

Тема: «Удосконалення процесу механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції луцильника»

Виконав: Задорожний Е. В.

(Науковий) керівник: Тарельник Н. В.

Вступ

Господарське значення ріпаку проявляється у вирішенні проблем продовольства та кормовиробництва, а також у раціональному використанні природно-кліматичних і земельних ресурсів регіону. Насіння ріпаку містить близько 40–49 % олії та приблизно 26 % білка [21].

Ріпак є високорентабельною культурою, з рівнем рентабельності, заданими Інституту олійних культур, на рівні 205 %, перевищуючи показники соняшнику та сої.

Ця культура забезпечує перші грошові надходження від рослинницької продукції. Агрономічно ріпак має вагомні переваги, забезпечуючи врожайність олії на рівні 1.5–2.0 тон з 1 га, при цьому не зменшуючи родючість ґрунту, а навпаки, поліпшуючи його фізико-хімічні властивості. Ріпак також виступає як фітосанітарний захист від загнивання коренів рослин, сприяє збільшенню органіки в ґрунті, а також покращує його повітряні, агрохімічні властивості та фосфоризацію [24].

Озимий ріпак виступає ефективним попередником для зернових культур, створюючи сприятливі агротехнічні умови для наступних рослин у сівозміні, поліпшуючи структуру та підвищуючи родючість ґрунтів. На кожному гектарі цей вид ріпаку залишає у 1.5–2 рази більше кореневих залишків, ніж конюшина. Кількість поживних речовин у цих залишках еквівалентна 15–20 тонам гною. Крім того, подрібнена та розкидана солома ріпаку містить таку ж саму кількість корисних елементів. Зелена маса ріпаку використовується як сидеральне добриво або силосується разом з іншими культурами.

Незаперечною перевагою ріпаку є його роль найбільш раннього медоносу, що забезпечує збір до 90 кг меду з одного гектара посіву.

Слід відмітити наступні переваги ріпака:

- ріпак виступає як цінний попередник, що може використовуватись у якості післяжнивної чи озимої проміжної культури. Розвинена коренева система

ріпаку озимого має гарні аераційні властивості та забезпечує на достатньому рівні вологозбереження;

- ріпак є ефективним сидератом, що може збільшити вміст органіки на рівні, еквівалентному внесенню 10–15 тон гною на гектар;
- ріпак озимий є ранньостиглою культурою (зелена маса формується у квітні – травні), що є особливо ваговою перевагою з точки зору тваринництва;
- ріпак діє як біофумігант: добре розвинена коренева система мінімізує проростання бур'янів. Правильна технологія вирощування ріпаку в комплексі з характеристиками його кореневої системи покращує структуру ґрунтів шляхом зменшення його ерозійності;
- ріпак озимий гарно проростає на ґрунтах будь-яких типів із рН 6.0–7.0.

Агротехнічні вимоги та структура кореневої системи, а також можливість збору врожаю в ранні строки роблять ріпак одним із найкращих попередників для озимих і ярих зернових культур, сприяючи підвищенню родючості ґрунтів. Для реалізації потенціалу продуктивності ріпаку необхідно враховувати біологічні закономірності його розвитку та фізіології, а також вплив комплексу факторів на урожайність [30, 28].

Отже, тема дипломного проекту є актуальною і важливою, оскільки вона дозволяє максимально використовувати потенціал ріпаку озимого в сільськогосподарському виробництві.

1 Загальна характеристика Іванівської дослідно-селекційної станції інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

1.1 Основні напрями діяльності Іванівської дослідно-селекційної станції

Іванівська дослідно-селекційна станція інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІДССІБК) розташована за адресою: 42768, Україна, Сумська область, Охтирський район, село Сонячне, вулиця П. І. Харитоненка, 1. Населення становить 981 особу. Орган місцевого самоврядування – Чернеччинська територіальна громада.

ІДССІБК є однією з найдавніших серед наукових установ України і була започаткована у 1897 році на основі дослідного поля, яке належало в той час видатному цукрозаводчику Павлу Івановичу Харитоненку. Саме створення ІДССІБК визначило початок виникнення українського сортаменту злаків. З 2005 року ІДССІБК очолює Солошенко Михайло Васильович.

Протягом свого існування, що перевищує століття, станція грає ключову наукову роль для сходу країни з питань сортозабезпечення сільськогосподарських підприємств. А гібридизація буряку цукрового і пшениці озимої, а також рекомендації вчених з сільського господарства, набули впровадження у підприємствах всієї України.

Науковим підрозділом розробляються новітні сорти, проводиться їх гібридизація. Науково-виробничий підрозділ займається їх наступним вирощуванням.

Основними напрямками та видами діяльності ІДССІБК є:

- ✓ розробка, апробація та розповсюдження новітніх сортів буряку цукрового і озимої пшениці, їх гібридизація з дотриманням вимог передових технологій;

- ✓ розробка та впровадження виробничих процесів з раціональним використанням земельних ресурсів;

- ✓ теоретичні дослідження для вирішення ряду науково-технічних проблем, спрямованих на покращення технічної і економічної складових виробничого процесу різноманітних культур;
- ✓ наукова і методична консультація підприємств з питань вирощування буряку цукрового та інших сільськогосподарських культур;
- ✓ міжнародне науково-технічне співробітництво та реклама;
- ✓ теоретичні та практичні дослідження в напрямку підвищення економічної складової сільськогосподарського виробництва;
- ✓ реалізація продукції сільського господарства, наукових та технічних розробок;
- ✓ створення фонду насінневого матеріалу та його реалізація з метою підтримки сортозміни і сортооновлення;
- ✓ надання сільськогосподарських послуг;
- ✓ організація оптової та роздрібної торгівлі власною продукцією;
- ✓ проведення різноманітних курсів підвищення кваліфікації робітників, обслуговуючого персоналу та керівної ланки;
- ✓ соціальний розвиток станції;
- ✓ вирощування свійських тварин та бджільництво [29].

1.2 Ґрунтово-кліматичні характеристики та матеріально-технічна база Іванівської дослідно-селекційної станції

ІДССІБК розташована в лісовій зоні, де клімат характеризується помірно-континентальним літом та помірно холодною зимою. Середньорічна температура становить +8 °С. Землі ІДССІБК розташовані в області достатнього зволоження з середньорічними опадами у межах 450–500 мм. Сніговий покрив є нестійким.

Вегетаційний період для сільськогосподарських культур триває 180–190 днів із сумою активних температур від 2400 до 2800 °С щорічно. В ІДССІБК

переважають дерново-підзолисті та торфово-болотні ґрунти. Весняно-польові роботи починаються в квітні.

Земляні угіддя, їх структура, а також ґрунтово-кліматичні умови сприяють розумному розвитку сільськогосподарського виробництва. Велика кількість опадів, багата частина яких припадає на період вегетації сільськогосподарських культур, сприяє підвищенню урожайності.

Однією з ключових складових матеріально-технічної бази є земля і для сільського господарства вона має особливе значення. При аналізі матеріально-технічної бази аграрних підприємств варто враховувати, що вона дуже сильно залежить від природних умов та впливу природних чинників.

Структура земельних угідь ІДССІБК представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура земельних угідь ІДССІБК

Призначення земель	га
Пасовища	80
Сінокоси	150
Рілля	770
Всього	1000

Структуру посівних площ ІДССІБК зведено у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Структура земельних угідь ІДССІБК

Культура	Площа, %	Врожайність, ц/га	Собівартість, грн/т
Пшениця озима	23	51,2	1225.2
Ріпак озимий	19	33,2	3551.5
Кукурудза	28	45,0	3254.0
Соняшник	30	22,5	2854.1

Сільськогосподарська техніка ІДССІБК наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Склад машино-тракторного парку та сільськогосподарських машин

Назва і марка	Кількість, шт	Коефіцієнт готовності
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-150К	2	0.84
Культиватори		
Lemken Gigant 800	1	0.97
УСМК-5,4	2	0.76
КПСП-4	2	0.85
Луцильник 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
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-підбирачі		
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

ІДССІБК намагається придбати більш продуктивну та ефективну техніку, як з-за кордону, так і вітчизняну, з метою поліпшення власних виробничо-економічних показників. У випадках, коли необхідно виконати сільськогосподарські роботи, які вимагають відсутню техніку, ІДССІБК користується послугами оренди.

Для обслуговування тракторів і автомобілів у ІДССІБК є майстерня, де є ковальня, зварювальна дільниця, а також токарні, свердлильні верстати та компресор. Для зберігання техніки установлені ангари, гаражі, відкриті майданчики призначені для автомобілів, тракторів, комбайнів і іншої сільськогосподарської техніки.

2 Розробка технології вирощування ріпаку

2.1 Основні характеристики ріпаку озимого

Ріпак є рослиною, яка включається в осінню сівозміну і використовується як технічна і кормова культура (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Рослина та насіння ріпаку озимого

Насіння ріпаку озимого у порівнянні з іншими олійними культурами з родини капустяних є лідером за місткістю олії (від 38 % до 51 %). Крім того, насіння містить білок у діапазоні від 16 % до 29 %, клітковину в кількості 6–7 % та вуглеводи на рівні 17 %. Останнім часом були виведені новітні сорти, в олії з яких практично відсутня ерукова кислота та глюкозинолати (сорти класифікації «0»), які можуть мати негативний вплив на людину. Ріпак, що містить більше 25 мікромолей глюкозинолатів, не користується попитом на світовому ринку [17].

Культура ріпаку була відома вже за 4000 до нашої ери. Батьківщиною озимого ріпаку є країни Середземномор'я, з яких він був завезений до Азії, а у

XIV столітті – до Європи, де він залишається однією з ключових олійних культур до цього часу [18, 27]. До України ж ріпак був завезений середині XVIII століття.

Посіви ріпаку по всьому світу становлять 22–24 мільйони гектарів із врожайністю 13.5–15 центнерів на гектар. В країнах Європи середня врожайність ріпаку складає 24–28 центнерів на гектар. Найбільше площ під ріпаком обробляють у Німеччині, де середній врожай становить 26–33 центнерів на гектар. Також великі площі відведено під ріпак у Великобританії, Польщі, Китаї, Канаді та Індії. В Україні найбільше ріпаку вирощують у Івано-Франківській, Вінницькій та Тернопільській областях [12].

Олію, яку отримуються з ріпаку, широко використовують в кулінарній справі для виготовлення майонезу, маргарину, вершкового масла, приправ тощо. Ріпакова олія має надзвичайно корисні для здоров'я властивості [10]. Слід відмітити, що в Україні спостерігається жорстка нестача олійних переробних господарств.

Озимий ріпак представляє собою однорічну трав'янисту рослину, що належить до родини капустяних, та потребує перехресного запилення. Коренева система головного стрижневого кореня ріпаку слабкорозгалужена, з невеликою кількістю корінців, які проникають в ґрунт на глибину до 3 метрів. Листки ріпаку великі, темно-зелені, гладенькі, без волосків на поверхні, покриті восковим нальотом. Нижні листки мають черешки, верхні – безчерешкові, витягнуті і ланцетні (рис. 2.2).

Суцвіття ріпаку подібне до грону, квіти великі, з жовтим або лимонно-жовтим віночком. Ріпак озимий є рослиною з перехреснозапильною системою. Плід – стручок, який розтріскується під час дозрівання.

Насіння ріпаку є темно-коричневим з синюшністю, практично чорного кольору. Вага 1000 зернин становить 4–7 грам. Проростаючи, рослина випускає сім'ядолі, а через 5–10 днів з'являються листки. Тривалість вегетації становить 200–220 днів. Ріпак зимує у фазі розетки з 5–8 листками. Ранньою весною, на 10–20-й день після відростання, починається бутонізація, а за 20–25 днів – цвітіння,

яке триває 25–30 днів. Дозрівання насіння настає через 25–30 днів після цвітіння [2].

