

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ 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:

**Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту і конструкції
дискового плуга ПД-5**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-1-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кірса Роман Сергійович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____

Дніпро - 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача 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

Кірсі Роману Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту і конструкції дискового плуга ПД-5

керівник проєкту Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 10.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз сучасного стану рослинницької галузі та технічних засобів, які застосовуються під час обробітку ґрунту. Вивчення патентної інформації, науково-технічної літератури й результатів сучасних досліджень за напрямом обраної теми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз технології вирощування пшениці. 2. Огляд конструкцій дискових плугів. 3. Конструкторське вдосконалення дискового плуга. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища 5. Техніко-економічні показники дискового плуга. Висновки та пропозиції. Бібліографія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Огляд конструкцій дискових плугів. (А1). 2. Дисковий плуг. (А1). 3. Дисковий орган. Вид загальний (А1). 4. Рама Вид загальний (А3). 5. Кришка (А3). 6. Втулка (А4). 7. Штуцер (А4). 8. Вісь (А4). 9. Прокладка (А4). 10. Економіка (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Теслюк Г.В., доцент	06.02.2026	10.06.2026
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент	10.06.2026	

7. Дата видачі завдання: 06.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2026 р.	
2	Технологічний	до 15.04.2026 р.	
3	Конструкційний	до 30.04.2026 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2026 р.	
5	Економічний	до 20.05.2026 р.	
6	Графічна частина	до 05.06.2026 р.	

Студент

_____ **Кірса Р.С.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ **Теслюк Г.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Кірса Р.С. Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту і конструкції дискового плуга ПД-5 / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті подано конструкцію дискового плуга та виконано обґрунтування його основних параметрів і характеристик, необхідних для якісного та ефективного обробітку ґрунту. При цьому враховано фізико-механічні властивості ґрунтів, агротехнічні вимоги до виконання технологічного процесу, екологічні умови використання машини, а також необхідність підвищення техніко-економічної ефективності застосування сільськогосподарських знарядь шляхом раціонального вибору конструктивних і експлуатаційних параметрів.

У роботі проаналізовано сучасні напрями мінімалізації обробітку ґрунту та розглянуто інноваційні підходи до використання дискових робочих органів. Значну увагу приділено вивченню їх основних геометричних параметрів і впливу цих параметрів на якість виконання технологічної операції. Окремо досліджено конструктивно-технологічні особливості дискового плуга, зокрема наведено теоретичне обґрунтування параметрів дискових робочих органів і особливостей їх взаємодії з ґрунтовим середовищем.

У межах проєкту проведено розрахунки сил, які діють на сферичний диск у процесі роботи, визначено раціональні геометричні характеристики робочих органів та виконано підбір основних елементів знаряддя. Також у роботі розглянуто питання охорони праці та дотримання екологічних вимог під час експлуатації дискового плуга. На завершення визначено техніко-економічні показники, які підтверджують доцільність і ефективність використання розробленого дискового знаряддя.

Ключові слова: дисковий робочий орган плуга, основний обробіток, агротехнологія, параметри конструкції й технологічного процесу.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	11
1.1 Мінімізація механічного обробітку й техногенний вплив на фізичний стан ґрунту	11
1.2. Технологія вирощування озимої пшениці в умовах Дніпропетровської області	13
Висновок по розділу	19
2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ДИСКОВИХ ПЛУГІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	20
2.1. Аналіз та розвиток дискових плугів для обробітку ґрунту	20
2.1. Огляд технічних рішень дискових плугів	27
Висновки по розділу	31
3.1. Робочий процес запропонованого дискового плуга	32
3.2. Конструктивно-технологічні розрахунки запропонованого плуга	33
3.3. Перевірка співвідношення глибини обробітку і діаметра диска	35
3.4. Розрахунок тягового опору плуга та необхідної потужності трактора	36
3.5. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату	38
3.6. Розрахунок питомої маси плуга і навантаження на один диск	39
3.7. Перевірочний розрахунок рами плуга на міцність	40
3.8. Розрахунок пальця навісного вузла на зріз	41
Висновки по розділу	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИСКОВОГО ПЛУГА	45
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	45
4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи	46
4.3 Вимоги безпеки під час роботи	47
4.4 Вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту	47
4.5 Пожежна безпека	48

	7
4.6 Заходи із захисту навколишнього середовища	48
Висновок по розділ	50
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИСКОВОГО ПЛУГА	51
Висновки по розділу	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
БІБЛІОГРАФІЯ	61
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Основою зростання продуктивності праці в сільському господарстві є широке впровадження комплексної механізації, засобів автоматизації та сучасних систем машин, які мають високі техніко-економічні показники. Саме технічне переоснащення галузі дає можливість підвищити ефективність виконання польових робіт, зменшити витрати праці, палива й енергії, а також забезпечити стабільно високу якість технологічних операцій. У зв'язку з цим особливого значення набуває вдосконалення ґрунтообробних агрегатів, спрямоване на підвищення їх продуктивності, зниження тягового опору та поліпшення якості підготовки ґрунту до сівби.

Створення науково обґрунтованих технологічних основ, розробка та впровадження нового покоління машин і робочих органів для обробки ґрунту є важливим завданням агроінженерної науки і практики. Сучасний розвиток сільськогосподарського машинобудування як в Україні, так і за її межами, орієнтований на створення універсальних ґрунтообробних знарядь, здатних ефективно працювати в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Такі машини повинні забезпечувати якісне виконання технологічного процесу за широкого діапазону фізико-механічних властивостей ґрунту та при різних режимах роботи агрегатів.

Обробіток ґрунту є однією з найважливіших технологічних операцій у землеробстві, оскільки саме він формує сприятливі умови для росту й розвитку сільськогосподарських культур. Завдяки якісному обробітку покращуються водний, повітряний і тепловий режими ґрунту, створюються належні умови для загортання насіння, розвитку кореневої системи рослин, накопичення та збереження вологи. Крім того, правильно підготовлений ґрунт значно підвищує ефективність застосування добрив і засобів захисту рослин, а також полегшує проведення сівби, догляду за посівами та збирання врожаю. Саме тому вважається, що рівень урожайності

сільськогосподарських культур значною мірою залежить від якості обробітку ґрунту.

Аналіз розвитку сучасних систем землеробства свідчить, що, незважаючи на впровадження нових ресурсозберігаючих технологій, полицева оранка і сьогодні залишається однією з найбільш важливих операцій основного обробітку ґрунту. Вона забезпечує загортання рослинних решток, бур'янів і добрив, сприяє розпушенню орного шару та покращенню фітосанітарного стану поля. Разом з тим у реальних виробничих умовах виникає низка труднощів, особливо під час обробітку важких суглинкових ґрунтів, сильно засмічених бур'янами, а також ділянок, виведених із сівозміни або вкритих значною кількістю соломи після збирання зернових культур.

За таких умов застосування традиційних лемішних плугів не завжди є достатньо ефективним, оскільки їх робочі органи можуть забиватися бур'янами, пожнивними рештками та іншими волокнистими матеріалами. У цьому відношенні дискові плуги мають певні переваги, оскільки вони менш чутливі до забивання і краще працюють на засмічених полях та ґрунтах із великою кількістю рослинних залишків. Це робить їх перспективними для використання в складних умовах експлуатації.

Однак поряд із перевагами дискові плуги мають і певні недоліки. Зокрема, порівняно з лемішними плугами вони гірше виконують повний оборот пласта. Якщо на староорних землях якість їх роботи є цілком задовільною, то на вологих, важких і задернілих ґрунтах спостерігається погіршення технологічного процесу. Частина скиб може перекидатися на вже відвалений попереднім проходом шар, а інша - частково осипатися назад у борозну. Це знижує якість оранки, погіршує загортання рослинних решток і ускладнює подальший технологічний процес.

Саме тому подальший розвиток конструкцій дискових плугів є актуальним науково-практичним завданням. Особливої уваги потребує вдосконалення їх робочих органів, геометричних параметрів та режимів

роботи з метою підвищення якості обробітку важких суглинкових ґрунтів, засмічених бур'янами та насичених рослинними рештками. Недостатній рівень розробки таких конструкцій сьогодні стримує більш широке застосування дискових плугів у виробництві.

Отже, народногосподарське значення даної роботи полягає у створенні та обґрунтуванні конструкції плуга із сферичними дисковими робочими органами, який забезпечував би ефективне виконання оранки на задернілих важких суглинках із великою кількістю рослинних залишків. Використання такого знаряддя дасть можливість підвищити якість основного обробітку ґрунту, зменшити енерговитрати, покращити експлуатаційні показники агрегату та створити більш сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

1.1 Мінімізація механічного обробітку й техногенний вплив на фізичний стан ґрунту

У сучасному землеробстві особливої уваги набуває проблема обмеження негативного впливу сільськогосподарської техніки на стан ґрунту під час проведення польових робіт. Не менш важливим залишається і питання зниження матеріальних та енергетичних витрат, пов'язаних з обробітком ґрунту. У сучасному аграрному виробництві, особливо на великих площах, широко застосовують потужні трактори масою 8-14 т і більше. Такі машини забезпечують високу продуктивність, однак водночас створюють значне навантаження на поверхню поля. Протягом повного виробничого процесу вирощування зернових - починаючи з підготовки ґрунту і завершуючи збиранням урожаю - сільськогосподарські машини неодноразово пересуваються полем, і кількість таких проходів може сягати приблизно 5-15 разів. У результаті цього виникає ущільнення ґрунту, яке часто перевищує допустимі агротехнічні межі, погіршує його фізичний стан і, як наслідок, негативно впливає на родючість.

Надмірне ущільнення ґрунту призводить до зниження його водопроникності, погіршення аерації, утруднення росту кореневої системи рослин і зменшення активності ґрунтової біоти. Ущільнений орний шар гірше акумулює вологу, у ньому сповільнюється обмін повітря, а також ускладнюється проникнення коренів у глибші горизонти. Усе це зрештою позначається на рості, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур. Саме тому одним із головних завдань системи обробітку є не лише розпушення ґрунту, а й підтримання такого його стану, який був би найбільш сприятливим для формування врожаю.

Головна мета обробітку ґрунту полягає у створенні та підтриманні оптимальних показників орного шару. У першу чергу це пов'язано з

показником щільності ґрунту, який для більшості сільськогосподарських культур вважається оптимальним у межах 1,1-1,3 г/см³. За таких умов забезпечуються найкращі водно-повітряні властивості, полегшується ріст кореневої системи, покращується доступність поживних речовин і створюються сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів. Водночас необхідно враховувати, що ґрунт є динамічною системою, властивості якої постійно змінюються під впливом природних чинників і механічного навантаження. Надмірно розпушений ґрунт з часом ущільнюється, а занадто ущільнений після відповідного обробітку частково відновлює більш сприятливу структуру, поступово наближаючись до свого природного рівноважного стану.

Об'ємна маса та щільність ґрунту значною мірою залежать від його типу, гранулометричного складу, вмісту гумусу та ступеня окультуреності. Зокрема, для ґрунтів Дніпропетровської області, де поширені сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти, а також малогумусні чорноземи, сформовані переважно на лесових відкладах, типовий рівень щільності зазвичай перебуває в межах 1,1-1,25 г/см³. Саме в цих межах ґрунт зберігає оптимальні агрофізичні властивості, необхідні для нормального розвитку рослин. Відхилення від цих показників, особливо в бік надмірного ущільнення, можуть призвести до погіршення умов росту культур і зниження ефективності використання добрив та інших агротехнічних заходів.

Підтримання оптимальної щільності ґрунту є важливою умовою підвищення врожайності, особливо за впровадження мінімального або ресурсозберігаючого обробітку. Такі технології дозволяють зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити витрати пального і скоротити механічне навантаження на ґрунт. Однак їх ефективність значною мірою залежить від природних властивостей самого ґрунту. Наприклад, чорноземи, добре окультурені опідзолені ґрунти, а також ґрунти легкого гранулометричного складу мають кращу природну структуру і триваліше

зберігають сприятливий фізичний стан. Натомість важкі, безструктурні або перезволожені ґрунти схильні до швидкого ущільнення, тому потребують періодичного розпушування для відновлення необхідних агрофізичних показників.

