ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Підвищення ефективності механізованого поверхневого обробітку ґрунту шляхом вдосконалення конструкції лущильника

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-1-23 за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Орлов Володимир Геннадійович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

Рецензент: _____ _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Орлову Володимиру Геннадійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності механізованого поверхневого обробітку ґрунту шляхом вдосконалення конструкції лущильника

керівник роботи Сокол Сергій Петрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«___» _____2026 року №

2. Строк подання студентом роботи 19.05.2026 р. **3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів поверхневого обробітку грунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).1ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА 2.РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 3.ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА. 4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. 5.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

РОБОТИ АГРЕГАТУ. ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ. БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.

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

1. Огляд існуючих конструкцій лущильників. 2. Загальний вигляд лущильника. 3. Вид загальний батареї. 4. Креслення деталей. 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сокол С.П., доцент		
2	Сокол С.П., доцент		
3	Сокол С.П., доцент		
4	Сокол С.П., доцент		
5	Сокол С.П., доцент		
нормоконтроль	Сокол С.П., доцент		

7. Дата видачі завдання: 12.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструкційний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

Студент _____ Орлов В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сокол С.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Орлов В.Г. Підвищення ефективності механізованого поверхневого обробітку ґрунту шляхом вдосконалення конструкції лущильника / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2026.

У першій частині дипломного проекту представлена виробничо-господарська характеристика господарства та його основні техніко-економічні показники.

Розроблена технологічна карта вирощування ріпаку в умовах господарства.

В теоретичній частині приведені розрахунки агрегату у складі трактора ХТЗ - 150К та лущильника ЛДГ-15, а також приведені теоретичні розрахунки робочого органу та його конструктивні розрахунки. Описані основні заходи з охорони праці згідно до завдання на дипломне проектування.

Розраховано економічну ефективність вирощування ріпаку озимого в умовах господарства та собівартість отриманої продукції.

РІПАК, ВИРОЩУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ПП ФІРМА «ОРІОН», ХТЗ -150К, ЛУЩИЛЬНИК ЛДГ-15, РОЗРАХУНКИ, ТЕХНОЛОГІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП…….6
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА …7
1.1. Загальна характеристика господарства …….. …….7
1.2. Техніко-економічні показники діяльності господарства ……. ……..7
1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності……7
1.2.2. Матеріально-технічна база господарства……8
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту……..…….10
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.……12
2.1. Аналіз існуючих технологій вирощування культури …….……....12
2.2. Розробка технології вирощування ріпаку для умов господарства …..…… …19
2.3. Огляд лущильників …… .22
2.4. Складання технологічної карти на вирощування жита і розрахунок згідно з картою ……..……...…….....26
2.5. Розрахунок потреби в паливно-мастильних матеріалах…….29
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА…….…..30
3.1. Опис досліджуваного агрегату……...…….…….30
3.1.1. Трактор ХТЗ-150К-09.172.00…….…….30
3.1.2. Опис запропонованого до використання агрегату……31
3.2. Елементи теорії розрахунку дискового лущильнику ……..……33
3.2.1. . Робочі органи дискових лущильників ……..……...33
3.2.2. Визначення основних параметрів дискових робочих органів ……36
3.2.3. Основи розрахунку роботи дискового робочого органу ..……39
3.3. Розрахунок елементів досліджуваного робочого органу ……..……..45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА…….52
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ АГРЕГАТУ ……...55
5.1. Розрахунок техніко-економічних показників роботи агрегату……55
5.2. Розрахунок економічної ефективності від впровадження нової технології чи системи машин ..…….56
5.3. Розрахунок собівартості продукції.……...62
ВИСНОВКИ.……..……64
ЛІТЕРАТУРА ……65
ДОДАТКИ ..……69

ВСТУП

Озимий ріпак є гарним попередником для зернових культур, створює добрі агротехнічні умови для послідуючих культур в сівозміні, покращує структуру і підвищує родючість ґрунтів. На кожному гектарі він залишає в 1,5-2 рази більше кореневих решток, ніж конюшина. Вміст в них поживних речовин еквівалентний 15-20 тонам гною. Ще стільки ж їх в подрібненій і розкиданій соломі. Зелена маса ріпаку використовується як сидеральне добриво, або силосується в суміші з другими культурами.

Безперечна цінність ріпаку як найбільш раннього медоносу, що забезпечує збір до 90 кг меду з одного гектара посіву.

З погляду агрономії ріпак має наступні переваги:

- є цінним попередником. Завдяки розвиненій кореневій системі забезпечує надходження та акумуляцію вологи у глибоких шарах ґрунту, а також сприяє його кращій аерації.

- ріпак — хороший сидерат. Він може забезпечити збільшення органічної речовини в ґрунті у кількості, еквівалентній внесенню 10—15 т/га гною.

- раннє достигання культури. Зелену масу озимий ріпак формує раніше за інші кормові культури — вже в середині квітня або на початку травня. Це досить важливо для тваринництва. Крім того, ріпак можна успішно використовувати як післяжнивну або озиму проміжну культури.

- виступає у якості біофуміганта. Добре розвинена коренева система сприяє зменшенню забур'яненості полів. За правильної технології вирощування ріпаку знижується інтенсивність ерозії ґрунтів внаслідок покращення їхньої структури (знову ж таки, завдяки кореневій системі культури).

- його можна вирощувати на всіх типах ґрунтів із pH 6,0—7,0.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПП ФІРМА «ОРІОН»

1.1. Загальна характеристика господарства

ПП фірма «Оріон» розташоване за адресою 51830, Україна, 51830, Дніпропетровська обл., Петриківський р-н, село Лобойківка, ВУЛИЦЯ СОВХОЗНА, будинок 1А. Населення становить 562 осіб. Орган місцевого самоврядування — Петриківська селищна громада.

Всього у підпорядкуванні ПП фірма «Оріон» сільськогосподарських угідь 1000 га.

Керівник господарства – Гейко Михайло Миколайович.

Господарство розпочало свою діяльність ще в 2000 році, як господарство ПП фірма «Оріон».

Основний вид діяльності господарства - вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів, вирощування прядивних культур.

1.2. Техніко-економічні показники господарства

1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності

Сільськогосподарське підприємство знаходиться в лісовій зоні. Клімат цієї зони помірно - континентальний літо тепле, зима помірно холодна. Середньорічна температура $+8^0$С. Землі господарства розташовані у зоні достатнього зволоження, середньорічна кількість опадів досягає 450 - 500мм.

Сніговий покрив нестійкий. Вегетаційний період для сільськогосподарських культур сягає 180 - 190 днів. Сума активних температур дорівнює 2400 - 2800^0С за рік.

В господарстві перевантажують дерново-підзолисті і торфово-болотні ґрунти. Весняно-польові роботи в господарстві починаються на початку квітня. Земляні угіддя, їх структура, а також грунтовокліматичні умови сприяють помірному розвитку виробництва сільськогосподарської продукції. Підвищенню урожайності сприяє значна кількість опадів, достатня частина яких припадає на період вегетації сільськогосподарських культур.

1.2.2. Матеріально-технічна база господарства

Найважливішою складовою матеріально-технічної бази є земля, а сільському господарстві вона відіграє надзвичайну важливу роль. Якщо враховувати матеріально-технічну базу аграрних підприємств то вона надзвичайно є залежною від природних умов, дії природних чинників.

Структура земельних угідь ПП фірма «Оріон» приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Структура земельних угідь ПП фірма «Оріон»

Призначення земель	га
Пасовища	80
Сінокоси	150
Рілля	770
Всього сільськогосподарських угідь	1000

Структура посівних площ ПП фірма «Оріон» приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Культури що вирощують в господарстві

Культура	Площа, %	Врожайність, ц/га	Собівартість, грн/т
Озима пшениця	23	51,2	1225,2
Озимий ріпак	19	33,2	3551,5
Кукурудза	28	45,0	3254,0
Соняшник	30	22,5	2854,1

Наявна в господарстві ПП фірма «Оріон» сільськогосподарська техінка приведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. - Склад МТП і сільськогосподарських машин

Назва і марка	Наявна кількість	Коефіцієнт готовності
1	2	3
Комбайни		
ДОН-1500	2	0,75
ACROS 530	2	0,86
Трактори		
ХТЗ 150К	1	0,77
МТЗ – 82	3	0,80
МТЗ – 80	2	0,77
ХТА-200	1	0,99
Т – 150 К	2	0,84
Культиватори		
Lemken Gigant 800	1	0,97
УСМК-5,4	2	0,76
КПСП-4	2	0,85
Лущильник		
ЛДГ-15	2	0,91
Плуги		
ПЛН-4-35	3	0,74
ПЛН-5-35	12	0,74
ПНЯ-4-42	2	0,84
Сівалки		
СЗ-3.6	2	0,77
СЗ-5,4	2	0,84
СУПН-8	1	0,90
СПУ-6	1	0,84
JOHN DEERE 31574	1	0,96

Продовження табл. 1.3

Борони		
БДТ - 7	16	0,76
БЗСС-1,0	45	0,74
Косарки		
KUHN FC302 RG	1	0,87
КПС – 5Г	1	0,95
Оприскувачі		
ОПШ-1200	3	0,77
ОПШ-2000-18	1	0,77
Прес-підбирач		
Krone	2	0,96
Claas Variant 250	1	1,00
Claas Rollant 46	2	0,96
Причепи		
2-ПТС-4	3	0,74
1-ПТС-2,5	1	0,74

Господарство по можливості купує зарубіжну та вітчизняну більш продуктивну і ефективнішу техніку для покращення своїх виробничо-економічних показників. Відсутню для виконання сільськогосподарських робіт техніку господарство орендує.

Для обслуговування тракторів і автомобілів, підприємство має майстерню, в якій знаходиться ковальня, зварювальна дільниця, а також токарні, свердлильні верстати та компресор. Для зберігання техніки організація має ангари, гаражі, відкриті майданчики для автомобілів, тракторів, комбайнів, і сільськогосподарської техніки.

1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту

Господарське значення ріпаку визначається тим, що він дозволяє успішно вирішувати продовольчі проблеми й проблеми кормового виробництва, більш раціонально використати природно — кліматичні й земельні ресурси регіонів. Насіння ріпаку містить 40-49% олії й приблизно 26% білку.

Ріпак — високорентабельна культура. Згідно з даними Інституту олійних культур, рівень рентабельності цієї культури становить 205 %, що перевищує показники навіть по соняшнику й сої.

Ріпак забезпечує перші грошові надходження від рослинницької продукції.

В агрономічному плані ріпак має безперечні переваги тому що забезпечує одержання з гектара поля по 1,5-2,0 тонн олії, і на відміну від соняшника, не зменшує родючість ґрунту. Навпаки він поліпшує орні землі, їхні фізико-хімічні властивості, служить фітосанітаром проти кореневої гнилі зернових культур, збільшує запас у землі органічних речовин і розчинних форм фосфору, поліпшує повітряні й агрохімічні властивості ґрунту.

Агротехнічні вимоги по вирощуванню ріпаку, будова його кореневої системи, темпи росту й розвитку надземної маси, а також можливість збирання його в ранні строки характеризують ріпак як один з найкращих попередників для озимих і ярих зернових культур, а також як фактор підвищення родючості ґрунтів.

Водночас для реалізації потенціалу продуктивності культури ріпаку необхідно враховувати загальні біологічні закономірності розвитку і фізіології культури за комплексом факторів, які впливають на її урожайність. Засобом задоволення фізіологічних та екологічних потреб має бути інтенсивна технологія, яка повинна складатися із низки заходів оптимізації умов вирощування культури на всіх етапах її росту і розвитку.

Для цієї мети служать наукового обґрунтовані технології вирощування культури і комплекси сучасної техніки, приведення в дійсність яких дозволяє значно підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва. Саме тому тема дипломного проекту є актуальним і важливим завданням.

<u>База дипломної роботи</u>: передусім ґрунтується на використані спеціальної літературі: наукових публікаціях журналів, окремих підручниках, монографіях, у яких узагальнені останні досягнення вітчизняної науки з проблем сільського господарства.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз існуючих технологій вирощування озимого ріпаку

Ріпак - це культура, яка починає осінню посівну компанію і за напрямом використання відноситься до технічних і кормових культур (рис. 2.1).



Рис. 2.1. – Рослина та насіння озимого ріпаку

Господарське значення озимого ріпаку, його поширення

Озимий ріпак серед олійних культур родини капустяних займає перше місце за вмістом олії, в його насінні міститься 38-51%, білка – 16-29%, 6-7% клітковини та 17% вуглеводів. Останнім часом виведено сорти озимого ріпаку, в олії яких майже немає ерукової кислоти і глюкозинолатів, які негативно впливають на живий організм. Сорти з мінімальним вмістом ерукової кислоти отримали позначення однонульових “0”. Ріпак, який містить глюкозинолатів більш ніж 25 мікромолей на світовому ринку попитом не користується.

Поширення

Ріпак у культурі був відомий ще за 4 тис. років до нашої ери. У виробництві відомі озимий і ярий ріпак. Батьківщина озимого ріпаку – Середземноморські країни, звідки він розповсюдився в Азію, а в XIV ст. – в

Західну Європу, де й понині є однією з головних олійних культур. Припускають, що в Україну ріпак завезено в середині XVIII ст. Посівна площа під ріпаком у світі становить 22-24 млн га, врожайність – 13,5-15 ц/га, у Європі середня його врожайність 24-28 ц/га. Найбільше сіють ріпак у Німеччині, де середній врожай становить 26-33 ц/га. На значних площах вирощують ріпак у Великобританії, Польщі, Китаї, Канаді, Індії. В Україні найбільше його вирощують в Івано Франківській, Вінницькій, Тернопільській областях. В Україні не розширюють площі для ріпаку через відсутність переробних підприємств.

Продовольче значення

Олію ріпаку споживають у натуральному вигляді і в кулінарії, вона є найкращою сировиною для виробництва бутербродного масла, маргарину, майонезу, приправ, кондитерських виробів. Олія з ріпаку надзвичайно корисна для здоров'я. Вона зменшує вміст холестерину в крові людини і цим зменшує серцево-судинні захворювання. Харчову олію виробляють з тих сортів ріпаку, що містять не більше 5% ерукової кислоти від загальної кількості жирних кислот. У більшості європейських країн цей показник становить 2%.

Морфологічні та біологічні особливості озимого ріпаку

Ріпак озимий – однорічна трав’яниста рослина з родини капустяних. Головний стрижневий корінь ріпаку слаборозгалужений із незначною кількістю корінців, проникає в ґрунт на глибину до 3м. Листки ріпаку великі, темно-зелені, з гладенькою без волосків поверхнею, мають восковий наліт. Нижні листки черешкові, верхні – безчерешкові, видовжено ланцетні (рис. 2.2).

Суцвіття гроноподібне, квітки відносно великі, віночок жовтий або лимонно-жовтий. Озимий ріпак – перехреснозапильна культура. Плід – стручок, під час достигання він розтріскується.

Насіння темно-коричневе з синім відтінком, майже чорне. Маса 1000 зерен – 4-7 г. Під час сходів ріпак виносить на поверхню ґрунту сім’ядолі, і через 5-10 днів утворюються справжні листки. Вегетаційний період – 200-220 днів. Зимує ріпак у фазі розетки з утвореними 5-8 справжніми листками. Рано

навесні після відростання, на 10-й-20-й день, наступає фаза бутонізації, а через 20-25 днів – цвітіння і триває 25-30 днів.

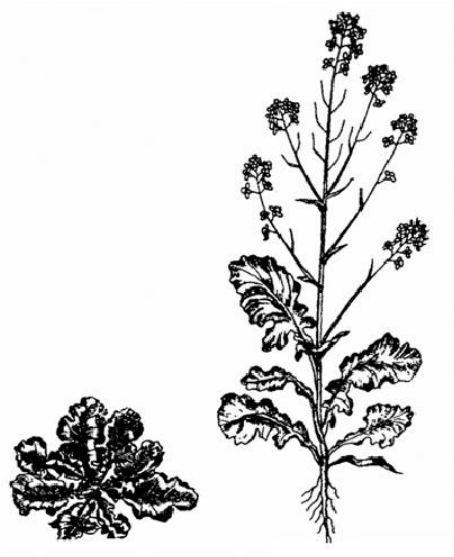


Рис. 2.2. - Озимий ріпак

Озимий ріпак – перехреснозапильна культура. Плід – стручок, під час достигання він розтріскується.

Насіння темно-коричневе з синім відтінком, майже чорне. Маса 1000 зерен – 4-7 г. Під час сходів ріпак виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі, і через 5-10 днів утворюються справжні листки. Вегетаційний період – 200-220 днів. Зимує ріпак у фазі розетки з утвореними 5-8 справжніми листками. Рано навесні після відростання, на 10-й-20-й день, наступає фаза бутонізації, а через 20-25 днів – цвітіння і триває 25-30 днів. Насіння дозріває через 25-30 днів після фази цвітіння. Насіння темно-коричневе з синім відтінком, майже чорне. Маса 1000 зерен – 4-7 г. Під час сходів ріпак виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі, і через 5-10 днів утворюються справжні листки.

Вегетаційний період – 200-220 днів. Зимує ріпак у фазі розетки з утвореними 5-8 справжніми листками. Рано навесні після відростання, на 10-й-20-й день, наступає фаза бутонізації, а через 20-25 днів – цвітіння і триває 25-30 днів. Насіння дозріває через 25-30 днів після фази цвітіння.

Вимоги до температури. Ріпак невибагливий до тепла, холодостійкий. Насіння починає проростати за температури 1° С, але для одержання на 5-7

день дружніх сходів йому потрібно 14-17° С. Нормально ростуть рослини за 5-6° С тепла і продовжують осінню вегетацію у разі настання нічних приморозків.

За пізніх строків сівби рослини не проходять загартування (температурну стадію розвитку озимий ріпак проходить впродовж 45-60 днів та середньодобової температури нижче 8° С).

За снігового покриву в 5-6 см озимий ріпак витримує морози 23-25° С. Найкраща температура для росту вегетативної маси – 18-20° С, а оптимальна в період цвітіння і достигання насіння – 22-23° С.

У разі сівби озимого ріпаку весною на ньому не утворюються квітконосні пагони, а вегетативна маса має висоту 60-80 см. Це дає змогу використовувати його на корм худобі в різних зонах України впродовж всього літньо-осіннього періоду.