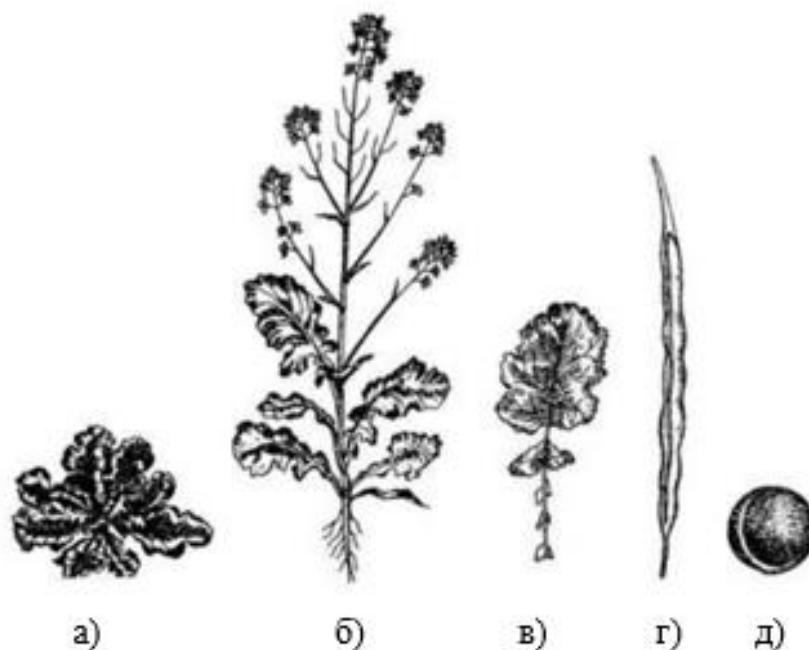


Рисунок 2.2 – Ріпак озимий:

- а) розетка (рослина першого року);
- б) рослина на другий рік життя;
- в) листок;
- г) стручок (плід);
- д) насінина.

Ріпак проявляє високу стійкість до умов температурного режиму. Проростання насіння відбувається при температурі 1 °С, а для формування рівномірних сходів протягом 5–7 днів вимагається температура 14–17 °С. Рослини нормально ростуть при 5–6 °С та продовжують свій вегетаційний період восени, навіть при настанні нічних заморозків [16, 19].

При пізньому висіві восени рослини не піддаються закалці (температурна стадія розвитку озимого ріпаку триває 45–60 днів при середній температурі протягом доби нижче 8 °С). Під сніговим покривом товщиною 5–6 см ріпак є морозовитривалим на рівні 23–25 °С. Оптимальна температура для зростання

вегетативної маси становить 18–20 °С, а при цвітінні та формуванні насіння -22–23 °С [25].

При весняному висіві озимого ріпаку не відбувається утворення квітконосних пагонів, а рослини досягають висоти 60–80 см. Це надає можливість використовувати його як корм для свійських тварин протягом усього літньо-осіннього періоду.

Озимий ріпак виявляє певні вимоги до вологості, але в перехідні сезони (осінь і весна) є менш чутливим до низького рівня ґрунтової вологості. Низький рівень вологи затримує ріст рослин та спричиняє передчасне цвітіння з опаданням квіток [22]. Озимий ріпак є рослиною довгого дня і весняно-літнім періодом добре зростає при високій вологості та помірних, не дуже високих температурах.

Рослина вимагає родючих ґрунтів (чорнозем, сірі лісові, дерново-підзолисті ґрунти) з достатньою поживністю ґрунту. Реакція ґрунтів для ріпаку повинна бути нейтральною або слабко кислою з рН 6.6–7.2. Глина, болотистий, засолений та легкий піщаний ґрунти є непридатним для його росту середовищем [15].

2.2 Існуючі технології вирощування ріпаку озимого

Найефективнішими передниками ріпаку озимого є ті, які вчасно вивільняють поле, залишаючи достатню поживність ґрунту та зменшуючи кількість бур'янів на полях. Серед таких можна відзначити багаторічні бобові трави, ранню картоплю, горох, однорічні трави та використання чорного пару. Важливо не висівати озимий ріпак раніше, ніж через 4–5 років на одному полі. Після культур з родини капустяних, соняшнику, цукрового буряку не рекомендується вирощувати озимий ріпак. Найбільш підходящим часом для посіву озимого ріпаку є після вирощування ячменю та пшениці [5].

Підготовку ґрунту для посіву озимого ріпаку виконують за схемою напівпарового обробітку. Це означає, що після збирання попереднього врожаю виконують такі етапи:

1. Здійснюють лушення за допомогою дискових лушильників на глибину 6–8 см;
2. Оранка виконується на 20–23 см через 14 днів після лушення. Рекомендується провести її за 3–4 тижні до висіву. У випадку затримки до моменту сівби для ущільнення ґрунту плуг агрегатується із котками і боронами;
3. При проростанні бур'янів проводиться суцільна культивуація, а при виникненні корки – обробка боронами;
4. Передпосівна культивуація проводиться комбінованими агрегатами на 3–4 см для вирівнювання та ущільнення ґрунту;
5. На етапі суцільної культивуації використовують гербіциди для ефективного боротьби з бур'янами [4].

Найкраще вносити органічні добрива перед посівом попередника. Мінеральні добрива (фосфор і калій) слід вносити під час оранки або культивуації у літньо-осінній період. Азотні добрива вносяться перед висіванням в об'ємі 25–30 кг/га активної речовини. Занадто велика кількість азоту може негативно вплинути на зимування рослин. При сівбі рекомендується вносити комплексні мінеральні добрива (10–15 кг/га активної речовини). Для додаткового підживлення озимого ріпаку азотними добривами використовують їх тричі: перше внесення весною після відновлення вегетації рослинами (60–100 кг/га азоту в активній речовині); друге внесення через 14–20 днів (40–80 кг/га); третє при цвітінні (30–40 кг/га активної речовини) [9].

Вибирають для посіву насіння очищене, відкаліброване і з високою схожістю. Перед сівбою його піддають протруюванню від шкідників і хвороб за допомогою вітаваксу 200.75 % з.п. (2.0–3.0 кг/т) та офтанолу 50 % з.п. (4 кг/т) для насіння та інших компонентів [1].

Оптимальні терміни висіву ріпаку озимого в різних регіонах є наступними: на Поліссі – 1...5 серпня, в зоні Лісостепу – 5...10 серпня, а в степовій зоні –

10...20 серпня. Рослини найкраще перезимовують, коли їх висота становить 10–15 см, точка росту виходить за межі поверхні ґрунту не більше ніж на 1 см, а діаметр кореневої шийки складає 0.6–1 см (рис. 2.3) [8].

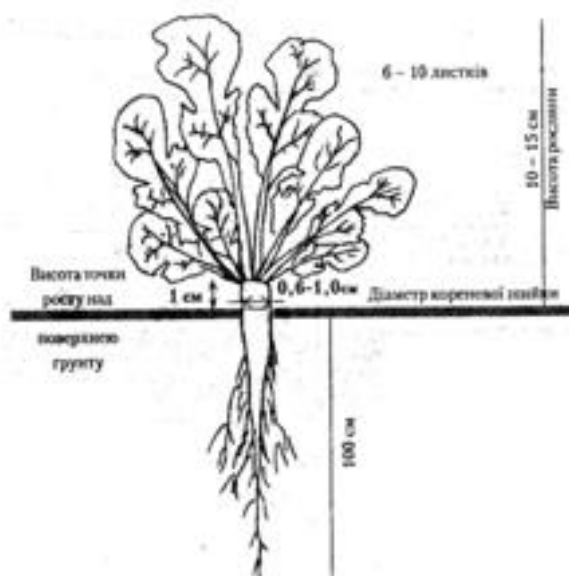


Рисунок 2.3 – Рослина ріпаку озимого перед зимуванням

Озимий ріпак висівають різними методами: широкорядним, звичайним та вузькорядним, з міжряддями відповідно 45, 15 і 7,5 см. Для цього застосовують різні типи сівалок: зернотрав'яні (СЗТ-3.6), зернотукові (СЗ-3.6; СЗУ-3.6; СЗА-3.6), льонові (СЗЛ-3.6), бурякові (ССТ-12Б). Зокрема, рекомендується використовувати спеціальні сівалки для ріпаку, такі як СПР-6.

Оптимальна густина, яка забезпечить здоровий ріст рослин восени, надійне зимування та високий урожай, складає 80–100 рослин на 1 м². Норма висіву при цьому повинна становити 0.9–1.2 мільйона насінин на 1 га, а вагова норма може коливатися в межах 4–6 кг/га. При вирощуванні для отримання зеленого корму рекомендується збільшити норму висіву до 6–10 кг/га. Проте, при збільшенні норми висіву, варто враховувати, що це може призвести до зниження зимостійкості внаслідок менш стійкого розвитку кожної рослини [11].

На легких ґрунтах глибина заглиблення насіння становить 2.5–3.0 см, на важких – 1.5–2 см. Важливо уникати глибини заглиблення насіння більше 3–

4 см, оскільки це може призвести до зменшення схожості насіння на 25–30 % [20].

Після висіву озимого ріпаку проводять коткування поля. Якщо при цьому утворюється ґрунтова кірка, її руйнують за допомогою ротаційної мотики або легких зубових борін. На ділянках з великим міжряддям восени, навесні та влітку використовують культиватори для міжрядного обробітку УСМК-5,4Б.

Для захисту від вимерзання рослин висівають гірчицю через кожні 1.5 метри паралельно з ріпаком. Стебла гірчиці до настання зими досягають висоти 70–80 см, стають дерев'янистими, не лягають узимку і утримують снігову масу. На Заході країни озимий ріпак перед зимовим періодом підгортають для підвищення його зимостійкості. Для додаткового живлення використовують азотні добрива (детальніше в інструкції з удобрення озимого ріпаку) [3].

Ріпак піддається значному пошкодженню від шкідників, таких як хрестоцвіті блішки, попелиця та ріпаковий квіткоїд. Для боротьби з ними слід застосовувати агротехнічні заходи, такі як глибока оранка, чергування культур, просторова ізоляція та правильний час сівби. За потреби можна використовувати хімічні обробки, наприклад, препарати волотон 500 50 % к.е. (1 л/га), децис форте (0.1–0.15 л/га), фюрі 10 % к.е. – 0.07–0.1 л/га [6].

Щодо хвороб, найпоширеніші серед них – ніжка, снігова плісень, пероноспороз і фомоз. Для боротьби з ними рекомендується використовувати фунгіциди, такі 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) [23].

Бур'яни споживають вологу та елементи живлення ріпаку, забруднюють насіння і підвищують вологість рослин. Хімічний метод, а саме застосування гербіцидів, є найбільш ефективним засобом захисту від бур'янів. Для передпосівного застосування рекомендується використовувати трєф лан – 24 % к.е. у дозі 2,4 л/га. Для раннього післяпосівного застосування можна використовувати бутізан 400, 40 % к.е. в дозі 1.75–2.5 л/га, а для пізнього післяпосівного – лонтрел 300, 30% в.р. у дозі 0.35–0.5 л/га [26].

Для обприскування вегетуючих рослин на стадії 2–6 листків можна застосовувати зелек-супер, к.е. в дозі 0.4–1.0 л/га або пантера – 4 % к.е. в дозі 1.0–2.0 л/га. Під час цвітіння ріпаку не рекомендується проводити обприскування для уникнення масового мору бджіл [7, 14].

Ріпак неоднорідно дозріває, що призводить до розтріскування стручків і значних втрат у врожаї. Збирання озимого ріпаку проводять як прямим, так і роздільним методами. Урожай збирають у момент технологічної та повної стиглості, але до початку розкриття стручків. Зріле насіння має темно-коричневий або чорний колір, його структура тверда. При легкому доторканні до рослин насіння повинно видавати «шелест» у стручках. Оптимальний рівень вологи становить 12 %. Збирання проводиться зерновими комбайнами, адаптованими для дрібнонасінних культур [13].

2.3 Розробка технології вирощування ріпаку для умов Іванівської дослідно-селекційної станції

Технологія вирощування визначається як послідовний набір операцій, необхідних для створення продукції, з вказівкою умов і засобів їх виконання.

Вирощування ріпаку озимого є найбільш ефективним за умови впровадження новітніх технологій, які максимально враховують біологічні особливості рослини, оптимальні умови її вирощування, агротехнічні вимоги до процесу та його максимальну механізацію.

Розробку технології вирощування проводять враховуючи умови та наявність техніки в господарстві на площі 100 га (табл. 2.1). Розроблена технологічна карта на вирощування ріпаку озимого наведена у додатках.

У якості попередника було обрано віку-овес на зелений корм. Пропонується наступна схема внесення добрив (кг д.р./га):

- Мінеральні – 175;
- Азотні – 95;
- Фосфорні – 50;

- Калійні – 30.

Таблиця 2.1 – Перелік основних операцій для вирощування ріпаку озимого

№	Технологічна операція	Склад агрегату	
		Марка трактора	Марка с.-г. машини, знарядь
Основний обробіток ґрунту			
1	Лущення стерні	ХТЗ-150К	ЛДГ-15
2	Оранка	ХТА-200	ПЛН-5-35
Передпосівний обробіток ґрунту			
3	Боронування	Т-150К	БЗСС-1.0
4	Передпосівна культивування	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	

До висіву було обрано сорт ріпаку озимого ТРАСТ КЛ. Його основні характеристики зведено у таблицю 2.2.

