УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допущено до захисту
“___” _____2025 р.
Завідувач кафедри к.т.н., доцент

_____ Войтік А.В.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
Перший (бакалаврський)

Тема проекту: **«Оптимізація конструкції робочого органу навісного плуга-глибокорозпушувача для ефективної роботи у складі машинно-тракторного агрегату.»**

Виконав: студент 3 курсу,
групи 31 к-ім
Спеціальність 208
«Агроінженерія»
Деркач А. П.
(прізвище та ініціали)

Керівник: Головатюк А.А.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Едуард ПРОКОПЕНКО.
(прізвище та ініціали)

м. Умань - 2025 рік

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма Бакалавр
Спеціальність 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В..
«____» _____**2025 р.**

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту Деркачу Андрію Петровичу

Тема роботи «Оптимізація конструкції робочого органу навісного плуга-глибокорозпушувача для ефективної роботи у складі машинно-тракторного агрегату. »

керівник проекту: *Головатюк Анатолій Анатолійович, к. с-г. н.*
затверджено наказом УНУ 01-06/95 від 5 травня 2023 р.

2. Строк подання студентом пректу *«__» _____ 20____ р.*
3. Вихідні дані до проекту літературні джерела, технологічні та технічні рішення, методичні вказівки, методики.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: *Вступ. 1. Аналіз стану питання за темою дипломного проекту. 2. Теоретичні та/або експериментальні дослідження за темою дипломного проекту. 3. Охорона праці. 4 . Обґрунтування досягнутих результатів. Загальні висновки. Список використаних джерел.*

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е. В.		

6. Дата видачі завдання – «____» _____ 2025_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел		
2.	Розділ 1		
3.	Розділ 2		
4.	Розділ 3		
5.	Розділ 4		
6.	Виконання ілюстративної частини роботи		
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку		

Студент _____ Деркач А. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Головатюк А.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ОСНОВНОГО БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ…….. 7
1.1 Агротехнічні вимоги…… 7
1.2 Сучасні трактори українського і зарубіжного виробництва……... 8
1.3 Мета і завдання роботи. ……. 9
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВІСНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА-РОЗПУШУВАЧА ДЛЯ АГРЕГАТУВАННЯ З ТРАКТОРАМИ ТЯГОВОГО КЛАСУ 5…….. 11
2.1. Аналіз тракторів потужністю 200-400 кВт, та ґрунтообробних знарядь для безвідвального обробітку ґрунту…… 11
2.2. Раціональний технологічний процес безвідвального обробітку ґрунту…….. 13
2.3. Тяговий опір чизельного робочого органу……. 17
3. ОХОРОНА ПРАЦІ……... 21
3.1 Основні принципи охорони праці……. 21
3.2 Правила безпеки при роботі з сільськогосподарським обладнанням…. 21
3.3 Моделювання небезпечних ситуацій……. 23
4. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВІСНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА-РОЗПУШУВАЧА…… 24
4. Висновки…… 25
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА…….. 26

ВСТУП

Значна частина орних земель України розташована в посушливих регіонах, які характеризуються різко континентальним кліматом, значними температурними коливаннями, нерівномірним розподілом атмосферних опадів та інтенсивною вітровою діяльністю.

В умовах недостатнього зволоження та частих посух процеси вирощування зернових культур супроводжуються підвищеними ризиками ерозійних явищ, що негативно впливає на родючість ґрунту та стабільність врожайності. Вітрова та водна ерозія призводять до втрати верхнього, найбільш продуктивного шару ґрунту, що значно знижує ефективність землеробства та потребує впровадження сучасних технологій обробітку ґрунту.

Необхідність підвищення ефективності землеробства в умовах посушливого клімату обумовила розробку нових протиерозійних ґрунтообробних агрегатів, які здатні забезпечити якісний безвідвальний обробіток ґрунту. Традиційні методи оранки з використанням плугів призводять до утворення плужної підошви, що ускладнює проникнення вологи та розвитку кореневої системи рослин. Саме тому останнім часом усе більше уваги приділяється впровадженню безвідвальних технологій, які дозволяють зберігати структуру ґрунту, покращувати його водопроникність і мінімізувати ризики ерозійних процесів.

