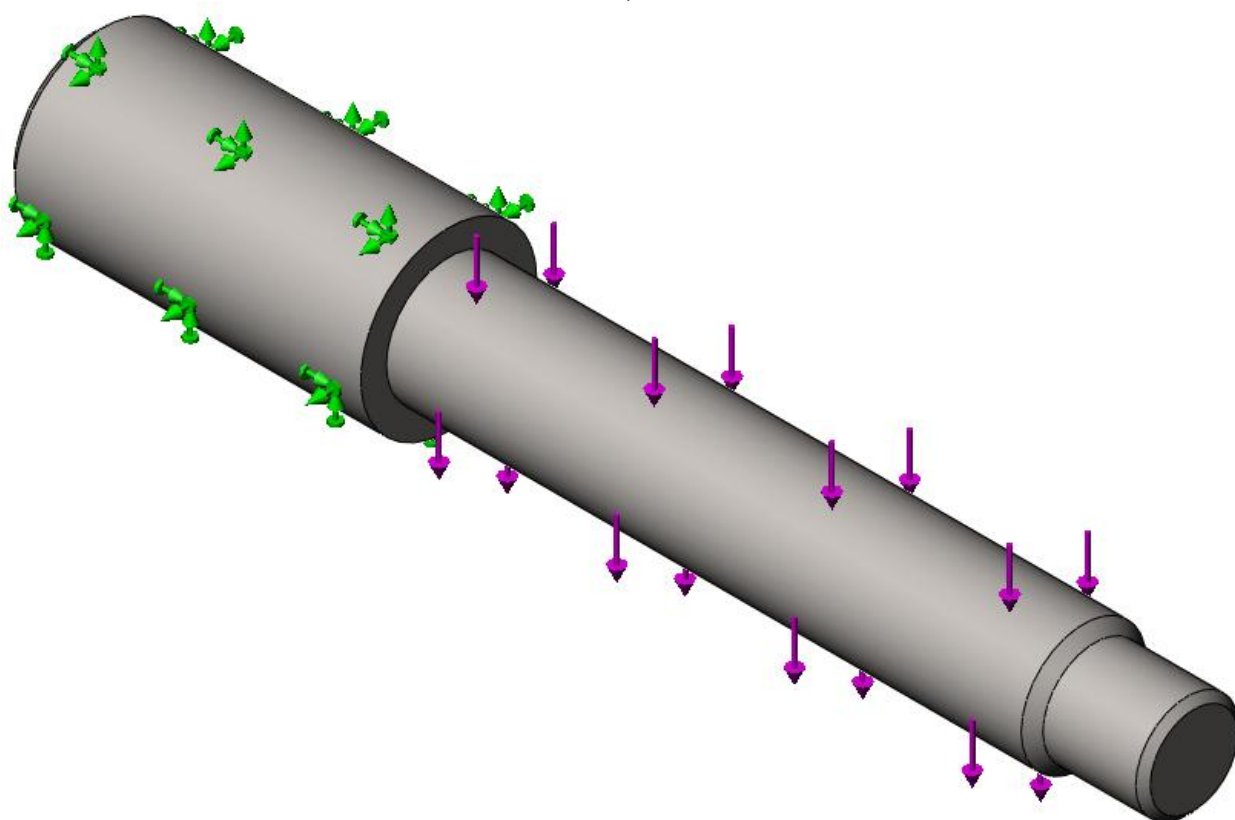
За допомогою “системи тривимірного моделювання SolidWorks” проведемо аналіз напружено-деформівного стану осі опорного котка.

З цією метою створимо “сітку кінцевих елементів на 3D-моделі” осі опорного котка (рис. 3.2, а).

Задаємо умови закріплення – защемлення тої частини осі, яка закріплюється в стійці. Задаємо навантаження на вісь – зусилля 100 Н, яке сприймає одне колесо (рис. 3.2, б).



a)