Пропонована технологія збирання врожаю:

1. Використання комбайнів для збирання зерна
2. Процедуру вибору типів і марок машин рекомендується розпочинати з оцінки енергетичних можливостей тракторів, а потім вибирати відповідні сільськогосподарські машини. При виборі типів та марок тракторів важливо враховувати наступне:
 - ґрунт, рельєф, клімат;

- асортимент можливих попередників;
- розміри поля та його конфігурацію;
- характер виконуваних виробничих операцій;
- наявну у господарстві техніку.

Таблиця 2.2 – Характеристики ріпаку озимого сорту ТРАСТ КЛ

Рослина	Ріпак (rapс) 
Назва сорту англійською мовою	TRUST CL
Основна культура	ріпак озимий
Напрямок 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):	
Ріпаківий пильщик	8.6–9 балів (висока)
Ріпаківий квіткоїд	8.6–9 балів (висока)
Бактеріоз	9 балів (висока)
Пероноспороз	8.6–9 балів (висока)
Сівба	Звичайним рядковим способом (норма висіву 2.5 млн.шт/га (15 кг/га)

На основі нормативних даних щодо наявності машинно-тракторного парку на станції було розроблено склад комплексів машин, обґрунтований з урахуванням критеріїв мінімізації витрат та часу (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Склад машинно-тракторного парку для вирощування ріпаку озимого

№	Назва	Марка	Кількість
1	Трактори	ХТЗ-150К	1
		ХТА-200	1
		Т-150К	1
		МТЗ-80	1
2	Зернозбиральний комбайн	ДОН-1500	1
3	Автомобіль	КАМАЗ-5510	1
4	Сівалка	СПУ-6	2
5	Культиватор	КПСП-4	2
6	Борона	БЗСС-1	21
7	Плуг	ПЛН-5-35	1
8	Луцільник	ЛДГ-15	1
9	Машини для захисту рослин та внесення добрив	ОП-20002-01	1
10	Навантажувач мінеральних добрив	ПГ-0.3	1

2.4 Класифікація та конструкції луцільників

Луцільники використовуються для луцення стерні після урожаю зернових та зернобобових культур, підготовки ґрунту до посіву, його розпушування та інших операцій.

За формою робочих елементів луцільники поділяються на лемішно-полицеві та дискові. Лемішно-полицеві луцільники застосовуються на глибину

до 12 см, а також для оранки на глибину до 18 см. Дискові луцильники виготовляються як причіпні гідрофіковані, а лемішно-полицеві можуть бути начіпними або напівначіпними. Глибина луцення стерні зазвичай коливається в межах від 4 до 12 см, а відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 2 см.

Лемішно-полицеві луцильники

Плуг-луцильник напівнавісний ППЛ-10-25



Рисунок 2.4 – Плуг-луцильник ППЛ 10-25

Плуг-луцильник напівнавісний дев'ятикорпусний ППЛ-10-25 містить пару секцій з п'яти корпусів (рис. 2.4). При роз'єднанні секцій задню можна агрегатувати з тракторами тягового класу 1,4 як навісний плуг-луцильник. Плуг-луцильник ППЛ-10-25 комплектується трьома типами корпусів, які призначені для роботи на швидкостях до 7/9/12 км/год. Кожна секція оснащена одним опірним колесом з гвинтовим механізмом, який використовується для

регулювання глибини передніх та задніх корпусів. Регулювання середніх корпусів плуга-луцильника проводиться гвинтом польового механізму. Переведення ППЛ-10-25 з робочого положення у транспортне (і навпаки) відбувається польовим механізмом пневматичних ходових коліс за допомогою виносного гідроциліндру. Луцильник комплектується причепом для приєднання борони.

Плуг-луцильник ПЛ-5-35



Рисунок 2.5 – Плуг-луцильник ПЛ-5-35

Плуг п'ятикорпусний напівнавісний ПЛ-5-35 (рис. 2.5) призначений для оранки ґрунтів під технічні та зернові культури на глибину до 30 см (для відвальної оранки), до 40 см (для безвідвальної оранки) та 35 см (для безвідвальної оранки із ґрунтозаглибленням). Плуг ПЛ-5-35 може бути переобладнаний на чотирьокорпусний шляхом зняття останнього корпусу. В основі цього плуга лежить рама, в склад якої входять основна та поздовжня балки, з'єднані спереду регульованою поперечною тягою. На основній балці плуга монтується його робочі органи. Для одночасного з оранкою боронування або прикатування плуг ПЛ-5-35 комплектується парою причепок для борони або

прицепкою для катка. Регулювання глибини оранки здійснюється гвинтовими механізмами опорних (сталевих) коліс, а також регулювальною гайкою, яка розташована на штоці циліндра переднього борозного механізму пневматичного колеса.

Плуг-луцильник ПН-4-40



Рисунок 2.6 – Плуг-луцильник ПН-4-40

Плуг чотирикорпусний навісний ПН-4-40 (рис. 2.6) застосовується для глибокої оранки ґрунтів під технічні культури. Збільшення до 40 см ширини захвату корпусу та до 30 см – ширини захвату передплужника, піднята на 100 мм над опорною площиною лемішів рама (у порівнянні з іншими чотирикорпусними плугами) дозволяє збільшити глибину оранки до 35 см, а також зменшити забивання плуга під час роботи.

Ширина захвату плуга ПН-4-40 становить 1,4 та 1,5 м, діапазон робочих швидкостей – 7...10 км/год, розрахункова продуктивність – 1,0...1,30 га/год. Агрегується з тракторами Т-150, Т-150К, Т-4А.

Дискові луцильники

Луцильник дисковий гідрофікований ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б

ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б (рис. 2.7) використовується на глибину 4–10 см для лушення ґрунту, для обробки та подрібнення пластів після оранки тощо.



Рисунок 2.7 – Луцильник дисковий гідрофікований ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б

Конструкція луцильника дискового гідрофікованого ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б забезпечує можливість застосування нульового кута атаки. Крім того, його можна використовувати з боронами, котками, сівалками у якості зчіпки.

Луцильник потребує для обслуговування одного працівника та може агрегатуватися з тракторами класу 3 т.з. з агрегатною гідросистемою.

Основні технічні характеристики луцильника дискового гідрофікованого ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б зведені в таблицю 2.4.

**Таблиця 2.4 – Характеристика луцильника дискового гідрфікованого
ЛДГ-12Б / ЛДГ-15Б**

Показник / Модель	ЛДГ-12Б	ЛДГ-15Б
Тип	причіпний	
Ширина захвату:		
- кут атаки 0°, м	12,8	16
- кут атаки 35°, м	12,0	15
Продуктивність, га/год	13	16
Глибина обробітку, см	4–10	
Робоча швидкість, км/год	12	
Транспортна швидкість, км/год	20	
Кут атаки батарей, град	0 / 15 / 25 / 35	
Кількість дисків, шт	84	102
Діаметр дисків, мм	450	
Кількість дискових батарей, включаючи центральну, шт	9	11
Відстань між робочими органами, мм	170	
Дорожній просвіт, мм	300	
Габарити в транспортному положенні, мм	8200 x 4780 x 1000	9800 x 4350 x 1000
Маса, кг	3750	4700
Агрегування, кл. т.з.	3	

Letken Rubin

Конструкція агрегату Rubin дозволяє ефективно перемішувати ґрунт на глибину до 12 см, що призводить до значного зниження втрат вологості через випаровування. Цей агрегат володіє високою швидкістю роботи, при цьому якість обробки не страждає (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд агрегату RUBIN 9/600 KUA LEMKEN

Агрегат Rubin можна використовувати навіть на полях з великою кількістю органічної маси, завдяки конструктивним особливостям, зокрема наявності достатнього вільного простору. Розпушення ґрунту забезпечується за допомогою зубчастих дисків напівсферичної форми, які мають в основі шарикопідшипники з тривалим терміном служби, але вимагають систематичного технічного обслуговування. Основні технічні характеристики зведені в таблицю 2.5.

**Таблиця 2.5 – 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	Важкі ґрунти
Загальна кількість дисків, шт	48

Amazone Catros

Дискова борона Amazone Catros із компактними розмірами показує високу маневреність на полі (рис. 2.9).

Вона характеризується тривалим строком служби та має ряд переваг, зокрема:

- два ряди дисків, що сприяють ефективному розпушенню ґрунту;
- додатковий захист дисків, для якого використовуються гумові демпфери;
- виконує ущільнення ґрунту після його розпушення.



Рисунок 2.9 – Загальний вигляд агрегату Amazone Catros

Основні технічні характеристики зведені в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики Catro + 6002-2

Ширина захвату, м	6
Робоча швидкість, км/год	12...18
Тяговий механізм, л.с.	180
Діаметр дисків, мм	510
Кількість дисків	2 x 24
Відстань між дисками, мм	250
Глибина обробітку, см	3...15
Габарити, мм	2650 x 2950 x 3600
Маса, кг	2840

Дискова борона ЛДМ-8-ПК

Механізми для розпушування ґрунту на глибину до 12 см є найбільш ефективними. Ці знаряддя виготовлені з надійних і довговічних сплавів, ефективно справляються навіть з проблемними ділянками. Ряди дисків не лише розпушують ґрунт, але й ефективно подрібнюють бур'яни та кореневі системи (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд борони дискової ЛДМ-8-ПК

Дискові луцильники заслужено визнаються як надійні та довговічні механізми з мінімальними та економічними витратами на технічне обслуговування. У деяких випадках конструкція дискового луцильника дозволяє власноруч проводити ремонт та збірку. Дисковий луцильник є незамінним після збору врожаю та необхідним для підготовки поля до наступного сезону.

Технічні характеристики дискових борон модельного ряду ЛДМ зведено у таблицю 2.4.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики модельного ряду ЛДМ

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

Проведений огляд конструкцій та асортименту луцильників дає можливість розробити пропозицію стосовно модернізації цього сільськогосподарського обладнання.

3 Опис та розрахунок основних параметрів пропонованої конструкції

3.1 Опис досліджуваного агрегату

У даному дослідженні пропонується після попередника (віка-овес на зелений корм) для луцення стерні використовувати трактор ХТЗ-150К та лушильник ЛДГ-15.

Трактор «ХТЗ-150К-09.172.00».

Сучасний дизайн трактора ХТЗ-150К-09.172.00 (рис. 3.1), у поєднанні з передовими сільськогосподарськими знаряддями, дозволяє виконувати широкий спектр завдань в сфері сільського господарства. Його застосування включає:

- роботи в галузі сільського господарства, такі як обробка ґрунту, посів, збирання врожаю, транспортування та заготівля кормів;
- використання в спеціальних галузях, таких як обслуговування ліній електропередач, транспортування вагонів залізничних складів (трактор може повністю замінити локомотив);
- застосування в лісовому господарстві.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд трактору ХТЗ-150К-09.172.00

Основні технічні характеристики ХТЗ-150К-09.172.00 зведено у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики 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, км/год	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	+
Габарити, мм	6596 x 2460 x 3490
Колісна база, мм	2860
Шини	21, 3 R 24 ФД-14 АНС10
Ширина колії, мм	1680 або 1860
Радіус повороту, м	6,7
Агротехнічний просвіт, мм	400
Маса експлуатаційна, кг	8460

Луцильний дисківий гідрофікований ЛДГ-15

Луцильний призначений для луцення ґрунту по глибині 4–10 см після збирання зернових культур. Також він може використовуватися як однопрохідна дискова борона для догляду за парами, обробки пластів і подрібнення брил після оранки (рис. 3.2). Цей інструмент адаптований для роботи на ущільнених ґрунтах різного складу, здатний розбивати великі грудки, відповідаючи агротехнічним вимогам, а також подрібнювати залишки поживних матеріалів та вирізати бур'яни на необроблених ділянках після збирання різних культур.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд луцильника ЛДГ-15

Луцильник моделі ЛДГ-15А містить дванадцять робочих секцій у вигляді дисків, шістнадцять брусів (дванадцять правих і чотири лівих), дві каретки (одна права і одна ліва), два центральні опорні колеса, раму, дві розсувні тяги, гідросистему та причіпний пристрій (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики луцильника ЛДГ-15

Ширина захвату, м	16
Глибина обробітку, см	4–10
Продуктивність, га/год	9–11
Робоча швидкість, км/год	10
Кут атаки дисків, град	15/20/30/35
Транспортна швидкість, км/год	20
Маса, кг	4200

Основними робочими елементами є праві та ліві сферичні диски. Дискові батареї шарнірно приєднані до секцій і містять пружинні натискні штанги, які забезпечують стійкість робочих секцій. Батарея складається з дев'яти дисків сферичної форми. Кут атаки для дисків батарей луцильника може бути встановлено на рівні 15, 20, 30 і 35°. Глибина обробітку є регульованою (від 4 до 10 см). Цей луцильник може бути використаний разом із тракторами Т-150, Т-150К, К-701А.