Сучасні розробки ґрунтообробної техніки спрямовані на створення удосконалених робочих органів безвідвальної дії. Традиційні плоскорізи-глибокорозпушувачі, які застосовувалися раніше, поступово замінюються новітніми чизельними розпушувачами та глибокорозпушувачами, що забезпечують обробіток ґрунту на глибину до 40 см без значного порушення його структури. Застосування чизельних знарядь дозволяє значною мірою вирішити проблему збереження ґрунту від різних видів ерозії, але при цьому залишається низка технічних і технологічних викликів, пов'язаних із підвищеною енергоємністю процесу, низькою продуктивністю агрегатів та недостатньою якістю обробітку ущільнених сухих ґрунтів.

Значну роль у забезпеченні ефективності ґрунтообробних робіт відіграють технічні характеристики тракторної техніки. В Україні активно експлуатуються трактори різних потужностей, зокрема в діапазоні 200–400 кВт, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Вони суттєво відрізняються за масою, конструктивними особливостями та тяговими характеристиками, що ускладнює вибір оптимального ґрунтообробного обладнання. Тому при створенні нових агрегатів необхідно орієнтуватися не на конкретну модель трактора, а на відповідний тяговий клас, що дозволить забезпечити універсальність їх використання в різних агротехнічних умовах.

З огляду на зазначене, вдосконалення технологічного процесу основного безвідвального обробітку ґрунту та розробка високоефективного плуга-розпушувача для тракторів тягового класу 5 є актуальним науково-практичним завданням. Його вирішення сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва, оптимізації енергетичних витрат і збереженню родючості ґрунту, що має вагоме господарське значення для аграрного сектору України..

Дипломна робота містить 27 сторінок, 9 рисунів, 1 таблицю та 19 джерел літератури.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ОСНОВНОГО БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

1.1 Агротехнічні вимоги.

Основний безвідвальний обробіток ґрунту широко застосовується в зонах ризикованого землеробства, які схильні до вітрової та водної ерозії. Він створює оптимальні умови для росту та розвитку рослин у посушливих районах із недостатнім зволоженням. Цей агротехнічний захід виконується в літньо-осінній період, сприяючи накопиченню та збереженню вологи протягом осінньо-зимового періоду з подальшою віддачею її рослинам навесні та влітку.

Збереження максимальної кількості стерні на поверхні обробленого поля сприяє закріпленню ґрунтових часток кореневими системами рослин, а також зменшенню швидкості вітру, що знижує ризик видування родючого шару. Це, в свою чергу, позитивно впливає на урожайність сільськогосподарських культур.

Згідно з аналізом даних, основний безвідвальний обробіток ґрунту виконується при вологості ґрунту не більше 28% і його твердості до 4 МПа, при цьому глибина обробки може досягати 0,45 м. Важливо забезпечити повне підрізування стерні та бур'янів (100%) і їх загортання на глибину до 0,2 м, що можливе лише при використанні чизельних плугів. Допустима гребнистість поверхні після проходу безвідвальних знарядь знаходиться в межах 2,5–8 см. При цьому загортання рослинних залишків чизельними плугами має становити не менше 85%.

Робочі органи агрегатів для безвідвального обробітку повинні забезпечувати оптимальний ступінь кришення ґрунту (розмір грудок 0,025–0,05 м) у межах 50–85% та збереження стерні на поверхні не менше 70–85%. При цьому не допускається збільшення вмісту ерозійно-небезпечних часток у верхньому 5-сантиметровому шарі ґрунту, а також забивання та залипання робочих органів.

Для виконання технологічного процесу основного безвідвального обробітку ґрунту застосовуються різні машинно-тракторні агрегати, що включають мобільні енергетичні засоби (трактори) різної потужності в агрегаті з ґрунтообробними знаряддями відповідної конструкції.

При цьому сама трудомістка операція в рослинництві - основна обробка ґрунту, на яку витрачається близько 40 сек матеріальних і енергетичних витрат [4, 5, 6], і виконується, в основному, із застосуванням тракторів потужністю 200-400 кВт [7, 8, 9]. Ці трактори випускалися і випускаються Петербурзьким тракторним заводом і проходять в Росію з далекого і ближнього зарубіжжя. 1.2. Трактори українського і зарубіжного виробництва потужністю 200-400 кВт Багаторічний досвід використання всіх моделей у різних грунтово-кліматичних зонах України підтверджує високу надійність, простоту і зручність обслуговування, ефективність на видах сільськогосподарських робіт. У зв'язку з широким поширенням і застосуванням в Україні тракторів моделей К-700А, К-701 їх активно відроджують на спеціалізованих ремонтно-відновних підприємствах.