Вимоги до вологи Озимий ріпак вибагливий до вологи, проте восени і рано навесні він менше реагує на малу кількість вологи у ґрунті. Нестача води негативно впливає в період інтенсивного росту стебла і вегетативної маси рослини. Такі посіви передчасно зацвітають, а посуха може викликати опадання квіток, прискорення достигання врожаю.

Вимоги до світла Озимий ріпак – рослина довгого дня, у веснянолітній період добре росте за високої вологості і помірних невисоких температур.

Вимоги до ґрунту Озимий ріпак вимогливий до родючості ґрунтів. Добре росте на чорноземах, сірих лісових ґрунтах і навіть дерново-підзолистих, з достатньою кількістю поживних речовин. Реакція ґрунтів для ріпаку має бути нейтральна або слабо кисла з pH 6,6-7,2. Непридатні для росту рослини важкі глинисті, заболочені ґрунти, засолені і кислі, а також легкі піщані ґрунти.

Технологія вирощування озимого ріпаку.

Попередники під озимий ріпак. Кращі попередники під озимий ріпак ті, що рано звільняють поле, залишають у ґрунті достатню кількість поживних речовин та зменшують кількість бур’янів на полях. Це багаторічні бобові трави, рання картопля, горох, однорічні трави, чорний пар. Озимий ріпак не слід

висівати раніше ніж через 4-5 років на попередньому полі. Після попередників – культур із родини капустяних, соняшнику, цукрового буряку, озимий ріпак розміщувати не рекомендують. Його краще висівати після озимих та ярих форм ячменю та пшениці.

Обробіток ґрунту під озимий ріпак Під озимий ріпак проводять обробіток ґрунту за типом напівпарового. Тобто, після збирання попередника проводять:

- лущення дисковими лущильниками на глибину 6-8 см;

- оранку через 2 тижні після лущення на глибину 20-23 см. Її рекомендують проводити за 3-4 тижні до сівби ріпаку, у разі затримки строків проведення оранки до сівби плуг агрегатують із котками і боронами для ущільнення ґрунту;

- суцільну культивацію проводять за появи бур'янів, а з появою кірки – боронування;

- передпосівну культивацію проводять для вирівнювання і ущільнення ґрунту комбінованими агрегатами на глибину 3-4см.

Під суцільну культивацію вносять гербіциди. Під суцільну культивацію вносять гербіциди.

Удобрення озимого ріпаку Ріпак чутливий до внесення органічних і мінеральних добрив.

Органічні добрива краще вносити під попередник. Мінеральні добрива (фосфорні і калійні) потрібно вносити під оранку чи культивацію в літньо-осінній період. А азотні добрива – перед сівбою, в кількості 25-30 кг/га діючої речовини. У разі внесення більшої кількості азоту погіршується зимівля рослин. Під час сівби вносять комплексні мінеральні добрива – 10-15 кг/га діючої речовини.

Посіви озимого ріпаку підживлюють азотними добривами: **перший раз** навесні, у разі відновлення рослинами вегетації 60-100 кг/га азоту в діючій речовині; **другий раз** – через 14-20 днів після першого – 40-80 кг/га; і **третій**

раз – в середині цвітіння 30-40 кг/га діючої речовини азоту, що сприяє кращому росту стручків і маси насіння.

Підготовка насіння озимого ріпаку до сівби Насіння для сівби відбирають очищене, відкаліброване, з високою схожістю. Перед сівбою його протруюють від шкідників і хвороб, використовуючи вітавакс 200,75% з.п. – 2,0-3,0 кг/т; офтанол 50% з.п. – 4 кг/т насіння та ін.

Сівба Строки сівби. Кращі строки сівби озимого ріпаку на Поліссі – 1-5 серпня, в зоні Лісостепу 5-10 серпня, а в Степу – 10-20 серпня.

Найкраще рослини перезимовують, якщо висота 10-15 см, коли точка росту винесена над поверхнею ґрунту не більш ніж на 1 см, а діаметр кореневої шийки дорівнює 0,6-1 см (рис. 2.3).

Способи сівби. Висівають озимий ріпак широкорядним, звичайним та вузькорядним способами з шириною міжрядь відповідно 45, 15 і 7,5 см. Для цього використовують різні сівалки: зернотрав'яні (СЗТ-3,6), зернотукові (СЗ-3,6; СЗУ-3,6; СЗА-3,6), льонові (СЗЛ-3,6), бурякові (ССТ-12Б). Краще використовувати спеціальні ріпакові сівалки СПР-6.

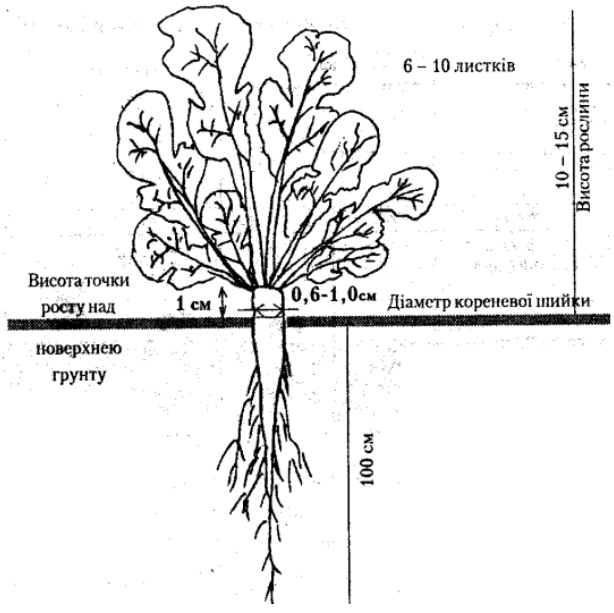


Рис. 2.3. - Рослина озимого ріпаку перед зимівлею

Норма висіву. Оптимальна густота, яка забезпечує добрий розвиток рослин в осінній період, перезимівлю та продуктивність становить 80-100 рослин на 1 м^2. Норма висіву при цьому має становити 0,9-1,2 млн схожих насінин на 1 га, а вагова коливається в межах 4-6 кг/га. Під час вирощування на зелений корм норму висіву збільшують до 6-10 кг/га. У разі збільшення норми висіву знижується зимостійкість через слабший розвиток кожної рослини.

Глибина загортання. На легких ґрунтах насіння заробляють на глибину 2,5-3,0 см, на важких – на 1,5-2 см. У разі збільшення глибини заробки насіння понад 3-4 см схожість зменшується на 25-30%.

Догляд за посівами Після сівби озимого ріпаку поле коткують. Якщо з'явилася ґрунтова кірка, її руйнують ротаційною мотикою або легкими зубовими боронами. На широкорядних посівах в осінній і весняний, а також літній періоди ґрунт розпушують культиваторами для міжрядного обробітку УСМК-5,4Б.

Для збереження посівів від вимерзання одночасно з ріпаком через кожні півтора метри висівають два рядки кулісної рослини – білої або сизої гірчиці. До початку зими стебла гірчиці мають висоту 70-80 см, дерев'яніють, узимку не вилягають і затримують сніг. У західних областях озимий ріпак на зиму підгортають, що підвищує його зимостійкість. Підживлюють азотними добривами (див. удобрення озимого ріпаку).

Ріпак сильно пошкоджується шкідниками (хрестоцвіті блішки, попелиця, ріпаковий квіткоїд) тому проти цих шкідників потрібно застосовувати агротехнічні заходи захисту: глибоку оранку, чергування культур, просторову ізоляцію, оптимальні строки сівби.

За потреби проти шкідників застосовують хімічні обробки – посіви до цвітіння обприскують одним із таких препаратів, як волотон 500 50% к.е. – 1 л/га; децис форте, к.е. 0,1-0,015 л/га; фюрі 10%, к.е. –0,07-0,1 л/га.

Хвороби порівняно зі шкідниками завдають меншої шкоди ріпаку. Найбільш поширені хвороби: ніжка, снігова плісень, несправжня борошниста роса (пероноспороз), фомоз. Проти них застосовують один із таких фунтіцидів,

як альєтт 80% з.п. – 1,2-1,8 л/га; ридоміл Голд 68% в.р. – 2,5 л/га, спортак Альфа 38% – 1,5-2,0 л/га.

Захист від бур'янів. Бур'яни забирають у ріпаку вологу, елементи живлення, засмічують насіння ріпаку, підвищують його вологість.

Найбільш ефективним заходом захисту від бур’янів є хімічний – застосування гербіцидів. Для передпосівного внесення застосовують треф лан – 24% к.е., 2,4 л/га, для раннього післяпосівного внесення бутізан 400, 40% к.е. – 1,75-2,5 л/га; для пізнього післяпосівного – лонтрел 300, 30% в.р. – 0,35-0,5 л/га.

Для обприскування вегетуючої культури у фазі 2-6 листків застосовують зелек-супер, к.е. – 0,4-1,0 л/га, пантера – 4% к.е. – 1,0-2,0 л/га. У період цвітіння ріпаку його не обприскують, щоб не викликати масової загибелі бджіл.

Збирання озимого ріпаку

Ріпак дозріває нерівномірно, стручки розтріскуються, що веде до значних втрат врожаю. Збирають озимий ріпак як прямим, так і роздільним способами.

Пряме комбайнування. Урожай збирають у разі настання технологічної і повної стиглості, але до початку розтріскування стручків. Насіння при цьому темно-коричневе або чорне, тверде. У разі дотику до рослин насіння має “шелестіти” в стручках. Оптимальна вологість має бути 12%. Використовують зернові комбайни, спеціально переобладнані для збирання дрібнонасінних культур.

2.2. Розробка технології вирощування ріпаку для умов господарства

Технологія виробництва – це послідовний перелік операцій, необхідних для виробництва продукції із зазначенням умов і засобів їх виконання.

Найефективнішим способом підвищенням врожаїв, перш за все є введення нових інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарської продукції. Ці технології передбачають максимальне врахування біологічних

особливостей і умов вирощування високопродуктивних культур, найбільш повну механізацію всіх процесів і проведення робіт відповідно до агротехнічних вимог, розміщення посівів по кращих попередниках в системі сівозміни, старанну підготовку ґрунту, науково обґрунтовані норми добрив.

Розробку технології вирощування проводимо згідно умов та наявності техніки в господарстві на площі 100 га (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1. - Перелік основних операцій для вирощування ріпаку

№ п/п	Технологічна операція	Склад агрегату	
		марка трактора	марка с. - г. машини, знарядь
Основний обробіток грунту			
1	Лущення стерні	ХТЗ-150К	ЛДГ-15
2	Оранка	ХТА-200	ПЛН-5-35
Передпосівний обробіток грунту			
3	Боронування	Т-150К	БЗСС-1,0
4	Передпосівна культивація	МТЗ-80	КПСП-4
5	Протруювання насіння	ПС-10	
6	Сівба	МТЗ-1221	СПУ-6
Догляд за посівами			
7	Внесення гербіцидів	МТЗ-80	ОП-2000
Збирання врожаю			
8	Збирання врожаю	ДОН -1500	

Попередник:

Віка-овес на зелений корм

***Добрива*:** Мінеральних добрив, кг д.р./га – 175

- Азотних – 95
- Фосфорних – 50
- Калійних – 30.

***Сорт*. Ріпак озимий ТРАСТ КЛ (**рис. 2.4).



Рис. 2.4. - Рослина озимого ріпаку сорту ТРАСТ КЛ

Назва сорту: ТРАСТ КЛ Назва на англійській мові: TRUST CL

Заява №: 13040015 Рослина: Ріпак (рапс)

Основна культура: ріпак озимий Напрям використання: олійний.

Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп.

Урожайність: Полісся: 20,2 ц/га

Лісостеп: 34,9 ц/га

Степ: 21,4 ц/га

Продуктивність: середня

Зимостійкість (холодостійкість): 7,6-8 балів (вище середньої)

Стійкість до посухи: 7,9-8,8 балів (середня)

Стійкість до полягання: 8,4-9 балів (висока)

Стійкість до осипання: 7,5-7,8 балів (середня)

Стійкість до хвороб: 8,6-9 балів (висока)

Стійкість до окремих видів шкідників (хвороб):

Ріпаковий пильщик - 8,6-9 балів (висока)

Ріпаковий квіткоїд - 8,6-9 балів (висока)

Бактеріоз - 9 балів (висока)

Пероноспороз - 8,6-9 балів (висока)

Рік реєстрації: 2015

Заявник, власник, володілець, підтримувач:

Заявник: Норддойче Пфланценцухт Ганс-Георг Лембке КГ

Власник права на поширення сорту:

Норддойче Пфланценцухт Ганс-Георг Лембке КГ

Сівба*:*

Звичайним рядковим способом (норма висіву 2,5 млн.шт/га (15кг/га).

***Збирання врожаю*:**

Пряме комбайнування зернозбиральним комбайном.

Вибір типів і марок машин доцільно починати з енергетичних засобів (тракторів), а потім підбирати відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів марок тракторів необхідно враховувати:

1. Природно-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості.
2. Сільськогосподарські культури які вирощують на підприємстві.
3. Розміри полів, їх конфігурацію.
4. Характер виконаних виробничих операцій.
5. Враховувати наявний склад машинно-тракторного парку.

Використовуючи нормативні дані про наявність машинно-тракторного парку на підприємстві, склад комплексів машин для виробництва сої, обґрунтований за критеріями мінімуму приведених витрат і затрат робочого часу, наведено в додатках.

2.3. Огляд лущильників

Лущильники призначені для лущення стерні після збирання зернових, зернобобових та інших культур, передпосівного обробітку ґрунту, розпушення скиб після оранки тощо.

За конструкцією робочих органів лущильники поділяють: на лемішно полицеві, дискові.

Дискові лущильники випускають причіпні гідрофіковані, а лемішно-полицеві - начіпні та напівначіпні.

Лущення стерні проводять на глибину 4-12 см. Відхилення глибини лущення від заданої не повинно становити більш як 2 см.

Верхній шар ґрунту після обробітку повинен бути дрібногрудкуватим, а поверхня поля - рівною.

Лемішно-полицеві лущильники проводять лущення стерні після збирання зернових та інших культур на глибину до 12 см й оранку на глибину до 18 см.

Лемішно-полицеві лущильники

Плуг-лущильник напівначіпний ППЛ-10-25

Плуг-лущильник напівначіпний ППЛ-10-25 складається з передньої 8 і задньої 1 секцій рами (рис. 2.5.), десяти лемішно-полицевих корпусів 10, двох пневматичних 11 і двох металевих 9 коліс, механізмів регулювання глибини обробітку ґрунту, причіпного пристрою 7 з гідроциліндром 6, розкосу 2 і тяги 4 механізму піднімання лущильника. До кожної секції рами приєднується по п'ять корпусів. Кожну секцію можна використовувати окремо.

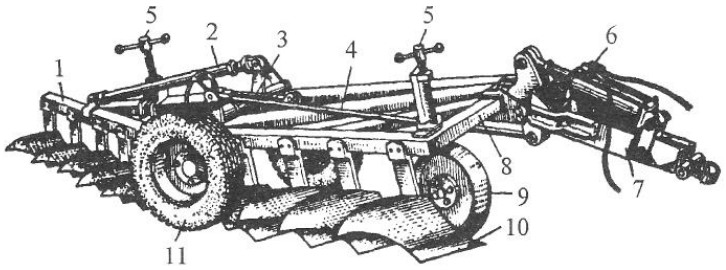


Рис. 2.5. - Плуг-лущильник ППЛ 10-25:

1 - задня секція рами: 2 - розкіс: 3 - механізм польового колеса: -1 – тяга механізму піднімання лущильників: 5 - гвинтовий механізм опорного колеса: 6 - гідроциліндр: 7 - причіпний пристрій: 8 - передня секція рами; 9 – опорне колесо: 10 - корпус: 11- ходове колесо.

Корпус складається з леміша, полиці і стойки. Робоча ширина захвату корпуса - 25 см. Плуг-лущильник обладнують корпусами для оранки з швидкістю 2,0, 2,5 і 3,3 м/с. Ці корпуси відрізняються між собою конфігурацією робочої лемішно-полицевої поверхні. Робочий процес лущильника проходить так само, як і лемішно-полицевого плуга.

Глибина обробітку регулюється гвинтовими механізмами 5 опорних коліс. Агрегатують плуг-лущильник ППЛ-10-25 із тракторами класу 3, а окремо передню та задню секції - з тракторами класу 1,4.

Ширина захвату - 2,5 м. Робоча швидкість - 7-12 км/год. Продуктивність - 1,75-3,0 га/год.

Плуг-лущильник ППЛ-5-25 є задньою секцією лущильника ППЛ-10-25. Він має п'ять корпусів, опорне колесо з гвинтовим механізмом, раму, замок автозчіпки СА-1 і пристрій для приєднання борін.

Глибину обробітку ґрунту регулюють гвинтовим механізмом опорного колеса. Ширина захвату - 1,25. Робоча швидкість - 7-12 км/год. Продуктивність - 0,87-1,5 га/год.

Плуг-лущильник ПЛС-6-25

Плуг-лущильник ПЛС-6-25 призначений для поверхневого обробітку ґрунту та оранки в садах. Він причіпний, має шість корпусів, раму, три опорних колеса і причіпний пристрій. Агрегатують з тракторами класу 2 і 3 (рис. 2.6.).

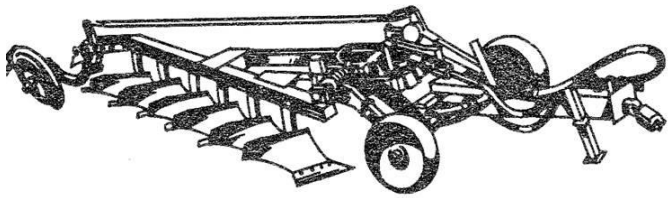


Рис. 2.6. - Плуг-лущильник ПЛС-6-25

Ширина захвату —1,5 м. Робоча швидкість - до 6,9 км/год. Продуктивність 0,7-1,1 га/год.

Дискові лущильники

Існує велика кількість марочного складу та фірм виробників дискових лущильників. Зупинимось на описі основних типах які широко використовують на території України.

Лущильники дискові гідрофіковані ЛДГ

Лущильники дискові гідрофіковані ЛДГ-5А, ЛДГ-ЮА(Б), ЛД-10, ЛД-14, ЛДГ-15А проводять лущення стерні на глибину 4-10 см, розпушення ґрунту, розрізування скиб після оранки та ін.