Основні переваги ЛДГ-15:

1. Збільшення ширини з'єднання обойми з рамою;
2. Мінімізація зазорів між цапфою скоби обойми та втулкою на рамі;
3. Використання цільної скоби обойми замість зварної;
4. Підвищення жорсткості брусів в транспортному положенні за допомогою додаткового шпренгеля;
5. Заміна шини ходового колеса 6,5–16 на шину 9,0–12;

6. Ліквідація розбіжності спарених коліс у напрямку руху, що запобігає згрібанню ґрунту під час роботи;
7. Проста конструкція для полегшення технічного обслуговування;
8. Широкий діапазон кутів атаки ЛДГ–15;
9. Швидкий перехід з робочого в транспортне положення завдяки системі гідравліки.

3.2 Розрахунок дискового луцильника

Дискові інструменти використовуються для розпушування ґрунту, видалення бур'янів, подрібнення залишків після збирання урожаю та роздрібнення грудок. Після застосування дискових інструментів поверхня поля вкривається мульчувальним шаром, що сприяє збереженню вологи.

Робочі елементи дискових інструментів, будь то сферичні чи плоскі диски (рис. 3.3), не лише рухаються вперед разом із машиною, але й обертаються навколо своєї осі. Таким чином, вони енергоефективні, легко долають невеликі перешкоди, не застрягають у рослинних залишках, не прилипають і зношуються повільніше. Це пояснює популярність дискових інструментів. Особливо ефективні вони на полях із значною кількістю дерену.

Дискові луцильники використовуються для обробки ґрунту після збору врожаю на глибину 4...10 см.

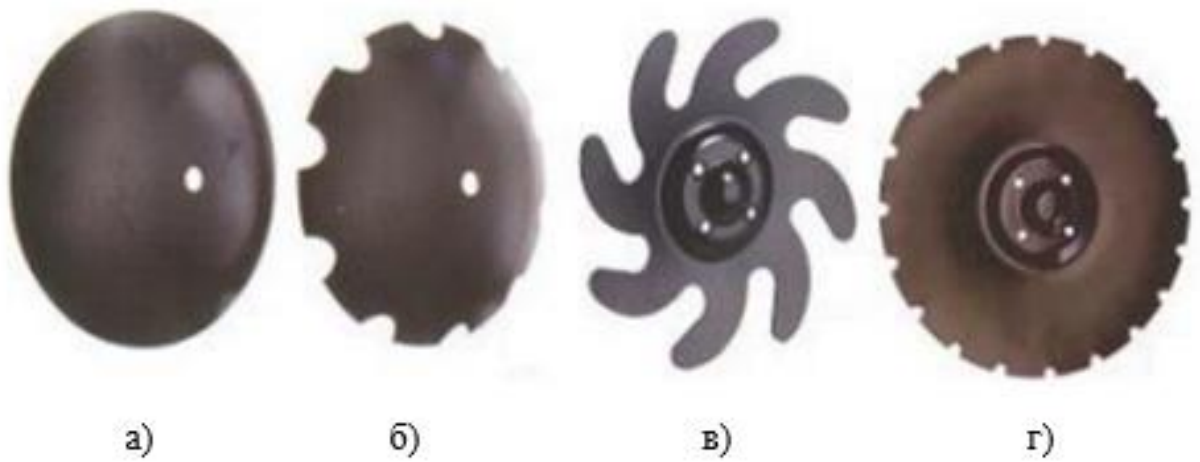
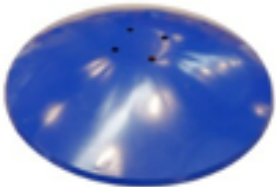



Рисунок 3.3 – Типи робочих органів дискових знарядь:

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

Аналіз літературних джерел підтверджує, що в конструкціях дискових лушпильників переважають гладкий диск та зубчатий диск (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Робочі органи дискових лушпильників

Робочий орган	Основне призначення
<p data-bbox="523 1375 753 1413">Гладкий диск</p> 	<p data-bbox="963 1413 1469 1585">Призначений для дрібного лушчення з підрізанням по всій площі</p>
<p data-bbox="432 1650 852 1688">Зубчатий диск (ромашка)</p> 	<p data-bbox="979 1742 1453 1854">Універсальний, для роботи в нормальних умовах</p>

<p>Зубчатий диск з дрібними зубцями (ромашка)</p> 	<p>Призначений для дрібного лущення з підрізнанням по всій площі</p>
---	--

Батарей дискових луцильників розташовуються одним рядом (рис. 3.4), а батареї дискових борін – у два ряди із зсувом на половину відстані між дисками.

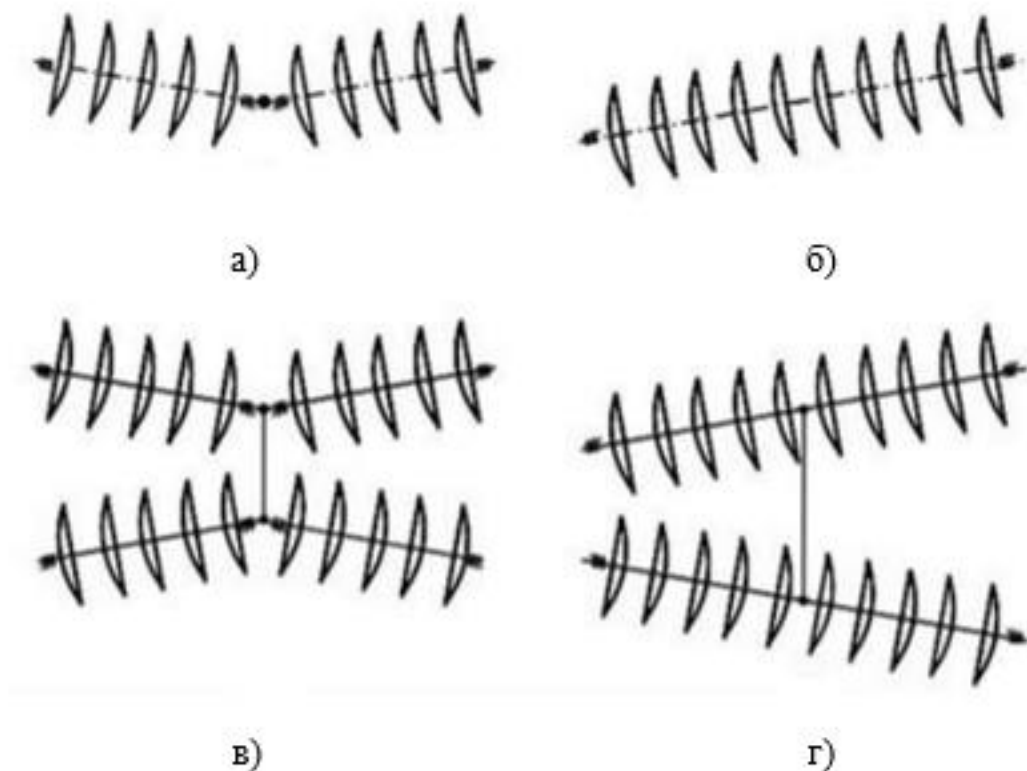


Рисунок 3.4 – Схеми розміщення батарей на дискових знаряддях:

а, б) луцильники;

в, г) дискові борони

Кут між напрямком руху агрегату і площиною, на якій розташовані леза дисків, позначається як кут атаки α . Для луцильників цей кут складає $\alpha=20...35^\circ$. Глибина і якість обробки, визначені висотою до гребнів, утворених між

проходами сусідніх дисків ($h < 0,5$), залежать від величини цього кута. Висота гребнів (h) залежить від діаметра диска (D), відстані між дисками (b) і кута атаки (α).

Оцінка ефективності роботи дискового робочого органу визначається ступенем повного підрізання або вичісування рослинних залишків, дробленням та перевертанням пластів ґрунту, рівністю обробленої поверхні поля, висотою гребнів у дні борозни та іншими факторами. Ці показники залежать від геометрії робочих дисків: діаметру диска (D), радіуса кривизни диска (r), товщини диска (δ), кута різання (θ), кута заточки (загострення) (i), кількості вирізів на диску (n_6), їх ширина (u_6) та глибини (h_6) (рис. 3.5).

Діаметр диска слід вибирати мінімальним з припустимих значень, оскільки його збільшення веде до збільшення вертикальної складової сили реакції. Це призводить до збільшення необхідного навантаження для заглиблення диска у ґрунт. Діаметр диска визначається залежно від заданої глибини обробітку за наступним співвідношенням:

$$D = ka, \quad (3.1)$$

де k – це коефіцієнт, який дорівнює 3–3,5 для дискових плугів і 4–6 для луцильників. Важливо зауважити, що більше значення k слід використовувати у випадку важких умов роботи машини;

a – глибина обробітку ґрунту, вимірювана в міліметрах.

Радіус диска R визначає здатність розривати і перевертати шматок ґрунту. Зменшення радіусу призводить до більш інтенсивного розривання і перегортання ґрунту. Радіус кривизни диска R обчислюється за формулою:

$$R = \frac{D}{2 \cdot \sin \gamma}, \quad (3.2)$$

де γ – половина кута при вершині сектора ($\gamma = 22-26^\circ$).

При визначеному значенні D менший радіус відповідає більшим значенням кута γ . Величина кута γ :

$$\gamma = \alpha - \theta, \quad (3.3)$$

де α – це кут атаки, що вказує на кут установки площини леза диска відносно напрямку руху агрегату для луцильників ($\alpha=10-40^\circ$). Зі збільшенням кута атаки глибина обробітку ґрунту зростає, висота гребнів на дні борозни зменшується, а повнота підрізання кореневищ, що знаходяться у ґрунті, збільшується. Однак це може погіршити відокремлення скиби ґрунту від диска (викликати злипання). θ – це кут різання диска.

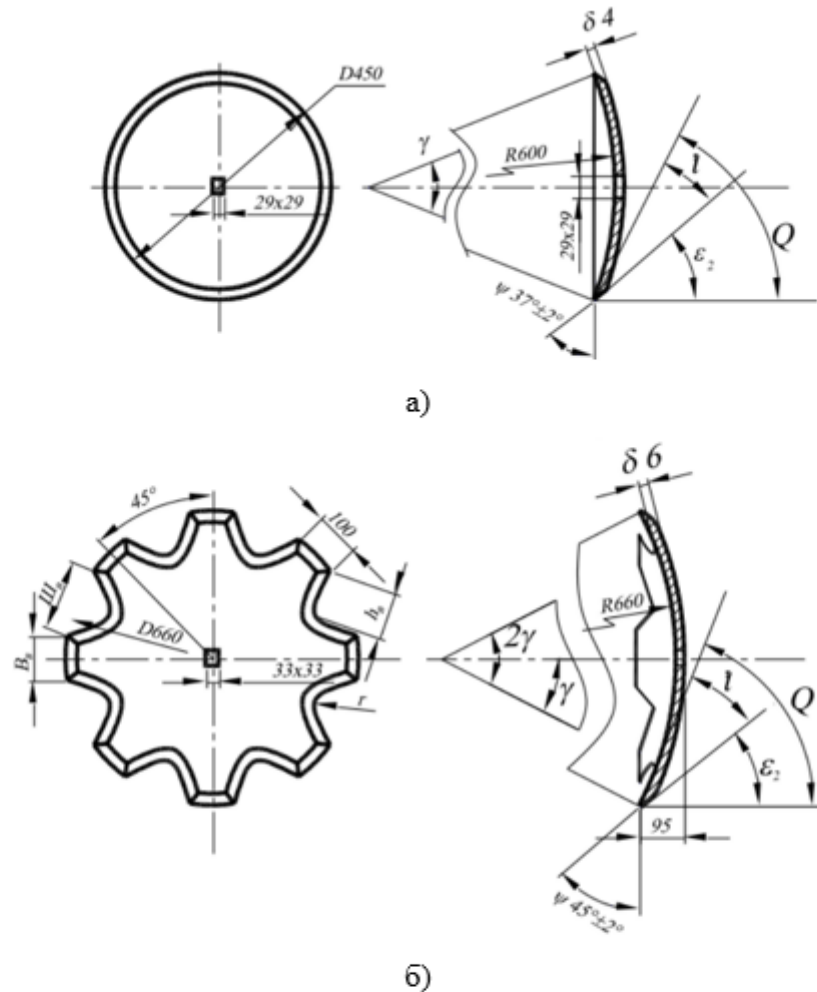


Рисунок 3.5 – Конструктивна схема дисків з основними геометричними параметрами: D – діаметр диска; R – радіус кривизни; δ – товщина диска; w_ϵ – ширина вирізу; w_δ – ширина виступу; h_ϵ – глибина вирізу; 2γ – кут при вершині сектора; ϵ_1 – кут нахилу твірної конуса загострення до площини різальної крайки; i – кут загострення; ψ – затильний кут; θ – кут різання диска:

- а) з суцільною різальною крайкою;
- б) вирізні

Величина θ_a на визначеній глибині обробітку визначається сумою значень:

$$\theta_a = i + \varepsilon_2, \quad (3.4)$$

де i – це кут загострення дисків з зовнішньої (випуклої) сторони (10–20° для луцильників);

ε_2 – це затильний кут на глибині ходу диска. У сферичних дисках затильний кут змінюється від діаметру (висоти) диска. Величина цього кута повинна бути в межах 3–50° для луцильників, оскільки диски обробляють ущільнений ґрунт.