На всіх тракторах присутній гідравлічний навісний пристрій, призначений для агрегатування їх із ґрунтообробними знаряддями [12, 13].

1.2 Сучасні трактори українського і зарубіжного виробництва.

В умовах нестачі механізаторів на селі, для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, необхідно використовувати сучасні високотехнологічні трактори. Нині на полях стали широко випускатися сучасні трактори потужністю 250-400 кВт. З далекого і ближнього зарубіжжя.

Україна активно купує сучасні зарубіжні трактори в США виробництва відомої компанії John Deere (заснована в 1837 році) [19], яка є єдиним із старих і лідируючих компаній з виробництва та обслуговування передової сільськогосподарської техніки. Діяльність компанії John Deere активно ведеться на всіх континентах. Заводи John Deere, розташовані в Європі, Азії, Північній і Південній Америці, виробляють продукцію і реалізують її в 130 країнах світу [20]. John Deere має власний виробничий центр і Євро-Азійським дистриб'юторним центром запасних частин ТОВ "Джон Дір". Компанія виготовляє сучасні універсально-просапні трактори моделі John Deere 8295r потужністю 251 кВт, призначені для виконання енергоємних технологічних операцій у сільському господарстві [11]. Також дилери і споживачі

сільськогосподарської техніки активно продають сучасні зарубіжні енергонасичені трактори з Євросоюзу, виробничі компанії Case IH і New Holland Agriculture – відомі світові бренди аграрного машинобудування [2, 12, 16]. Знамениті компанії-виробники сільськогосподарської техніки Case IH і New Holland Agriculture, в результаті об'єднання, увійшли (у 1999 р.) до концерну Case New Holland (CNH). Продукція концерну CNH Industrial випускається на виробничих майданчиках Європи, Північної Америки, Латинської Америки та Азії, розташованих у Вічіті, Фарго, Калхоуне і Берлінгтоне (США), Лецці, Сан-Мауро та Імоле (Італія), Берліні (Німеччина), Контахеме (Бразилія), і реалізується по всьому світу (в 170 країнах) через дилерську мережу. Штаб-квартира CNH Industrial розташована в Туріні, Італія [23, 26]. Асортимент сучасних тракторів потужністю двигуна 264.385 кВт марки New Holland згруповані в серіях T8 і T9 - моделі T8.390 і T9.505, [24, 25]. Можна зробити висновок, що дані тракторів значно відрізняються за величиною потужності і витрати палива двигунів, а також і по масі трактора.

В Україні для проведення сільськогосподарських робіт використовується велика кількість тракторів різних моделей потужністю 200-400 кВт. При цьому не можна встановити до якого тягового класу відносяться ці трактори. Отже, застосування тягового класу конкретного трактора дослідження можливо в процесі теоретичних досліджень. Розділення цих тракторів за тяговим класом показуватиме розділ номінальних тягових зусиль.

1.3 Мета і завдання роботи.

Мета роботи - підвищення експлуатаційно-технологічних показників роботи орного агрегату шляхом розробки навісного фронтального плуга-розпушувача для агрегатування з тракторами тягового класу 5.

Об'єкт досліджень. Технологічний процес основного безвідвального обробітку ґрунту, що виконується навісним фронтальним плугом-розпушувачем. Предмет.досліджень Закономірності зміни енергоємності та якості основного безвідвального обробітку ґрунту при взаємодії навісного

фронтального плуга-розпушувача з обробленим шаром ґрунту. Завдання досліджень:

1. Провести аналіз тракторів потужністю 200-400 кВт і ґрунтообробних знарядь, використаних для основного безвідвального обробітку ґрунту.

2. Обґрунтувати конструктивно-технологічну схему навісного фронтального плуга-розпушувача для агрегатування з тракторами тягового класу 5 та використовувати експлуатаційно-технологічні показники роботи пропонованого орного агрегату.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВІСНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА-РОЗПУШУВАЧА ДЛЯ АГРЕГАТУВАННЯ З ТРАКТОРАМИ ТЯГОВОГО КЛАСУ 5.