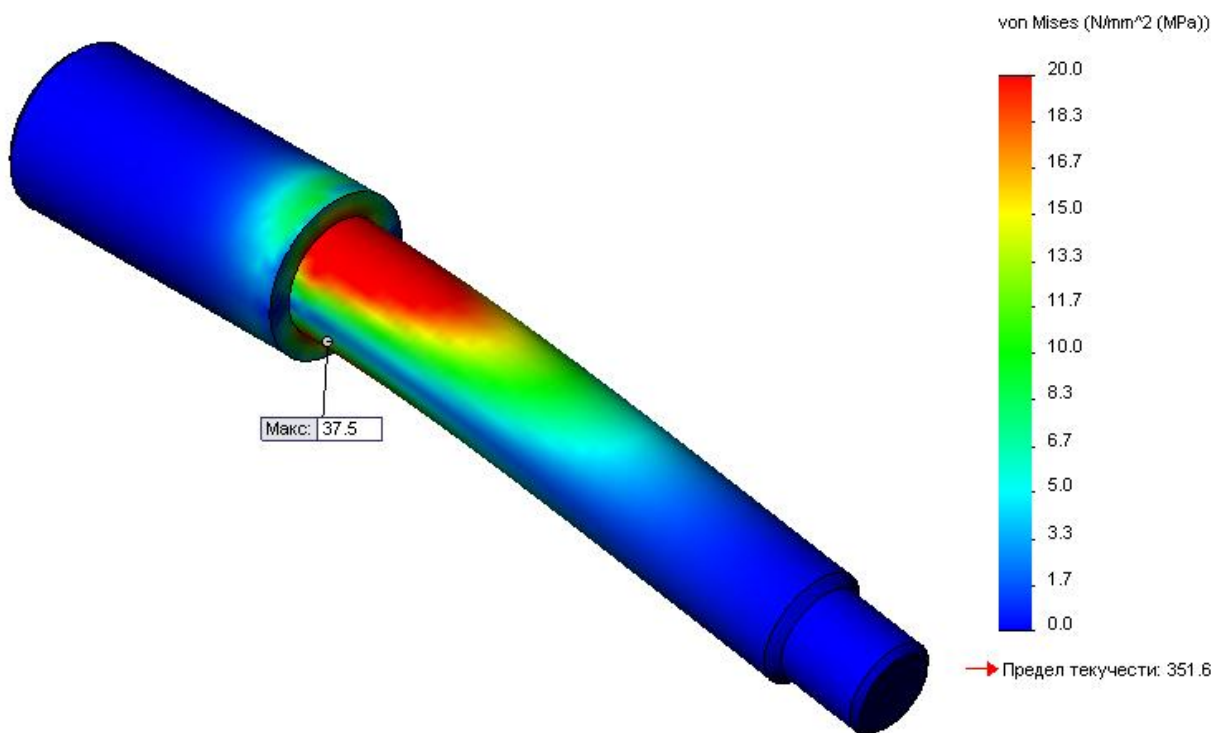


б)

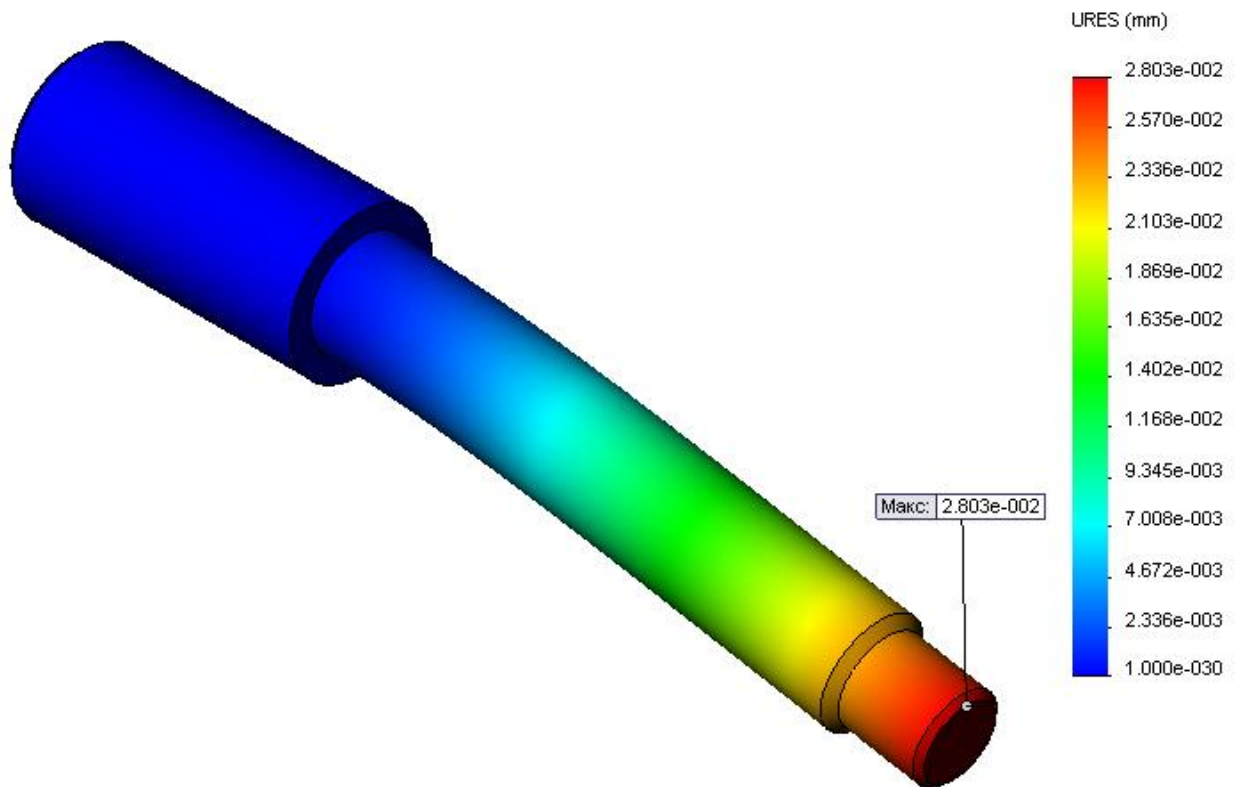
Рисунок 3.2 – Моделювання осі опорного котка