Лущильник ЛДГ-10Б складається з чотирьох лівих 11 (рис. 2.7, а) і чотирьох правих 8 робочих секцій (батарей), лівого 10 і правого 7 брусів секцій,

кареток 1 і 5, рами з причіпним пристроєм 3, двох опорних коліс 9, розсувних тяг 2 і 4, гідроциліндрів і маслопроводів.

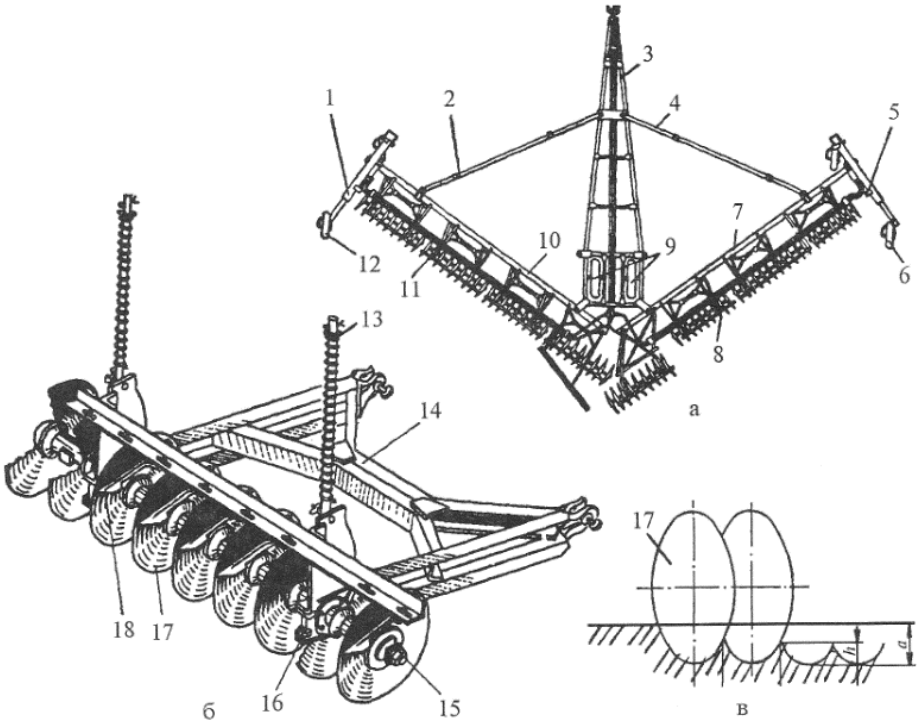


Рис. 2.7. - Лущильник дисковий ЛДГ-10Б:

а - загальний вигляд; б - права робоча секція; в - схема робочого процесу;

1 - ліва каретка; 2 і 4 - тяги розсувні; 3 - причіпний пристрій; 5 – права каретка; 6 і 12 - опорні колеса кареток; 7 і 10 - правий і лівий бруси секцій; 8 - права робоча секція; 9 - опорні колеса рами; 11 - ліва робоча секція; 13 - штанга з пружиною; 14 - рамка; 15 - вісь батареї; 16 - підшипник; 17 - диск; 18 - скребок

Ліві та праві робочі секції за будовою однакові. Відрізняються вони тільки тим, в який бік повернута сферична поверхня диска.

Робоча секція (рис. 2.7, б) складається з дев'яти сферичних дисків діаметром 450 мм, рамки 14, двох штанг з пружинами 13, осі 15, підшипників 16 та скребків 18. Диск 17 має загострену різальну кромку.

Права робоча секція, яка розміщена по центру лущильника, має подовжену рамку з метою перекриття стику лівих та правих секцій.

Каретки мають самоустановні колеса 6 і 12 й поздовжній брус. Лівий та правий бруси подібні. Кожний з них складається із труби, до якої приварені кронштейни для приєднання секцій.

Розсувні телескопічні тяги 2 і 4 однакові за будовою. Розсувна тяга складається з нижнього та верхнього кутників, які з'єднані між собою штирем. Розсувні тяги 2 і 4 дають можливість встановлювати диски під кутом (кут атаки) 35, 30, 20 і 15 до напрямку руху. Якщо кут атаки дисків 35 і 30, то він працює як лущильник, а при 20 і 15 - як дискова борона.

Механізм гідрокерування служить для переведення робочих секцій лущильника із робочого положення в транспортне та регулювання глибини обробітку ґрунту. Стійкість ходу секцій регулюють пружинами штанг.

Lemken Rubin

Конструкція Rubin дозволяє якісно перемішувати грунт, глибиною до 12 см, після чого істотно знижується втрата вологи від випаровування. Володіє високою швидкістю роботи не на шкоду якості (рис. 2.8).

Допускається використовувати Rubin навіть на полях з великою кількістю органічної маси. Це обумовлено конструктивними особливостями агрегату, а точніше - наявністю достатнього вільного простору в ньому. Розпушення грунту забезпечується зубчастими дисками напівсферичної форми, основу яких складають шарикопідшипники з тривалим експлуатаційним терміном, які потребують проведення технічного обслуговування.



Рис. 2.8. - Загальний вигляд агрегату RUBIN 9/600 KUA LEMKEN

Таблиця 2.2. - Технічні характеристики борони RUBIN 9/600 KUA LEMKEN

Ширина захвату	6 м
Альтернативна назва	Рубін 9 600 КУА Лемкен
Модель	Rubin 9/600 KUA
Робоча глибина	До 12 см
Тяговий механізм	від 210 л.с.
Маса конструкції	4921 кг
Розмір диска	620 мм
Призначення	Тяжкі грунти
Загальна кількість дисків	48 штук

Amazone Catros

Компактна дискова борона, що володіє необхідною маневреністю на полі через свої невеликі габарити (рис. 2.9.). Має тривалий експлуатаційний термін, а також наступні переваги:

- 2 ряди дисків, що сприяє якісному розпушення грунту.
- Додатковий захист дисків, для якої використовуються гумові демпфери.
- Проводить ущільнення грунту після його розпушення.



Рис. 2.9. - Загальний вигляд агрегату Amazone Catros

Таблиця 2.3. - Технічні характеристики Catro + 6002-2

Ширина захвату	6 м
Робоча швидкість	від 12 до 18 км/ч
Тяговий механізм	180 л.с.
Діаметр дисків	510 мм
Кількість дисків	2 х 24
Відстань між дисками	250 мм

Глибина обробітку	від 3 до 15 см
Довжина	2.65 м
Ширина	2.95 м
Висота	3.60 м
Маса	2840 кг

Дискова борона для мульчування на прикладі ЛДМ-8-ПК

Найбільш підходящі механізми для розпушування ґрунту глибиною до 12 см. Знаряддя виконані з надійних і довговічних сплавів, ідеально справляються навіть з проблемними ділянками землі. Ряди дисків не тільки розпушують ґрунт, але і якісно подрібнюють бур'яни, кореневі системи (рис. 2.10)



Рис. 2.10. - Загальний вигляд агрегату

Дискові лущильники зарекомендували себе як надійні і довговічні механізми з мінімальним і недорогим технічним обслуговуванням. Пристрій дискового лущильника, в деяких випадках, дозволяє навіть проводити ремонт і складання своїми руками. Дисковий лущильник незамінний після збору врожаю і при необхідності підготовки поля до наступного сезону.

Таблиця 2.4. - Технічні характеристики модельного ряду ЛДМ

Модельний ряд	**ЛДМ-4 П**	**ЛДМ-5 П**	**ЛДМ-6-ПК**	**ЛДМ-7-ПК**	**ЛДМ-8-ПК**
Робоча ширина захвату	4150 мм	5150 мм	6150 мм	7150 мм	8150 мм
Тяговий механізм	130-150 л.с.	150-190 л.с.	190-210 л.с.	230-250 л.с.	250-270 л.с.
Кількість дисків	34 штук	42 штук	50 штук	58 штук	66 штук
Робоча швидкість	До 18 км/ч	До 18 км/ч	До 18 км/ч	До 18 км/ч	До 18 км/ч
Продуктивність	до 4,63 Га за 1 час	до 5,75 Га за 1 час	до 6,86 Га за 1 час	до 7,98 за 1 час	до 9,1 за 1 час

Висновки. В даному розділі ми розглянули лущильники та визначили їх слабкі сторони. Виходячи з цього, у наступному розділі зробимо пропозицію модернізації сільськогосподарського обладнання – лущильника.

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Опис досліджуваного агрегату

В нашому випадку ми пропонуємо для лущення стерні після попередника віка-овес на зелений корм використовувати агрегат у складі трактора ХТЗ-150К та лущильника ЛДГ-15.

3.1.1. Трактор «ХТЗ-150К-09.172.00»

Сучасний образ трактора ХТЗ-150К-09.172.00 в поєднанні з новітніми сільськогосподарськими знаряддями дозволяє виконувати повний комплекс робіт в агросфері (рис. 3.1, табл. 3.1).



Рис. 3.1. - Загальний вигляд трактору ХТЗ-150К-09.172.00

Застосування:

- сільське господарство: обробка грунту, посів, прибирання, транспортування, кормозаготівля;
- техніка спеціального призначення: обслуговування ліній електропередач, транспортування залізничних складів (трактор повністю замінює локомотив);
- лісне господарство.

Таблиця 3.1. - Технічна характеристика ХТЗ-150К-09.172.00

Модель двигуна	ЯМЗ-236М2-59
Потужність номінальна, кВт (к.с.)	132 (180)
Номінальна частота обертання (об./хв)	2100
Число циліндрів, шт.	6
Робочий об'єм, л.	11,15
Питома витрата палива в транспортному режимі	245 (180)
Максимальний крутний момент Нп/ об/хв	667/1250-1450
Паливний бак, л.	430
Коробка передач	12/4, механічна
Максимальна транспортна швидкість	30,08
Вал відбору потужності	незалежний
Частота обертання ВВП об./хв	540 та 1000
Загальна інформація про навісний пристрій	гідравлічне; двоциліндровий; 2-х і 3-х точковим налагодженням
Максимальна вантажопідйомність	5000
Продуктивність насоса (л./хв)	86
Кількість вільних пар гідровиводами розподільника	2
Акумуляторна батарея	6СТ-190А3, 2 шт.
Напруга мережі, В	12
Напруга стартера, В	24
Аудіопідготовка	+
Система мікроклімату	кондиціонування; вентиляція; обігрів;
Гідропідсилювач керма	+
Додаткове сидіння	+
Довжина, ширина, висота	6596, 2460, 3490
Колісна база, мм	2860
Шини	21, 3 R 24 ФД-14 АНС10
Ширина колії	1680 або 1860
Радіус повороту, м	6,7
Агротехнічний просвіт, мм	400
Маса експлуатаційна, кг.	8460

3.1.2. Опис запропонованого до використання агрегату

Лущильник дисковий гідрофікований ЛДГ-15

Лущильник призначений для лущення грунту на глибину 4-10 см після збирання зернових культур, а також для догляду за парами в якості однопрохідної дискової борони, для оброблення пластів і роздрібнення брил

після оранки (рис. 3.2). Так само пристосований до роботи на ущільнених грунтах з різним складом, для розбивки великих грудок і задерніння земляних пластів відповідно до агротехнічних вимог, подрібнення пожнивних залишків, підрізання бур'янів на необроблених площах після збирання різних культур.



Рис. 3.2. - Лущильник ЛДГ-15 в роботі

Лущильник ЛДГ-15А складається з дванадцяти правих та лівих робочих дискових секцій, правого та лівого брусів, правої та лівої кареток, двох центральних опорних коліс, рами, двох розсувних тяг, гідросистеми та причіпного пристрою (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. - Технічні характеристики ЛДГ-15

Ширина захвату, м	16
Глибина обробітку, см	4-10
Продуктивність, га/ч	9-11
Робоча швидкість, км/ч	10
Кут атаки дисків, °	15/20/30/35
Транспортна швидкість, км/ч	20
Габаритні розміри і маса	
Маса, кг	4200

Робочими органами є сферичні ліві та праві диски. Дискові батареї шарнірно приєднані до брусів секцій, обладнані натискними штангами з пружинами. Батарея має дев'ять сферичних дисків.

Диски батарей лущильника встановлюють з кутом атаки 15, 20, 30 і 35°.

Глибину обробітку ґрунту (4-10 см) регулюють гвинтом механізму піднімання. Стійкість ходу дискових робочих секцій забезпечують стисканням пружин натискних штанг.

Агрегатують з тракторами Т-150, Т-150К, К-701А.

Основні переваги ЛДГ-15:

- Збільшення ширини пластин з'єднання обойми з рамою;

- Мінімальні зазори зчленування цапфи скоби обойми і втулки на рамі;

- Замість зварної використовується цільна скоба обойми;

- Додатково встановлений шпренгель підвищує жорсткість брусів в транспортному положенні;

- Шина ходового колеса 6,5 - 16 замінена на шину 9,0 - 12;

- Розбіжність спарених коліс в напрямку руху ліквідовано за рахунок чого грунт не згрібається колесами під час роботи;

- Простота конструкції обумовлює простоту в техобслуговуванні;

- Великий діапазон кутів атаки ЛДГ-15;

- Швидка можливість переходу з робочого в транспортне положення за рахунок гідравліки.

3.2. Елементи теорії розрахунку дискового лущильнику

3.2.1. Робочі органи дискових лущильників

Дискові знаряддя застосовуються для розпушування грунту, знищення бур'янів, подрібнення пожнивних залишків, дроблення грудок. Після обробки дисковими знаряддями поверхня поля покрита мульчувальним шаром, що сприяє збереженню вологи.

Робочі органи дискових знарядь, сферичні або плоскі диски (рис 3.3), здійснюють не тільки поступальний рух разом з машиною, а й обертаються навколо своєї осі. Тому вони менш енергоємні, легко перекочуються через невеликі перешкоди, які не забиваються рослинними залишками, які не залипають, повільніше зношуються. У зв'язку з цим дискові знаряддя останнім

часом отримали велику популярність. Вони особливо ефективні на полях зі значною кількістю дерену, а також при реалізації технологій з мінімальною обробкою грунту.



Рис. 3.3. - Типи робочих органів дискових знарядь:

а – гладкий сферичний диск; б – вирізний сферичний диск («ромашка»); в – диск спеціальний (лівий і правий); г – диск V55

Можна виділити чотири основні групи дискових ґрунтообробних знарядь:

- дискові лущильники,

- дискові борони (батарейні борони);

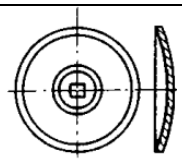
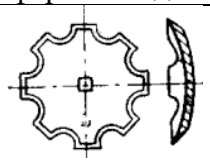
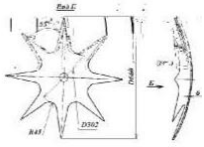
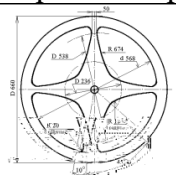
- дискатори (діскокатори; діскати; фронтальні борони або борони з індивідуальними стійками робочих органів)

- голчасті борони (мотики).

Дисковими лущильниками виконують післязбиральної обробки грунту на глибину 4 ... 10 см з метою збереження ґрунтової вологи, подрібнення стерні і провокаційного загортання насіння бур'янів.

Аналіз літературних джерел показує, що як робочі органи в конструкції дискових лущильників застосовують (табл. 3.3): : сферичний диск, вирізний диск, “зірчастий” ротор, “кільцевий” ротор.

Таблиця 3.3. - Робочі органи дискових лущильників

Робочий орган	Основне призначення	Характеристика розподілення органічних речовин
 Сферичний диск	Встановлюється на лущильниках та боронах, для лущення стерні, розпушування ґрунту	Задовільне розподілення органічних речовин, яке різко зменшується в нижніх шарах профілю, що обробляється
 Вирізний диск	Встановлюється на лущильниках та боронах, для лущення стерні, розпушування ґрунту	Задовільне розподілення органічних речовин, яке різко зменшується в нижніх шарах профілю, що обробляється
 “Зірчастий” ротор	Встановлюється на лущильниках та боронах, для лущення стерні, розпушування ґрунту, з мінімальним рівнем руйнування агрономічно цінної структури ґрунту	Незадовільне розподілення органічних речовин, обмежене особливостями процесу роботи
 “Кільцевий” ротор	Встановлюється на лущильниках та боронах, для лущення стерні, розпушування ґрунту в режимі відриву, з мінімальним рівнем руйнування агрономічно цінної структури ґрунту	Незадовільне розподілення органічних речовин, скиба ґрунту практично не обертається

Батареї дискових лущильників встановлюються в один ряд (рис. 3.4), а батареї дискових борін - в 2 ряди зі зміщенням на половину відстані між дисками.

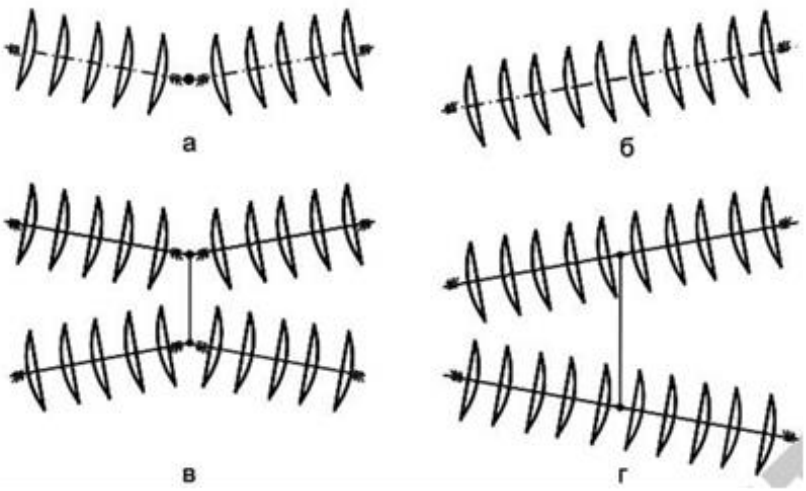


Рис. 3.4. - Схеми розміщення батарей на дискових знаряддях:

а, б — лущильники; в, г — дискові борони.

Кут між напрямком руху знаряддя і площиною розташування лез дисків α називається кутом атаки. Для лущильників даний кут становить α = 20 ... 35 °. Від величини цього кута залежить глибина і якість обробки, яке по агротехнічним вимогам оцінюється висотою до гребенів, утворених між проходами двох сусідніх дисків. Для лущильників h <0,5.

Висота h гребенів залежить від діаметра D диска, відстані b між дисками і кута α атаки.