2.1. Аналіз тракторів потужністю 200-400 кВт, та ґрунтообробних знарядь для безвідвального обробітку ґрунту

Згідно з даними [7], в Україні активно застосовуються сучасні трактори таких марок:

- "Білорус 3522" (зразок 1, двигун "TCD 2013 L064V C3UT 261" Deutz, потужність 227 кВт);
- К-9430 (двигун "Mercedes Benz", потужність 281 кВт);
- "New Holland T9.505" (двигун "F 3bpa613b FIAT", потужність 362 кВт);
- "Versatile 535" (двигун "QSX 15 Cummins", потужність 371 кВт);
- "New Holland T-9.390" (двигун "F 2cfa613c Fiat Power Train", потужність 252 кВт);
- "John Deere 8295r" (двигун "6090 RW 212 John Deere", потужність 222 кВт);
- "Білорус 3522" (зразок 2, двигун "TCD 2013 L064V C3UT 261" Deutz, потужність 234,2 кВт);
- ATM 7360 (двигун "TCD 2013 L06 - 4v Deutz", потужність 237 кВт).

На Рис. 2.1 представлена діаграма потужності тракторів (200-400 кВт), що використовуються в Україні. Аналіз цієї діаграми показує широкий вибір моделей із різними характеристиками. Проте з представлених таблиць (1.2; 1.3) не можна однозначно визначити, які трактори належать до тягового класу 5.

Відповідно до ГОСТ 27021-86 "Трактори сільськогосподарські і лісогосподарські. Тягові класи", трактори із номінальним тяговим зусиллям 45-54 кН відносяться до тягового класу 5. Враховуючи ці дані, в таблиці 2.1 наведено результати розрахунку номінальних тягових зусиль тракторів та їхній тяговий клас.

Таблиця 2.1Максимальні і номінальні тягові зусилля сучасних тракторів (200-400 кВт)

Модель	Versatile 535	New Holland T9.505	К-9430	New Holland T8.390	Білорус 2522 (обр.1)	Білорус 2522 (обр.2)	John Deere 8295r	АТМ 7360
Максимальне зусилля, кН	130	111	106	86	87	99	83	89
Номінальне зусилля, кН	78	66,6	63,6	51,6	52,2	59,4	49,8	53,4
Тяговий клас	8	6	6	5	5	6	5	5

Продуктивність орних агрегатів залежить від кінематичних характеристик: довжини трактора та довжини ґрунтообробного знаряддя [6, 7, 15, 16]. Аналіз показує, що кінематична довжина знарядь для тракторів тягового класу 5 становить:

- ПГ-3-5 (плоскоріз-глибокорозпушувач) – 2,55 м;
- ПЧ-4,5 (чизельний плуг) – 2,17 м;
- ПРПВ-8-40 (плуг-розпушувач) – 5,27 м;
- ПНЛ-8-35 (плуг з корпусами ЛП-0,35) – 6,85 м.

Аналіз продуктивності орних агрегатів показує, що найбільшу ефективність має агрегат із кінематичною довжиною 2,55 м (ПГ-3-5). Для досягнення максимальної продуктивності довжина плуга-розпушувача повинна бути від 2,0 до 2,5 м.

Аналізуючи існуючі ґрунтообробні знаряддя, можна зробити висновок, що для основного безвідвального обробітку ґрунту застосовуються робочі органи шириною захоплення 35-110 см. Вдосконалення цих знарядь відбувалося за рахунок зменшення ширини захоплення та оптимізації конструкції.

2.2. Раціональний технологічний процес безвідвального обробітку ґрунту.

Під ґрунтозахисними способами обробки розуміються методи, при яких після посіву на поверхні поля залишається не менше 30% рослинних залишків [4, 6]. Основні вимоги до раціональної технології:

- Формування мульчуючого шару товщиною 10 см;
- Руйнування ущільненого шару "плугової підошви";
- Інтенсивне проникнення вологи через щілини в орному шарі;
- Висока надійність технологічного процесу.

На основі досліджень розроблено раціональну схему обробітку ґрунту, що включає два етапи:

1. Кришіння ґрунту на глибині а під кутом 45° до дна орного шару;
2. Переміщення розкришеного ґрунту на поверхню для створення мульчуючого шару.

Аналіз показує, що сучасні методи безвідвального обробітку потребують подальшого вдосконалення, зокрема розробки конструкції плуга-розпушувача, що відповідатиме оптимальним параметрам агрегатування з тракторами тягового класу 5.

Грунтозахисні способи обробки застосовуються переважно в районах, схильних до водної та вітрової ерозії. Вони передбачають залишення на поверхні поля після посіву не менше 30 % рослинних залишків [4, 6]. Однак надмірне ущільнення ґрунту та наявність "плугової підошви" можуть призводити до різкого скорочення врожаю. Якщо щільність ґрунту у верхньому та підорному горизонтах перевищує оптимальні значення, необхідне розпушування та розущільнення відповідних шарів [4, 6].