Для розрахунків розмірів дисків необхідно знати кути θ і γ на їх діаметральному перерізі, при цьому ефективність дисків залежить від значень ε_2 та ψ_a . Кут ψ_a визначається за формулою:

$$\psi_a = \alpha - \varepsilon_2. \quad (3.5)$$

А переведення його в екваторіальний переріз здійснюється за допомогою виразу:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{k \cdot \operatorname{tg} \psi_a}{\sqrt{k - 1}}. \quad (3.6)$$

Отже, кут γ можна визначити з наступного рівняння:

$$\gamma = \psi - i. \quad (3.7)$$

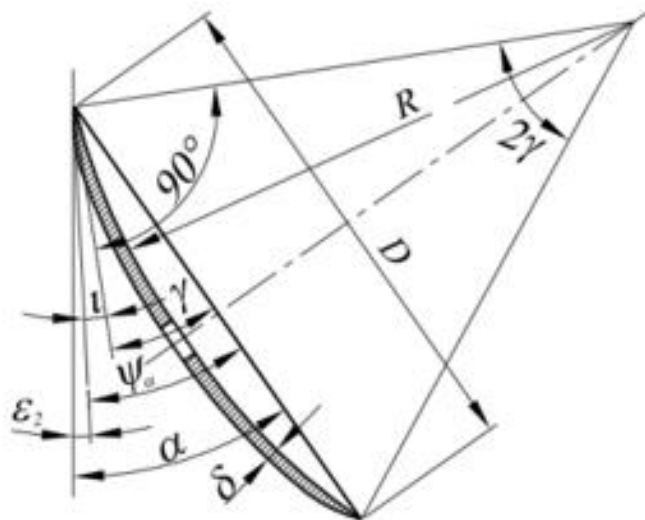


Рисунок 3.6 – Схема сферичного диска в робочому положенні

Товщину сферичних дисків δ визначають за допомогою емпіричної залежності:

$$\delta = 0.008D. \quad (3.8)$$

Ширина вирізів w_ϵ і виступів e_ϵ визначається за допомогою наступного співвідношення:

$$w_B = (1.0 - 1.5)v_B. \quad (3.9)$$

Формула для визначенні кількості вирізів:

$$n_B = \frac{\pi d}{w_B + (1.0 - 1.5)v_B}. \quad (3.10)$$

Кількість вирізів повинна бути цілим числом і на сучасних дисках зазвичай коливається від 5 до 12 штук. При проведенні розрахунків вибирається величина ширини вирізів для визначення їх кількості. Важливо пам'ятати, що зі збільшенням кількості вирізів зростає інтенсивність обробітку ґрунту, проте це може призвести до зменшення довговічності дисків та збільшення їх вартості. Глибина вирізів (h_B) визначається за формулою:

$$h_B = \frac{1}{8}D. \quad (3.11)$$

Існує безліч описів роботи дискових робочих органів, таких як дисковий ніж, який виконує розрізання пласта, сферичний або конічний диск, який виконує розрізання та переміщення пласта під певним кутом атаки. Усі ці описи базуються на формулі, яку розробив В. П. Горячкін для робочого процесу плуга.

Пропонується подати робочий процес диска ґрунтообробного знаряддя наступним чином. При використанні дискового ґрунтообробного знаряддя (рис. 3.7) на максимально можливу глибину 120 мм з кутом атаки $\alpha > 0$, робочою поверхнею буде охоплена не вся заглиблена частина сферичного диска $ABCD$ (рис. 3.7, б), а лише частина диска $B CD$ (рис. 3.7, б), оскільки диски рухаються з певним перекриттям (рис. 3.7, а).

Радіус сфери диска складає 600 мм, проте сегмент диска $B CD$ (рис. 3.7, в) настільки малий, що в подальших розрахунках можна замінити сферу площиною, яка проходить через точки B , C , D . Це дозволить отримати більш

точне розуміння фізичної взаємодії робочих органів з ґрунтом і отримати аналітичні вирази, які більш точно встановлюють залежність опору при роботі в параметричній формі (у функції обсягу зрізаного шару ґрунту).

Горизонтальну складову сили опору під час роботи луцильника можна розглядати як суму сили опору різання $W_p(h, H)$, яка є функцією товщини зрізаного шару ґрунту h та висоти ґрунтового пласта H перед диском, і сили опору $W_{np}(H)$, пов'язаної з переміщенням ґрунтового шару перед диском:

$$P_{01r} = W_p(h, H) + W_{np}(H). \quad (3.12)$$

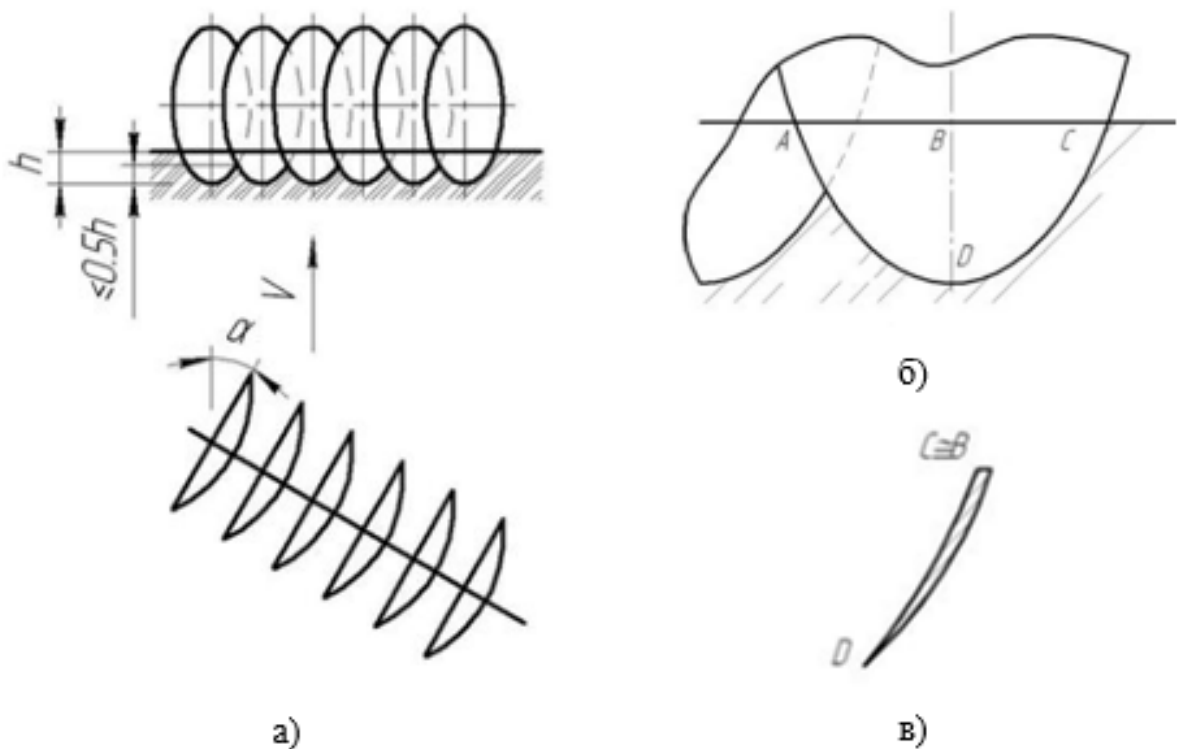


Рисунок 3.7 – Секція луцильника:

а) в роботі;

б) робоча поверхня диска (приближена);

в) вид робочої поверхні диска в перерізі

Вертикальну компоненту сили опору під час роботи луцильника також можна розглядати як суму двох компонент:

$$P_{01B} = W_{B.H.}(h, H) + W_{B.o.}(H), \quad (3.13)$$

де $W_{B.H.}(h, H)$ представляє собою вертикальну силу на дисковому ножі;

$W_{в.о.}(H)$ – вертикальну силу на сферичній поверхні диска.

Для визначення сили опору $W_p(h, H)$, яка виникає при зрізанні ґрунту, використовуються розрахункова схема (рис. 3.8, а). Дисковий ніж луцильника BC проникає в ґрунт на глибину h . Ґрунт перед ножем розглядається як однорідна маса, яка обсипається під певним кутом ковзання ψ_c до горизонтальної площини.

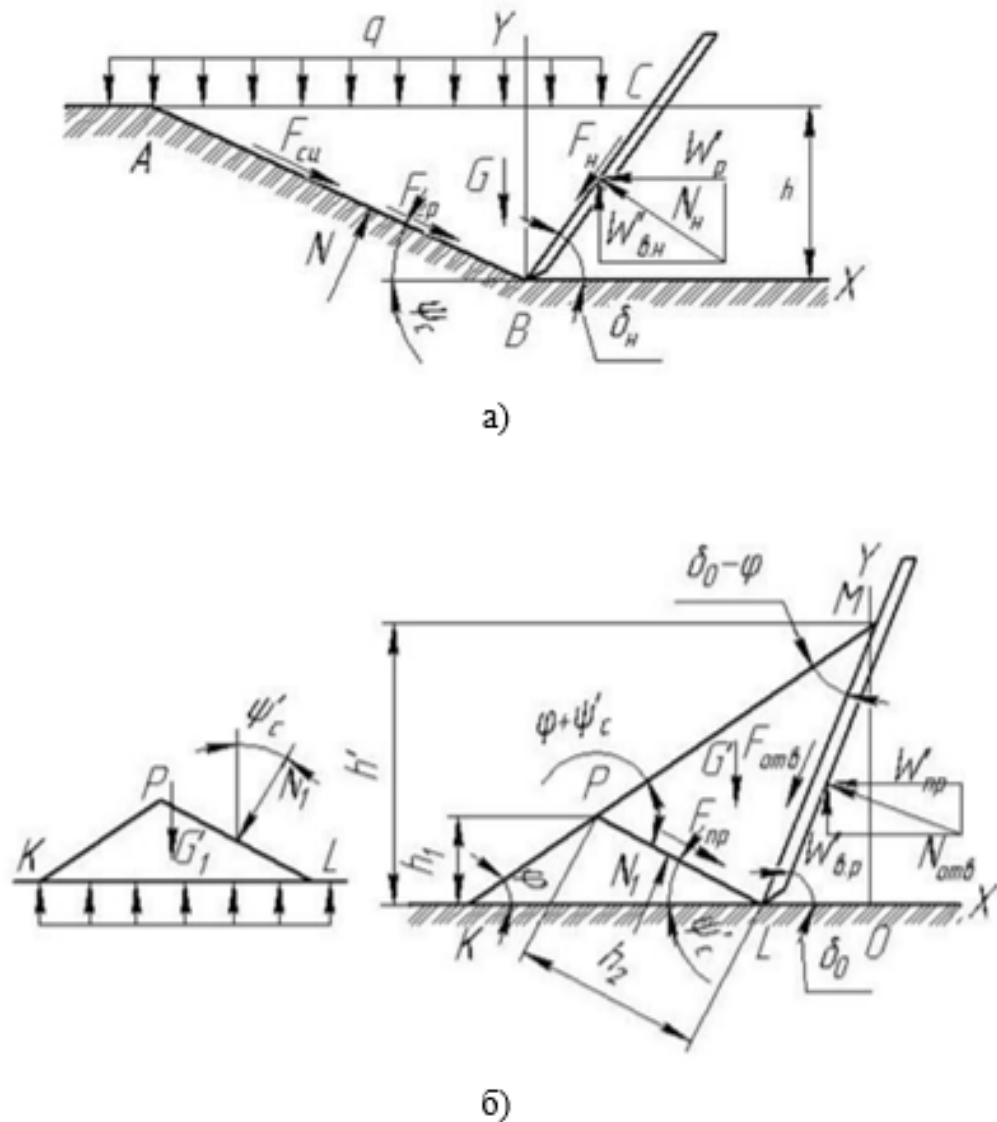


Рисунок 3.8 – Розрахункові схеми взаємодії з ґрунтом робочих органів дискових ґрунтообробних машин:

- а) розрахункова схема різання ґрунту лезом диска;
- б) розрахункова схема переміщення ґрунтового шару сферою диска

На одиницю ширини масиву розсіченого ґрунту діє його вага G , умовне привантажування з інтенсивністю q , нормальна реакція N_n ножа, нормальна реакція ґрунту N , сила тертя ґрунту по дисковому ножу F_n , сила тертя F_{cp} ґрунту об ґрунт і сила зчеплення ґрунту $F_{сц}$. У процесі роботи всі геометричні розміри даної системи є функцією змінної величини h – товщини зрізаного пласта ґрунту. На розсічений масив ґрунту діє вертикальне навантаження Q , еквівалентне рівномірно розподіленому привантажуванню:

$$Q = q \cdot AC \cdot 1 = qH \frac{\operatorname{tg} \delta_H + \operatorname{tg} \psi_c}{\operatorname{tg} \delta_H \cdot \operatorname{tg} \psi_c}. \quad (3.14)$$

Вага ґрунту G визначається за формулою:

$$G = \frac{\gamma_{гр} h^2}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \delta_H + \operatorname{tg} \psi_c}{\operatorname{tg} \delta_H \cdot \operatorname{tg} \psi_c}. \quad (3.15)$$

де $\gamma_{гр}$ – об’ємна вага ґрунту.

Сила зчеплення обчислюється відповідно до формули:

$$F_{сц} = AB \cdot C \cdot 1 = \frac{Ch}{\sin \psi_c}, \quad (3.16)$$

де C – коефіцієнт зчеплення.

Щоб визначити силу N_H нормального тиску ножа на ґрунт, складемо рівняння рівноваги:

$$\begin{aligned} \sum X_i &= 0; \\ F_{сц} \cos \psi_c + F_{гр} \cos \psi_c + N \sin \psi_c - F_H \cos \delta_H - N_H \sin \delta_H &= 0; \\ \sum Y_i &= 0; \\ -Q - G - (F_{сц} + F_{гр}) \sin \psi_c + N \cos \psi_c - F_H \sin \delta_H + N_H \cos \delta_H &= 0; \\ F_{гр} &= N \cdot \operatorname{tg} \varphi_{гр}; \quad F_H = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_{мет}, \end{aligned} \quad (3.17)$$

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

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

Після вирішення отриманої системи рівнянь отримуємо:

$$N_H = \frac{\left[\frac{\gamma_{\text{гр}} h^2}{2} + qh + Ch \frac{\text{tg } \psi_c + \text{ctg } \psi_c}{(\text{tg} \varphi_{\text{гр}} - \text{tg} \varphi_{\text{мет}})(\text{ctg } \psi_c + \text{ctg } \delta_H)} \right] (\text{ctg } \psi_c + \text{ctg } \delta_H)}{\left[(\text{ctg } \delta_H - \text{tg} \varphi_{\text{мет}}) + \frac{\text{tg} \varphi_{\text{мет}} \text{ctg } \delta_H + 1}{\text{tg}(\varphi_{\text{гр}} + \psi_c)} \right] \sin \delta_H}. \quad (3.18)$$

Спротив ґрунту різанню для усієї ширини ножа визначається виразом:

$$W_p(h, H) = B(N_H \sin \delta_H + F_H \cos \delta_H). \quad (3.19)$$

Вертикальна компонента сили різання для всього ножа дорівнює:

$$W_{\text{в.н.}}(h, H) = B(N_H \sin \delta_H + F_H \sin \delta_H). \quad (3.20)$$

Для визначення опору ґрунтового шару візьмемо за основу розрахункову схему (рис. 3.14, б).

Ґрунт перед диском розглядається як однорідний масив, що ковзає під кутом ψ'_c . Диск умовно замінений площиною, розташованою по хорді до поверхні диска. На масив ґрунту діють такі сили: вага ґрунту G' , нормальна реакція відвалу $N_{\text{омв}}$, нормальна реакція ґрунту N_I , сила ґрунтового пласта $F_{\text{нр}}$ і сила тертя ґрунту від відвалу $F_{\text{омв}}$. Геометричні розміри масиву ґрунту розглядаються як змінні величини, які залежать від висоти ґрунтового пласта:

$$\begin{aligned} PL &= H \frac{\sin(\delta_0 - \varphi)}{\sin(\varphi + \psi'_c) \sin \delta_0}; \\ h_1 &= H \frac{1 - \text{ctg } \delta_0 \text{tg} \varphi}{1 + \text{tg} \varphi \text{ctg } \psi'_c}; \\ h_2 &= H \frac{\sin(\delta_0 - \varphi) \sin(\delta_0 + \psi'_c)}{\sin(\varphi + \psi'_c) \sin \delta_0}. \end{aligned} \quad (3.21)$$

Вага ґрунту G' :

$$G' = \frac{\gamma'_{\text{гр}} H^2}{2} \cdot \frac{\sin(\delta_0 - \varphi) \sin(\delta_0 + \psi'_c)}{\sin(\varphi + \psi'_c)}, \quad (3.22)$$

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

Вага ґрунту G'_I :

$$G'_I = \frac{\gamma' H^2}{2} \cdot \frac{(1 - \text{ctg } \delta_0 \text{tg} \varphi) \sin(\delta_0 - \varphi)}{(1 + \text{tg} \varphi \text{ctg } \psi'_c) \sin \varphi \sin \delta_0}. \quad (3.203)$$

Для визначення нормальної реакції відвалу $N_{\text{омв}}$ на ґрунт і нормальної реакції ґрунту N_I скористаємося рівняннями (3.17). Розв'язком цієї системи рівнянь є:

$$N_1 = \frac{\frac{\gamma' H^2}{2} \cdot \frac{\sin(\delta_0 - \varphi) \sin(\delta_0 + \psi'_c)}{\sin^2 \delta_0 \sin(\varphi + \psi'_c) \cos \psi'_c}}{(1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{ctg} \psi'_c) + (\operatorname{tg} \varphi_{\text{гр}} - \operatorname{tg} \psi'_c) \operatorname{ctg}(\varphi_{\text{мет}} + \delta_0)}; \quad (3.24)$$

$$N_{\text{отв}} = \frac{\frac{\gamma' H^2}{2} \cdot \frac{\sin(\delta_0 - \varphi) \sin(\delta_0 + \psi'_c)}{\sin^2 \delta_0 \sin(\varphi + \psi'_c) \cos \delta_0}}{\operatorname{ctg}(\varphi_{\text{гр}} + \psi'_c)(\operatorname{tg} \varphi_{\text{мет}} + \operatorname{tg} \delta_0) + (1 - \operatorname{tg} \varphi_{\text{мет}} \operatorname{tg} \delta_0)}.$$

Сила опору пласта ґрунту на ширину робочої частини диска визначається за формулою (3.19). Сила опору, яку викликає пласт ґрунту на ширину робочої частини диска, обчислюється за наступним виразом:

$$W_{\text{в.о.}}(H) = B(N_{\text{отв}} \cos \delta_0 - F_{\text{отв}} \sin \delta_0). \quad (3.25)$$

Після визначення нормальної реакції N_1 стає можливим визначити інтенсивність привантажування q на масив пласта:

$$q = \gamma'_{\text{гр}} H + \frac{F_{\text{отв}} \sin \delta_0}{AC \cdot B}. \quad (3.26)$$

Отримані вирази показують, що величина H залежить від обсягу вирізаного ґрунту:

$$H = \sqrt{\frac{2V_{\text{гр}} \sin \varphi_{\text{гр}} \sin \delta_0}{B \sin(\delta_0 - \varphi_{\text{гр}})}} = \sqrt{\frac{2V_{\text{гр}}}{B (\operatorname{ctg} \varphi_{\text{гр}} - \operatorname{ctg} \delta_0)}}. \quad (3.27)$$

Отже, отримані аналітичні вирази дозволяють визначити, як змінюються горизонтальна P_{01r} і вертикальна P_{01b} складові сили опору дискового ґрунтообробного знаряддя в залежності від обсягу зрізаного пласта ґрунту.

Розрахунок на міцність стояка сферичного диска

Опір ґрунту є основною силою, що має місце під час роботи агрегату. Він є силою, з якою ґрунт чинить вплив на сферичний диск. З попередніх розрахунків для глибини заходу диска 9.0 см вона становить 4.85 кН. Доцільним є визначення максимальних напружень, діючих на стійку диска.

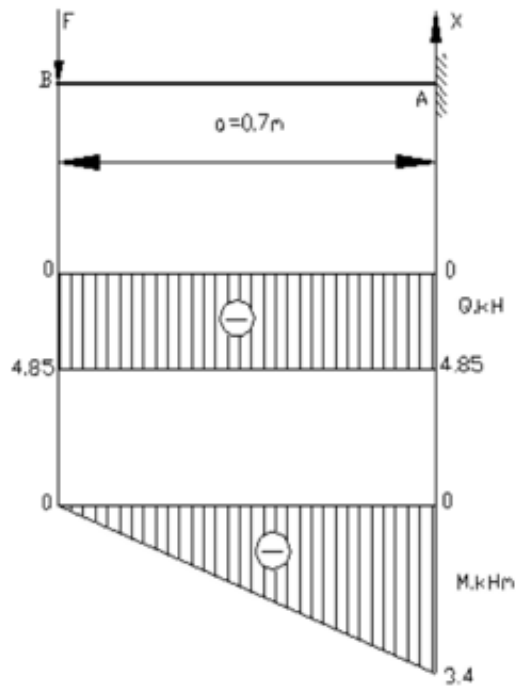


Рисунок 3.9 – Епюра навантаження і згинального моменту стояка сферичного диска

Реакція опори (рис. 3.9):

$$\begin{aligned} \sum X &= 0; \\ F - X_a &= 0; \\ F &= X_a; \\ X_a &= 4.85 \text{ кН}. \end{aligned} \quad (3.28)$$

Складаємо рівняння для точки A , де виникає найбільше напруження, та розраховуємо максимальне значення моменту:

$$\begin{aligned} M_{max} &= Fa; \\ M_{max} &= 4.85 \cdot 0.70 = 3.4 \text{ кН} \cdot \text{м}. \end{aligned} \quad (3.29)$$

Нормальні напруження є критерієм для вибору перерізу:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{oc}} \leq [\sigma], \quad (3.30)$$

де W_{oc} є осьовим моментом перерізу;

$[\sigma]$ – критичні згинаючі зусилля, які для сталі становлять $[\sigma] = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$.

$$W_{oc} = \frac{M_{max}}{[\sigma]}, \quad (3.31)$$

$$W_{oc} = \frac{3400}{18} = 188.8 \text{ см}^3.$$

Знаходимо діаметр валу при $[\delta]_{зг}=34$ Мпа:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{max}}{0.1[\delta]_{зг}}} = \sqrt[3]{\frac{34}{0.1 \cdot 18 \cdot 10^6}} = 0.027 \text{ м}. \quad (3.32)$$

З урахуванням конструктивних потреб, діаметр валу приймаємо $d = 50$ мм.