3.2.2. Визначення основних параметрів дискових робочих органів

Якість роботи дискового робочого органу оцінюється повнотою підрізання або вичісування рослинних решток, кришенням і перевертанням скиби ґрунту, вирівняністю поверхні обробленого поля, висотою гребенів на дні борозни та інше. Ці показники залежать від геометричних параметрів дискових робочих органів: діаметра диска D, радіусу кривизни диска R товщини диска δ, кута різання θ, кута заточки (загострення) і , кількості вирізів на дискові $n_в$, ширини вирізів $ш_в$, глибини вирізів $h_в$ (рис. 3.5).

Діаметр диска необхідно вибирати найменшим із допустимих значень, тому що із його збільшенням зростає вертикальна складова реакції ґрунту, із-за чого зростає навантаження необхідне для заглиблення диска у ґрунт. Діаметр диска залежить від заданої глибини обробітку ґрунту і визначається із співвідношення:

$$D = k \cdot a, \text{ мм} \qquad (3.1)$$

де k - коефіцієнт: для дискових плугів k =3–3,5; для лущильників k =4–6. Причому, більше значення k необхідно приймати для важчих умов роботи машини.

α - глибина обробітку ґрунту, мм.

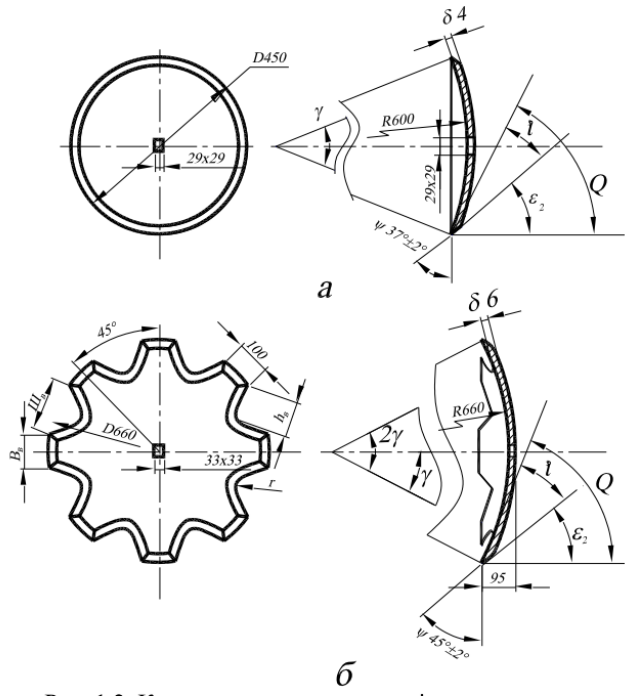


Рис. 3.5. - Конструктивна схема дисків з основними геометричними параметрами:

а – з суцільною різальною крайкою; б – вирізні;

D – діаметр диска; R – радіус кривизни; δ – товщина диска; $ш_в$ – ширина вирізу; $в_д$ – ширина виступу; $h_в$ – глибина вирізу; 2γ – кут при вершині сектора; $ε_1$- кут нахилу твірної конуса загострення до площини різальної крайки; і – кут загострення; ψ- затильний кут; θ- кут різання диска

Радіус диска R визначає здатність кришити і перевертати скибу ґрунту. Чим менший радіус, тим інтенсивніше кришиться і перевертається скиба. Радіус кривизни диска R визначається із залежності:

$$R = \frac{D}{2\sin\gamma}, \text{ мм} \tag{3.2}$$

де γ- половина кута при вершині сектора (γ=22-26^0).

Для визначеного D менший радіус буде при більших значеннях γ. Величина кута γ визначається за виразом.

$$\gamma = \alpha - \theta, \text{ град}$$

де α–кут атаки (кут установки площини леза диска до напрямку руху агрегату для лущильників α=10-40^0). Чим більший кут атаки тим глибше обробляється ґрунт, зменшується висота гребенів на дні борозни і збільшується повнота підрізання кореневищ, які знаходяться у ґрунті, але погіршується сходження скиби ґрунту з диска (залипають).

θ–кут різання диска. Величина θ_a на заданій глибині обробітку визначається сумою:

$$\theta_a = i + \varepsilon_2 \text{, град}$$

де і - кут загострення дисків з зовнішньої (випуклої) сторони:

і =10-20^0 для лущильників

ε- затильний кут на глибині ходу диска. У сферичних дисках затильний кут змінний по діаметру (висоті) диска. Величина його повинна складати ε_2=3-5^0 для лущильників, тому що диски обробляють ущільнений ґрунт.

Кути θ і γ для розрахунків розмірів дисків необхідно знати на діаметральному їх перерізі, а працездатність дисків залежить від значень ε_2 та ψ_a на рівні глибини його ходу в ґрунті.

Перерахунок кутів виконують через кут ψ - кут нахилу твірної конуса заточення до площини різальної крайки на рівні горизонтального діаметра і ψ_a - на рівні перерізу, який проведений на висоті а від нижньої крайки диска (рис. 3.6).

Кут ψ_a визначається із залежності:

$$\psi_a = \alpha - \varepsilon_2, \text{ град} \tag{3.3}$$

А його перерахунок на екваторіальний переріз виконується за виразом:

$$\psi = arctg\frac{k \cdot tg\psi_a}{\sqrt{k-1}}, \text{ град} \tag{3.4}$$

Тоді кут γ можна визначити з рівняння:

$$\gamma = \psi - i, \text{ град}$$

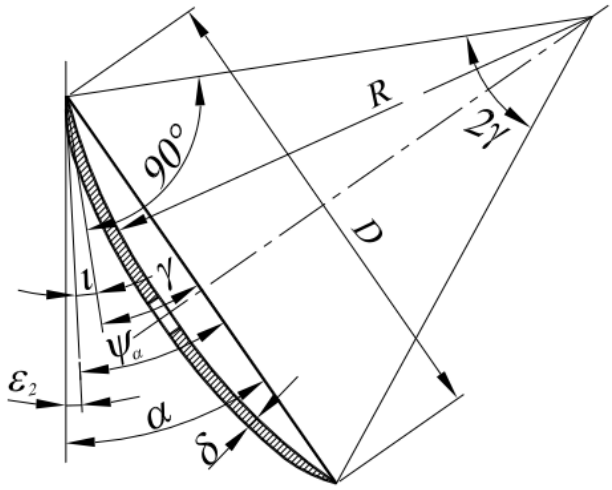


Рис. 3.6. - Схема сферичного диска в робочому положенні

Товщина сферичних дисків δ визначається за емпіричною залежністю:

$$\delta = 0{,}008D, \text{ мм.} \tag{3.5}$$

Ширина вирізів $ш_в$ і виступів $в_в$ визначається із співвідношення:

$$ш_в = (1{,}0\text{-}1{,}5)\ в_в, \text{ мм.} \tag{3.6}$$

Кількість вирізів дорівнює:

$$n_в = \frac{\pi D}{ш_в + (1{,}0 - 1{,}5)в_в}, \text{ шт.} \tag{3.7}$$

Кількість вирізів має бути цілим числом і на сучасних дисках виконується від 5 до 12 штук. В розрахунках підбирають величину ширини вирізів для визначення їх кількості. Слід пам’ятати, що із збільшенням числа вирізів інтенсивність обробітку ґрунту зростає, але зменшується довговічність та збільшується вартість дисків.

Глибина вирізів вh визначається із залежності:

$$h_в = \frac{1}{8}D, \text{ мм.} \tag{3.8}$$

3.2.3. Основи розрахунку роботи дискового робочого органу

Існує безліч описів роботи дискових робочих органів - дисковий ніж, який виконує розрізання пласта, сферичний або конічний диск, який виконує розрізання та переміщення пласта в сторону під певним кутом атаки. Всі ці

описи засновані на формулі В.П. Горячкіна, яка була виведена для робочого процесу плуга, а не дискового робочого органу.

Нами пропонується представити робочий процес диска ґрунтообробного знаряддя наступним чином. При роботі дискового ґрунтообробного знаряддя (рис. 3.7) на максимально можливу глибину 120 мм з кутом атаки α> 0 робочою поверхнею буде не вся заглиблена частина сферичного диска ABCD (рис. 3.7, б), а лише частину диска BCD (рис. 3.7, б), тому що диски йдуть з деяким перекриттям (рис. 3.7, а).

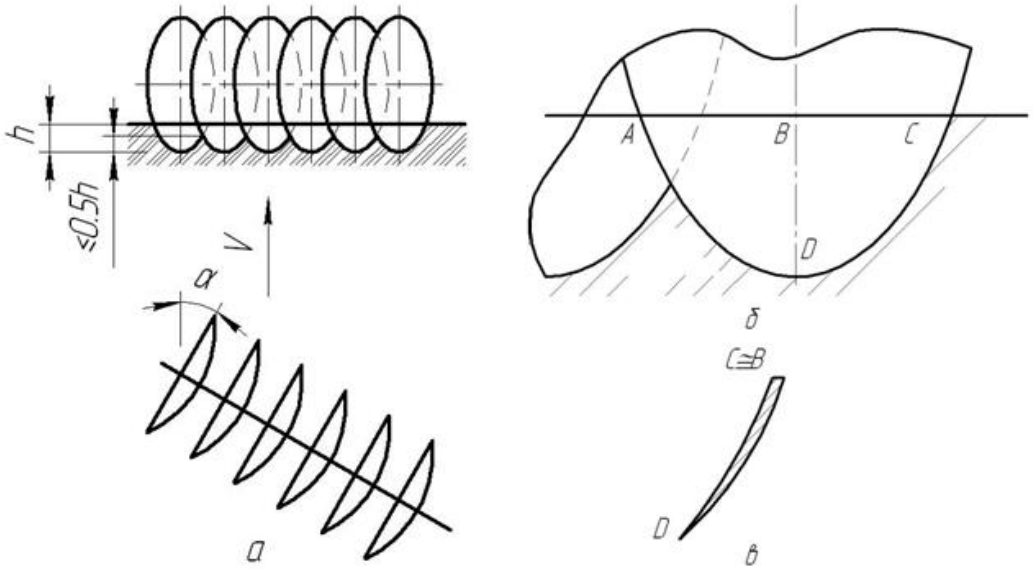


Рис. 3.7 – Секція лущильника:

а – в роботі; б – робоча поверхня диска (приближена); в – вид робочої поверхні диска в перерізі.

Радіус сфери диска становить 600 мм, однак, сегмент диска BCD (рис. 3.7, в) настільки малий, що сферу в подальших розрахунках можна замінити площиною проходить через точки B, C, D. Це дозволить з'ясувати фізичну картину взаємодії робочих органів з ґрунтом і отримання більш точних аналітичних виразів, що встановлюють залежність опору роботі в параметричної формі (у функції обсягу зрізаного шару ґрунту).

Горизонтальну складову силу опору роботі лущильника можна розглядати як суму сили опору різання Wp (h, H), що є функцією товщини

зрізаного шару ґрунту h, висоти ґрунтового пласта H перед диском, і сили опору Wпр (H) переміщенню ґрунтового шару перед диском:

$$P_{01Г} = W_p(h, H) + W_{пр}(H). \tag{3.9}$$

Вертикальна складова сили опору роботі лущильника також може розглядатися як сума двох складових:

$$P_{01В} = W_{в.н}(h, H) + W_{в.о}(H), \tag{3.10}$$

де $W_{в.н}(h,H)$ – вертикальна сила на дисковому ножі;

$W_{в.о}(H)$ – вертикальна сила на сферичній поверхні диска.

Для визначення сили опору $W_p(h,H)$ зрізання грунту приймаємо розрахункову схему (рис. 3.8, а).

Дисковий ніж лущильника ВС підрізає грунтовий пласт на глибину h. Грунт перед ножем розглядається як однорідна маса, сколюватися під деяким кутом ковзання ψс до горизонтальної площини.

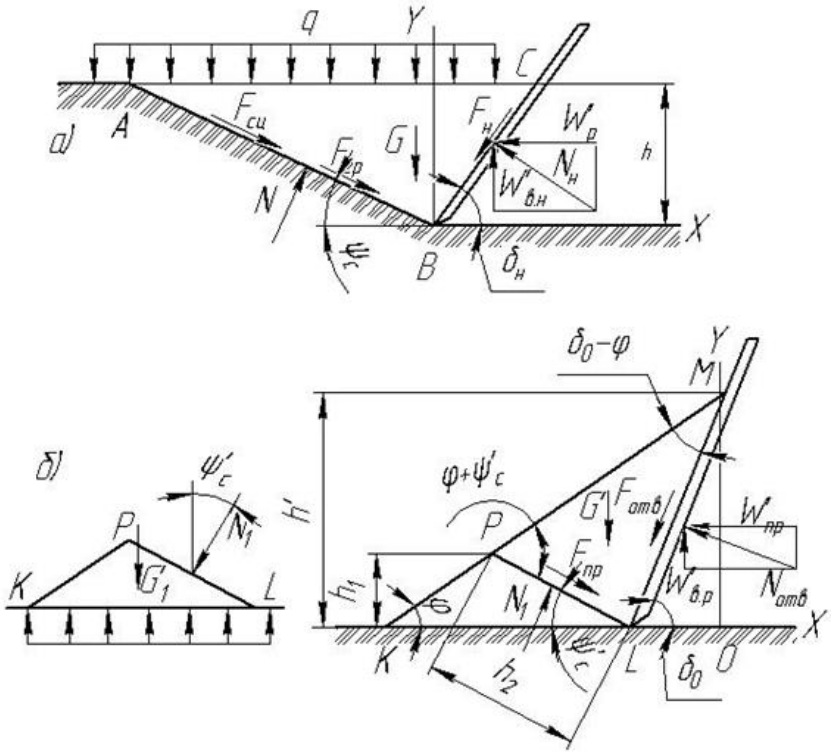


Рис. 3.8 – Розрахункові схеми взаємодії з грунтом робочих органів дискових грунтообробних машин:

а – розрахункова схема різання грунту лезом диска; б – розрахункова схема переміщення ґрунтового шару сферою диска.

На одиницю ширини сколюватися масиву грунту діє вага G грунту, умовна пригрузка з інтенсивністю q, нормальна реакція Nн ножа, нормальна реакція грунту N, сила тертя грунту про дисковий ніж Fн, сила тертя Fгр грунту об грунт і сила зчеплення грунту Fсц.

У процесі роботи всі геометричні розміри даної системи є функцією змінної величини h товщини зрізаного пласта грунту.

На сколюватися масив грунту діє вертикальне навантаження Q, еквівалентна рівномірно розподіленим пригрузкою:

$$Q = q \cdot AC \cdot 1 = qh\frac{tg\delta_н + tg\psi_c}{tg\delta_н tg\psi_c} . \quad (3.11)$$

Вага грунту G дорівнює:

$$G = \frac{\gamma_{гр} h^2}{2}\frac{tg\delta_н + tg\psi_c}{tg\delta_н tg\psi_c} , \quad (3.12)$$

де $\gamma_{гр}$ – об'ємна вага грунту.

Сила зчеплення:

$$F_{сц} = AB \cdot 1 \cdot C = \frac{Ch}{\sin\psi_c} , \quad (3.13)$$

де C – коефіцієнт зчеплення.

Для визначення сили $N_н$ нормального тиску ножа на грунт складемо рівняння рівноваги:

$$\sum X_i = 0;\ F_{сц}\cos\psi_c + F_{гр}\cos\psi_c + N\sin\psi_c - F_н\cos\delta_н - N_н\sin\delta_н = 0;$$

$$\sum Y_i = 0;\ -Q - G - (F_{сц} + F_{гр})\sin\psi_c + N\cos\psi_c - F_н\sin\delta_н + N_н\cos\delta_н = 0;$$

$$F_{гр} = Ntg\varphi_{гр};\ F_н = Ntg\varphi_{мет} , \quad (3.14)$$

де $\varphi_{гр}$ – кут внутрішнього тертя грунту;

$\varphi_{мет}$ – кут тертя грунту об метал.

В результаті рішення отриманої системи рівнянь знаходимо:

$$N_{н} = \frac{\left[\frac{\gamma_{гр} h^2}{2} + qh + Ch\frac{(\operatorname{tg}\psi_c + \operatorname{ctg}\psi_c)}{(\operatorname{tg}\psi_{гр} + \operatorname{tg}\psi_c)(\operatorname{ctg}\psi_c + \operatorname{ctg}\delta_{н})}\right](\operatorname{ctg}\psi_c + \operatorname{ctg}\delta_{н})}{\left[(\operatorname{ctg}\delta_{н} - \operatorname{tg}\varphi_{мет}) + \frac{\operatorname{tg}\varphi_{мет}\operatorname{ctg}\delta_{н} + 1}{\operatorname{tg}(\varphi_{гр} + \psi_c)}\right]\sin\delta_{н}} \tag{3.15}$$

Опір грунту різанню для всієї ширини ножа визначається за виразом:

$$W_{р}(h,H) = B(N_{н}\sin\delta_{н} + F_{н}\cos\delta_{н}). \tag{3.16}$$

Вертикальна складова сили різання на весь ніж дорівнює:

$$W_{в.н}(h,H) = B(N_{н}\sin\delta_{н} + F_{н}\sin\delta_{н}). \tag{3.17}$$

Для визначення опору грунтового шару приймемо розрахункову схему (рис. 3.14, б).

Грунт перед диском розглядається як однорідний масив, що ковзає під кутом ψc'. Диск умовно замінений площиною розташованої по хорді до поверхні диска.

На масив грунту діють сили: вага грунту G', нормальна реакція з боку відвалу Nотв, нормальна реакція грунту N1, сила грунтового пласта Fпр і сила тертя грунту про відвал $F_{отв}$.

Геометричні розміри масиву грунту розглядаються як змінні величини, які є функцією висоти грунтового пласта:

$$PL = H\frac{\sin(\delta_0 - \varphi)}{\sin(\varphi + \psi_c')\sin\delta_0};$$

$$h_1 = H\frac{1 - \operatorname{ctg}\delta_0\operatorname{tg}\varphi}{1 + \operatorname{tg}\varphi\operatorname{ctg}\psi_c'};$$

$$h_2 = H\frac{\sin(\delta_0 - \varphi)\sin(\delta_0 + \psi_c')}{\sin(\varphi + \psi_c')\sin\delta_0}. \tag{3.18}$$

Вага грунту G′ =

$$G' = \frac{\gamma_{гр}' H^2}{2}\frac{\sin(\delta_0 - \varphi)\sin(\delta_0 + \psi_c')}{\sin(\varphi + \psi_c')}, \tag{3.19}$$

де $\gamma'_{гр}$ – об'ємна вага грунту в шарі.