Раціональна технологія безвідвального обробітку ґрунту

З урахуванням результатів досліджень агрегатів ПБК-5,4, ПБК-4,8 (Ч) і КОМБІ-6 [4-7, 8], а також технологічних схем, розроблено раціональну технологію основного безвідвального обробітку ґрунту.

На рисунку 2.1 представлена схема профілю необробленого поля, де на поверхні знаходяться стерня та подрібнена солома.

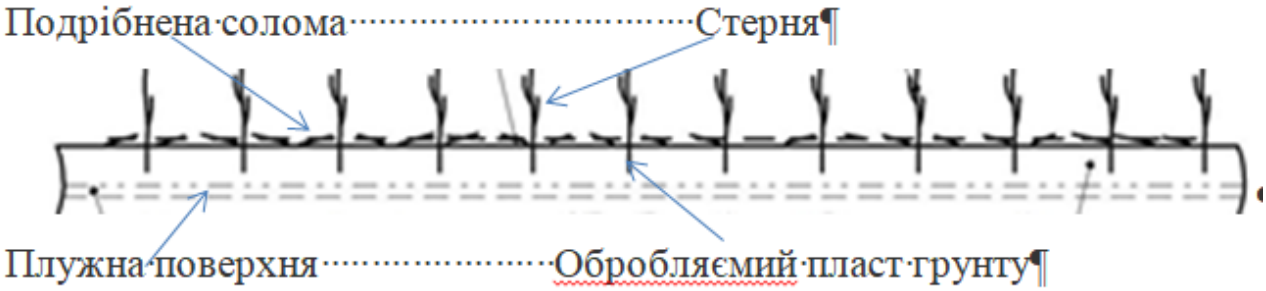


Рисунок 2.1 схема профілю необробленого поля, де на поверхні знаходяться стерня та подрібнена солома.

Технологічний процес обробітку

Схема виконання раціонального технологічного процесу безвідвального обробітку ґрунту зображена на рисунку 2.2.