Отже, раціональна система обробітку ґрунту повинна бути спрямована не лише на виконання технологічних операцій, а й на збереження його родючості, структури та екологічної стійкості. Зменшення кількості проходів техніки, правильний вибір машинно-тракторних агрегатів, застосування широкозахватних знарядь і впровадження мінімальної обробітку дають можливість істотно знизити ущільнення ґрунту та підвищити ефективність землеробства в цілому.

1.2. Технологія вирощування озимої пшениці в умовах Дніпропетровської області

Озима пшениця належить до ключових зернових культур Дніпропетровської області й відіграє вагомую роль у забезпеченні продовольчих потреб та розвитку аграрного виробництва регіону. Ґрунтово-кліматичні умови регіону, що характеризуються переважанням чорноземів, недостатнім і нестійким зволоженням, високими літніми температурами та частими посушливими явищами, потребують застосування науково обґрунтованої технології вирощування культури. Основним завданням такої технології є створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, збереження запасів ґрунтової вологи, зниження ущільнення орного шару, ефективне використання добрив і засобів захисту рослин, а також забезпечення високої врожайності та належної якості зерна.

У сучасних умовах виробництва особливого значення набуває раціональна система основного обробітку ґрунту. Для полів із підвищеною кількістю пожнивних решток, післяжнивної стерні, соломи, а також на важких суглинкових ґрунтах доцільним є застосування дискового плуга.

Такий робочий орган менш схильний до забивання рослинними залишками, бур'янами та волокнистою масою, ніж традиційний лемішний плуг, і може забезпечувати якісний основний обробіток ґрунту в складних умовах експлуатації.

У системі сівозміни кращими попередниками для озимої пшениці в умовах Дніпропетровської області є чорний пар, горох, нут, сочевиця, озимий ріпак, багаторічні бобові трави, а також ранні просапні культури. Після цих попередників у ґрунті залишається більше продуктивної вологи, поле є чистішим від бур'янів, а рослини мають кращі умови для формування дружних сходів. Менш сприятливими попередниками є соняшник, кукурудза на зерно та повторні посіви після зернових культур, оскільки за таких умов зростає ризик висушування ґрунту, ураження рослин хворобами і збільшення забур'яненості.

Після збирання попередника поле обробляють з метою закриття вологи, подрібнення та часткового загортання рослинних решток, а також стимулювання проростання падалиці і бур'янів. Для цього можуть застосовуватись важкі дискові борони або стерньові луцильники, наприклад LEMKEN Rubin 10, Horsch Joker RT, Bednar Swifterdisc, John Deere 2680H, Kuhn Optimer або вітчизняні агрегати типу АГД-2,5, АГД-4,5 чи ЛДГ-10. Наступним етапом є основний обробіток ґрунту дисковим плугом. Для роботи з тракторами середнього та важкого тягового класу можуть використовуватися трактори John Deere 8R, Case IH Magnum, New Holland T8, Fendt 900 Vario, Claas Axion, а також більш доступні для господарств України трактори типу ХТЗ-243К, Беларус 3022 або Case IH Puma. Дисковий плуг підбирають залежно від енергозасобу, ширини захвату і типу ґрунту.

Основний обробіток дисковим плугом під озиму пшеницю в умовах області доцільно виконувати на глибину 20-27 см. На полях після соняшнику або кукурудзи, де є значна кількість грубостеблових решток, а також на важких ущільнених суглинках доцільно застосовувати більшу

глибину. За правильної настройки дисковий плуг забезпечує розпушення ґрунту, частковий або повний оборот скиби, подрібнення ґрунтових брил і загортання пожнивних решток. Якість його роботи значною мірою залежить від вологості ґрунту, швидкості руху агрегату, кута атаки дисків і глибини ходу. Надмірна швидкість або неправильне регулювання можуть спричиняти нерівномірний обробіток, погіршення загортання решток і збільшення гребенистості поверхні поля.

Після основного обробітку проводять передпосівну підготовку ґрунту. Її завданням є створення вирівняної поверхні поля та підготовка якісного посівного ложа з ущільненим нижнім і дрібногрудочкуватим верхнім шаром. Для цього використовують комбіновані ґрунтообробні агрегати, зокрема LEMKEN Korund, Köckerling Allrounder, Bednar Swifter, Horsch Cruiser, Wil-Rich Quad, а також вітчизняні передпосівні культиватори типу КПС-4, КПС-8, Європак чи комбіновані агрегати сімейства АКШ. В умовах нестійкого зволоження Дніпропетровщини важливо не допускати зайвих проходів техніки по полю, щоб уникнути непродуктивних втрат вологи.

Система удобрення озимої пшениці повинна формуватися з урахуванням попередника, родючості ґрунту, запланованої врожайності та забезпеченості елементами живлення. Під основний обробіток, як правило, вносять фосфорні та калійні добрива. Це можуть бути амофос, діамофоска, суперфосфат, нітроамофоска, а також комплексні добрива типу NPK 8:24:24, 10:26:26, 16:16:16. Азотні добрива вносять частково перед сівбою, а основну їх частину - рано навесні у вигляді підживлення. Для цього можуть використовуватися карбамід, аміачна селітра, КАС-32, а також сульфат амонію. Для внесення мінеральних добрив застосовують розкидачі типу Amazone ZA-M, Bogballe M-line, Kuhn Axis, Rauch Axis, Kverneland Exakta, а для рідких форм - обприскувачі або спеціалізовані машини з системами для внесення КАС.

Для сівби використовують кондиційне насіння сучасних високопродуктивних сортів озимої пшениці, адаптованих до умов степової зони. Насіння повинно бути очищеним, відкаліброваним, протруєним і мати високу схожість. Оптимальні строки сівби для більшості районів Дніпропетровської області припадають орієнтовно на другу половину вересня - початок жовтня. За таких строків рослини встигають сформувати добре розвинену кореневу систему й 2-4 пагони кущення до настання стійких холодів. Для сівби можуть застосовуватися зернові сівалки Horsch Pronto, Amazone Cirrus, Kuhn Espro, Bednar Omega, Väderstad Rapid, John Deere 750A, а також вітчизняні СЗ-3,6, СЗ-5,4, Astra чи інші аналогічні машини. Норма висіву встановлюється залежно від строку сівби, сорту, попередника та вологості ґрунту і в середньому становить близько 4,0-5,5 млн схожих зерен на 1 га. Глибина загортання насіння зазвичай становить 3-5 см, а в сухіших умовах може бути дещо більшою.

Важливе місце в технології вирощування займає система захисту рослин. У сучасному виробництві вона повинна бути інтегрованою, тобто поєднувати агротехнічні, профілактичні та хімічні заходи. На етапі підготовки насіння проводять його протруювання сучасними препаратами комбінованої дії. Як приклади можна навести Сценік, Селест Макс, Вайбранс Інтеграл, Систіва, Ламардор, Максим Стар, Ранкона. Ці препарати застосовують для захисту від комплексу насінневої та ґрунтової інфекції, сажкових хвороб, кореневих гнилей та раннього ураження сходів.

У період осінньої вегетації, залежно від забур'яненості посівів, можуть застосовуватися гербіциди проти дводольних і деяких злакових бур'янів. Серед сучасних препаратів, що широко використовуються у посівах зернових, можна назвати Пріма, Гранстар Голд, Лінтур, Секатор Турбо, Дербі, Квелекс, Гроділ Максі, Пік, Логран. Для боротьби зі злаковими бур'янами у відповідних випадках застосовують спеціалізовані рішення залежно від спектра засмічення та фази розвитку культури. Вибір

конкретного препарату визначається видовим складом бур'янів, фазою розвитку пшениці та погодними умовами.

Навесні, після відновлення вегетації, посіви обстежують, визначають густоту рослин, ступінь перезимівлі, наявність хвороб, бур'янів і шкідників. Одночасно з першим підживленням або після нього проводять гербіцидний захист. Для цього можуть застосовуватися препарати на основі флорасуламу, трибенурон-метилу, 2,4-Д, амінопіраліду, піроксуламу, галаксифену та інших сучасних діючих речовин. У виробничих умовах часто використовують Секатор Плюс, Пріма Форте, Гранстар Про, Паллас, Аксіал - залежно від домінуючого типу бур'янів.

Захист від хвороб є обов'язковою складовою сучасної технології, особливо за інтенсивного вирощування. Найпоширенішими хворобами озимої пшениці є борошниста роса, септоріоз листя, бура іржа, піренофороз, фузаріоз колоса. Для їх стримування застосовують фунгіциди різних хімічних груп. У фазі кущення - виходу в трубку можуть використовуватися препарати Амістар Екстра, Елатус Ріа, Аканто Плюс, Рекс Дуо, Тілт Турбо, Абакус, Капало, Адексар СЕ Плюс. У період прапорцевого листка та колосіння важливим є захист листового апарату й колоса, для чого можуть застосовуватися Прозаро, Магнелло, Осіріс Стар, Авіатор Хпро, Елатус Ера, Міравіс Нео або інші сучасні фунгіцидні композиції. Особливої уваги потребує захист колоса від фузаріозу, якщо в період цвітіння спостерігається волога погода.

Для контролю шкідників у посівах озимої пшениці застосовують інсектициди, коли чисельність фітофагів перевищує економічний поріг шкодочинності. Найчастіше посіви уражуються злаковими мухами, попелицями, трипсами, п'явицями, клопом шкідливою черепашкою. Для захисту від них використовують препарати на основі лямбда-цигалотрину, дельтаметрину, ацетаміприду, тіаклоприду, хлорпірифосу в дозволених схемах або комбіновані продукти. Як приклади можна назвати Карате Зеон, Децис f-Luxx, Моспілан, Енжіо, Нурел Д, хоча застосування кожного з них

необхідно обов'язково звіряти за чинною етикеткою, дозволом і фазою культури.

Для внесення засобів захисту рослин у сучасних господарствах застосовують самохідні та причіпні обприскувачі, зокрема John Deere R4040i, Case IH Patriot, Amazone Pantera, Horsch Leeb, Berthoud Raptor, New Holland Guardian, а також причіпні моделі Amazone UX, Kuhn Lexis, Hardi Navigator, Boguslav, ОП-2000 та інші. Якість хімічного захисту значною мірою залежить від правильного вибору розпилювачів, норми виливу, тиску, швидкості руху агрегату та погодних умов під час обприскування.

Весняний догляд за посівами передбачає не лише захист від бур'янів, хвороб і шкідників, а й застосування регуляторів росту за інтенсивної технології вирощування. На посівах із високим азотним фоном і ризиком вилягання можуть використовуватися препарати на основі хлормекват-хлориду, тринексапак-етилу або їх комбінацій. Це дає можливість зміцнити стебло, покращити стійкість рослин до вилягання та підвищити ефективність використання добрив.

Збирання врожаю озимої пшениці проводять у фазі повної стиглості, переважно способом прямого комбайнування. Для цього використовують зернозбиральні комбайни John Deere S770, Case IH Axial-Flow, New Holland CX, Claas Lexion, Deutz-Fahr C9206, Ростсельмаш Torum або інші моделі, що забезпечують якісний обмолот із мінімальними втратами зерна. Після збирання зерно транспортують автомобілями або причепами-перевантажувачами, очищають на зерноочисних машинах і, за необхідності, досушують.

Отже, сучасна технологія вирощування озимої пшениці в умовах Дніпропетровської області із застосуванням дискового плуга ґрунтується на комплексному поєднанні раціонального основного обробітку, якісної передпосівної підготовки ґрунту, збалансованої системи удобрення, використання сучасних сівалок, інтегрованого захисту рослин та своєчасного збирання врожаю. Використання дискового плуга в цій

технології є особливо доцільним на важких, засмічених пожнивними рештками та схильних до забивання полях, де він забезпечує більш стабільне виконання основного обробітку та створює належні умови для подальшого вирощування культури.

Висновок по розділу

Отже, сучасна технологія вирощування озимої пшениці в Дніпропетровській області повинна будуватися з урахуванням особливостей степової зони, зокрема дефіциту вологи, високих температур і властивостей місцевих ґрунтів. Однією з найважливіших умов одержання високого врожаю є правильна організація системи обробітку ґрунту. Використання дискового плуга в цій технології є доцільним на важких, ущільнених і засмічених рослинними рештками полях, оскільки він забезпечує якісний основний обробіток, зменшує забивання робочих органів і покращує підготовку ґрунту до сівби. У поєднанні з раціональною системою удобрення, оптимальними строками сівби, інтегрованим захистом рослин та своєчасним збиранням така технологія забезпечує ефективне вирощування озимої пшениці в умовах регіону.