Розрахунок зварних швів рами агрегату

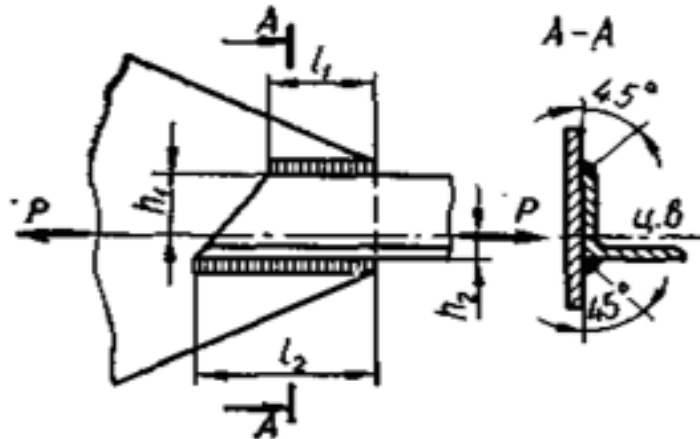


Рисунок 3.10 – Схема зварних швів

Визначаємо необхідні розміри фланцевих з'єднувальних швів для з'єднання стрижнів. Розтягуюча сила P дорівнює 140 кН, а максимально допустиме перерізаюче зусилля для сталі – 110 Мпа. Параметри включають δ (товщину металу) = 1 см, δ_l (товщину шва) = 0,8 см, b (ширину шва) = 10 см, b_1 (ширину штаби) = 12.5 см.

$$l = \frac{P}{1.4\delta[\tau_e]} + 0.01 \text{ м} = \left(\frac{140 \cdot 10^{-3}}{1.4 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 110} + 0.01 \right) \text{ м} = 10.1 \text{ см}. \quad (3.33)$$

Визначимо необхідну довжину l_1 та l_2 фланцевих з'єднувальних швів між рівнобічним кутником та косинкою, за умови дії навантаження $P=60$ кН. Для цього наводимо критерії супротиву розрізанню:

$$\tau = \frac{P}{(l_1 + l_2) \cdot \delta \cdot \cos 45^\circ} \leq [\tau_e], \quad (3.34)$$

де δ – товщина кутника.

Знайдемо загальну довжину швів при $\delta=5$ мм:

$$(l_1 + l_2) \geq \frac{P}{\delta \cdot \cos 45^\circ [\tau_e]} = \frac{60 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.7 \cdot 90} \text{ м} = 0,19 \text{ м} = 19 \text{ см}. \quad (3.35)$$

Сила P проходить через центр мас кутника, який визначається співвідношенням $\frac{h_2}{h_1}$. Для забезпечення однакових умов роботи обох швів необхідно вибрати співвідношення, обернене до наведеного. Іншими словами, $\frac{l_1}{l_2} = \frac{h_2}{h_1}$. При $h_1=3.6$ см та $h_2=1.4$ см:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1.4}{3.6} = 0.4; l_2 = \frac{19}{1.4} = 13.5 \text{ см}; l_1 = 19 - 13.5 = 5.5 \text{ см}. \quad (3.36)$$

Розрахунок рами.

Величина взаємного кута нахилу α є додатковим невідомим параметром у загальних рівняннях для функцій $\omega(x)$ та $\theta(x)$. Початкові значення ω_0 та θ визначаються у відповідності до додаткових умов, які можуть бути двох варіантів:

1. Нульовий прогин правої опори. В цьому випадку визначається лише кут α ;
2. Нульовий прогин на опорах B та C . Тоді кут α визначається відшукуванням розв'язку системи рівнянь.

Будуємо епюри Q , M , θ та ω , підбираємо двотавровий переріз з урахуванням умов міцності та жорсткості при $M = 160$ кН·м, $\alpha = 2$ м, $[\sigma] = 160$ Мпа, $[f] = 10$ мм.

Взаємний кут повороту в шарнірі C –(ac) визначається урахуванням умови відсутності прогину правої опори B : $\omega_B = \omega(2a)$. Після обчислення реакцій на опорах MA , RA та RB , ми переходимо до побудови епюрів Q і M . Для створення епюр θ та ω спочатку мають бути визначені їх значення на усіх ділянках. Геометричні початкові параметри θ_0 та ω_0 дорівнюють нулю. З урахуванням цього універсальний вираз пружної ланки для правої балки DE :

$$\begin{aligned} \omega(x) &= \\ &= a(x - a) + \frac{1}{EJ} \left[-M_0 \frac{x^2}{2} + R_A \frac{x^3}{3} - R_B \frac{(x - 2a)^3}{3} - M \frac{\left(x - \frac{5a}{2}\right)^2}{2} \right]. \end{aligned} \quad (3.37)$$

Вираз для прогину в перерізі B можна отримати з рівняння (3.37), виключивши останній доданок та підставивши значення $x = 2a$:

$$\omega_B = \omega(2a) = \alpha a + \frac{1}{EJ} \left[-M \frac{4x^2}{2} + \frac{M}{a} \cdot \frac{8a^3}{6} \right] = 0, \quad (3.38)$$

звідки:

$$\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{M_a}{EJ}. \quad (3.39)$$

Підставивши вираз (3.39) у рівняння (3.37), отримаємо рівняння пружної лінії для відрізка балки DE :

$$\begin{aligned} \omega(x) &= \\ &= \frac{1}{EJ} \left[\frac{2}{3} M a (x - a) - M \frac{x^2}{2} + \frac{M}{a} \cdot \frac{x^3}{3} - \frac{M}{a} \cdot \frac{(x - 2a)^3}{3} - M \frac{\left(x - \frac{5a}{2}\right)^2}{2} \right]. \end{aligned} \quad (3.40)$$

Аналогічно можна отримати вираз для решти відрізків балки. Рівняння кутів повороту для всіх відрізків можна знайти, диференціюючи рівняння пружної лінії на відповідних відрізках.

Переходимо до вибору перерізу балки, при цьому найбільший згинальний момент $M_{max} = M = 160$ кН·м. З умови міцності:

$$W \geq \frac{M_{max}}{[\sigma]} = 160 \cdot \frac{10^{-3}}{160} = 10^{-3} \cdot 1000 \text{ см}. \quad (3.41)$$

Обираємо двотавр № 45, для якого $W=1231 \text{ см}^3$ та $J=27696 \text{ см}^4$ за відповідним сортаментом. Перевіримо виконання умови жорсткості, знаходячи стрілу прогину:

$$f = \frac{25}{24} \cdot \frac{M_a}{EJ} = \frac{25}{24} \cdot \frac{160 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 27696 \cdot 10^{-8}} = 0.012 \text{ м} = 1.20 \text{ см}. \quad (3.42)$$

Умова жорсткості не виконується. Таким чином, необхідно збільшити розміри перерізу балки, дотримуючись вимог щодо жорсткості:

$$f = \frac{25}{24} \cdot \frac{160 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2}{2 \cdot 10^5 \cdot J_z} \leq 1 \text{ см} = 0.01 \text{ м}. \quad (3.43)$$

З (3.34) виводимо:

$$J_z = \frac{25}{24} \cdot \frac{160 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2}{0.01 \cdot 10^5 \cdot 2} = 334 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4 = 33400 \text{ см}^4. \quad (3.44)$$

За сортаментом вибираємо двотавр № 50 ($J=39727 \text{ см}^4$).

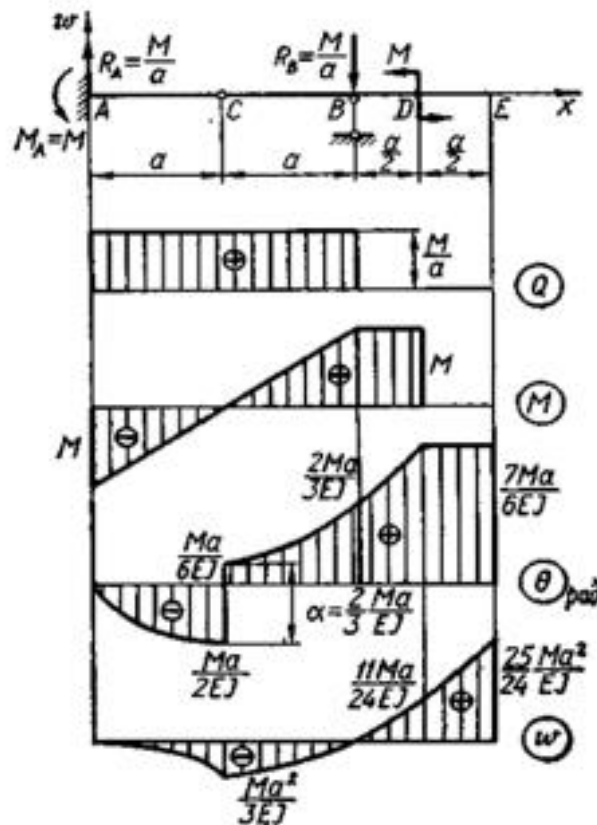


Рисунок 3.11 – Епюри крутних моментів

Розрахунок болтового з'єднання рами.

Діаметр болта визначається за виразом:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{розр}}}{\pi [\sigma_p]}}, \quad (3.45)$$

де $Q_{\text{розр}}$ є розрахунковою силою;

$[\sigma_p]$ – допустиме розриваюче напруження, Мпа:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]}, \quad (3.46)$$

де $[S] = 3$ – коефіцієнт, що характеризує запас міцності;

$\sigma_T = 240$ Мпа – межа міцності для Ст 3.

З урахуванням цих значень за формулою (3.46) отримаємо:

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

Розрахункову силу знаходимо за допомогою наступної формули:

$$Q_{\text{розр}} = 1.3 \cdot Q, \quad (3.47)$$

де Q – зусилля закручування болта:

$$Q = \frac{k \cdot F}{i \cdot f}, \quad (3.48)$$

де $k = 1.3$ є коефіцієнтом, що характеризує запас зчеплення;

$F = 250$ Н – сила, діюча на болтове з'єднання;

$i = 2$ – кількість площин, між якими виникає тертя;

$f = 8$ – коефіцієнт зчеплення.

Підстановкою цих значень у (3.48) отримаємо:

$$Q = \frac{1.3 \cdot 250}{2 \cdot 8} = 20 \text{ Н.}$$

За формулою (3.47) отримуємо:

$$Q_{\text{розр}} = 1.3 \cdot 20 = 26 \text{ Н.}$$

Розрахунок за (3.45) дає результат:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 33.8}{3.14 \cdot 80 \cdot 10^3}} = 0.02 \text{ мм.}$$

Отже, за ГОСТ 7798-70 обираємо болт М20 з шестигранною головкою.

У цьому розділі пропонується модернізація луцильника, а також виконано всі необхідні технічні розрахунки на міцність та конструктивні розрахунки.

4 Охорона праці

Під час виробничої діяльності людина може піддаватися впливу одного чи кількох небезпечних та шкідливих факторів. Рівень безпеки конкретного технологічного процесу залежить від їх кількості та ступеня небезпеки кожного із них. Безпека праці на виробництві визначається ступенем захищеності окремих технологічних процесів.

Виявлені основні ризики на виробництві потрібно аналізувати детально. Для цього використовують логічне моделювання безпеки праці та розробляють відповідні таблиці.

До фізичних небезпечних факторів в нашому випадку відносяться: трактори та механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання (привідні та передавальні механізми, обертові деталі тощо), а також підвищена температура поверхонь обладнання і інші.

Під час експлуатації луцильника для виконання робіт застосовують енергетичний засіб (трактор) та безпосередньо ґрунтообробний агрегат. Конструкція цих пристроїв, якщо не дотримуватися правил безпеки, може становити загрозу для людини. Основні небезпеки відображені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Логічне моделювання виробничих небезпек при експлуатації луцильника

Технологічні операції	Небезпека			Можливі наслідки
	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	
Технічне обслуговування луцильника	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

	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	
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

До біологічних факторів, що становлять небезпеку та є шкідливими для працівників, відносять бактерії, віруси, рослини і тварин, які можуть спричинити травматизм або захворюваність. Крім біологічних факторів виділяють психофізіологічні: фізичні перевантаження (статичні і динамічні) та нервово-

психічні перевантаження (напруження органів слуху, зору тощо). Під час роботи з вказаним обладнанням вплив небезпечних виробничих факторів в значній мірі залежить від кваліфікації робітників, технічного стану техніки, стану ґрунту та погодно-кліматичних умов. Між факторами шкідливого і небезпечного впливу існує певний взаємозв'язок, і часто наявність перших сприяє виникненню других.

Аналіз таблиці 4.1 свідчить про те, що дотримання основних вимог техніки безпеки може ефективно запобігти значній кількості небезпечних ситуацій та забезпечити збереження життя та здоров'я працівників.

Отже, у цьому розділі запропоновано логічне моделювання виробничих ризиків при експлуатації луцильника.