Вага грунту G_1' =

$$G_1' = \frac{\gamma' H^2}{2} \frac{(1 - \operatorname{ctg}\delta_0 \operatorname{tg}\varphi_0)\sin(\delta_0 - \varphi)}{(1 + \operatorname{tg}\varphi \operatorname{ctg}\psi_c')\sin\varphi \sin\delta_0}. \quad (3.20)$$

Для визначення нормальної реакції відвалу Nотв на грунт і нормальної реакції грунту N1 складемо рівняння рівноваги:

$$\sum X_i = 0;\ F_{сц}\cos\psi_c + F_{гр}\cos\psi_c + N\sin\psi_c - F_н\cos\delta_н - N_н\sin\delta_н = 0;$$

$$\sum Y_i = 0;\ -Q - G - (F_{сц} + F_{гр})\sin\psi_c + N\cos\psi_c - F_н\sin\delta_н + N_н\cos\delta_н = 0;$$

$$F_{гр} = N tg\varphi_{гр};\ F_н = N tg\varphi_{мет}, \quad (3.\ 21)$$

Вирішуючи систему рівнянь, визначимо:

$$N_1 = \frac{\frac{\gamma'_{гр}H^2}{2}\frac{\sin(\delta_0 - \varphi)\sin(\delta_0 + \psi_c')}{\sin^2\delta_0 \sin(\varphi + \psi_c')\cos\psi_c'}}{(1 - \operatorname{tg}\varphi_{гр}\operatorname{tg}\psi_c') + (\operatorname{tg}\varphi_{гр} + \operatorname{tg}\psi_c')\operatorname{ctg}(\varphi_{мет} + \delta_0)};$$

$$N_{отв} = \frac{\frac{\gamma'_{гр}H^2}{2}\frac{\sin(\delta_0 - \varphi)\sin(\delta_0 + \psi_c')}{\sin^2\delta_0 \sin(\varphi + \psi_c')\cos\delta_0}}{\operatorname{ctg}(\psi_c' + \varphi_{гр})(\operatorname{tg}\varphi_{мет} + \operatorname{tg}\delta_0) + (1 - \operatorname{tg}\varphi_{мет}\operatorname{tg}\delta_0)}. \quad (3.22)$$

Сила опору пласта грунту на ширину робочої частини диска:

$$W_р(h,H) = B(N_н\sin\delta_н + F_н\cos\delta_н). \quad (3.23)$$

Вертикальна складова сили опору пласта на ширину робочої частини диска визначається за виразом:

$$W_{в.о}(H) = B(N_{отв}\cos\delta_0 - F_{отв}\sin\delta_0). \quad (3.24)$$

Після визначення нормальної реакції N1 стає можливим визначити пригрузку q на масив сколюватися пласта:

$$q = \gamma'_{гр}H + \frac{F_{отв}\sin\delta_0}{AC \cdot B}. \quad (3.25)$$

В отриманих виразах величина Н є функцією обсягу вирізаної грунту.

$$H = \sqrt{\frac{2V_{гр}\sin\varphi_{гр}\sin\delta_0}{B\sin(\delta_0 - \varphi_{гр})}} = \sqrt{\frac{2V_{гр}}{B(\operatorname{ctg}\varphi_{гр} - \operatorname{ctg}\delta_0)}}. \quad (3.26)$$

Таким чином, отримані аналітичні вирази дозволяють встановити залежність горизонтальної Р01Г і вертикальної Р01В, складових сили опору

дискового ґрунтообробного знаряддя в функціях обсягу вирізаного пласта ґрунту.

3.3. Розрахунок елементів досліджуваного робочого органу

Розрахунок на міцність стояка диска

Розрахунок приводимо для стояка сферичного диска.

Основна сила, діюча в конструкції при роботі агрегату, це сила опору ґрунту. Це сила з якою діє ґрунт на внутрішню поверхню сферичного диска.

Із попередніх розрахунків при глибині ходу диска 9,0 см ця сила дорівнює 4,85 kH.

Визначаємо максимальні напруження, що діють на стояк диска.

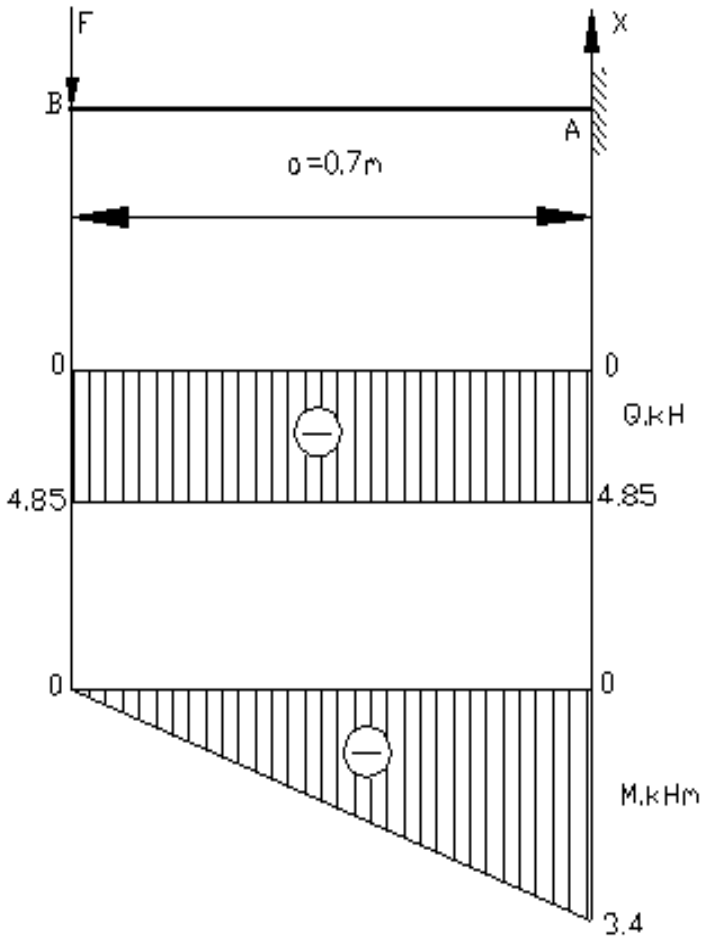


Рис. 3.9. - Епюра навантаження і згинального моменту стояка сферичного диска

Визначаємо реакцію опори проектуючи силу на вісь ОХ (рис 3.9)

$$\sum X = 0;$$

$$F - X_a = 0;$$

$$F = X_a;$$

$$X_a = 4{,}85 \text{ кН}.$$

Складаємо рівняння відносно точки А і визначаємо максимальний момент, оскільки найбільш напружена точка – точка А

$$M_{\max} = F \cdot a \tag{3.27}$$

$$M_{\max} = 4{,}85 \cdot 0{,}7 = 3{,}4 kH \cdot м$$

Підбираємо переріз за нормальними напруженнями

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{oc}} \le [\sigma] \tag{3.28}$$

де W_{oc} осьовий момент перерізу

$[\sigma]$ допустимі напруження на згин (для сталі 45 $[\sigma] = 18 kH / cm^2$)

$$W_{oc} = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}, \tag{3.29}$$

$$W_{oc} = \frac{3400}{18} = 188{,}8 cm^3$$

Визначаємо діаметр валу при $[\delta]_{зг} = 34 МПа$

Діаметр валу

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{0.1[\delta]_{зг}}} = \sqrt[3]{\frac{34}{0.1 \cdot 18 \cdot 10^6}} = 0.027 м$$

Враховуючи конструктивні потреби, приймаємо діаметр вала d=50 мм.

Розрахунок зварних швів рами агрегату

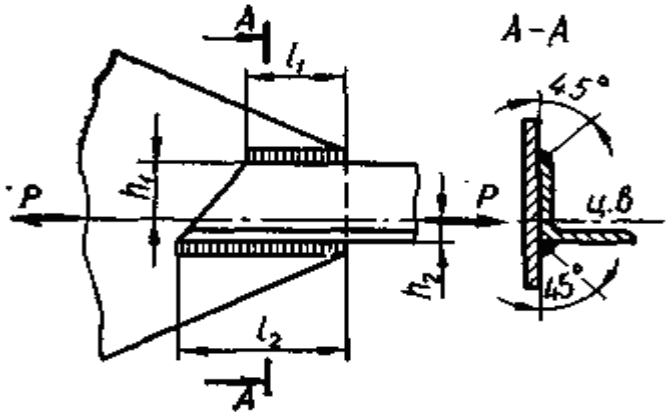


Рис. 3.10. - Схема зварних швів

Визначаємо потрібні розміри флангових швів, що з'єднують штаби. Розтягальна сила Р=140 кН, а допустиме напруження на зріз для металу шва [τе]=110 Мпа; δ=1 см; δ1=0,8 см; b=10см; b1=12.5 см

$$l = \frac{P}{1.4\delta[\tau_e]} + 0.01м = \left(\frac{140\cdot10^{-3}}{1{,}4\cdot1\cdot10^{-2}\cdot110} + 0{,}01\right)м = 10{,}1 \text{ см} \qquad (3.30)$$

Знайдемо потрібні довжини l1 та l2 флангових швів, які з'єднують рівнобокий кутник № 5 з косинкою, при дії навантаження Р=60 кН.

Умова міцності на зріз двох шків має вигляд

$$\tau = \frac{P}{(l_1 + l_2)\delta\cdot\cos45^0} \le [\tau_e] \qquad (3.31)$$

Де δ – товщина полиці кутника.

Загальна довжина швів при δ=5 мм

$$(l_1 + l_2) \ge \frac{P}{\delta\cos45^0[\tau_e]} = \frac{60\cdot10^{-3}}{5\cdot10^{-3}\cdot0.7\cdot90}м = 0{,}19 \text{ м=19 см} \qquad (3.32)$$

Щоб забезпечити однакові умови роботи обох швів, треба співвідношення для швів вибрати зворотним співвідношенню відстаней h1 та h2 що визначають положення центра ваги кутника, через який проходить сила Р, тобто l1/l2=h2/h1 При h1=3,6 см та h2=1,4 см

l1/l2=1,4/3,6=0,4 l2=19/1,4=13,5 см l1=19-13,5=5,5см

Розрахунок рами

Взаємний кут нахилу α є додатковою невідомою величиною в універсальних рівняннях для ω (x) та θ (x). Як і початкові параметри ω0 та θ його визначають з умов на опорах.

Залежно від розрахункової схеми балки можливі два основних варіанти додаткових умов на опорах:

1. Умова нульового прогину на правій опорі. Звідси визначають тільки кут α.

2. Умова нульового прогину на опорах B та C. Кут α тут визначають разом з в розв'язанням системи двох алгебраїчних рівнянь.

Для балки побудуємо епюри Q, M, θ та ω; доберемо двотавровий переріз з умов міцності та жорсткості, якщо M = 160 кН·м; α = 2 м; [σ] = 160 МПа; [f] = 10 мм.

Обчисливши реакції на опорах MA, RA та RB, будуємо епюри Q і M. Для побудови епюр θ та ω треба перш за все визначити їхні значення на межах усіх ділянок. Запишемо універсальне рівняння пружної лінії для крайньої правої ділянки балки D E, враховуючи, що геометричні початкові параметри θ0 та ω0 дорівнюють нулю:

$$\omega(x) = \alpha(x-a) + \frac{1}{EJ}\left[-M_0\frac{x^2}{2} + R_A\frac{x^3}{3} - R_B\frac{(x-2a)^3}{3} - M\frac{(x-5a/2)^2}{2}\right] \quad (3.33)$$

Значення взаємного кута повороту перерізу в шарнірі C — (ac) знайдемо з умови нульового прогину в перерізі над правою опорою B:

Обчисливши реакції на опорах MA, RA та RB, будуємо епюри Q і M. Для побудови епюр θ та ω треба перш за все визначити їхні значення на межах усіх ділянок.

Запишемо універсальне рівняння пружної лінії для крайньої правої ділянки балки D E, враховуючи, що геометричні початкові параметри θ0 та ω0 дорівнюють нулю:

$$\omega(x) = \alpha(x-a) + \frac{1}{EJ}\left[-M_0\frac{x^2}{2} + R_A\frac{x^3}{3} - R_B\frac{(x-2a)^3}{3} - M\frac{(x-5a/2)^2}{2}\right] \quad (3.34)$$

Значення взаємного кута повороту перерізу в шарнірі С — (ас) — знайдемо з умови нульового прогину в перерізі над правою опорою В:

ωB=ω(2a)=0

Рівняння для прогину в перерізі В дістанемо з виразу , викресливши останній доданок та поклавши x = 2α:

$$\omega_B = \omega(2a) = \alpha a + \frac{1}{EJ}\left[-M\frac{4x^2}{2} + \frac{M}{a}\frac{8a^3}{6} \right] = 0 \tag{3.35}$$

Звідки

$$\alpha = \frac{2}{3}\frac{M_a}{EJ} \tag{3.36}$$

Підставивши вираз в рівняння, матимемо остаточне рівняння пружної лінії для ділянки балки D E:

$$\omega(x) = \frac{1}{EJ}\left[\frac{2}{3}Ma(x-a) - M\frac{x^2}{2} + \frac{M}{a}\frac{x^3}{3} - \frac{M}{a}\frac{(x-2a)^3}{3} - M\frac{(x-2.5a)^2}{2} \right] \tag{3.37}$$

З рівняння можна дістати рівняння для решти ділянок балки.

Рівняння кутів повороту для всіх ділянок знайдемо диференціюванням рівнянь пружної лінії на відповідних ділянках.

Перейдемо до вибору перерізу балки. Найбільший згинальний момент Mmax = M = 160 кН·м. З умови міцності

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{160 \cdot 10^{-3}}{160} = 10^{-3} 1000 \text{см} \tag{3.38}$$

За сортаментом вибираємо двотавр № 45, для якого W = 1231 см^3; J = 27 696 см^4. Перевіримо, чи виконується умова жорсткості. Знаходимо стрілу прогину

$$f = \frac{25}{24}\frac{Ma^2}{EJ} = \frac{25}{24}\frac{160 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 27696 \cdot 10^{-8}} = 0.012\text{м} = 1{,}20\text{см} \tag{3.39}$$

Умова жорсткості не виконується:

Отже, розміри перерізу балки треба збільшити, виходячи з умови жорсткості

$$f = \frac{25}{24}\frac{160\cdot 10^{-3}\cdot 2^2}{2\cdot 10^5 J_z} \le 1 \text{ см}=0{,}01 \text{ м} \qquad (3.40)$$

З рівняння знаходимо, що

$$J_z \ge \frac{25}{24}\frac{160\cdot 10^{-3}\cdot 4}{0.01\cdot 2\cdot 10^5} = 334\cdot 10^{-6} \text{ м4}=33400 \text{ см4}$$

За сортаментом вибираємо двотавр № 50 (J = 39 727 см4).

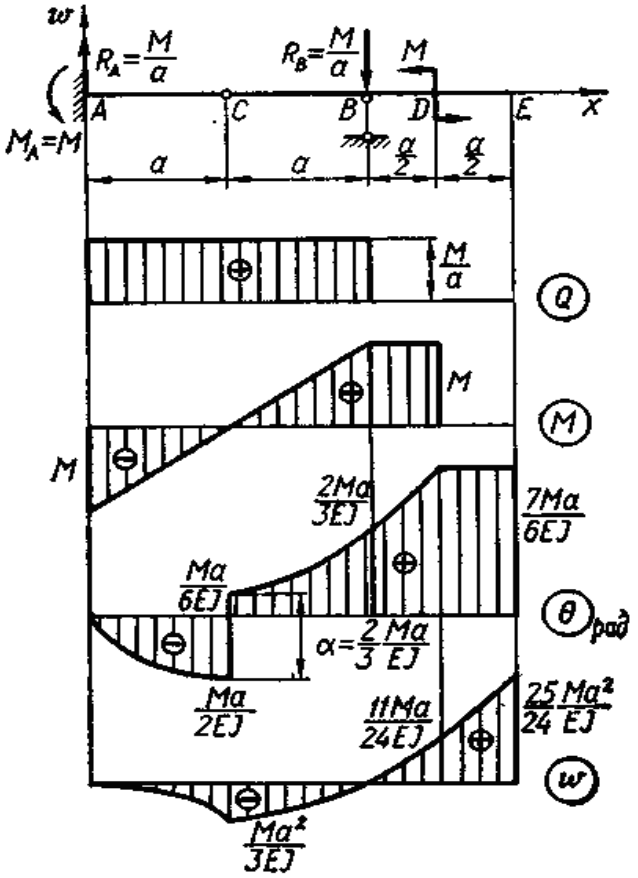


Рис. 3.11 – Епюри крутних моментів.

Розрахунок болтового з'єднання рами

Розрахунковий діаметр болта визначаємо за формулою:

$$d_p = \sqrt{\frac{4\cdot Q_{разр}}{\pi\cdot[\sigma_p]}} \qquad (3.41)$$

де Qразр – розрахункова сила для болта,

$[\sigma_p]$ – допустима напруга на розрив, МПа;

Допустиму напругу на розрив визначаємо за формулою:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]} \quad (3.42)$$

де [S] = 3 – коефіцієнт запасу міцності;

σ_T =240 МПа – границя міцності для сталі ст.3.

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$[\sigma_p] = \frac{240}{3} = 80 \text{ МПа}$$

Розрахункову силу болта визначаємо за формулою:

$$Q_{расч} = 1.3 \cdot Q \quad (3.43)$$

де Q – сила затягування болта.

$$Q = \frac{\kappa \cdot F}{i \cdot f} \quad (3.44)$$

де к=1,3 – коефіцієнт запасу щеплення;

F=250 Н – сила, яка діє на з'єднання;

i=2 – число площин тертя;

f=8 – коефіцієнт щеплення

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$Q = \frac{1{,}3 \cdot 250}{2 \cdot 8} = 20 \text{ Н},$$

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$Q_{расч}$=1.3·20=26 Н,

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 33{,}8}{3{,}14 \cdot 80 \cdot 10^3}} = 0{,}02 \text{ мм.}$$

Приймаємо болт М 20

Висновки. В даному розділі запропоновано модернізацію лущильника та проведені усі необхідні технічні розрахунки на міцність конструкції.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Визначення небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації ґрунтообробної техніки

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Виявлені основні виробничі небезпеки на виробництві повинні бути відповідно проаналізовано. Для цього використовують логічне моделювання безпеки праці і займаються складанням відповідних таблиць.