2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ДИСКОВИХ ПЛУГІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

2.1. Аналіз та розвиток дискових плугів для обробітку ґрунту

Дослідження дискових робочих органів і машин, створених на їх основі, є досить складним науково-технічним завданням. Це пояснюється насамперед багатофакторністю процесів, що відбуваються під час взаємодії диска з ґрунтом, а також їх змінним і ймовірнісним характером. На роботу дискових органів одночасно впливають фізико-механічні властивості ґрунту, його вологість, щільність, швидкість руху агрегату, глибина обробітку, геометричні параметри диска та багато інших чинників. Усе це ускладнює аналітичне дослідження процесу та не дає можливості побудувати просту і однозначну математичну модель. Через це розрахунок і проектування таких машин значно ускладнюються, а основне значення при визначенні їх раціональних конструктивних параметрів набувають польові та лабораторні випробування.

Порівняно з полицевими плугами дискові плуги мають значно менше поширення і застосовуються переважно в специфічних умовах. Їх використовують насамперед на важких, перезволожених, задернілих ґрунтах, а також на полях із великою кількістю рослинних решток, де робота звичайних корпусних плугів є менш ефективною або економічно недоцільною. У таких умовах дискові плуги мають певні переваги, оскільки вони краще проходять по складному ґрунту, менш схильні до забивання та можуть забезпечувати більш стабільний технологічний процес.

Історично склалося так, що в Україні та на території колишніх країн СНД дисковим плугам не приділялося достатньої уваги. Їх розроблення і виготовлення здебільшого не виходило за межі дослідних зразків або обмежених експериментальних партій. На відміну від цього, у Сполучених Штатах Америки та Канаді дискові плуги розвивалися значно активніше і

розглядалися як повноцінний напрям поряд із полицевим та безполицевим обробітком ґрунту. Саме тому в цих країнах було накопичено більший практичний досвід їх використання, удосконалення конструкцій і пристосування до різних умов експлуатації.

У минулому випускалися також кінні дискові плуги, які могли бути одно-, дво- або тридисковими. Діаметр їх робочих дисків зазвичай становив 500-650 мм. Такі знаряддя стали одним із початкових етапів розвитку дискових ґрунтообробних машин і заклали основу для подальшого вдосконалення дискових плугів (рис. 2.1.) [2,3].

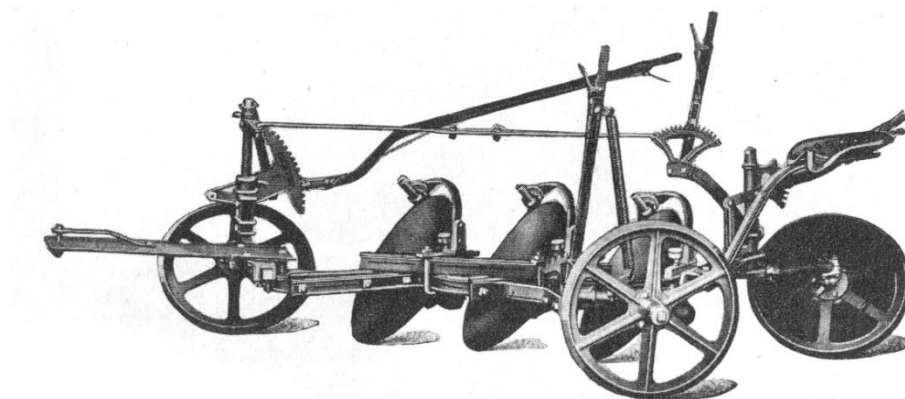


Рис. 2.1 - Кінний дисковий плуг

Рама плуга виготовлялася зі стрижнів грядільного або прямокутного перерізу. Робочі диски встановлювалися на окремих стійках, оснащених підшипниками з відбіленого чавуну. Таке конструктивне рішення забезпечувало вільне розміщення вгнутої поверхні диска аж до його центральної частини, завдяки чому ґрунт і рослинні рештки могли безперешкодно проходити через робочу зону, не накопичуючись і не забиваючи плуг.

Для очищення дисків від налиплого ґрунту передбачалися чистики, які монтувалися на жорстких стійках. Крім основної функції очищення, вони також сприяли кращому обертанню ґрунтового шару під час роботи

знаряддя. Конструкція плуга передбачала наявність трьох опорних коліс. Ліве колесо було обладнане механізмом піднімання, тоді як праве і заднє колеса мали механізми перекошування з важільним керуванням, що дозволяло регулювати положення плуга під час роботи.

У США так звані пшеничні плуги виготовляли для агрегування з тракторами різної потужності, тому їх робоча ширина захвату змінювалася в досить широких межах. Це давало можливість підбирати знаряддя залежно від тягових можливостей енергетичного засобу, розмірів поля та умов експлуатації. За кількістю робочих органів такі плуги випускалися у різних виконаннях - від 4 до 16 дисків, а діаметр дисків зазвичай становив 500-600 мм. Завдяки цьому забезпечувалася можливість використання машин як на невеликих ділянках, так і на великих площах із значними обсягами польових робіт.

На відміну від класичних дискових плугів, у яких кожен диск встановлювався на окремій стійці, у пшеничних плугах диски закріплювалися на суцільному квадратному валу, подібно до конструкції дискових борін. Таке технічне рішення спрощувало будову машини, робило її більш компактною та забезпечувало одночасну роботу всіх дисків як єдиного вузла. Подібне розміщення робочих органів сприяло рівномірнішому обробітку верхнього шару ґрунту і було особливо ефективним при виконанні мілкового основного чи поверхневого обробітку.

Глибина роботи пшеничних плугів залежала від агротехнічного призначення і могла змінюватися в межах від 5 до 15 см. Таким чином, вони використовувалися переважно для неглибокого розпушування та підрізання верхнього шару ґрунту, загортання пожнивних решток, знищення бур'янів і підготовки поля до подальших технологічних операцій. Це робило їх особливо придатними для регіонів, де необхідно було швидко обробити значні площі після збирання врожаю.

Рами пшеничних плугів виготовлялися досить міцними, оскільки під час роботи вони сприймали значні навантаження. Конструктивне виконання

рам у різних фірм відрізнялося. Так, деякі виробники, зокрема фірми John Deere (рис.2.2.) та М.К.І.М. (рис.2.3.), застосовували рами з квадратним основним брусом, що забезпечувало достатню жорсткість і надійність конструкції.

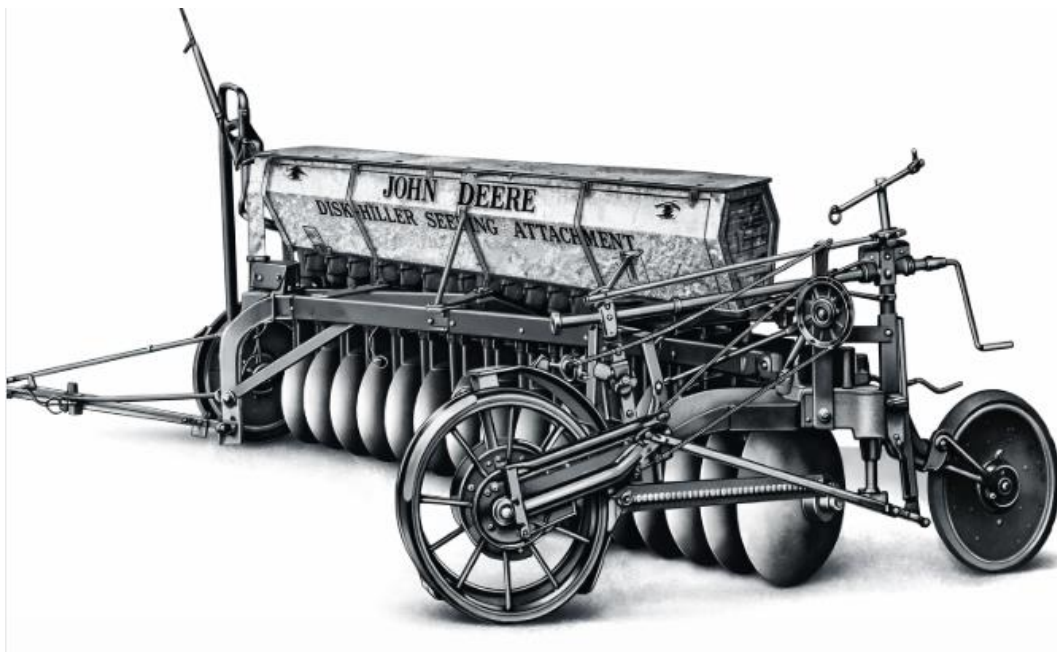


Рис. 2.2. Пшеничний плуг фірми “Джон Дір.”

У тих випадках, коли виникала потреба одночасно виконувати оранку і висів зерна, на рамі плуга додатково встановлювали зерновий бункер. При цьому кожен виробник використовував висівні апарати власної конструкції, зазвичай запозичені зі своїх сівалок, адаптуючи їх до конструкції пшеничного плуга. Це дозволяло поєднувати дві технологічні операції в одному проході агрегату, підвищуючи продуктивність і зменшуючи витрати часу та палива.



Рис. 2.3. Пшеничний плуг фірми “М.К.Ж.М.”

Інші компанії, наприклад Massey Harris, виготовляли рами зі швелерів та кутникової сталі. Зустрічалися також конструкції, виконані зі смугової сталі, які застосовували фірми John Deere та Oliver. Така різноманітність пояснюється прагненням виробників досягти оптимального поєднання міцності, маси, технологічності виготовлення та зручності експлуатації.

Отже, пшеничні плуги американського виробництва являли собою окремий різновид дискових знарядь, пристосованих до роботи на різних за площею та умовами полях. Їх характерними особливостями були широкий діапазон ширини захвату, різна кількість дисків, неглибокий обробіток ґрунту та специфічна схема кріплення дисків на суцільному валу. Це забезпечувало їм достатню універсальність і поширення в системах обробітку ґрунту того часу.

Існує також окремий різновид дискових плугів - протипожежні плуги ПДП-1,2 (рис.2.4.). Такі машини призначені для локалізації лісових пожеж,

а також для виконання профілактичних заходів, спрямованих на запобігання поширенню вогню.



Рис. 2.4. Плуг дисковий протипожежний ПДП-1,2

Основним їх завданням є прокладання мінералізованих смуг, тобто очищених від рослинного покриву та горючих матеріалів ділянок ґрунту, які створюють перешкоду для подальшого поширення полум'я. Зазвичай ширина такої смуги повинна становити не менше 1,2 м, а глибина обробітку досягати приблизно 12 см.

Дисковий плуг моделі 1LY-530 (рис. 2.5.) відзначається високою якістю виготовлення та доступною вартістю. Його переважно застосовують для обробітку ґрунту на сухих орних або перелогових землях, а також на родючих, добре удобрених ґрунтах, зокрема на полях, де вирощують пшеницю та рис. Даний плуг характеризується невеликим тяговим опором, що полегшує його агрегування з тракторами, а також відзначається простотою в експлуатації та обслуговуванні.



Рис.2.5. Дисковий плуг моделі 1LY-530

Односторонній дисковий плуг призначений для оранки як раніше оброблюваних, так і цілих земель. Особливо ефективним його використання є на полях із великою кількістю рослинних решток, зокрема після вирощування рису або пшениці на сидеральних фонах (рис.2.6.).



Рис. 2.5. Використання дискового плуга по стерньовому фону

Завдяки достатньо високій продуктивності обробітку ґрунту та здатності працювати в складних польових умовах, такий плуг може успішно застосовуватися у сільськогосподарському виробництві. Крім того, він має низку переваг, серед яких невеликий тяговий опір, зручність у роботі, простота експлуатації та легкість регулювання.

2.1. Огляд технічних рішень дискових плугів

Також існує технічне рішення №143275 (рис.2.6.) метою корисної моделі є створення конструкції корпусу дискового плуга, яка дає змогу змінювати та регулювати ширину обробітку ґрунту.

Практичний результат запропонованої корисної моделі полягає у зниженні тягового опору під час роботи та забезпеченні можливості

якісного дискування на ґрунтах різного типу. На кресленні наведено загальний вигляд дискового корпусу плуга.