3.3. Аналіз результатів досліджень

Результати розрахунків осі опорного котка за допомогою “системи тривимірного моделювання SolidWorks” подано на рис. 3.3.



a)



б)

Рисунок 3.3 – Результати розрахунків напружено-деформованого стану осі опорного котка:

а – значення напруг, МПа (згідно теорії Фон Мізеса); б – величини переміщень точок, мм.

Як видно із результатів проведених розрахунків, максимальні значення контактних напружень складають 37,5 МПа і знаходяться у місці кріплення осі до стійки.

Максимальна деформація (згин осі) становить $\approx 0,03$ мм.

Величини розподілу коефіцієнтів запасів міцності по осі опорного котка показано на рис. 3.4.

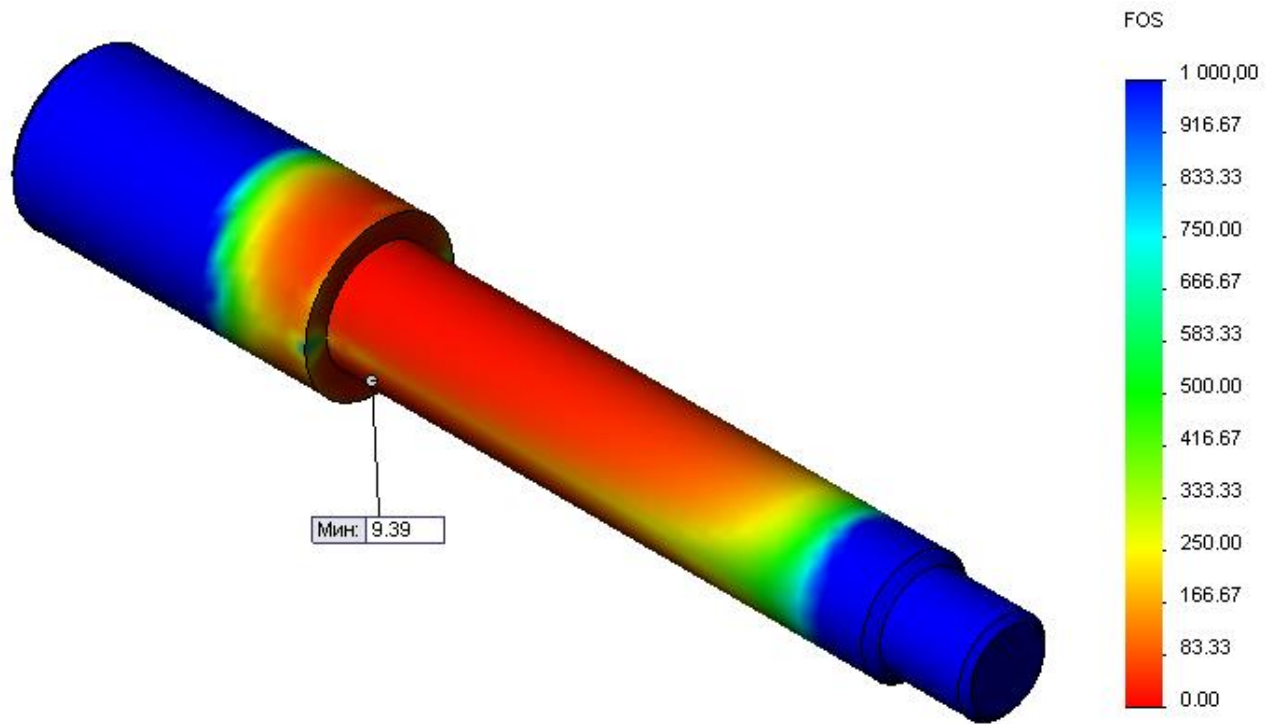


Рисунок 3.4 – Розподіл запасу міцності по осі опорного котка

Мінімальний коефіцієнт запасу міцності для осі опорного котка становить \approx 9,4.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці при роботі на дискових ґрунтообробних агрегатах

Основні положення з охорони праці в Україні встановлені і регламентуються Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом "Про охорону праці", а також розробленими нормативно-правовими актами.

Робітники і службовці повинні дотримуватись встановлених вимог і інструкцій з охорони праці. При цьому обов'язковими є проведення інструктажів з техніки безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки та інших питань з охорони праці.

Роботу на ґрунтообробних машинах регламентують наступні нормативні акти з охорони праці:

примірна інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва. Затверджено наказом Мінагропрому України №110 від 9 березня 1999р.;

ДНАОП. Правила охорони праці на сільськогосподарському виробництві. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці №18 від 17.02.2000р.

В даних документах викладено основні вимоги до охорони праці та техніки безпеки, які передбачають наступне.

Перед початком роботи ґрунтообробних машин проводять інструктаж з охорони праці. Інструктаж проводиться інженерами з техніки безпеки, інженерами з охорони праці.

При виконанні механізованих робіт спеціаліст (інженер) повинен:

- не допускати знаходження в кабіні трактора , а також на ділянці виробництва, осіб не зв'язаних з виконанням технологічного процесу;
- забороняється перевезення людей на начіпних і причіпних машинах, навіть при наявності в них сидінь. Кількість людей, яких перевозять на тракторі, визначається кількістю наявних місць в кабіні необхідно забезпечувати рух машини по завчасно розробленим маршрутам, і ознайомити трактористів з безпекою руху і особливостями роботи на крутих схилах;