До небезпечних фізичних факторів в нашому випадку можна віднести: трактори і механізми; незахищені рухливі елементи виробничого обладнання (привідні та передавальні механізми, деталі, що обертаються тощо); відлітаючі частки, підвищена температура поверхонь обладнання тощо.

На роботах по експлуатації лущильника застосовуються енергетичний засіб (трактор) та безпосередньо ґрунтообробний агрегат, конструкція яких, при недодержані правил безпеки, може бути небезпечна для людини. Основні небезпеки занесені до таблиці 4.1.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться мікроорганізми (бактерії, віруси тощо) і макроорганізми (рослини і тварини), вплив яких на працюючих викликає травми або захворювання. До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервово-психічні перевантаження (перенапруження аналізаторів слуху, зору та ін.). Під час роботи на зазначеному агрегаті вплив небезпечних виробничих факторів в більшій мірі залежить від кваліфікації робітників, технічного стану техніки, стану грунту та погодно-кліматичних умов. Між шкідливими і небезпечними

виробничими чинниками спостерігається певний взаємозв'язок. У багатьох випадках наявність шкідливих факторів сприяє прояву травмонебезпечних ситуацій.

Таблиця 4.1. - Логічне моделювання виробничих небезпек при експлуатації лущильника

Технологічні операції	**Небезпека**			**Можливі наслідки**
	Небезпечна умова	**Небезпечна дія**	**Небезпечна ситуація**	
Технічне обслуговування лущильника	Некваліфіковані кадри	Проведення регулювальних робіт	Пошкодження конструктивних елементів машини	Аварія, травмування
	Відсутність спеціального інструменту	Демонтаж конструктивних елементів	Неможливість проведення ряду ремонтних робіт	Травмування, порушення норм техніки безпеки
	Відсутність індивідуальних засобів захисту	Робота з шліфувальною машиною	Пошкодження диска шліфувальної машини	Травми
Переміщення агрегату по дорогам	Нерівність дорожнього покриття	Рух з підвищеною швидкістю	Втрата керованості агрегату	Аварія
	Недотримання вимог транспортування техніки		Деформація елементів конструкцій під час руху	Аварія
Робота в полі	Наявність сторонніх предметів на поверхні поля	Рух агрегату по поверхні поля	Пошкодження ріжучої лапи	Порушення технологічного процесу, аварія
	Механізатор в стані алкогольного сп’яніння або стомленості	Неадекватна реакція на виконання технологічного процесу	Втрата керованості агрегату	Аварія, травми
	Деформація робочих органів	Ремонт під час роботи агрегату	Потрапляння людини в зону дії робочих органів	Травмування, аварія
	Пошкодження герметичності паливної системи	Неуважність механізатора	Загорання машини	Пожежа
Постановка на зберігання	Очищення робочих органів агрегату	Різкий рух робітника	Деформація робочих поверхонь	Аварійна ситуація

Аналіз даних таблиці вказує на те, що дотримання основних вимог з техніки безпеки дозволить запобігти значної частини небезпечних ситуацій та зберегти життя і здоров'я працівників.

Висновки. В даному розділі запропоновано заходи з охорони праці при роботі з удосконаленим лущильником, запропоновано логічне моделювання виробничих небезпек при експлуатації лущильника .

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ АГРЕГАТУ

5.1. Розрахунок техніко-економічних показників роботи агрегату

З балансу часу зміни визначаємо час чистої роботи агрегату.

$$Тсм = Тр+Тх.х+Тто+Тф+Тпр; \quad (5.1)$$

де Тсм = 7 ч – час зміни;

$Т_Р$ – час чистої роботи, ч;

Тх.х. – час холостого хода, ч;

$Т_Т$о - час на технічне обслуговування; ($Т_{то}$-0,3 ч)

Тф - час на фізіологічні потреби; (Тф=0,3 ч)

Тпр - час простоїв, ч;

Визначаємо час простоїв:

$$Т_{П}р = К \times Тсм; \quad (5.2)$$

де Тсм – час зміни (Тсм=7ч)

К - коефіцієнт простоїв (к=0,07)

$$Т_{ПР} = 0,07 \times 7 = 0,49 \text{ ч} \quad (5.3)$$

Визначаємо сумарний час робочого і холостого ходу:

$$Т_Р + Т_{х.х} = Тсм - (Т_Т о+Тф+Т_П р) \quad (5.4)$$

$$Тр+Т_{х.х} = 7 - (0,3+0,3+0,49) = 5,9 \text{ ч}$$

Визначаємо час одного робочого ходу:

$$t_Р = \frac{l_Р}{V_Р}; \quad (5.5)$$

де $l_р$ – довжина робочого гону $l_р$ = 900 м.

$V_р$ – робоча швидкість $V_р$ = 8,9 км/ч.

$$t_Р = \frac{900 \times 10^{-3}}{8,9} = 0,10 \text{ ч};$$

Визначаємо кількість робочих ходів

$$n_{РХ} = \frac{Т_Р+Т_{Х.Х.}}{t_Р+t_n} \quad (5.6)$$

де t_n – час одного повороту (t_n = 0,01 ч)

$$n_{РХ} = \frac{5,9}{0,10 + 0,01} = 53$$

Визначаємо час робочий:

$$T_Р = t_Р \times n_{Р.Х} = 0,1 \times 53 = 5,3 \quad (5.7)$$

Визначаємо час холостого хода

$$T_{Х.Х} = (T_Р + T_{Х.Х}) - T_Р = 5,9 - 5,3 = 0,3 \text{ ч} \quad (5.8)$$

Визначаємо час роботи двигуна на зупинках

$$T_О = T_Ф + ½\ T_{ТО} + T_{ПР} = 0,3 + ½ \times 0,3 + 0,49 = 0,94 \text{ ч} \quad (5.9)$$

Визначаємо коефіцієнт використання робочого часу

$$\tau = \frac{T_Р}{T_{СМ}} = \frac{3}{7} = 0,75 \quad (5.10)$$

Визначаємо годинну продуктивність

$$W_ч = 0,1 \times B_р \times V_р \times \tau \quad (5.11)$$

де $B_р$ – робоча ширина захвата

$$W_ч = 0,1 \times 15 \times 8,9 \times 0,75 = 10,01$$

Визначаємо розрахункову змінну продуктивність

$$W_{СМ} = 0,1 \times B_р \times V_р \times T_р = 0,1 \times 15 \times 8,9 \times 5,3 = 71 \text{ га/см} \quad (5.12)$$

Визначаємо витрату палива на 1 га

$$q = \frac{T_р \times Q_р + T_Х \times Q_Х + T_О \times Q_О}{W_{СМ}} \quad (5.13)$$

де $Q_Р$ – годинна витрата палива при робочому ході, $Q_Р$ = 28,4 кг/ч;

$Q_Х$ – годинна витрата палива при холостому ході, $Q_Х$ = 19,4 кг/ч;

$Q_О$ – годинна витрата палива на зупинках $Q_О$ = 5,4 кг/ч.

$$q = \frac{3 \times 28,4 + 3 \times 19,4 + 0,94 \times 5,4}{71} = 4,3 \text{ кг/га}$$

5.2. Розрахунок економічної ефективності від впровадження нової технології чи системи машин

Експлуатаційні витрати по машино-тракторних агрегатах при виконанні механізованих робіт з розрахунку на одиницю цих робіт визначається за формулою:

$$E=З+G+T_р + A, \quad (5.14)$$

де: *З* - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуванням;

G - вартість паливно-мастильних матеріалів;

Тр - витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування;

А – амортизаційні відрахування.

$$E=16,6+131,6+14,6+22 = 184,8 \text{ грн.}$$

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно – тракторний агрегат:

$$З= \frac{Зм \cdot Nм \cdot Км \cdot Зр \cdot Nр \cdot Кр}{Wз}, \quad (5.15)$$

де: *Зм* і *Зр* – тарифна ставка за зміну механізаторам (344 грн.);

Nм і *Np* – кількість механізаторів та інших робітників;

Км і *Кр* – коефіцієнт додаткової оплати праці механізаторам та іншим робітникам;

Wз – змінна норма виробітку.

$$З= \frac{344 \text{ x } 1 \text{ x } 3,28}{66,2} = 16,6 \text{ грн.}$$

При цьому оплата праці визначається виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої на відповідний рік. цю заробітну плату повинні одержувати працівники, зайняті на ручних роботах в рослинництві, що виконують роботу за першим тарифним розрядом. Для визначення тарифних ставок інших розрядів використовують між-розрядні коефіцієнти. Додаткова оплата праці встановлюється залежно від фінансового стану підприємств. Нарахування на фонд оплати праці (пенсійне забезпечення, соціальне страхування, страхування від нещасного випадку на виробництві та інші).

Вартість паливо – мастильних матеріалів, витрачено на одиницю роботи:

$$G = Q \text{ x } Ц_п \quad (5.16)$$

де: *Q* – витрати пального на одиницю роботи на одній операції, *кг/га*;

Цп – ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів (48 грн.);

$$G= 4,7 * 48 = 131,6 \text{ грн.}$$

Витрати на капітальний та поточний ремонти і технічне обслуговування по машинно-тракторному агрегату з розрахунку на одиницю роботи визначається за формулою:

$$T_p = \frac{1}{100W}\left(\frac{Бт \bullet Вт}{Рт} + \frac{Бзч \bullet Взч}{Рзч} + \frac{Бм \bullet Nм \bullet Вм}{Рм}\right), \quad (5.17)$$

де: Бт, Бзч, Бм – балансова вартість трактора, зчіпки сільськогосподарської машини, *грн.* Визначається множенням ціни трактора, зчіпки, машини на коефіцієнт 1,1.

Вт, Взч, В*м* – норма відрахувань на поточний та капітальний ремонти і технічне обслуговування відповідно для тракторів, зчіпки, с.-г. машин, %

Nм – кількість сільськогосподарських машин в агрегаті;

W – продуктивність агрегату за 1 годину часу, *га/год*;

Рт, Рзч, Рм – річна завантаженість відповідно трактора, зчіпці, с.-г. машини, %.

$$T_p = \frac{1}{100x9,5}\left(\frac{989500 \text{ x } 6,6}{1300} + \frac{185700 \text{ x } 14}{295}\right) = 14,6 \text{грн.}$$

Амортизаційні відрахування по машинно-тракторному агрегату:

$$A = \frac{1}{100W}\left(\frac{Бт \bullet а_з}{Тт} + \frac{Бзч \bullet а_{зч}}{Тзч} + \frac{Бм \bullet Nм \bullet а_м}{Тм}\right), \quad (5.5)$$

де: $а_з$, $а_{зч}$, $а_м$– норма амортизаційних відрахувань по трактору, зчіпці,с.-г. машині, %

$$A = \frac{1}{100x9,5}\left(\frac{989500 \text{ x } 19,5}{1300} + \frac{185700 \text{ x } 9,6}{295}\right) = 42 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до тривалості використання об’єктів основних засобів на вирощування окремої культури, їх балансової вартості та нормативних відрахувань.

Згідно діючим в Україні податковим законодавством, норм амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних засобів на початку звітного періоду в таких розмірах: для першої групи – 5 %, для другої групи – 15 %, для третьої – 25 %.

Після виконання розрахунків за формулами 5,2 - 5,5 за допомогою формули 1 визначаються експлуатаційні витрати по машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$К_п = \frac{1}{W}\left(\frac{Бт}{Тт} + \frac{Бзч}{Тзч} + \frac{Бм \bullet Nм}{Тм}\right), \quad (5.6)$$

$$К_п = \frac{1}{9,5}\left(\frac{989500}{1300} + \frac{185700}{295}\right) = 146,4 \text{ грн}$$

Наведені витрати щодо машинно-тракторних агрегатів розраховують за формулою:

$$В_з = Е + k_н \cdot К_п, \quad (5.7)$$

де: грн– нормативний коефіцієнт капіталовкладень, грн = 0,15.

$$В_з = 184,8 + 0,15 \text{ х } 146,4 = 206,8 \text{ грн.}$$

Тарифні ставки механізаторам і працівникам на ручних роботах у рослинництві приймають такими щоб при виконанні робіт найнижчою кваліфікацією (перший розряд) забезпечити мінімальну заробітну плату, яка розраховуються з мінімальною заробітної плати.

У технологічні карті підбивається підсумок заробітної плати за тарифом з усім операціями для механізаторів і для інших робітників, а потім розраховується додаткова оплата. Таким чином ми одержуємо загальний фонд оплати праці за технологічною картою.

Потребу в пальному розраховують за формулою:

$$П_{пмм} = q \text{ х } О \quad (5.8)$$

де: q – витрати пального на одиницю роботи на даній операції, *кг/га.*

$$П_{пмм} = 4,7 \text{ х } 100 = 470 \text{ кг}$$

Витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$Г = П_{пмм} \text{ х } Ц \quad (5.9)$$

де: $Ц$ – комплексна ціна 1 кг пального, яка включає також вартість необхідної кількості мастильних матеріалів (48 грн.)

$$Г = 470 \text{ х } 48 = 13160 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт та капітальний ремонти і технічне обслуговування визначаються у відсотках від балансової вартості машин,коригуються залежно від зношеності машинно-тракторного парку. Вони визначаються за формулою:

$$T_p = \frac{\text{Бк x p}}{100} \quad (5.10)$$

де: *Бк* – балансова вартість усіх машин даної марки, що припадає на вирощування культури, визначається за формулою:

$$T_p = \left(\frac{7992{,}1 * 6{,}6}{100}\right) + \left(\frac{6609{,}7 * 14}{100}\right) = 1452{,}9\text{грн}$$

$$\text{Бк} = \text{Б x } \frac{\text{Тк}}{\text{Тн}} \text{ x } N\text{м}, \quad (5.11)$$

де: *Б* – балансова вартість однієї машини даної марки, *грн*;

Nм – кількість машин в агрегаті, шт.;

Тк– зайнятість машин на вирощуванні даної культури, *год*;

Тн– нормативна річна зайнятість машини, *год*.

$$\text{Бк} = 989500 * \left(\frac{10{,}5}{1300}\right) = 7992{,}1\text{грн.}$$

$$\text{Бк} = 185700 * \left(\frac{10{,}5}{295}\right) = 6609{,}7\text{грн.}$$

Балансова вартість машини розраховується за формулою:

$$Б = 1{,}1\text{x } Ц_м \quad (5.12)$$

Зайнятість машин на вирощуванні культури визначається складанням кількості норм-змін на всіх операціях, виконаних даною машиною і множенням цієї суми на 7 годин;

$$T_к = \sum 7\text{x } H_{зм}, \quad (5.13)$$

$$T_к = 7\text{x}1{,}5 = 10{,}5 \text{ мото-год.}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{\text{Бк•а}}{100} \quad (5.14)$$

де: *а* – норма амортизаційних відрахувань, %.

$$A = \left(\frac{7992{,}1 * 19{,}5}{100}\right) + \left(\frac{6609{,}7 * 9{,}6}{100}\right) = 2193 \text{ грн.}$$

Вартість насіння визначається за нормами висіву на 1 га і вартістю посівного матеріалу за формулою:

$$Вн = Нв \bullet Цн \bullet Пк \quad (5.15)$$

де: *Нв* – норма висіву насіння (15 *кг/га*);

Цн – ціна насіння (40,8 *грн./кг*);

Пк – площа посіву культури, *га*.

$$Вн = 15 \text{ x } 40{,}8 \text{ x } 100 = 61200 \text{ грн.}$$

Витрати на мінеральні добрива. Вартість мінеральних добрив визначається, виходячи з прогнозованих норм їх внесення під різні культури та ціни за 1 *кг* діючої речовини за формулою:

$$Вм = (Нп*Цп+Нр*Цр+Нк*Цк)*Пк, \quad (5.16)$$

де: *Н* – норма внесення добрив, ц*/га*;

Ц – ціна добрив*, грн./кг д.р.*

$$Вм = (95 * 12{,}9 + 50 * 7{,}9 + 30 * 14{,}6) * 100 = 205850 \text{ грн/кг}$$

Витрати на засоби захисту рослин визначаються за нормами їх внесення та середніми цінами придбання за формулою:

$$В_{ззр} = \sum_{i-1}^{n} Qox \bullet Цox \bullet Пк, \quad (5.17)$$

де: *Qox* – кількість використаного отрутохімікату на 1 *га, кг*;

Qox – ціна використаного отрутохімікату 1-того найменування, *грн./га*.

$$В_{ззр} = \sum_{i-1}^{n} 2{,}5 \text{ x } 320 \text{ x } 100 = 80000 \text{ грн.}$$

Витрати на оренду (*О*) земельних ділянок або часток (паїв) приймаються в розмірі (2100 грн.) *грн/га*.