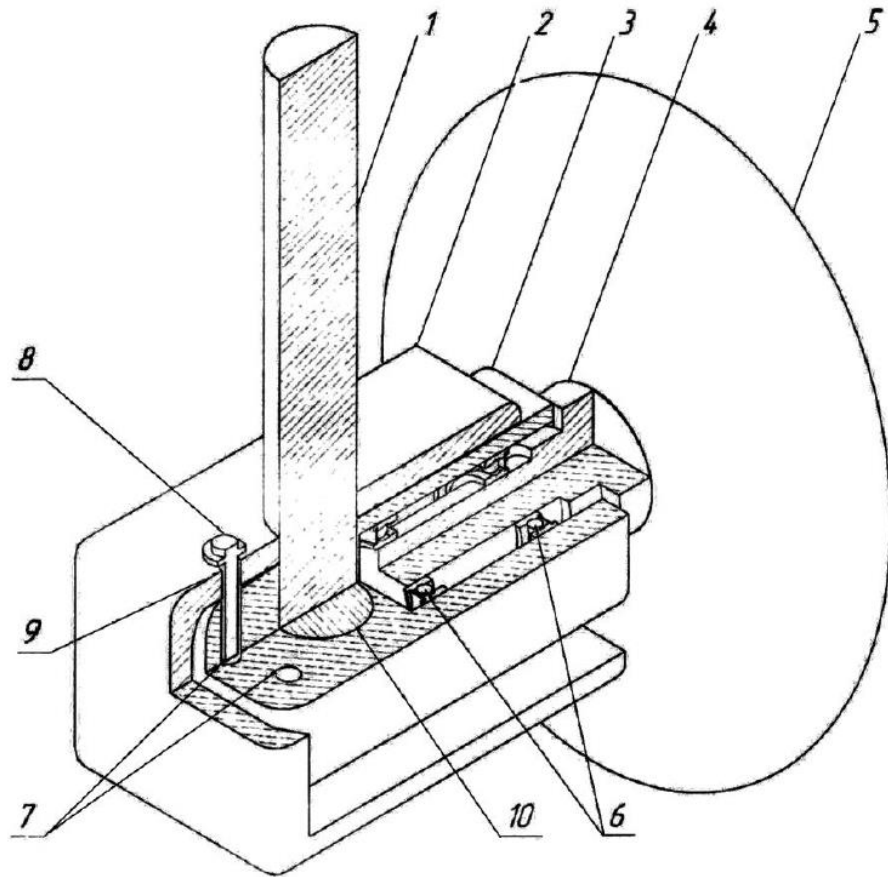


Рис.2.6. Технічне рішення №143275 дисковий корпус плуга

Суть запропонованого технічного рішення полягає в тому, що конструкція включає стійку 1, корпус 2, маточину 3, вісь 4, яка жорстко з'єднана з диском 5, підшипники 6, а також отвори 7 у маточині 3, призначені для вибору потрібної ширини обробітку ґрунту. Крім того, конструкція містить палець 8, отвір 9 у корпусі 2 для встановлення цього пальця, а також отвір 10 у маточині 3. Стійка 1 виконана нерухомо з'єднаною з корпусом 2, що забезпечує надійність і жорсткість усієї конструкції.

Перед початком обробітку ґрунту маточину 3 повертають відносно стійки 1, яка проходить через отвір 10 у маточині, щоб встановити потрібну ширину захвату. Вибір здійснюється за допомогою отворів 7, виконаних у

маточині 3. Кожне з цих отворів відповідає певному значенню ширини обробітку ґрунту. Після вибору необхідного положення отвір 7 на маточині суміщають з отвором 9 у корпусі 2, після чого встановлюють палець 8, який проходить крізь обидва отвори. Завдяки цьому маточина надійно закріплюється у заданому положенні та втрачає можливість повертатися відносно стійки 1 і корпусу 2, що забезпечує стабільну ширину обробітку під час роботи.

У процесі виконання технологічної операції диск 5 разом з віссю 4 обертається на підшипниках 6. Самі підшипники жорстко розміщені в маточині 3. Палець 8 при цьому виконує функцію фіксатора, утримуючи маточину 3 у нерухомому положенні відносно корпусу 2 і стійки 1 протягом усього процесу обробітку ґрунту.

Отже, конструкція дискового корпусу плуга, в якій маточина може повертатися навколо стійки та змінювати своє положення відносно корпусу, дає можливість регулювати ширину обробітку ґрунту. Це сприяє зменшенню тягового опору під час роботи та забезпечує ефективне використання дискового плуга на різних типах ґрунтів.

Наступне технічне рішення №134237 плуг (рис.2.7.) в основу даної корисної моделі покладено завдання вдосконалення плуга шляхом зміни його конструктивно-технологічної схеми. Суть удосконалення полягає у застосуванні нової комбінації робочих органів та раціональному їх розміщенні, що дає можливість збільшити ширину захвату передплужника. Завдяки цьому зменшується тяговий опір агрегату та підвищується якість виконання технологічного процесу.

Запропонована конструкція плуга включає раму 1, у передній частині якої змонтовано причіпний пристрій 4. З лівого боку рами 1 розміщено опорне колесо 3, обладнане гвинтовим механізмом 2. У нижній частині рами 1 закріплено основні корпуси плуга 6, 8 і 10, а безпосередньо перед кожним із них встановлено відповідні передплужники 5, 7 і 9.

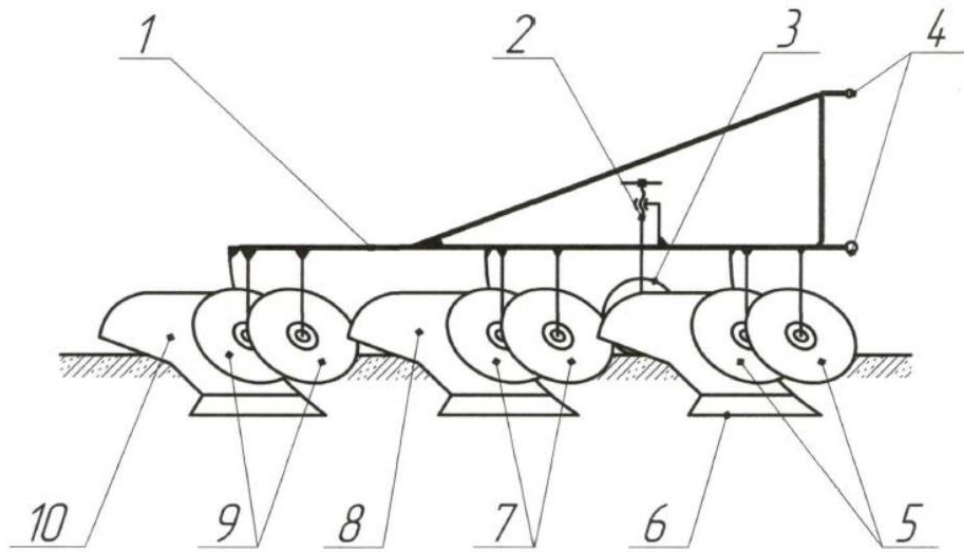


Рис. 2.7. Технічне рішення №134237 пług комбінований

З метою реалізації поставлених завдань у базову конструкцію пługа, до складу якої входять рама з причіпним вузлом, основні робочі корпуси, дискові передплужники, а також опорне колесо з механізмом гвинтового регулювання, внесено конструктивне удосконалення. Запропоноване технічне рішення спрямоване на підвищення якості обробітку ґрунту, покращення стійкості роботи агрегату та розширення його технологічних можливостей під час виконання оранки. Воно полягає в тому, що на рамі перед кожним корпусом встановлюють ще по два сферичні робочі органи дискового передплужника меншого розміру. Таке компонування забезпечує більш ефективну підготовку ґрунтового шару перед роботою основних корпусів пługа, покращує якість підрізання та перевертання верхнього шару ґрунту, а також сприяє зниженню енергетичних витрат на виконання оранки.

Висновки по розділу

1. У ході роботи проведено аналіз дискових плугів, призначених для виконання основного обробітку ґрунту, а також здійснено порівняння їх конструктивних особливостей із дискаторами. На основі виконаного дослідження встановлено, що дискові плуги та дискатори, незважаючи на подібність окремих робочих органів, мають різне технологічне призначення, відрізняються за конструктивною схемою, характером взаємодії з ґрунтом і результатами обробітку.

2. У процесі аналізу визначено, що дисковий плуг більшою мірою пристосований до виконання основного обробітку ґрунту, оскільки забезпечує глибше розпушення, частковий або повніший оборот скиби, а також краще загортання рослинних решток. Дискатор, у свою чергу, переважно використовується для поверхневого або мілкового обробітку, подрібнення післяжнивних залишків, вирівнювання поверхні поля та передпосівної підготовки ґрунту. Тому сфера їх ефективного застосування є різною і визначається агротехнічними вимогами до конкретної операції.

3. КОНСТРУКТОРСЬКЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИСКОВОГО ПЛУГА ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

3.1. Робочий процес запропонованого дискового плуга

Оранка дисковими плугами є доцільною насамперед у складних ґрунтових умовах, де використання звичайних полицевих плугів часто супроводжується забиванням, підвищеним зношуванням робочих органів або погіршенням якості обробітку. Такий плуг (рис.3.1.) ефективно працюють на важких, перезволожених, кам'янистих ґрунтах, на ділянках із великою кількістю рослинних решток, а також на землях, засмічених корінням дерев і чагарників. Крім того, їх широко застосовують у технологіях вирощування рису, де ґрунт відзначається підвищеною вологістю та специфічними умовами обробітку.

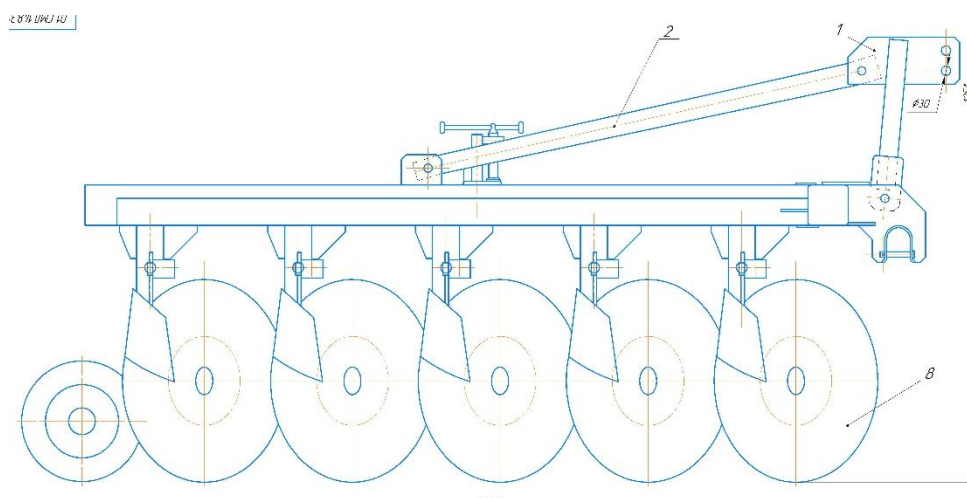


Рис.3.1. Запропонований удосконалений дисковий плуг ПД-5

Під час роботи дисковий робочий орган відрізає скибу ґрунту, після чого вона зміщується убік і укладається в борозну з частковим або повним перевертанням. Завдяки обертанню диска процес різання і переміщення ґрунту відбувається більш плавно, із меншим опором порівняно з традиційними корпусами. Важливою перевагою є те, що дисковий корпус

практично не ущільнює дно борозни, а це позитивно впливає на водно-повітряний режим ґрунту. Після такої обробки орний шар набуває крупногрудочкуватої структури, яка покращує аерацію, полегшує проникнення вологи та сприяє швидшому просиханню нижніх шарів ґрунту.

Особливу увагу привертає компоновка дисків за схемою, наближеною до традиційного полицевого плуга, що забезпечує можливість виконання основної обробки ґрунту на глибину 25-32 см. Така конструктивна схема вважається більш перспективною, оскільки забезпечує раціональне розташування робочих органів у просторі. При цьому кожен диск працює самостійно, перебуваючи поза зоною впливу сусіднього, що значно зменшує ймовірність забивання ґрунтом або рослинними рештками. Це особливо важливо під час роботи на полях із підвищеною засміченістю або великою кількістю післяжнивних залишків.