- забезпечити робочих підприємства рукавицями та захисними окулярами;
- слідкувати, щоб механізатори при обслуговуванні начіпних машин в піднятому стані фіксували їх підставками;
- забороняти виїзд тракторного агрегату на роботу, якщо гідросистема трактора не утримує начіпну машину.

При організації робіт з отрутохімікатами і мінеральними добривами бригадир повинен:

- для роботи з отрутохімікатами виділяти одних і тих же робітників, які пройшли спеціальне навчання і медичний огляд; забезпечити робочих місцем для паління, прийняття їжі, а також засобами індивідуального захисту, - організувати обприскування так, щоб отрутохімікати відносилися в сторону, а не падали на працівників;
- не дозволяти працювати з отрутохімікатами підліткам до 18 років, а також особам, які не пройшли медичний огляд; забороняється використовувати тару з під отрутохімікатів для зберігання фуражу, води і т.д.;
- забороняється знежирювати, мити тару та засоби індивідуального захисту на берегах річок і водосховищ. Забезпечити наявність: спецодягу, спецвзуття, респіратори, протигази, захисні окуляри, рукавиці, інвентар без якого неможлива робота з пестицидами.

Вибір засобів індивідуального захисту повинні проводити із фізико-хімічних і токсичних властивостей пестицидів і різних препаратів. Спецодяг необхідно кожного дня після роботи просушувати на повітрі 8-12 годин.

Відповідальний за інструктаж повинен вказати на самі небезпечні ділянки роботи кожному члену бригади.

При підготовці до роботи машин і агрегатів необхідно:

- перевірити технічний стан сільськогосподарських машин, наявність на них захисних кожухів карданних і ремінних передач, справність механізму керування, гальм, причіпних пристроїв, сигналізації, освітлення, наявність медичної аптечки;
- рух агрегату необхідно розпочинати за встановленими сигналами і

користуватись ними під час виконання робіт;

- суворо забороняється під час роботи доторкатись до обертових частин, проводити обслуговування вузлів та робочих органів тракторів і сільськогосподарських машин;

- комплектування і наладка агрегату здійснюється трактористом-машиністом при участі інженерно-технічного працівника. Зміна трактористом-машиністом складу агрегату без дозволу відповідних спеціалістів не допускається. Агрегування сільськогосподарських машин дозволяється лише з тими тракторами, які рекомендовані заводом і відповідають тяговому зусиллю;

- виконання сільськогосподарських робіт, рух тракторів і агрегатів повинні проводитись у відповідності з розробленою технологією і маршрутами. На ділянках площ, де працюють агрегати, повинні бути виділені місця для короточасного відпочинку працюючих.