Витрати на автотранспорт розраховуються за формулою:

$$Т = От \bullet Втк, \quad (5.18)$$

де: $О_т$ – обсяг транспортних робіт, який виконується автомобілями, *т.км*;

$В_{тк}$ – вартість одного тонно-кілометра, *грн./т.км.*

$$Т = 1212{,}5 \text{ x } 4{,}5 = 4243{,}8 \text{ грн.}$$

Інші матеріальні витрати (І) розраховуємо в розмірі 10 % від суми прямих витрат без вартості насіння та суми амортизаційних відрахувань.

$$I= ((З+Г+Т_р+Т+Вм+О+В_{ззр})х10)/100 \quad (5.19)$$

З - загальний фонд заробітної плати всіх працівників, зайнятих на вирощуванні й збиранні;

Г - витрати на паливо-мастильні матеріали;

$Т_р$ – витрати на капітальний та поточний ремонти і технічне обслуговування по МТА з розрахунку на одиницю роботи;

Т - витрати на автотранспорт;

Вм - витрати на мінеральні добрива;

О - витрати на оренду земельних ділянок або часток;

$В_{ззр}$ - витрати на засоби захисту рослин;

$$I= ((32706,5 + 13160,7 + 1452,9 + 4243,8 + 205850 + 210000 + 80000) * 10)/100 = 54741,4 \text{грн.}$$

Страхові платежі (Ст) розраховуємо в розмірі 5 % від суми прямих та інших витрат без суми амортизаційних відрахувань.

$$С_Т= ((З+Г+Т_р+Т+Вн+Вм+О+В_{ззр}+І)х7)/100 \quad (5.20)$$

Вн -вартість насіння

І - Інші матеріальні витрати

$$Ст = ((32706,5 + 13160,7 + 1452,9 + 4243,8 + 61200 + 205850 + 210000 + 80000 + 54741,4) * 7)/100 = 46434,9 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати (Взв) розраховуються у розмірі 5% від суми прямих витрат без суми амортизаційних відрахувань:

$$Взв = ((З+Г+Т_р+Т+Вн+Вм+О+В_{ззр})х5)/100 \quad (5.21)$$

$$Взв = ((32706,5 + 13160,7 + 1452,9 + 4243,8 + 61200 + 205850 + 210000 + 80000) * 5)/100 = 30430,7 \text{ грн}$$

5.3. Розрахунок собівартості продукції

Собівартість усієї виробленої продукції обчислюємо за формулою:

$$C = З + Г + А + Тр + Т + Вн + Вм + Вззр + О + Ст + І + Взв, \quad (5.22)$$

де: *З* – оплата праці з нарахуванням*, грн.;*

Г – вартість паливно-мастильних матеріалів, *грн.;*

А– амортизаційні відрахування, *грн.;*

Тр– витрати на капітальні та поточні ремонти і технічні обслуговування, *грн.;*

Т – транспортні витрати, *грн.;*

Вн– вартість насіння, *грн.;*

Вм – вартість мінеральних добрив, *грн.;*

Вззр – витрати на засоби захисту рослин, *грн.;*

О – орендна плата, *грн.;*

Ст – страхові платежі, *грн.;*

І – інші витрати, *грн.;*

Взв – загальновиробничі витрати, *грн.;*

$$С=32706,5 + 13160,7 + 2193 + 1452,9 + 4243,8 + 61200 + 205850 + 80000 + 210000 + 46434,9 + 54741,4 + 30430,7 = 742413,9 грн$$

Собівартість 1 *ц* продукції:

$$Сц = \frac{С}{В}, \quad (5.23)$$

де: *В* – валовий збір, *ц.*

$$В = 22 \text{ Х } 100 = 2200 \text{ ц.}$$

$$Сц = \frac{742413,9}{2200} = 337,5 \text{ грн}$$

Висновки. В техніко-економічній частині нашого проекту запропонований розрахунок економічних показників агрегату та розрахована економічна ефективність від впровадження запропонованої системи машин.

ВИСНОВКИ

Нами було розроблено дипломний проект на тему: «Удосконалення процесу механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції лущильника».

В першій частині проекту нами було проаналізовано виробничо-технологічну характеристику ПП фірма «Оріон» Петриківського району Дніпропетровської області. Аналіз дозволив окреслити основні позитивні сторони в діяльності господарства – це наявність певного набору сільськогосподарської техніки для вирощування ріпаку, а також наявність мінімальної сівозміни на полях товариства.

В другому розділі нами було проведено вивчення технологічних особливостей вирощування озимого ріпаку в межах окресленого господарства. Нами було вибрано набір техніки для проведення комплексу операцій з вирощування культури, проведено огляд лущильників та ґрунтообробної техніки для проведення операції лущення стерні після попередника..

В теоретичній частині нами було проведено аналіз агрегату у складі трактора ХТЗ-150К та лущильника ЛДГ-15. Також було проведено розрахунки дискового лущильнику та запропоновані ряд модифікацій для покращення робочих органів. Також проведено конструкторський розрахунок елементів досліджуваного агрегату.

Розділ охорони праці включає в себе вивчення основних небезпечних виробничих факторів при проведенні операції лущення , які необхідно проводити в окресленому господарстві.

Розрахунки економічних показників вирощування озимого ріпаку дозволили зазначити, що вирощування даної культури економічно доцільно та рентабельно, за впровадження в господарстві удосконаленого лущильника.

В цілому при розробці дипломного проекту були закріплені набуті теоретичні знання і навички самостійної роботи, які є основою для роботи спеціаліста інженера-механіка

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Масло В.Р. Енергетична оцінка ріпаку як сировини для виробництва біопалива / В. Р. Масло // Винахідник і раціоналізатор. - 2010. - № 9/10. С. 23-26.

2. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: Навчально-методичний посібник / За ред. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. − К.: Аграрна освіта, 2006. 256 с.

3. Бондаренко В. М. Удосконалення технології вирощування ріпака ярого в умовах зрошення Півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / В. М. Бондаренко ; Херсон. держ. аграр. ун-т. - 2003. 16 с.

4. Гусєв М. Г. Агроекологічна оцінка режимів зрошення ріпаку ярого при вирощуванні в умовах південного Степу України / М. Г. Гусєв // Таврійський науковий вісник : зб. наук. пр. - Херсон : Айлант, 2008. - Вип. 57. С. 102-110.

5. Джура Ю. Ріпак озимий : вирощуємо без форс-мажорів / Ю. Джура // Пропозиція. - 2012. - № 7. С. 52-55.

6. Дишлюк С. М. Економічні аспекти виробництва ріпаку як стратегічної культури енергетичного сектору Росії та України / С. М. Дишлюк // Актуальні проблеми економіки. - 2008. - № 9. С. 49-58

7. Бикін А.В. Вплив водорозчинних комплексних добрив на продуктивність ріпаку озимого в умовах Лівобережного Лісостепу / А. В. Бикін, Н. М. Зінченко // Вісник аграрної науки. - 2012. - № 3. С. 9-12.

8. Кирпа М. Ріпак : особливості обробки та збереження врожаю / М. Кирпа // Пропозиція. - 2010. - № 8. С. 70-73.

9. Ковальчук Г. М. Ріпак озимий - цінна олійна і кормова культура / Г. М. Ковальчук. - К. : Урожай, 1987. 106 с.

10. Кушнір І. В. Перспективи виробництва та переробки ріпаку в Україні / І. В. Кушнір // Економіка АПК. - 2006. - № 11. С. 27-30.

11. Лаба Ю. Захист сходів ріпаку озимого / Ю. Лаба // Пропозиція. - 2012. - № 7. С. 68-70.

12. Лазаревич А.Н. Ефективність використання ріпаку на зелений корм у раціонах молочної худоби / А. Н. Лазаревич // Економіка АПК. - 2012. - № 9. С. 15-18.

13. Листопад В. Український ріпак зможе задовольнити апетити Європи. Але з якою вигодою? / В. Листопад // Пропозиція. - 2008. - № 9. - С. 46-49.

14. Лихочвар В. Особливості технології вирощування ріпаку / В. Лихочвар // Пропозиція. - 2008. - № 7. С. 90-92.

15. Лихочвар В. Як зменшити ризики вимерзання ріпаку / В. Лихочвар, С. Каленська // Пропозиція. - 2012. - № 7. С. 46-48.

16. Лихочвор В. Ріпак - делікатес для слимаків / В. Лихочвор, Я. Гойсалюк // Пропозиція. - 2011. - № 1. С. 86-88.

17. Лихочвор В. Ярий ріпак - не тільки страхова культура / В. Лихочвор, І. Бачинський // Пропозиція. - 2010. - № 3. С. 50-53.

18. Лялько В.І. Аерокосмічний контроль посівів озимого ріпаку - сировини для виробництва біодизелю / В. І. Лялько // Вісник Національної Академії Наук України. - 2009. - № 12. С. 13-22.

19. Анішин С. Як підготуватися до збирання озимого ріпаку / С. Анішин // Пропозиція. - 2008. - № 5. С. 54-56.

20. Моісеєва М. Ріпак : в очікуванні на вирок / М. Моісеєва // Пропозиція. - 2011. - № 8. С. 48-51.

21. Насіковський А. Б. Установка для вакуумного сушіння насіння ріпаку / А. Б. Насіковський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2007. - № 4. С. 136-140.

22. Поляков О. Не все втрачено, або оцінка перезимівлі озимого ріпаку / О. Поляков, В. Виновець // Пропозиція. - 2012. - № 3. С. 76-79.

23. Санін В. Позакореневе підживлення озимого ріпаку / В. Санін, Ю. Санін // Пропозиція. - 2011. - N 4. С. 66-67.

24. Танчик С. Особливості вирощування ріпаку озимого / С. Танчик, Л. Центило // Пропозиція. - 2012. - № 7. С. 56-58.

26. Фокін А. Ріпак : пероноспороз, прихованохоботники та мікродобрива / А. Фокін // Пропозиція. - 2010. - № 2. С. 98-104.

27. Шпаар Д. Уборка и хранение озимого и ярового рапса / Д. Шпаар // Зерно. - 2012. - № 6. С. 64-69.

28. Панченко А.Н. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин: лабораторний практикум. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський аграрний університет, 2002. 396 с.

29. Райковська Г.О. Основи нарисної геометрії та інженерна графіка К.,2003.

30. Гевко Б.М. Технологія сільськогосподарського машинобудування / Б.М.Гевко – К.:Кондор, 2006 486 с.

31. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюк. – К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

32. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. С. 18–30.

33. Теорія і методика створення сільськогосподарських машин. Кіровоград, 1996. 145 с.

34. Геврик Є. О. Охорона праці. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 210с.

35. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підруч. – Львів: Афіша, 2002. 318 с.

36. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С. , Яковлев А.П., Матвеев В.В. – К.: Наукова-думка, 1975. 704 с.

37. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності. - Одеса «Видавництво», 2009. 184 с.

38. Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Марченко В.В. та ін. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу. Навчальний посібник. - К.: Видавничий центр НАУ, 2001 106 с.

39. Способи і методи регулювання зрідженими посівами ріпаку / М.Г. Собко [та ін.] // Агроном. – 2014. – № 1. С. 150–152.

40. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. К.: Либідь. 2000 р.

41. Борхаленко Ю. О., Андрусик В. С., та ін. Методичні рекомендації щодо виконання дипломного проекту з дисципліни «Машиновикористання в землеробстві». – Немішаєв: НМЦ, 2006. –148 с.

42. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов // За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2010. 360 с.

43. Ярош Ю. М., Трусов Б. А. Технологія виробництва сільськогосподарської продукції. – К.: Український Центр духовної культури, 2005. 524 с.

ДОДАТКИ

Склад МТА для вирощування ріпаку

№	Назва машини	Марка	Кількість
1	Трактори	ХТЗ 150К ХТА-200 Т-150К МТЗ-80	1 1 1 1
2	Збиральний комбайн	ДОН 1500	1
3	Автомобіль	КАМАЗ-5510	1
4	Сівалка	СПУ-6	2
5	Культиватори	КПСП-4	2
6	Борона	БЗСС-1	21
7	Плуг	ПЛН-5-35	1
8	Лущільник	ЛДГ-15	1
9	Машини для захисту рослин та внесення добрив	ОП-20002-01	1
10	Навантаження мінеральних добрив	ПГ-0,3	1

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Площа поля, га – 100
Попередник – вика-овес на зелений корм
Урожайність, ц/га
– основної продукції – 22

Норми внесення мінеральних добрив, кг др/га
азотних – 95
фосфорних – 50
калійних – 30

№ з/п	Технологічна операція	Одиниці виміру	Обсяг робіт у фізичних одиницях	Склад агрегату			Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Тарифна ставка за нормозміну		Зарплата за весь обсяг робіт, грн			Витрати пального, кг	
				Енергомашина	С.г. машина		Механізатори	Інші робітники				Механізатори	Інші робітники	Механізатори	Інші робітники	Разом	На одиницю роботи	На весь обсяг робіт
					Марка	Кількість												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Основний обробіток ґрунту																		
1	Лущення стерні на глибину 6–8 см	га	100	ХТЗ-150К	ЛДГ-15	1	1	–	66,2	1,5	10,6	344,0	–	516,0	–	516,0	4,70	470,0
2	Навантаження мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{20}$	т	12	МТЗ-80	ПГ-0,3	1	1	–	110,0	0,11	0,76	344,0	–	37,8	–	37,8	0,65	7,80
3	Внесення мінеральних добрив	га	100	МТЗ-80	МВУ-100	1	1	–	31,6	3,16	22,15	344,0	–	1087,0	–	1087,0	1,65	165,0
4	Оранка на глибину 23–25 см	га	100	ХТА-200	ПЛН-5-35	1	1	–	6,3	15,87	111,11	383,3	–	6082,9	–	6082,9	17,70	1770,0
Разом за період											155,17	–	–	7723,7	–	7723,7	–	2882,80
Передпосівний обробіток ґрунту та сівба																		
5	Боронування	га	100	Т-150	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1	–	99,30	1,01	7,05	344,0	–	347,4	–	347,4	1,20	120,0
6	Передпосівна культивація (глибина 3–4 см)	га	100	МТЗ-80	УСМК-5,4	1	1	–	16,10	6,21	43,48	344,0	–	2136,2	–	2136,2	2,70	270,0
7	Сівба широкорядним способом з внесенням добрив $N_{10}P_{10}K_{10}$	га	100	Т-150	СП-11 СЗТ-3,6	1 3	1	2	30,90	3,24	67,96	383,3	231,0	1241,9	784,4	1990,3	5,30	530,0
8	Коткування посівів	га	100	МТЗ-80	С-11У ЗКВГ-1,4	1 2	1	–	24,90	4,02	28,11	242,9	–	976,5	–	976,5	2,40	240,0
Разом за період											146,60		–	4702,0	784,4	5450,4	–	1160,0
Догляд за посівами																		
9	Боронування посівів	га	100	ХТА-200	СГ-21 ЗБП-0,6А	1 30	1	–	31,8	3,14	22,01	262,0	–	822,6	–	822,6	1,60	160,0
10	Осінній міжрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	УСМК-5,4	1	1	–	11,5	8,70	60,87	344,0	–	2992,8	–	2992,8	4,50	450,0
11	Підживлення навесні N_{45}	га	100	Т-150	СП-11 СЗТ-3,6	1 3	1	2	37,5	2,67	18,69	383,3	231,0	1023,4	616,8	1640,2	4,90	490,0
12	Ранньовесняне боронування	га	100	Т-150	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1	–	99,3	1,01	7,07	320,0	–	323,2	–	323,2	1,20	120,0
13	Весняний міжрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	УСМК-5,4	1	1	–	11,0	9,09	63,64	344,0	–	3126,9	–	3126,9	3,40	340,0
14	Приготування розчину інсектицидів (Суміцидин 0,3 л/га, вода 200 л/га)	т	20,03	МТЗ-80	МПР-3200	1	1	–	18,0	1,11	7,79	344,0	–	381,8	–	381,8	0,98	19,63
15	Внесення інсектицидів	га	100	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	1	–	67,0	1,49	7,29	383,3	–	571,1	–	571,1	0,87	87,0
16	Приготування розчину інсектицидів (Шинеф 2,4 кг/га, вода 200 л/га)	т	20,24	МТЗ-80	МПР-3200	1	1	–	18,0	1,12	7,87	344,0	–	385,3	–	385,3	0,98	19,84
17	Внесення інсектицидів	га	100	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	1	–	67,0	1,49	7,29	383,3	–	571,1	–	571,1	0,87	87,0
											202,52	–	–	10198,2	616,8	10815,0	–	1773,47
Збирання врожаю																		
18	Пряме комбайнування	га	100	ДОН-1500	–	–	1	1	14,20	7,04	98,59	383,3	242,9	2698,4	1710,0	4408,4	11,60	1160,0
19	Транспортування зерна від комбайна	т.км	600	Камаз 5510	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	Транспортування подрібненої соломи	т	220	МТЗ-80	ПТС-4,0	1	1	–	12,40	17,74	124,19	242,9	–	4309,1	–	4309,1	1,99	437,8
Разом за період											222,78	–	–	7007,4	1710,0	8717,4	–	1597,8
Разом											727,07	–	–	29631,4	3075,1	32706,5	–	7414,07

Технологічна карта вирощування ріпаку озимого

Літера | Маса | Масштаб
Аркуш | Аркушів

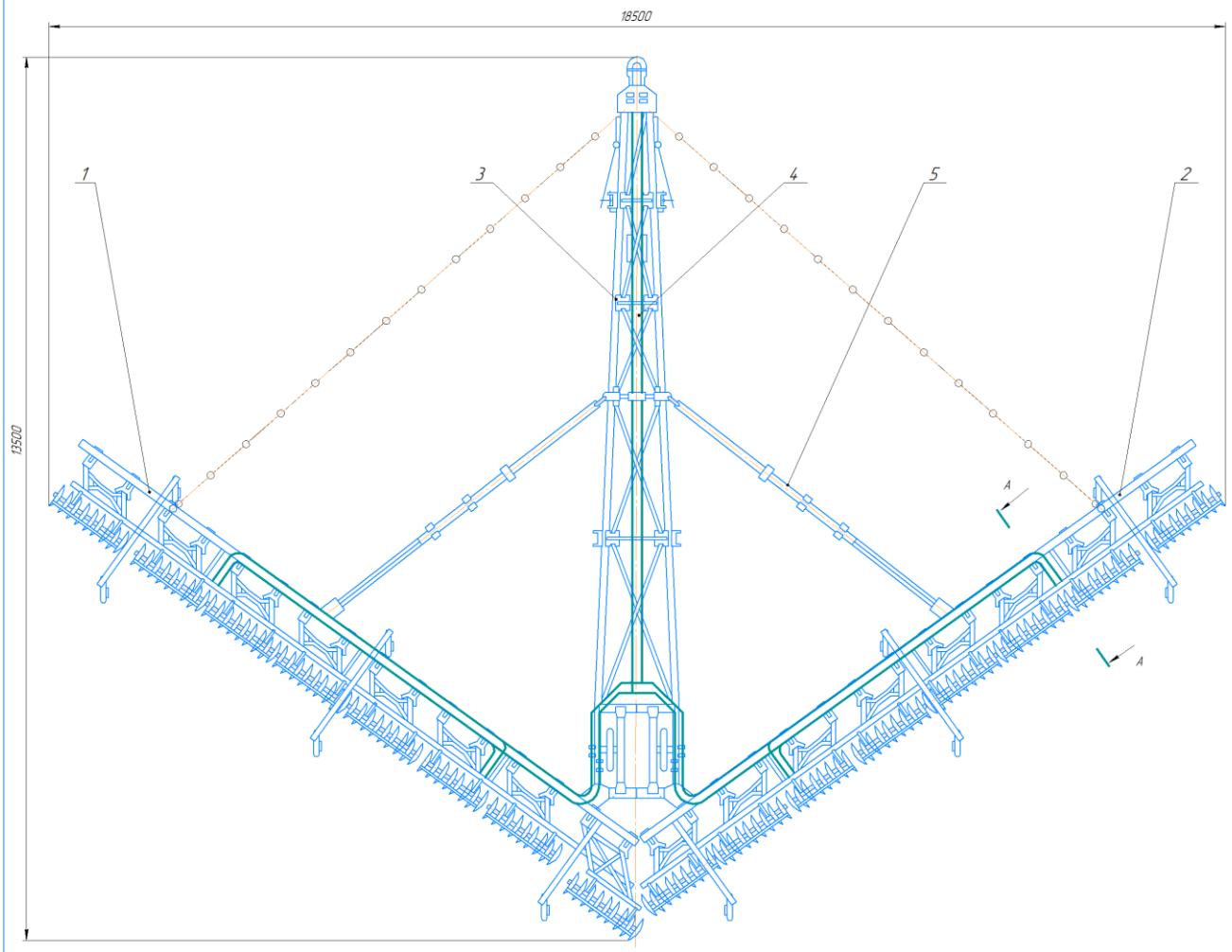
Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата
Розробив
Перевірив
Реценз.
Н. контр.