Ще однією суттєвою перевагою такої схеми є можливість регулювання величини перекриття між дисками, а також зміни кута атаки у досить широких межах. Завдяки цьому можна пристосувати плуг до різних типів ґрунтів, умов зволоження та агротехнічних вимог. Зміна кута атаки впливає на інтенсивність заглиблення диска, ступінь кришення ґрунту і якість перевертання скиби, а регулювання перекриття дозволяє забезпечити суцільність обробки без необроблених смуг.

Отже, дискові плуги мають низку важливих переваг у порівнянні з традиційними полицевими конструкціями при роботі в несприятливих умовах. Вони забезпечують надійний обробіток важких і вологих ґрунтів, краще працюють на засмічених та кам'янистих полях, зменшують ризик забивання і створюють сприятливу структуру орного шару. Саме тому застосування дискових плугів є перспективним напрямом удосконалення технологій основної обробки ґрунту.

3.2. Конструктивно-технологічні розрахунки запропонованого плуга

Для виконання конструктивно-технологічного розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

- кількість дисків $n = 5$;
- ширина захвату одного дискового корпуса $b = 0,35\text{м}$;
- діаметр диска $D = 0,66\text{м}$;
- глибина обробітку $a = 0,30\text{м}$;
- робоча швидкість руху агрегату $v = 12\text{км} / \text{год}$;
- довжина рами плуга $L = 2,45\text{м}$;
- маса плуга $m = 520\text{кг}$;
- кут атаки диска $\alpha = 20^\circ$;
- кут нахилу диска до вертикалі $\beta = 18^\circ$;
- питомий опір ґрунту $k = 27\text{кН} / \text{м}^2$;
- коефіцієнт використання часу зміни $\eta_t = 0,80$;
- коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора

Робочу швидкість у системі СІ визначимо за залежністю

$$v = \frac{12}{3,6} = 3,33 \text{ м/с.} \quad (3.1)$$

Розрахунок ширини захвату плуга. Загальна ширина захвату плуга визначається як добуток кількості дисків на ширину захвату одного корпуса:

$$B = n \cdot b, \quad (3.2)$$

де B — загальна ширина захвату плуга, м;

n — кількість дискових корпусів;

b — ширина захвату одного корпуса, м.

Підставляємо вихідні дані у формулу (3.2):

$$B = 5 \cdot 0,35 = 1,75 \text{ м.} \quad (3.3)$$

Отже, загальна ширина захвату розроблюваного плуга становить 1,75 м.

3.3. Перевірка співвідношення глибини обробітку і діаметра диска

Для дискових плугів важливим є співвідношення між глибиною обробітку і діаметром робочого органа. Його визначають за виразом

$$\lambda = \frac{a}{D}, \quad (3.4)$$

де λ – відносна глибина роботи диска;

a – глибина обробітку, м;

D – діаметр диска, м.

Після підстановки значень маємо

$$\lambda = \frac{0,30}{0,66} = 0,455. \quad (3.5)$$

Отримане значення є досить великим для стандартних умов роботи дискового плуга. Це свідчить про те, що глибина 0,30 м для диска діаметром 660 мм є граничною і потребує достатньої маси конструкції, раціонального кута встановлення дисків та відповідного тягового засобу. Проте для розрахункового обґрунтування конструкції дане значення може бути прийняте.

Для забезпечення нормального технологічного процесу диски повинні бути розташовані так, щоб не заважали один одному в роботі, забезпечувати

перекриття смуг обробітку і не викликати забивання ґрунтом або рослинними рештками.

Орієнтовний крок між сусідніми дисками визначають із виразу

$$t = (1, 2 \dots 1, 4)b. \quad (3.6)$$

Приймаємо середнє значення коефіцієнта, рівне 1,3. Тоді

$$t = 1,3 \cdot 0,35 = 0,455 \text{ м.} \quad (3.7)$$

Для конструктивних розрахунків приймаємо

$$t = 0,45 \text{ м.} \quad (3.8)$$

Довжина ділянки рами, на якій розміщені п'ять дисків, становитиме

$$L_1 = (n-1)t, \quad (3.9)$$

$$L_1 = (5-1) \cdot 0,45 = 1,80 \text{ м.} \quad (3.10)$$

Отже, при довжині рами 2,45 м розміщення п'яти дисків із кроком 0,45 м є конструктивно можливим і забезпечує запас місця для навісного механізму та опорного колеса.

3.4. Розрахунок тягового опору плуга та необхідної потужності трактора

Тяговий опір дискового плуга є одним з головних показників, оскільки від нього залежить потужність трактора, продуктивність агрегату і надійність роботи конструкції. Загальний тяговий опір визначаємо за формулою

$$R = k \cdot B \cdot a, \quad (3.11)$$

де R – загальний тяговий опір плуга, кН;

k – питомий опір ґрунту, кН/м;

B – ширина захвату плуга, м;

a – глибина обробітку, м.

Підставляємо число обробітку:

$$R = 27 \cdot 1,75 \cdot 0,30 = 14,175 \text{ кН} \quad (3.12)$$

Отже, загальний опір плуга становить

$$R \approx 14,2 \text{ кН} \quad (3.13)$$

Тяговий опір, що припадає на один диск, визначаємо за виразом

$$R_1 = \frac{R}{n}, \quad (3.14)$$

$$R_1 = \frac{14,175}{5} = 2,835 \text{ кН} \quad (3.15)$$

Отже, один дисковий корпус сприймає приблизно 2,835 кН тягового опору.

Потужність, необхідна для подолання тягового опору плуга, визначається за формулою

$$N_m = \frac{R \cdot v}{1000}, \quad (3.16)$$

де N_m – потужність на гаку трактора, кВт;

R – тяговий опір плуга, Н;

v – робоча швидкість руху, м/с.

Переходимо до підстановки значень. Оскільки в формулі (3.16) сила повинна бути в ньютонках, приймаємо $R = 14175 \text{ Н}$:

$$N_m = \frac{14175 \cdot 3,33}{1000} = 47,21 \text{ кВт}. \quad (3.17)$$

Отже, потужність на гаку трактора становить

$$N_m \approx 47,2 \quad (3.18)$$

Необхідну потужність двигуна трактора визначаємо з урахуванням ККД трансмісії:

$$N_{\partial\partial} = \frac{N_m}{\eta_{mp}}, \quad (3.19)$$

$$N_{\partial\partial} = \frac{47.21}{0.85} = 55,54 \quad (3.20)$$

Отже, для роботи даного плуга потрібен трактор потужністю не менше 56 кВт. З урахуванням експлуатаційного запасу доцільно використовувати трактор потужністю 60...90 кВт.

3.5. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату

Теоретичну продуктивність агрегату визначаємо за формулою

$$W_m = 0,1 \cdot B \cdot v_k, \quad (3.21)$$

де W_m — теоретична продуктивність, га/год;

B — ширина захвату, м;

v_k — швидкість руху, км/год.

Підставляємо значення:

$$W_m = 0,1 \cdot 1.75 \cdot 12 = 1,68 \quad (3.22)$$

Експлуатаційну продуктивність визначаємо з урахуванням коефіцієнта використання часу зміни:

$$W_e = W_m \cdot \eta_t, \quad (3.23)$$

$$W_e = 2,10 \cdot 0,80 = 1,68 \text{ го/год.} \quad (3.24)$$

Таким чином, експлуатаційна продуктивність плуга становить 1.68 га/год.

Продуктивність за 8-годинну зміну визначаємо за виразом:

$$Q_{зм} = W_e \cdot T, \quad (3.25)$$

де T – тривалість зміни, год.

$$Q_{зм} = 1,68 \cdot 8 = 13,44 \text{ га.} \quad (3.26)$$

Отже, за одну зміну агрегат може обробити 13.44 га.

3.6. Розрахунок питомої маси плуга і навантаження на один диск

Питому масу плуга на один метр ширини захвату визначаємо за формулою:

$$m_n = \frac{m}{B}, \quad (3.27)$$

де m_n – питома маса плуга, кг/м;

m – повна маса плуга, кг.

$$m_n = \frac{520}{1,75} = 297,14 \text{ кг/м.} \quad (3.28)$$

Отже, питома маса плуга становить приблизно 297 кг/м ширини захвату.

Масу, що припадає на один диск⁴, визначаємо так:

$$m_1 = \frac{m}{n}, \quad (3.29)$$

$$m_1 = \frac{520}{1,75} = 104 \quad (3.30)$$

Сила ваги, що припадає на один диск, дорівнює:

$$G_1 = m_1 \cdot g, \quad (3.31)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

$$G_1 = 104 \cdot 9,81 = 1020,24 \text{ Н}. \quad (3.32)$$

Отже, на один диск припадає вертикальне навантаження приблизно 1,02 кН. Це сприяє стабільному заглибленню робочих органів у ґрунт.

3.7. Перевірочний розрахунок рами плуга на міцність

Рама дискового плуга сприймає навантаження від усіх робочих органів і передає їх на навісний пристрій. Для перевірконого розрахунку приймаємо, що сумарна горизонтальна сила R діє на раму як зосереджене навантаження, а найбільший згинальний момент виникає в її середній частині.

Максимальний згинальний момент орієнтовно визначаємо за виразом

$$M_{max} \approx \frac{R \cdot L}{10}, \quad (3.33)$$

де M_{max} — найбільший згинальний момент, кН·м;

R — тяговий опір плуга, кН;

L — довжина рами, м.

Підставляємо числові значення:

$$M_{max} = \frac{14,175 \cdot 2,45}{10} = 3,473 \quad (3.34)$$

Приймаємо, що рама виготовлена з прямокутної труби $120 \times 80 \times 6$ мм. Для такого профілю момент опору становить приблизно

$$W = 73 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 \quad (3.35)$$

Напруження згину визначаємо за формулою

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (3.36)$$

де σ – напруження згину, МПа;

M – згинальний момент, Н·мм;

W – момент опору перерізу, мм³

Переводимо момент у Н·мм:

$$M = 3,473 \cdot 10^6 \text{ Н·мм.} \quad (3.37)$$

Тоді

$$\sigma = \frac{3,473 \cdot 10^6}{73 \cdot 10^3} = 47,58 \quad (3.38)$$

Для сталі Ст3 допустиме напруження при статичному навантаженні можна прийняти

$$[\sigma] = 140 \quad (3.39)$$

Оскільки

$$\sigma < [\sigma] \quad (3.40)$$

тобто

$$47,58 < 140 \quad (3.41)$$

Отже, міцність рами забезпечена, а прийнятий профіль є достатнім для роботи плуга на глибині 0,30 м.

3.8. Розрахунок пальця навісного вузла на зріз

Палець навісного або причіпного вузла повинен сприймати повне тягове зусилля плуга. Розрахуємо його мінімальний діаметр з умови подвійного зрізу.

Умова міцності має вигляд

$$\tau = \frac{F}{2A} \leq [\tau], \quad (3.42)$$

де τ – фактичне напруження зрізу, МПа;

F – навантаження на палець, Н;

A – площа поперечного перерізу пальця, мм²;

$[\tau]$ – допустиме напруження зрізу, МПа.

Площа перерізу круглого пальця дорівнює

$$A = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (3.43)$$

Звідси діаметр пальця визначається з виразу

$$d = \sqrt{\frac{2F}{\pi[\tau]}}. \quad (3.44)$$

Приймаємо $F = 14175$ Н, а допустиме напруження зрізу $[\tau] = 60$ МПа. Тоді

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 14175}{3,14 \cdot 60 \cdot 10^6}} = 0,0123 \quad (3.45)$$

У міліметрах це становить

$$d = 12,3 \text{ мм}. \quad (3.46)$$

$$d = 30 \text{ мм}. \quad (3.47)$$

Отже, палець діаметром 30 мм забезпечує надійну роботу навісного вузла.

Агротехнічна оцінка прийнятих параметрів. Прийняті конструктивні параметри забезпечують можливість використання дискового плуга для глибокого основного обробітку ґрунту. Ширина захвату 1,75 м є достатньою для агрегування з тракторами середнього тягового класу. Кут атаки 20° сприяє доброму підрізанню та переміщенню скиби, а кут нахилу 18° покращує її перевертання і часткове кришення.