Для регулювання або заміни робочих органів начіпних плугів необхідно підкласти під опорні колеса дерев'яні бруски, товщиною на 1-2 см (величина заглиблених коліс у ґрунт) менше від глибини обробітку поля. Регулювання виконують на рівному твердому майданчику. Перевіряють стан плуга, кріплення гряділів, робочих органів і коліс. Осьове переміщення коліс не повинно перевищувати 2 мм.

Якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, не можна робити крутих поворотів, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову заглиблюють.

Для заміни лемешів плуга в польових умовах необхідно від'єднати машину від трактора або вимкнути його двигун, під раму начіпної машини підставляють надійні підставки. Якщо ці роботи тракторист виконує з помічником, то після їх закінчення і перед початком руху слід переконатись, що помічник перебуває на безпечній відстані від агрегату.

4.2. Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів

Охорона навколишнього середовища є важливим завданням загальнодержавного значення, вирішення якого пов'язане з охороною здоров'я людей.

Особливу увагу слід приділяти правильному регулюванню паливної апаратури, тому що при неправильному її регулюванні виділяється сажа. Вона викликає подразнення носоглотки, а при тривалій дії - легеневі захворювання.

В атмосферу часто виділяються токсичні речовини, що не є продуктами згорання. До таких в першу чергу належать сполуки свинцю. Щоб підвищити потужність та економічність бензинових двигунів, збільшують октанове число бензину. Для цього до нього додають етилову рідину, що запобігає відкладенню свинцю на деталях двигуна.

Як і відпрацьовані гази атмосферу забруднюють картерні гази та випаровування з бака і карбюратора, в яких міститься майже 40% вуглеводів, що виділяються двигуном. Значної шкоди завдають ці речовини тваринам. негативно впливають вони на стан земельних угідь, водних ресурсів та тваринного світу.

Необхідно слідкувати за справністю та правильним регулюванням системи живлення, тому від цього залежить кількість токсичних викидів. Склад суміші значно впливає на токсичність відпрацьованих газів та економічність двигунів.

Внаслідок неправильної експлуатації автомобільного парку та самохідних сільськогосподарських машин нафтопродукти потрапляють в ґрунт в результаті переливів при заправках, зливанні відпрацьованих масел з двигунів та агрегатів трансмісії, а також під час миття автомобілів, тракторів та сільськогосподарських машин в непризначених для цього місцях. Значної шкоди завдають нафтопродукти водним джерелам.

Правильна підготовка транспортних засобів та раціональна організація їх роботи також є заходами, що запобігають забрудненню навколишнього середовища. Перед початком роботи щоденно слід провести контрольний огляд автомобіля чи машинно-тракторного агрегату і переконатись у відсутності

підтікань палива з елементів системи живлення, масла через нещільності у з'єднаних двигуна, коробки передач, мостів, рульового керування, електроліту з акумуляторних батарей.

Значний вплив на забруднення навколишнього середовища має загальний технічний стан транспортного засобу чи МТА, тому слід пам'ятати, що будь-яка несправність призводить до підвищення витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин. Цьому можна запобігти, якщо раціонально використовувати техніку і високоякісно її обслуговувати.

При широкому впровадженні в сільському господарстві нових технологій, технологічних процесів і енергонасичених і технічних засобів, використання електроенергії, мінеральних добрив, пестицидів одночасно із зростанням продуктивності і культури праці, може поширюватись на працівників шкідлива і небезпечна дія виробничих факторів, спричиняючи різні захворювання і виробничий травматизм. Керівництво підприємства зобов'язане приділяти велику увагу поліпшенню умов і безпеки праці на виробництві. Передбачено створювати сприятливі умови для високопродуктивної праці, покращувати культуру виробництва, послідовно скорочувати ручну малокваліфіковану і важку фізичну працю.

В процесах сільськогосподарського виробництва повинні бути застосовані змінні режими праці і відпочинку обслуговуючого персоналу.

Комплектування машинно-тракторного агрегату має здійснюватись трактористом-машиністом і при необхідності за допомогою допоміжною робітника.