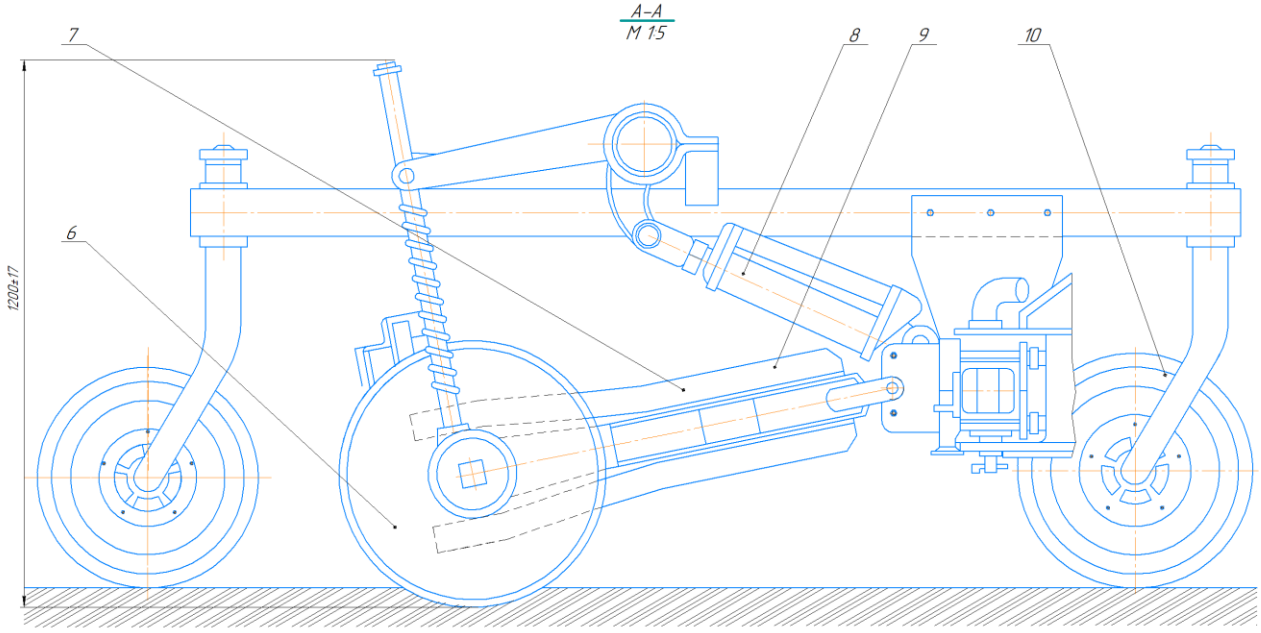
Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітка
				Документація		
				Складальне креслення		
				Деталі		
		1		Диск	9	
		2		Вал	1	
		3		Втулка	1	
		4		Шайба стопорна	1	
		5		Корпус	1	
		6		Скоба	1	
				Стандартні вироби		
		7		Гайка М12 ДСТУ ГОСТ 5915:2008	2	
		8		Шайба 12 СТУ ГОСТ 4087:2008	2	
		9		Шайба 30 СТУ ГОСТ 4087:2008	1	
				Гайка М30	2	
		10		ДСТУ ГОСТ 5915:2008		
		11		Болт М26х50	1	
				ДСТУ ГОСТ 7805:2008		
		12		Шайба 26 ГОСТ 6402-70	1	

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив					Батарея дисків лущильника ЛДГ-15	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив								
Рецензент								
Н. контр.								

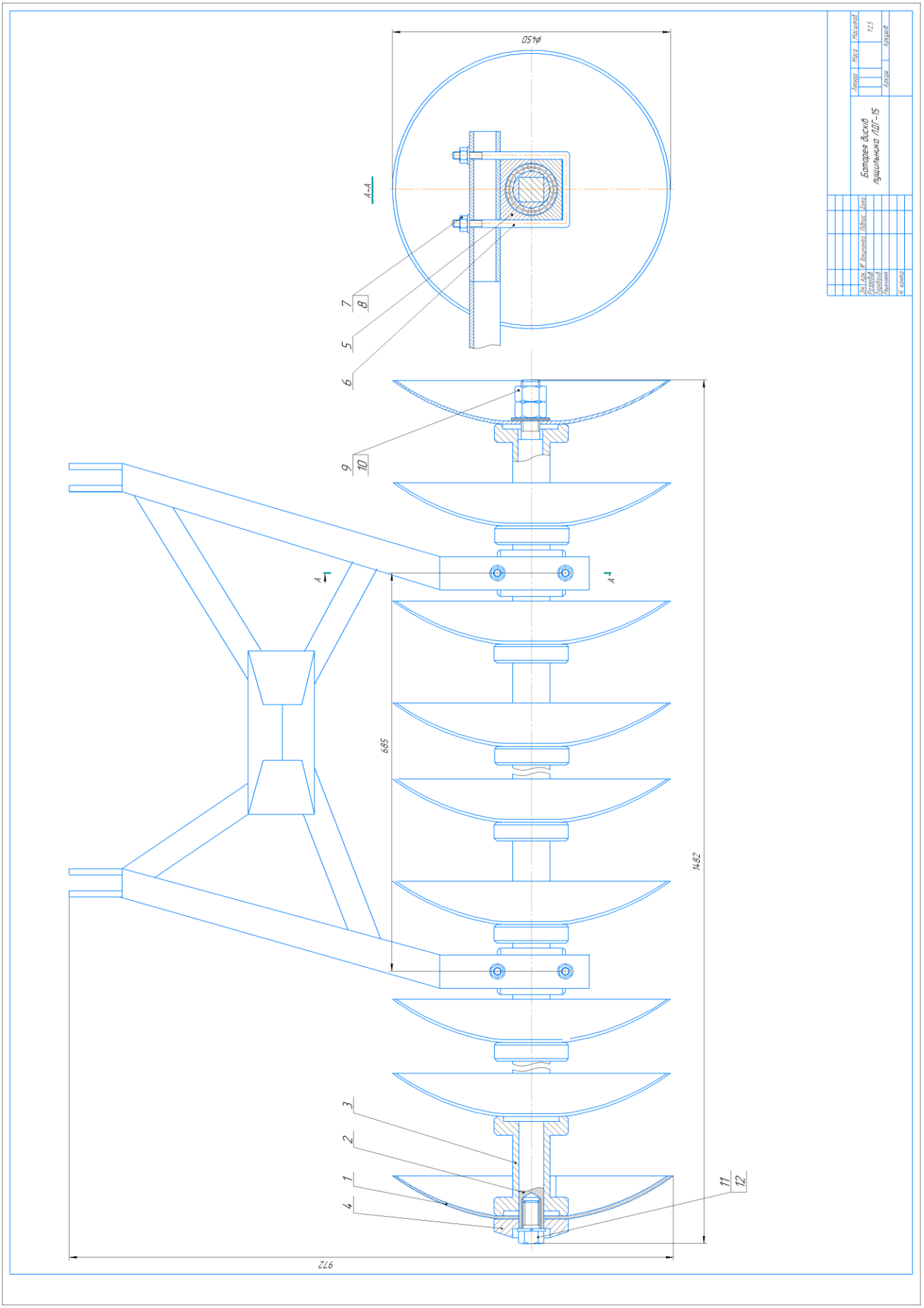
Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітка
				Документація		
		1		Лівий брус		
		2		Правий брус		
		3		Рама		
		4		Гідропривод		
		5		Тяга		
		6		Диск		
		7		Батарея дисків		
		8		Гідроциліндр		
		9		Понижувач		
		10		Колесо		

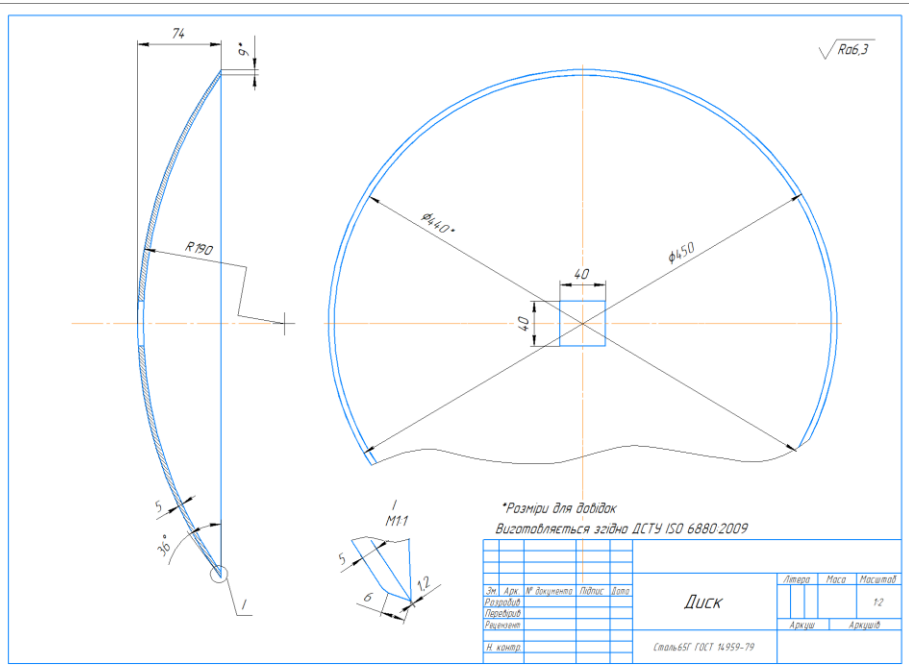
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Загальна вигляд лущильника ЛДГ-15	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив								
Перевірив								
Рецензент								
Н. контр.								

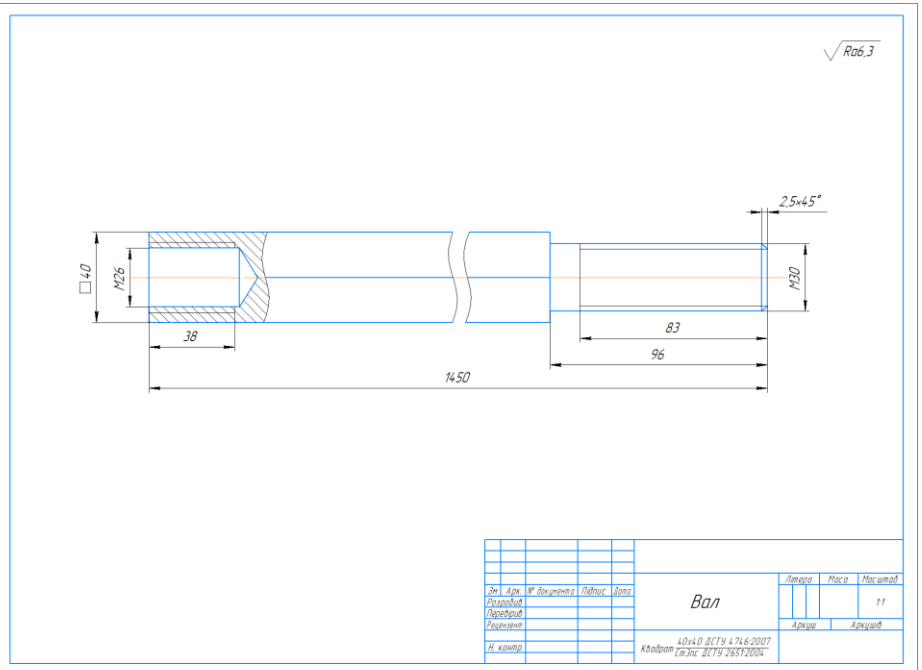


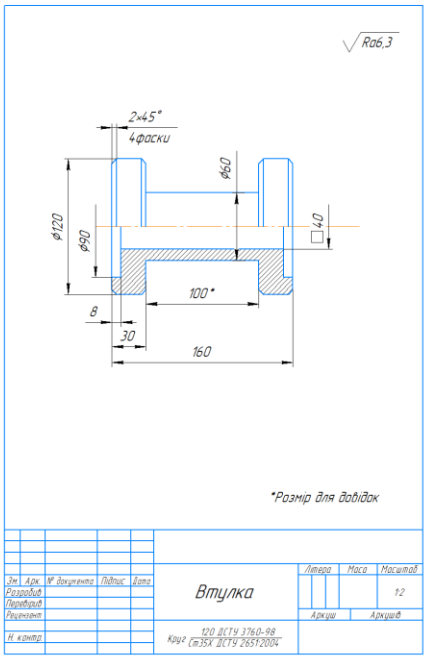


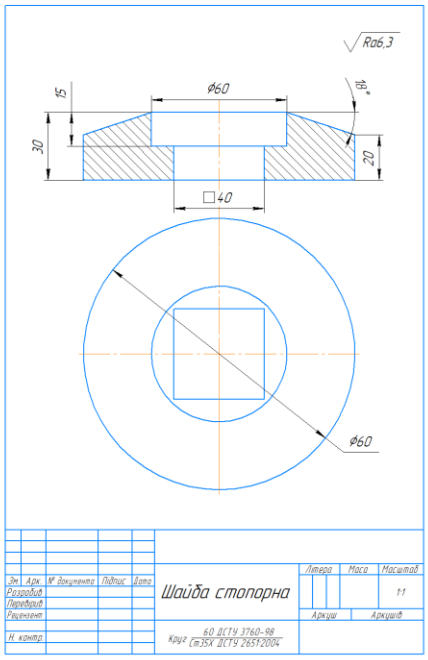
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Загальна вигляд лущильника ЛДГ-10	Літера	Маса	Масштаб	
Розробив								1:20	
Перевірив									
Реценент						Аркуш		Аркушів	
Н. контр.									

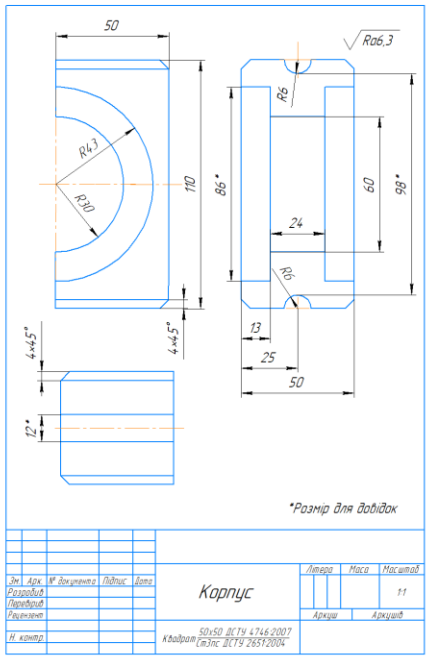

Ø450
А-А
7
8
5
6
9
10
А
А
685
1482
972
3
2
1
4
11
12
Батарея дисков
пушпальника ЛШ-15
Лит.
Масса
Масштаб
1:2,5
Лист
Листов
Разраб.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Изм.
Кол.уч.
№ докум.
Подп.
Дата

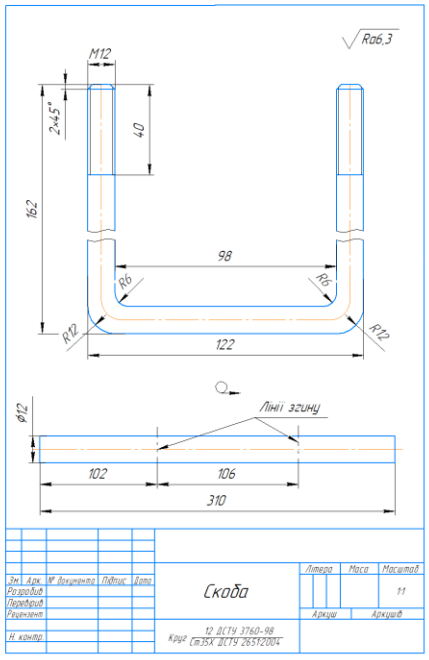

74
9°
R190
5
36°
1
Ra6,3
ϕ440*
ϕ450
40
40
1
M11
5
6
12
*Розміри для довідок
Виготовляється згідно ДСТУ ISO 6880:2009
Диск
Сталь65Г ГОСТ 14959-79
Літера
Маса
Масштаб
1:2
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.


Ra6,3
2,5×45°
□40
M26
M30
38
83
96
1450
Вал
40х40 ДСТУ 4746:2007
Квадрат Ст3пс ДСТУ 2651:2004
Літера
Маса
Масштаб
1:1
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.


Ra6,3
2×45°
4фаски
ϕ120
ϕ90
ϕ60
□40
100*
8
30
160
*Розмір для довідок
Втулка
120 ДСТУ 3760-98
Круг Ст35Х ДСТУ 2651:2004
Літера
Маса
Масштаб
1:2
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.


Ra6,3
ϕ60
15
18°
30
20
□40
ϕ60
Шайба стопорна
60 ДСТУ 3760-98
Круг Ст35Х ДСТУ 2651:2004
Літера
Маса
Масштаб
1:1
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.


Ra6,3
50
R43
R30
110
R6
86*
98*
60
24
R6
13
25
50
4×45°
4×45°
12°
*Розмір для довідок
Корпус
50х50 ДСТУ 4746:2007
Квадрат Ст3пс ДСТУ 2651:2004
Літера
Маса
Масштаб
1:1
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.


Ra6,3
M12
2×45°
40
162
98
R6
R6
R12
R12
122
Лінії згину
ϕ12
102
106
310
Скоба
12 ДСТУ 3760-98
Круг Ст35Х ДСТУ 2651:2004
Літера
Маса
Масштаб
1:1
Аркуш
Аркушів
Розробив
Перевірив
Рецензент
Н. контр.