Разом з тим треба зазначити, що глибина 0,30 м для диска діаметром 0,66 м є граничною. Це зумовлює збільшення тягового опору і висуває підвищені вимоги до маси плуга та потужності трактора. Проте з конструктивної точки зору такий режим можна вважати допустимим за умови роботи на зниженій швидкості у важких умовах, використання достатньо потужного енергетичного засобу і правильно відрегульованого навісного механізму.

Висновки по розділу

У результаті виконаного конструктивно-технологічного розрахунку дискового плуга встановлено, що при кількості робочих органів $n=5$ і ширині захвату одного корпусу $b=0,35$ м загальна ширина захвату машини становить 1,75 м. При прийнятій глибині обробітку 0,30 м і питомому опорі ґрунту 27 кН/м^2 загальний тяговий опір плуга дорівнює 14,2 кН, а на один диск припадає 2,84 кН.

Перевірочний розрахунок показав, що напруження у рамі становлять 47,6 МПа, що значно менше допустимого значення для конструкційної сталі. Це підтверджує достатню міцність рами. Також встановлено, що для навісного вузла достатньо застосувати палець діаметром 30 мм, який забезпечує необхідний запас міцності.

Таким чином, прийняті конструктивні параметри дискового плуга є технічно обґрунтованими, забезпечують працездатність конструкції та

дозволяють використовувати машину для глибокого основного обробітку ґрунту в складних польових умовах.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИСКОВОГО ПЛУГА

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Безпечне використання дискового плуга є важливою умовою ефективного виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту. Під час роботи з таким агрегатом на механізатора діють різні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з рухомими частинами машини, значними тяговими навантаженнями, можливістю відриву або руйнування окремих деталей, підвищеним рівнем шуму, вібрації, запиленістю повітря та небезпекою травмування під час технічного обслуговування. Крім цього, неправильна експлуатація плуга може призводити до негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема до посилення ерозійних процесів, надмірного ущільнення ґрунту, перевитрати пально-мастильних матеріалів і забруднення земель нафтопродуктами.

У зв'язку з цим під час застосування дискового плуга необхідно дотримуватися вимог охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та екологічного захисту. Усі роботи повинні виконуватися відповідно до чинних правил експлуатації сільськогосподарської техніки, а до керування трактором з навішеним або причіпним плугом допускаються лише особи, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці, медичний огляд і мають посвідчення на право керування машино-тракторним агрегатом.

Під час агрегаткування, транспортування, налагодження та роботи дискового плуга можуть виникати такі небезпечні фактори: рухомі та обертові елементи машини, гострі краї дисків, можливість самовільного опускання або зміщення плуга, наїзд агрегату на перешкоди, перекидання трактора на схилах, а також відліт ґрунту, каміння та рослинних решток у бік механізатора або сторонніх осіб. Особливо небезпечними є моменти

піднімання й опускання плуга, регулювання глибини ходу, очищення робочих органів від налиплого ґрунту, а також виконання ремонтних робіт у польових умовах.

До шкідливих факторів належать шум і вібрація, що виникають під час роботи трактора та взаємодії дисків із ґрунтом, а також пил, який утворюється за сухої погоди. Тривалий вплив цих чинників може спричиняти втому механізатора, зниження працездатності, погіршення самопочуття та підвищення імовірності виробничого травматизму.

4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи механізатор повинен ретельно перевірити технічний стан трактора і плуга. Особливу увагу необхідно звернути на справність навісного або причіпного пристрою, надійність кріплення дисків, стояків, рами, опорного колеса та регулювальних механізмів. Не допускається робота агрегату за наявності тріщин у рамі, ослаблених різьбових з'єднань, деформованих дисків, несправної гідросистеми трактора або підтікання мастила.

Перед виїздом у поле необхідно перевірити справність гальмівної системи, рульового керування, зовнішнього освітлення і звукової сигналізації трактора. Під час агрегування трактора з плугом заборонено перебувати між трактором і машиною при русі трактора заднім ходом. Зчіплювання повинно виконуватися лише за командою відповідальної особи або самого механізатора після повної зупинки трактора. Після з'єднання агрегату потрібно перевірити надійність фіксації пальців, шплінтів і замкових пристроїв.

Перед початком руху слід переконатися у відсутності сторонніх осіб у небезпечній зоні. Робоче місце механізатора повинно бути чистим, а кабіна трактора - обладнана справними дзеркалами, системою вентиляції та, за можливості, засобами зниження шуму і пилу.

4.3 Вимоги безпеки під час роботи

Під час виконання оранки механізатор повинен суворо дотримуватися встановленого режиму руху, не перевищувати безпечної швидкості і не допускати різких поворотів агрегату, особливо при піднятому плузі. На схилах необхідно працювати з особливою обережністю, уникаючи руху поперек крутих ухилів, якщо це може спричинити втрату стійкості машино-тракторного агрегату.

Під час роботи забороняється виходити з кабіни трактора при працюючому двигуні та опущеному в ґрунт плузі; проводити очищення дисків, рами або опорного колеса від ґрунту і рослинних решток під час руху агрегату; усувати несправності, підтягувати кріплення або виконувати регулювання без повної зупинки трактора і вимкнення двигуна; допускати перебування людей поблизу робочих органів плуга під час його заглиблення або піднімання.

Якщо в процесі роботи виявлено сторонній шум, вібрацію, перекіс плуга, погіршення заглиблення дисків або пошкодження окремих вузлів, агрегат необхідно негайно зупинити, заглушити двигун, встановити машину в безпечне положення і лише після цього виконувати огляд чи ремонт.

Під час розворотів у кінці гону плуг необхідно повністю підняти в транспортне положення. Розворот із заглибленими дисками не допускається, оскільки це викликає перевантаження рами, стояків і навісного механізму, а також може стати причиною аварійної ситуації.

4.4 Вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту

Технічне обслуговування дискового плуга повинно проводитися лише після його очищення від ґрунту, встановлення на рівному майданчику та надійної фіксації від самовільного опускання або перекочування. Якщо роботи виконуються при піднятому плузі, його необхідно встановити на

спеціальні підставки або упори. Використовувати для цього випадкові предмети категорично заборонено.

Під час обслуговування особливу обережність потрібно проявляти при роботі з дисками, оскільки їхні кромки можуть мати гострі краї. Усі операції з демонтажу, монтажу чи заміни деталей необхідно виконувати справним інструментом. При використанні домкратів, підіймальних пристроїв або електроінструмента потрібно дотримуватися правил безпечної роботи з відповідним обладнанням.

Мастильні матеріали, паливо та інші технічні рідини повинні зберігатися у спеціально призначеній тарі. Під час змащування вузлів необхідно запобігати потраплянню мастила на ґрунт, а використані обтиральні матеріали слід збирати в окремому тару для подальшої утилізації.

4.5 Пожежна безпека

Під час експлуатації машино-тракторного агрегату необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки, особливо в посушливий період. Джерелом займання можуть бути несправна електропроводка трактора, підтікання палива, перегріті елементи двигуна або потрапляння сухих рослинних решток на гарячі поверхні. Трактор повинен бути укомплектований вогнегасником, а механізатор зобов'язаний знати правила його застосування.

Заправлення трактора паливом слід проводити лише при вимкненому двигуні, бажано на спеціально відведеному майданчику. Під час заправлення забороняється палити, користуватися відкритим вогнем або проводити ремонтні роботи, що можуть супроводжуватися іскроутворенням.

4.6 Заходи із захисту навколишнього середовища

Під час використання дискового плуга важливо не тільки забезпечити безпеку праці, а й мінімізувати негативний вплив на довкілля. Основними екологічними аспектами є збереження родючості ґрунту, запобігання ерозії, зменшення ущільнення орного і підорного шарів, економне використання палива та недопущення забруднення ґрунту і водойм паливно-мастильними матеріалами.

Для зменшення негативного впливу на ґрунт необхідно дотримуватися агротехнічно обґрунтованої глибини оранки і не виконувати обробіток на перезволожених полях, коли це призводить до руйнування структури ґрунту та утворення плужної підшви. Роботу слід проводити в оптимальні строки, за вологості ґрунту, що забезпечує якісне кришення скиби без надмірного розпилення поверхневого шару.

На схилових землях для запобігання водній ерозії доцільно виконувати обробіток поперек схилу або по горизонталях рельєфу. Необхідно також уникати зайвих проходів агрегату по полю, оскільки це призводить до ущільнення ґрунту та підвищення витрат палива. Раціональне комплектування агрегату і правильне регулювання плуга дають змогу зменшити тяговий опір, а отже, і скоротити викиди продуктів згоряння палива в атмосферу.

Особливу увагу потрібно приділяти недопущенню забруднення довкілля паливом, мастилами і технічними рідинами. Усі операції із заправлення, заміни мастила та обслуговування мають виконуватися так, щоб виключити проливання нафтопродуктів на ґрунт. У разі випадкового розливу забруднений шар ґрунту повинен бути зібраний і переданий на утилізацію згідно з установленими вимогами.

Важливим екологічним заходом є також підтримання машини в технічно справному стані. Своєчасне технічне обслуговування, правильне регулювання робочих органів і дотримання оптимальних режимів роботи сприяють зниженню енергоспоживання, підвищенню якості обробітку та зменшенню шкідливого впливу на ґрунтове середовище.

Висновок по розділу

Отже, безпечне використання дискового плуга можливе лише за умови дотримання вимог охорони праці на всіх етапах роботи: під час агрегування, підготовки до роботи, виконання оранки, технічного обслуговування та ремонту. Основними заходами безпеки є перевірка справності машино-тракторного агрегату, надійне кріплення робочих органів, заборона виконання будь-яких регулювань при працюючому двигуні, дотримання безпечної швидкості руху та виключення перебування людей у небезпечній зоні.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИСКОВОГО ПЛУГА

Техніко-економічне обґрунтування розробленого дискового плуга виконано з метою визначення доцільності його застосування в господарстві порівняно з базовою машиною аналогічного призначення. Основними критеріями оцінки є продуктивність агрегату, витрати палива, затрати праці, експлуатаційні витрати, а також річний економічний ефект від використання удосконаленої конструкції.

Оскільки розроблений плуг ПД-5М має раціональніші конструктивні параметри, забезпечує кращу стійкість ходу, меншу схильність до забивання та можливість роботи на важких і перезволожених ґрунтах, очікується підвищення продуктивності агрегату та зниження витрат на виконання основного обробітку ґрунту.

Для проведення розрахунків приймаємо такі вихідні дані.

Таблиця 5.1

Початкові показники для техніко-економічної оцінки

№	Показник	Розмірність	Базовий плуг ПД-5	Проектований плуг ПД-5М
1	Річний обсяг робіт	га	300	300
2	Ширина захвату	м	1,40	1,75
3	Робоча швидкість	км/год	10,0	12,0
4	Експлуатаційна продуктивність	га/год	1,12	1,68
5	Витрати палива	кг/га	12,5	10,8
6	Вартість трактора	грн	1 250 000	1 250 000
7	Вартість плуга	грн	185 000	210 000
8	Кількість обслуговуючого персоналу	осіб	1	1
9	Вартість дизельного палива	грн/кг	60,0	60,0
10	Погодинна оплата праці механізатора	грн/год	140	140

Експлуатаційна продуктивність базового плуга прийнята за формулою

$$W_{e.б.} = 0,1 \cdot B_{\phi} \cdot v_{\phi} \cdot \eta, \quad (5.1)$$

де B_{ϕ} – ширина захвату базового плуга, м;

v_{δ} – робоча швидкість, км/год;

η – коефіцієнт використання часу зміни.

$$W_{e.\delta} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 10,0 \cdot 0,80 = 1,12 \text{ га/год.} \quad (5.2)$$

Для проєктованого плуга

$$W_{e.n} = 0,1 \cdot B_n \cdot v_n \cdot \eta, \quad (5.3)$$

$$W_{e.n} = 0,1 \cdot 1,75 \cdot 12,0 \cdot 0,80 = 1,68 \text{ га/год.} \quad (5.4)$$

Розрахунок річних витрат часу на виконання робіт.

Річні витрати часу на виконання заданого обсягу робіт визначають за формулою

$$T = \frac{Q}{W_e}, \quad (5.5)$$

де T – річні витрати часу, год;

Q – річний обсяг робіт, га;

W_e – експлуатаційна продуктивність, га/год.