Перед дискуванням необхідно спочатку оглянути поле, підготувати засоби і засипати рови, яри і ями. Не усунуті перешкоди позначаються табличками з попереджувальними написами. При переїздах, а також при виконанні робіт під електропередачами напругою до 1000 В віддаль від машини до електричного провідника не повинна перевищувати по горизонталі 1,5 м, а по вертикалі 1 м.

Якщо агрегати працюють біля ліній високої напруги, то віддаль збільшують і в кожному конкретному господарстві є свої норми. Під час дискування можлива дія таких небезпечних факторів:

- рухомі механізми; незахищені рухомі частини; підвищені рухомі частини;
- підвищення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- фізичні і нервово психологічні перевантаження, які діють на персонал при роботі;
- підвищення запиленості і загазованості повітря в робочій зоні;
- підвищення рівня шуму на робочому місці.

Розроблені заходи безпеки з охорони праці сприятимуть уникненню травмонебезпечних і аварійних ситуацій при технічному обслуговуванні дискувального агрегату і під час проведення дискування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення та проведення розрахунків ґрунтообробного агрегату АГД-3,5, шляхом збільшення кількості робочих органів, а також обґрунтування його основних параметрів.

В кваліфікаційній роботі розглянуто такі роботи.

Вивчено будову та принцип роботи ґрунтообробного агрегату АГД-3,5.

Проаналізовано конструкції подібних машин для обробітку ґрунту та виділено їх основні характеристики.

Розроблено і обґрунтовано схему і конструкцію удосконаленого ґрунтообробного агрегату дискового типу.

Розраховано і вибрано конструктивні параметри і режими роботи дискового агрегату.

Розроблено конструкції складальних одиниць та деталей.

Проведено технологічні та енергетичні розрахунки агрегату на базі АГД-3,5.

Внесено зміни у наявну конструкцію ґрунтообробного агрегату та проведено усі необхідні міцнісні розрахунки.

Проведено обґрунтування міцності осі опорного котка та досліджено його напружено-деформований стан.

Завдяки збільшеній до 3,8 м ширині захвату продуктивність агрегату збільшиться на 0,42 га/год, в порівнянні з базовим АГД-3,5.

У кваліфікаційній роботі також розглянуто питання з охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з ґрунтообробними дисковими агрегатами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бузенков Р.Н. "Машины для посева сельскохозяйственных культур", Москва "Машиностроение", 1976.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини.-К: Урожай, 1994. - 232 с.
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. –К.: Каравела, 2004. – 552 с.
4. ДНАОП. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці №18 від 17 лютого 2000р. - 158 с.
5. Довідник сільського інженера/ В.Д.Гречкосій, О.М.Погорілець, І.І.Ревенко та ін; За ред. В.Д.Гречкосія. 2-е вид.перероб. і доп. - К: Урожай, 1991.-400 с.
6. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків /О.О. Проценко, В.І. Паламарчук, А.М. Козачук та ін., за ред. О.О. Проценка. 2-е перероб. і доп. -К.: Урожай, 1987. - 250 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. В.Ю. Ільченко і ін; К: - Урожай, 1993.
8. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные машины. - М.: Колос, 1994.-642 с.
9. Карпенко А.Н., Халанский В.Н. " Сельскохозяйственные машины". - М.: ВО "Агропромиздат", 1989.
10. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. Урожай. 1990.
11. Маковецький О.А., Брей В.В., Погорелый Л.В. "Механизация производств сахарной свеклы" - Киев "Урожай", 1991.
12. Практикум з технологічної наладки та усунення несправностей сільськогосподарських машин / Г.Р. Гаврилюк, ГЛ. Живолуп, П.С.

13. Примірна інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва. Затверджена наказом №110 від 9 березня 1999р. -101с.
14. Резников А.А., Ещенко В.Т. "Основы проектирования и расчет с/х машины"- Москва ВО"Агропромиздат", 1991 .
15. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины /Т.Е.Листопад, Г.К.Демидов, Б.Д.Зонов и др.; Под общ.ред. Г.Е.Листопада.- М:Агропромиздат, 1986. - 688 с.
16. Довбуш А.Д. 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.
17. Хомик Н.І. Основи агрономії. Курс лекцій /Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. – 300 с.
19. Гевко Р.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. /Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
20. Гевко Р.Б. Машини сільськогосподарського виробництва. /Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. - Тернопіль, 2005.- 228с.
21. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.

ДОДАТКИ