5 Техніко-економічна оцінка пропонованих рішень

5.1 Техніко-економічні показники роботи агрегату

Баланс часу зміни має вигляд:

$$T_{зм} = T_p + T_{хх} + T_{то} + T_{ф} + T_{пр}, \quad (5.1)$$

де $T_{зм}=7$ год – тривалість зміни;

T_p – тривалість роботи, год;

$T_{хх}$ – тривалість холостого ходу, год;

$T_{то}=0.3$ год – тривалість технічного обслуговування;

$T_{ф}=0.3$ год – час, відведений на фізіологічні потреби;

$T_{пр}$ – тривалість простоїв, год:

$$T_{пр} = K \cdot T_{зм}, \quad (5.2)$$

де $K=0.07$ – коефіцієнт простоїв. Тоді:

$$T_{пр} = 0.07 \cdot 7 = 0.49 \text{ год.}$$

З формули (5.1) визначаємо тривалість робочого часу і холостого ходу:

$$\begin{aligned} T_p + T_{хх} &= T_{зм} - (T_{то} + T_{ф} + T_{пр}) = \\ &= 7 - (0.3 + 0.3 + 0.49) = 5.9 \text{ год.} \end{aligned} \quad (5.3)$$

Тривалість одного робочого ходу визначається за формулою:

$$t_p = \frac{l_p}{V_p}, \quad (5.4)$$

де $l_p=900$ м – довжина гону;

$V_p=8.9$ км/год – робоча швидкість.

Тоді за формулою (5.4):

$$t_p = \frac{900 \cdot 10^{-3}}{8.9} = 0.1 \text{ год.}$$

Кількість робочих ходів становить:

$$n_{рх} = \frac{T_p + T_{хх}}{t_p + t_n}, \quad (5.5)$$

де $t_n=0.01$ год – час, що потрібен на виконання повороту. Отже:

$$n_{px} = \frac{5.9}{0.1 + 0.01} = 53.$$

Тривалість роботи визначимо за формулою:

$$T_p = t_p \cdot n_{px} = 0.1 \cdot 53 = 5.3 \text{ год.} \quad (5.6)$$

Тоді із (5.3) визначаємо тривалість холостого ходу:

$$T_{xx} = (T_p + T_{xx}) - T_p = 5.9 - 5.3 = 0.6 \text{ год.}$$

Тривалість роботи двигуна на зупинках становить:

$$T_0 = T_\phi + \frac{1}{2} T_{то} + T_{пр} = 0.3 + \frac{1}{2} \cdot 0.3 + 0.49 = 0.94 \text{ год.} \quad (5.7)$$

Коефіцієнт використання робочого часу:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} = \frac{5.3}{7} = 0.75. \quad (5.8)$$

Годинна продуктивність розраховується за формулою:

$$W_{год} = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (5.9)$$

де $B_p = 15$ м – робоча ширина захвату. Тоді:

$$W_{год} = 0.1 \cdot 15 \cdot 8.9 \cdot 0.75 = 10.01 \frac{\text{га}}{\text{год}}$$

Розрахункова змінна продуктивність становить:

$$W_{зм} = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p = 0.1 \cdot 15 \cdot 8.9 \cdot 5.3 = 71 \frac{\text{га}}{\text{см}} \quad (5.10)$$

Потреба у паливних ресурсах на 1 гектар становить:

$$q = \frac{T_p \cdot Q_p + T_{xx} \cdot Q_{xx} + T_0 \cdot Q_0}{W_{зм}}, \quad (5.11)$$

де $Q_p = 28.4 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$ – годинна паливовитрата на робочому ході;

$Q_{xx} = 19.4 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$ – годинна паливовитрата на холостому ході;

$Q_0 = 5.4 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$ – годинна паливовитрата на зупинках.

Отже, маємо:

$$q = \frac{5.3 \cdot 28.4 + 0.6 \cdot 19.4 + 0.94 \cdot 5.4}{71} = 2.36 \frac{\text{кг}}{\text{га}} \quad (5.11)$$

5.2 Економічна ефективність впровадження пропонованої конструкції

Витрати на експлуатацію машинно-тракторних агрегатів під час виконання механізованих робіт розраховуються на кожну одиницю таких робіт за формулою:

$$E = Z + G + TP + A, \quad (5.12)$$

де Z – основна і додаткова оплата праці з відповідними нарахуваннями;

G – вартість паливо-мастильних матеріалів;

TP – витрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт;

A – амортизаційні відрахування.

Оплата праці обслуговуючого персоналу становить:

$$Z = \frac{Z_M \cdot N_M \cdot K_M}{W_3}, \quad (5.13)$$

де $Z_M = 344$ грн – змінна тарифна ставка;

$N_M = 1$ – кількість робітників;

$K_M = 3.28$ – коефіцієнт додаткової оплати;

$W_3 = 66.2$ – змінна норма виробітку.

Відповідно до (5.13):

$$Z = \frac{344 \cdot 1 \cdot 3.28}{66.2} = 17 \text{ грн/год.}$$

Витрати на пальне та мастильні матеріали, які витрачені на виконання одиниці роботи:

$$G = Q \cdot C_{п}, \quad (5.14)$$

де $Q = 4.7$ л/га – витрати пального на одиницю роботи на одній операції;

$C_{п} = 55$ грн – ціна пального та мастильних матеріалів.

З урахуванням цих показників:

$$G = 4.7 \cdot 55 = 258.50 \text{ грн/га.}$$

Витрати на капітальний та поточний ремонт, а також технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату на одиницю роботи визначаються за наступною формулою:

$$T_p = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_T \cdot B_T}{P_T} + \frac{B_{ag} \cdot B_{ag}}{P_{ag}} \right), \quad (5.15)$$

де B_T, B_{ag} – балансова складова вартості трактора і агрегату, грн (визначається як добуток вартості трактора чи агрегату на коефіцієнт 1.1);

B_T, B_{ag} – відрахування на поточний, капітальний ремонт і ТО для трактору та агрегату, %;

P_T, P_{ag} – річна завантаженість у відсотках трактору та агрегату;

W – продуктивність агрегату, га/год.

$$T_p = \frac{1}{100 \cdot 9.5} \cdot \left(\frac{989500 \cdot 6.6}{1300} + \frac{185700 \cdot 14}{295} \right) = 14.60 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$A = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_T \cdot a_T}{P_T} + \frac{B_{ag} \cdot a_{ag}}{P_{ag}} \right), \quad (5.16)$$

де a_T, a_{ag} – норма амортизаційних відрахувань трактора і агрегату, %.

$$A = \frac{1}{100 \cdot 9.5} \cdot \left(\frac{989500 \cdot 19.5}{1300} + \frac{185700 \cdot 9.6}{295} \right) = 22 \text{ грн/га.}$$

Тоді відповідно до (5.12):

$$E = 17 + 258.50 + 14.60 + 22 = 312.10 \text{ грн/га.}$$

Капіталовкладення на одиницю виконаної роботи розраховуються за формулою:

$$K_{п} = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{B_T}{P_T} + \frac{B_{ag}}{P_{ag}} \right) = \frac{1}{9.5} \cdot \left(\frac{989500}{1300} + \frac{185700}{295} \right) = 146.40 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

Загальні експлуатаційні витрати машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$B_3 = E + k_H \cdot K_{п}, \quad (5.18)$$

де $k_H = 0.15$ грн – нормативний коефіцієнт капіталовкладень.

Отже,

$$B_3 = 312.10 + 0.15 \cdot 146.40 = 334.06 \text{ грн.}$$

Вартість насіння на 1 гектар визначається за формулою:

$$B_H = N_B \cdot C_H, \quad (5.19)$$

де $N_B = 15$ кг/га – норма висіву насіння;

$\text{Ц}_H = 40.8$ грн/кг – вартість насіння.

$$B_H = 15 \cdot 40.8 = 612 \frac{\text{грн}}{\text{га}}$$

Вартість мінеральних добрив на 1 гектар визначається за формулою:

$$B_M = N_d \cdot \text{Ц}_d, \quad (5.20)$$

де N_d – норма внесення добрив, ц/га;

Ц_d – вартість добрив, грн/кг.

$$B_M = 95 \cdot 12.9 + 50 \cdot 7.9 + 30 \cdot 14.6 = 2058.50 \text{ грн.}$$

Вартість засобів захисту рослин на 1 гектар визначається за формулою:

$$B_{зз} = N_{зз} \cdot \text{Ц}_{зз}, \quad (5.21)$$

де $N_{зз}$ – норма витрати отрутохімікатів, кг/га;

$\text{Ц}_{зз}$ – вартість отрутохімікату, грн/га.

$$B_{зз} = 2.5 \cdot 320 = 800 \text{ грн.}$$

Витрати на автотранспорт визначаються за формулою:

$$T = O_T \cdot B_{TK}, \quad (5.22)$$

де O_T – транспортні роботи, виконувані автомобілями, т.км;

B_{TK} – вартість 1 т.км, грн.

$$T = 1212.5 \cdot 4.5 = 5456.25 \frac{\text{грн}}{\text{т. км}}$$

Орендні витрати (O) приймаємо в розмірі $2100 \frac{\text{грн}}{\text{га}}$.

Інші матеріальні витрати (I) становлять 10 % від суми прямих витрат без урахування вартості насіння та амортизації:

$$\begin{aligned} I &= (Z + G + T_p + T + B_M + O + B_{зз}) \cdot 0.1 = \\ &= (17 + 258.50 + 14.60 + 5456.25 + 2058.50 + 2100 + 800) \cdot 0.1 = \quad (5.23) \\ &= 1070.46 \text{ грн} \end{aligned}$$

Платежі на страхування (C_m) визначаються як 7 % від суми прямих та інших витрат без амортизації:

$$\begin{aligned} C_T &= (Z + G + T_p + T + B_H + B_M + O + B_{зз} + I) \cdot 0.7 = \\ &= (17 + 258.50 + 14.60 + 5456.25 + 612 + 2058.50 + \end{aligned} \quad (5.24)$$

$$+2100 + 800 + 1070.46) \cdot 0.7 = 8671.12 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати (B_{36}) розраховуються у розмірі 5 % від прямих без амортизації:

$$\begin{aligned} C_T &= (Z + G + T_P + T + B_H + B_M + O + B_{33}) \cdot 0.5 = \\ &= (17 + 258.50 + 14.60 + 5456.25 + 612 + 2058.50 + \\ &\quad + 2100 + 800) \cdot 0.5 = 5658,43 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (5.25)$$

Собівартість виробленої з 1 гектара продукції обчислюємо за формулою:

$$\begin{aligned} C_T &= B_3 + B_H + B_M + B_{33} + T + O + I + C_T + B_{3B} = \\ &= 334.06 + 612 + 2058.50 + 800 + 5456,25 + 2100 + \\ &\quad + 1070.46 + 8671.12 + 5658,43 = 26760.82 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (5.26)$$

Собівартість 1 кілограма продукції становить:

$$C_{ц} = \frac{C}{B \cdot 1000}, \quad (5.27)$$

де $B = 22$ ц – валовий збір зі 1 гектара.

Собівартість 1 кг виробленої продукції становить:

$$C_{ц} = \frac{26760.82}{22 \cdot 100} = 12.16 \text{ грн.}$$

Отже, у порівнянні з середньою ринковою вартістю культури (25 грн/кг) вартість виробленої продукції за допомогою запропонованої конструкції є меншою більше, ніж в два рази.

Загальні висновки

В даному дипломному проекті запропоновано розроблено конструкцію луцильника з метою вдосконалення процесу механізації поверхневого обробітку ґрунту.

У першій частині проекту проведено аналіз виробничо-технологічної характеристики Іванівської дослідно-селекційної станції інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Охтирського району Сумської області. Аналіз дав можливість визначити основні позитивні аспекти станції, такі як наявність необхідної сільськогосподарської техніки для вирощування ріпаку озимого та мінімальна сівозміна на полях товариства.

У другому розділі проведено аналіз технологічних особливостей вирощування ріпаку озимого в Іванівській дослідно-селекційній станції. Було сформовано необхідний набір техніки для виконання операцій з вирощування культури, виконано огляд луцильників та ґрунтообробної техніки для проведення операції луцення стерні після попередника.

У теоретичній частині було проаналізовано агрегат у складі трактора ХТЗ-150К та луцильника ЛДГ-15. Також було здійснено розрахунки дискового луцильника та запропоновано ряд модифікацій для поліпшення робочих органів. Також був проведений конструкторський розрахунок елементів досліджуваного агрегату.

Розділ з охорони праці включає в себе вивчення основних небезпечних чинників при проведенні операції луцення, які необхідно враховувати при вирощуванні ріпаку озимого.

Розрахунки техніко-економічних показників вирощування озимого ріпаку дозволив зазначити, що вирощування цієї культури є економічно доцільним та рентабельним при використанні удосконаленого луцильника в господарстві.