Для базового плуга

$$T_{\delta} = \frac{300}{1,12} = 267,86 \text{ га/год} \quad (5.6)$$

Для проєктованого плуга

$$T_n = \frac{300}{1,68} = 178,57 \text{ га/год} \quad (5.7)$$

Економія робочого часу становить

$$\Delta T = T_{\delta} - T_n, \quad (5.8)$$

$$\Delta T = 267,86 - 178,57 = 89,29 \text{ год} \quad (5.9)$$

Отже, застосування проєктованого плуга дозволяє скоротити затрати часу на 89,29 год за рік.

Розрахунок річних витрат палива

Річні витрати палива визначаються за формулою

$$G = q \cdot Q, \quad (5.10)$$

де G – річні витрати палива, кг;

q – витрати палива на 1 га, кг/га;

Q – річний обсяг робіт, га.

Для базового плуга

$$G_{\bar{o}} = 12,5 \cdot 300 = 3750 \text{ кг.} \quad (5.11)$$

Для проєктованого плуга

$$G_n = 10,8 \cdot 300 = 3240 \text{ кг.} \quad (5.12)$$

Річна економія палива становить

$$\Delta G = G_{\bar{o}} - G_n, \quad (5.13)$$

$$\Delta G = 3750 - 3240 = 510 \text{ кг} \quad (5.14)$$

Вартість зекономленого палива дорівнює

$$E_{nmm} = \Delta G \cdot C_n, \quad (5.15)$$

де C_n – вартість 1 кг дизельного палива, грн/кг.

$$E_{nmm} = 510 \cdot 60 = 30600 \text{ грн.} \quad (5.16)$$

Розрахунок витрат на оплату праці

Витрати на оплату праці визначають за виразом

$$Z = T \cdot C_z \quad (5.17)$$

де Z - витрати на оплату праці, грн;

T - затрати часу, год;

C_z - погодинна оплата праці механізатора, грн/год.

Для базового плуга

$$Z_{\delta} = 267,86 \cdot 140 = 37500,4 \text{ грн} \quad (5.18)$$

Для проєктованого плуга

$$Z_n = 178,57 \cdot 140 = 24999,8 \text{ грн} \quad (5.19)$$

Економія витрат на оплату праці становить

$$E_{zn} = Z_{\delta} - Z_n, \quad (5.20)$$

$$E_{zn} = 37500,4 - 24999,8 = 12500,6 \text{ грн} \quad (5.21)$$

Приймаємо

$$E_{zn} \approx 12501 \text{ грн} \quad (5.22)$$

Розрахунок прямих експлуатаційних витрат

Для спрощеного техніко-економічного обґрунтування прямих експлуатаційні витрати включають:

- витрати на паливо;
- витрати на оплату праці.

Тоді сумарні прямі витрати визначаємо за формулою

$$C = E_{нал} + Z, \quad (5.23)$$

де C - прямі експлуатаційні витрати, грн.

Для базового плуга вартість палива становить

$$E_{нал.б} = G_{б} \cdot C_n = 3750 \cdot 60 = 2250000 \text{ грн} \quad (5.24)$$

Для проєктованого плуга

$$E_{нал.б} = G_n \cdot C_n = 3240 \cdot 60 = 194400 \text{ грн} \quad (5.25)$$

Тоді прямі експлуатаційні витрати базового варіанта

$$C_{б} = 225000 + 37500,4 \text{ грн} \quad (5.26)$$

Для проєктованого варіанта

$$C_n = 194400 + 249399,8 \text{ грн} \quad (5.27)$$

Річна економія прямих експлуатаційних витрат становить

$$E_e = C_{б} - C_n, \quad (5.28)$$

$$E_e = 2625000,4 - 219399,8 = 43100,6 \text{ грн} \quad (5.29)$$

Приймаємо

$$E_e \approx 43101 \text{ грн/рік} \quad (5.30)$$

Розрахунок собівартості обробітку 1 га

Собівартість виконання роботи на 1 га визначають за формулою

$$c = \frac{C}{Q}, \quad (5.31)$$

де C - собівартість обробітку 1 га, грн/га.

Для базового плуга

$$c_{\delta} = \frac{262500}{300} = 875,0 \text{ грн/га} \quad (5.32)$$

Для проєктованого плуга

$$c_n = \frac{219399,8}{300} = 731,33 \text{ грн} \quad (5.33)$$

Зниження собівартості становить

$$\Delta c = c_{\delta} - c_n, \quad (5.34)$$

$$\Delta c = 875,0 - 731,33 = 143,67 \text{ грн/га.} \quad (5.35)$$

Розрахунок додаткових капіталовкладень

Додаткові капіталовкладення на впровадження проєктованого плуга визначають як різницю між вартістю нового і базового плуга:

$$K_{\delta} = K_n - K_{\delta}, \quad (5.36)$$

де K_{δ} - додаткові капіталовкладення, грн;

K_n - вартість проєктованого плуга, грн;

K_{δ} - вартість базового плуга, грн.

$$K_{\delta} = 210000 - 185000 = 25000 \text{ грн.} \quad (5.37)$$

Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект у даному випадку приймаємо рівним річній економії прямих експлуатаційних витрат:

$$E_p = E_e, \quad (5.38)$$

$$E_p = 43101 \text{ грн/рік.} \quad (5.39)$$

Розрахунок строку окупності додаткових капіталовкладень

Строк окупності визначають за формулою

$$T_{ок} = \frac{K_{\partial}}{E_p}, \quad (5.40)$$

де, $T_{ок}$ - строк окупності, років.

$$T_{ок} = \frac{25000}{43101} = 0,58 \text{ року.} \quad (5.41)$$

Отже, додаткові капіталовкладення в проєктований дисковий плуг окупляться менш ніж за один рік.

Результати розрахунків заносимо до порівняльної таблиці техніко-економічних показників

Таблиця 5.2

Порівняння техніко-економічних показників базового і
проєктованого плуга

№	Показник	Розмірність	Базовий плуг ПД-5	Проєктований плуг ПД-5М
1	Річний обсяг робіт	га	300	300
2	Експлуатаційна продуктивність	га/год	1,12	1,68
3	Річні витрати часу	год	267,86	178,57
4	Витрати палива	кг/га	12,5	10,8
5	Річні витрати палива	кг	3750	3240
6	Вартість палива	грн	225000	194400
7	Витрати на оплату праці	грн	37500,4	24999,8
8	Прямі експлуатаційні витрати	грн	262500,4	219399,8
9	Собівартість 1 га	грн/га	875,0	731,33
10	Вартість плуга	грн	185000	210000
11	Річний економічний ефект	грн/рік	-	43101
12	Термін окупності	років	-	0,58

Висновки по розділу

1. У результаті виконаного техніко-економічного обґрунтування встановлено, що застосування проєктованого дискового плуга є економічно доцільним. За рахунок збільшення ширини захвату та підвищення робочої швидкості експлуатаційна продуктивність агрегату зростає з 1,12 до 1,68 га/год, тобто на 50 %.

2. Річні витрати часу на виконання запланованого обсягу робіт зменшуються на 89,29 год, а економія дизельного палива становить 510 кг на рік. Це забезпечує зниження витрат на паливо на 30600 грн. Крім того, зменшення тривалості виконання робіт дає економію витрат на оплату праці в розмірі 12501 грн.

3. Загальна річна економія прямих експлуатаційних витрат становить 43101 грн, а собівартість обробітку 1 га зменшується з 875,0 до 731,33 грн, тобто на 143,67 грн/га. При додаткових капіталовкладеннях 25000 грн строк окупності становить 0,58 року, а коефіцієнт економічної ефективності дорівнює 1,72.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Однією з основних передумов формування високого врожаю є раціонально побудована система обробітку ґрунту. Застосування дискового плуга в даній технології особливо виправдане на важких, ущільнених ґрунтах і на полях із великою кількістю рослинних решток, оскільки він дає змогу якісно виконувати основний обробіток, зменшує ймовірність забивання робочих органів та сприяє кращій підготовці ґрунту до сівби. У поєднанні зі збалансованим внесенням добрив, дотриманням оптимальних строків сівби, використанням інтегрованої системи захисту рослин і своєчасним збиранням урожаю така технологія створює належні умови для ефективного вирощування озимої пшениці в умовах регіону.

2. Порівняльний аналіз конструктивних схем показав, що дисковий плуг має більш складну просторову компоновку робочих органів, яка спрямована на забезпечення якісного підрізання, піднімання та обертання шару ґрунту. Конструкція дискатора є простішою, а його робочі органи розміщуються так, щоб забезпечити інтенсивне кришення та перемішування верхнього шару без вираженого обертання скиби. Саме це зумовлює відмінності в енергетичних показниках, глибині обробітку та якості виконання технологічного процесу.

3. Розрахунками встановлено, що потрібна потужність на гаку трактора становить 47,2 кВт, а мінімальна потужність двигуна - 55,5 кВт. Отже, для ефективної роботи плуга доцільно використовувати трактор потужністю 60...90 кВт. Експлуатаційна продуктивність агрегату при швидкості 12 км/год становить 1,68 га/год, що дозволяє обробляти за зміну близько 13,4 га.

4. З екологічної точки зору важливим є дотримання раціональних режимів обробітку ґрунту, запобігання його переущільненню та ерозії, зменшення витрат палива і недопущення забруднення ґрунту паливно-мастильними матеріалами. Виконання зазначених заходів забезпечує не

лише безпечну експлуатацію дискового плуга, а й сприяє збереженню родючості ґрунтів та охороні навколишнього середовища.

5. Узагальнені техніко-економічні показники свідчать, що проєктований дисковий плуг є ефективнішим за базовий варіант. Його використання забезпечує річний економічний ефект у розмірі 43101 грн, а додаткові капіталовкладення окупаються за 0,58 року. Це підтверджує доцільність впровадження розробленої конструкції у виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Михайлов В.М. Ґрунтозахисні технології в землеробстві. Навчальний посібник. Київ: Видавництво НУБіП України, 2017. 376 с.
2. Кравченко В.М., Горюнов О.І., Грищенко С.А. Дослідження фізико-механічних властивостей ґрунту: методи та прилади. Київ: Видавництво КНУБА, 2017. 240 с.
3. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.
4. Система землеробства No-till: Навчальний посібник. К.: "Логос", 2011. 352 с.
5. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. Сільськогосподарські машини: Навчальний посібник. Київ: "Агроосвіта", 2017. 180 с.
6. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування. Тернопіль, 2019. 72 с.
7. Кравченко В.М., Мельник С.М., Коноваленко В.В. Дискові знаряддя для обробітку ґрунту та їх розрахунок. Київ: Видавництво НАУ, 2017. 192 с.
8. Швець Л. В., Паладійчук Ю. Б., Труханська О. О. Технічний сервіс в АПК. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
9. Головачук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник, 2004. 320 с.
10. Muallem, A. M., Schaap, J. W. Physical and Mechanical Properties of Soils and their Measurements. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019.
11. Гнатів В. І., Кісельов С. В., Чернявська О. В. Дискові знаряддя в землеробстві: монографія. Київ: КНУБА, 2018. 172 с.

12. Aliiev, E., Tesliuk, H., Puhach, A., Kobets, O., Zolotovska, O., Boiko, V. Improving the work process efficiency of a tillage module for pre-sowing tillage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (124)), 60-71. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597
13. Kobets A., Aliiev E., Tesliuk H., Aliieva O. Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+. *Machinery & Energetics*, 14 (1), 9-23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09
14. Aliiev E., Tesliuk H. Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment. *Machinery & Energetics*, 15(3), 129-139. DOI: 10.31548/machinery/3.2024.129
15. Kozachenko O., Aliiev E., Sedykh K. Results of investigation of the spring shank disc harrow performance. *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, 83 (4): 123-140. Available at: https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rev_docs_arhiva/ezabf_492985.pdf
16. Лабатюк Ю.М. Математичне моделювання процесу взаємодії робочого органу глибокорозпушувача з ґрунтом / Ю.М. Лабатюк, Е. Б. Алієв // Науковий вісник Таврійського державного агро-технологічного університету. - Вип. 5. т. 2. - Мелітополь: ТДАТУ, 2015. - С. 133-140.
17. Козаченко О.В. Моделювання енергоощадної форми леза ґрунтообробного робочого органу / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, Е.Б. Алієв // Материалы XIII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании» 5 -8 июня 2017 г. - Технический университет. - Варна (Болгария), 2017. - Вип. 2. - С. 131-138.
18. Алієв Е.Б., Теслюк Г.В. (2023). Перспективи чисельного моделювання взаємодії ґрунтообробних робочих органів із ґрунтом у Simcenter STAR-CCM+. Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (21 березня 2023 р.). Олійні культури: сьогодення та перспективи. Запоріжжя. ІОК НААН, 2023. С. 120-121.

19. Теслюк Г. В., Алієв Е. Б., Золотовська О. В. (2024). Обґрунтування форми пазуреподібного прутка ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку. Сільськогосподарські машини, 50, 7-17. DOI: 10.36910/acm.vi50.1313
20. Семенюта А. М., Волик Б. А., Дубовик В. О. Результати польових випробувань дискового плуга, адаптованого для роботи в умовах півдня України / А. М. Семенюта, Б. А. Волик, В. О. Дубовик // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – Вип. 43, ч. 1. – С. 335–340.
21. J. Hula, R. Šindelar, P. Kovaricek Operational effects of implements on crop residues in soil tillage operations / J. Hula, R. Šindelar, P. Kovaricek. // Res. Agr. Eng. - 2005. - Vol. 51 (4). - P. 119 - 124.
22. Теслюк Г. В. Дисковий плуг для роботи в умовах садово-паркових господарств / Г. В. Теслюк // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – Вип. 43, ч. 2. – С. 282–287.
23. Arshad M.A. Tillage practises for sustainable agriculture and environmental quality in different agro ecosystems / M.A. Arshad. // Soil Till. Res. - 1999. - No. 53. - P. 1-3.
24. Cannell R.Q., Hawes J.D. Trend in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates / R.Q. Cannell, J.D. Hawes. // Soil Till. Res. - 1994. - No. 30. - P. 245-282.
25. Бухалова Н.М. Економіка підприємств аграрного сектора: Підручник / Н.М. Бухалова, В.Г. Лисенко. - К.: Аграрна освіта, 2017. - 352 с.
26. Гринь В.В. Основи охорони праці у сільському господарстві: Підручник / В.В. Гринь, О.А. Ковальчук. - Одеса: Одеський аграрний університет, 2017. - 480 с.
27. Білокопитов О.В. Методика розрахунку загальної реакції різання ґрунту поверхнею довільної геометричної форми./Семенюта А.М.

Волик Б.А.// Таврійський державний агротехнологічний університет/
Вип..10.т.2. Мелітополь 2009 р. с 161...168

28. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів /Праці // Таврійська державна агротехнічна академія - Вип. 2., Т.16. - Мелітополь: ТДАТА, 2001. - С. 13-19.

29. Сок А. О., Курка В. П. Дослідження технологічних та конструктивних параметрів дискового плуга // Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України: збірник тез міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, НУБіП України. – Київ: НУБіП України, 2021. – С. 182–184.

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту і конструкції дискового плуга ПД-5

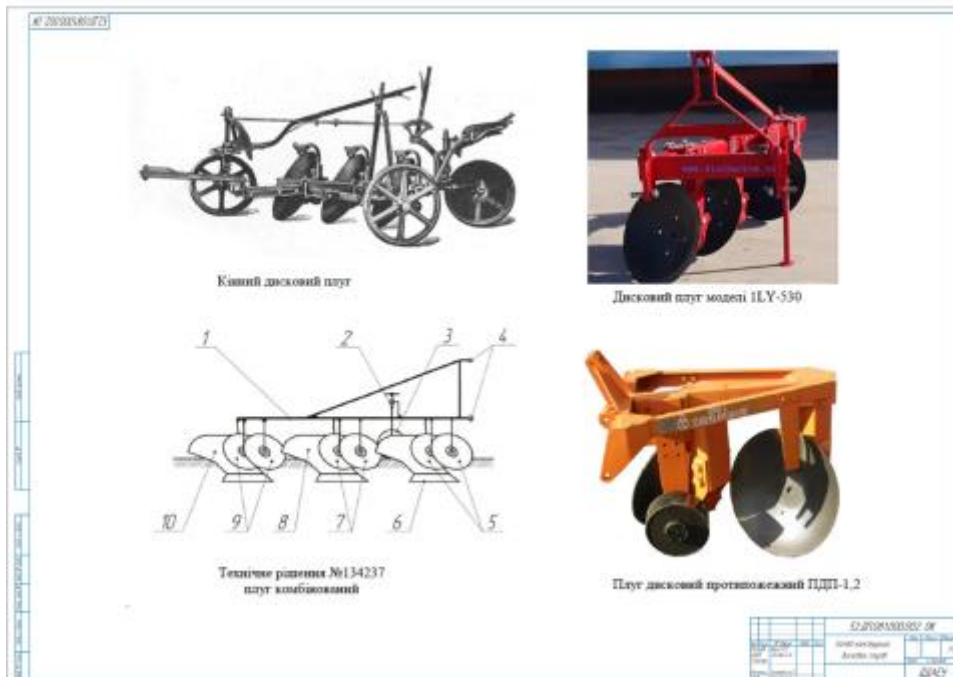
Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-1-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Кірса Роман Сергійович

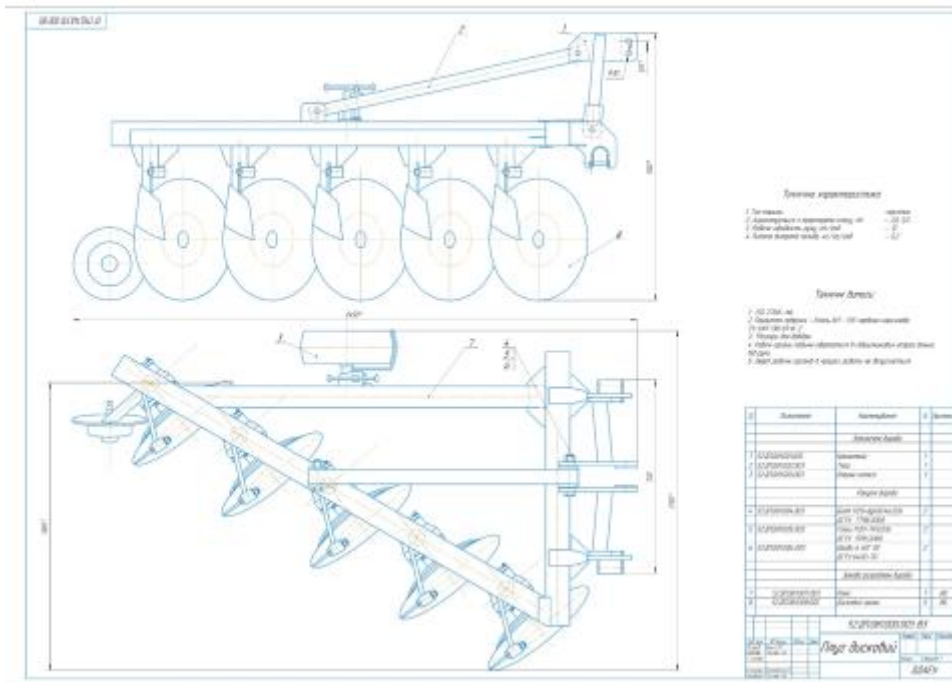
Керівник: канд. техн. наук, доцент
Теслюк Геннадій Володимирович

Дніпро, 2026

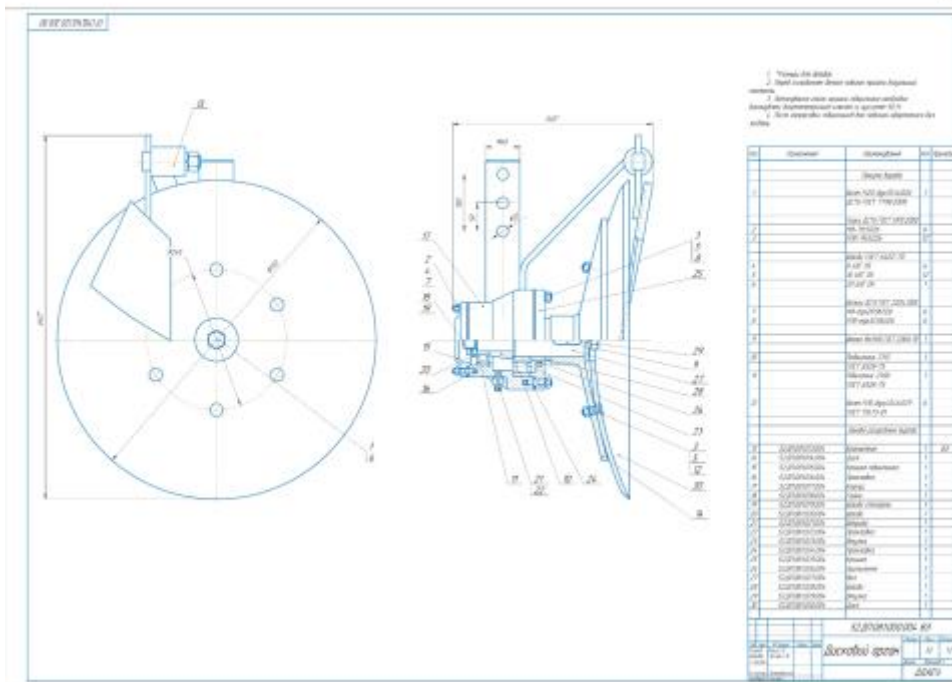
2



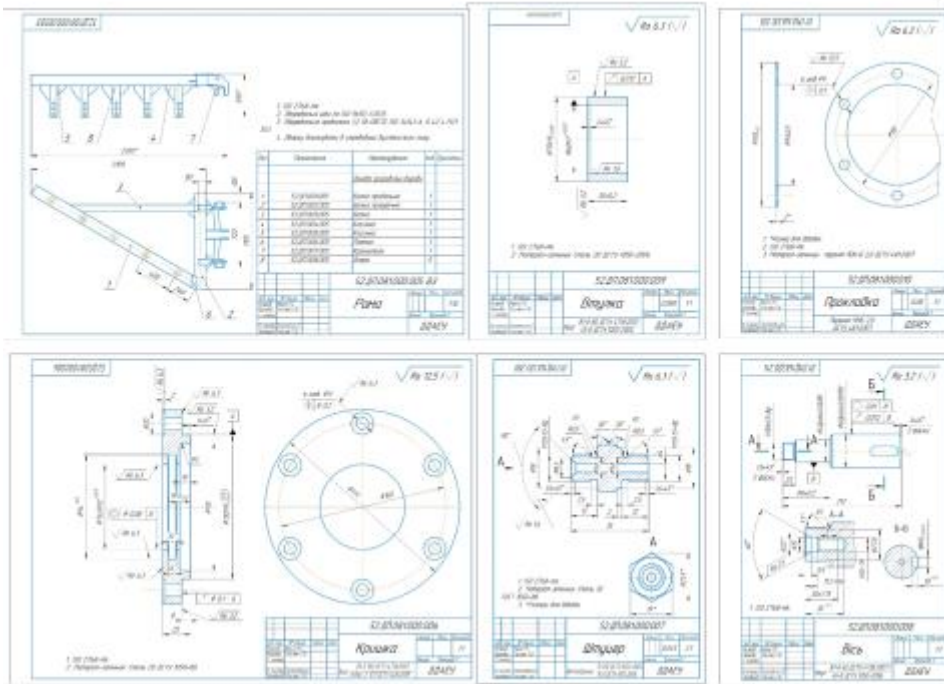
3



4



5



6

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БАЗОВОГО І ПРОЄКТОВАНОГО ПЛУГА

№	Показник	Розмірність	Базовий плуг ПД-5	Проектований плуг ПД-5М
1	Річний обсяг робіт	га	300	300
2	Експлуатаційна продуктивність	га/год	1,12	1,68
3	Річні витрати часу	год	267,86	178,57
4	Витрати палива	кг/га	12,5	10,8
5	Річні витрати палива	кг	3750	3240
6	Вартість палива	грн	225000	194400
7	Витрати на оплату праці	грн	37500,4	24999,8
8	Прямі експлуатаційні витрати	грн	262500,4	219399,8
9	Собівартість 1 га	грн/га	875,0	731,33
10	Вартість плуга	грн	185000	210000
11	Річний економічний ефект	грн/рік	-	43101
12	Термін окупності	років	-	0,58

[illegible]