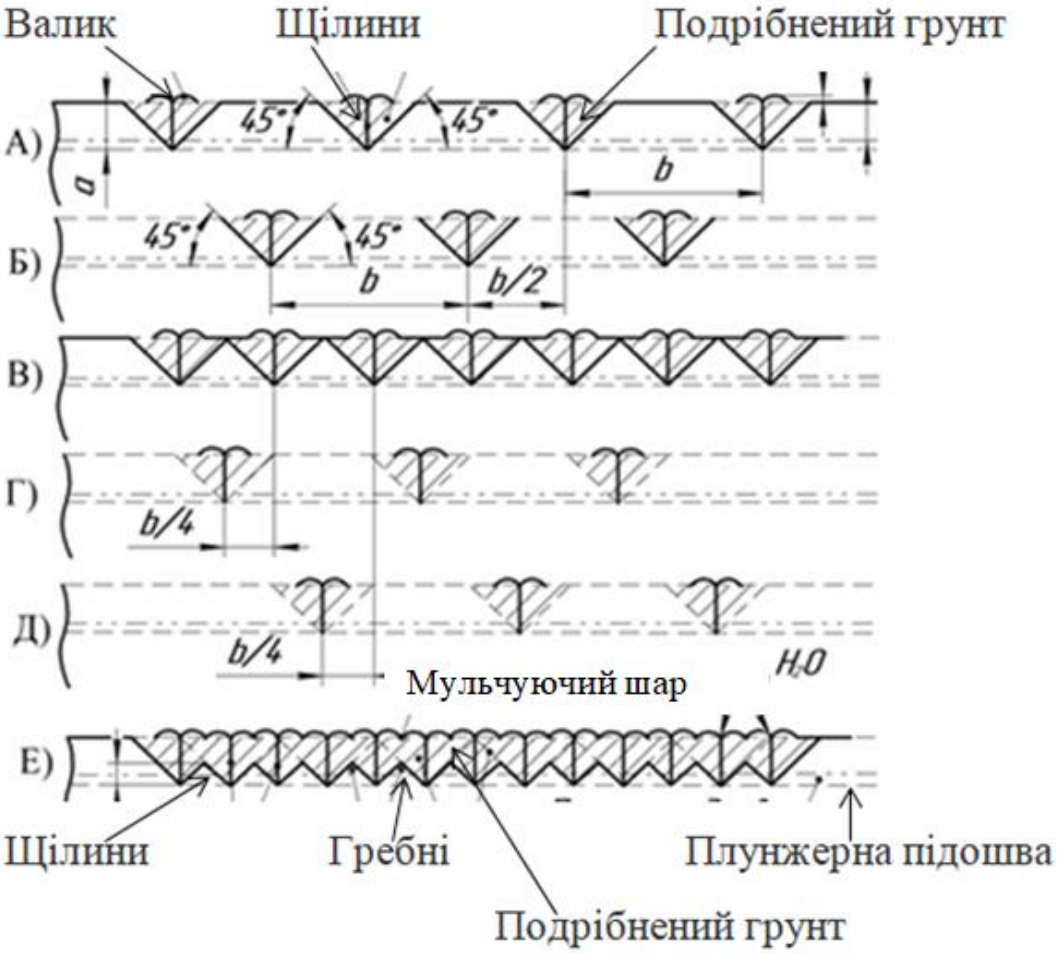


Рис. 2.2 Схема виконання раціонального технологічного процесу безвідвального обробітку ґрунту.

Процес включає кілька етапів:

- Операція А: Кришіння ґрунту нижче "плугової підошви" під кутом ψ = 45º, з переміщенням частини розкришеного ґрунту, стерні та подрібненої соломи на поверхню поля.
- Операція Б: Повторюється операція А, але з інтервалом b/2 відносно попередніх щілин.
- Операції Г і Д: Аналогічні попереднім, але зміщені на b/4.

Після чотирьох операцій на поверхні формується мульчуючий шар із валиків висотою а1. Глибина обробки ($a > a^2$) забезпечує руйнування "плугової підошви", а на дні залишаються гребені заввишки a^3. Це покращує водопроникність і створює сприятливі умови для рослин.

Використання чизельних знарядь.

Дослідження [4, 5, 6, 14, 15] показали, що чизельні плуги дозволяють зменшити ущільнення ґрунту та підвищити його інфільтраційні й протиерозійні властивості.

Схема профілю зони розпушування чизельними робочими органами представлена на рисунку 2.3 та схема визначення висоти гребенів рис. 2.4.

Висота гребенів (a^3) визначається за формулою:

$$a^3 = b/8 \cdot tg\ \psi, м$$

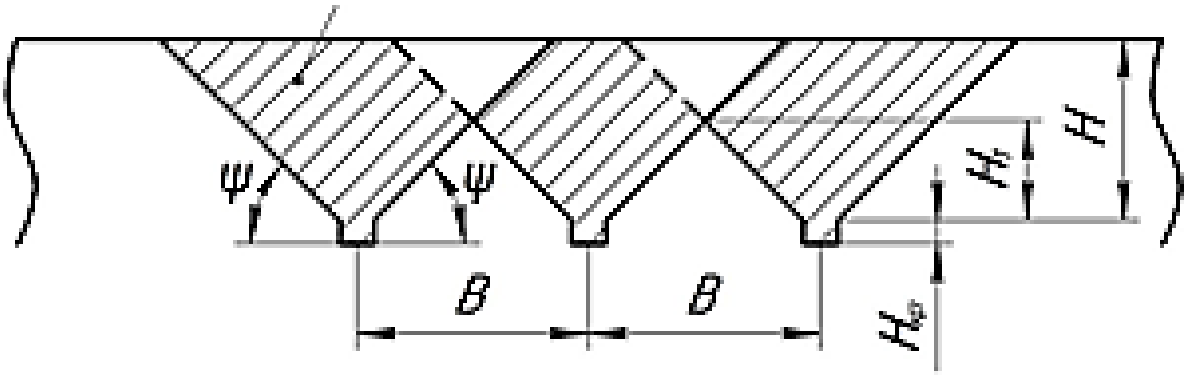


Рис. 2.3 - Схема профілю зони розпушування грунту робочими органами чизельного типу : В - ширина міжсліду, м; Н - глибина обробітку, м; Нкр - критична глибина, м; Н1 - висота гребенів, м; ψ - кут сколювання пласта грунту в подовжньому і бічних перерізах, град. (приймається ψ = 45º).

$$a_3 = b/8 \cdot \mathrm{tg}\,\psi\ ,\ \text{м}$$

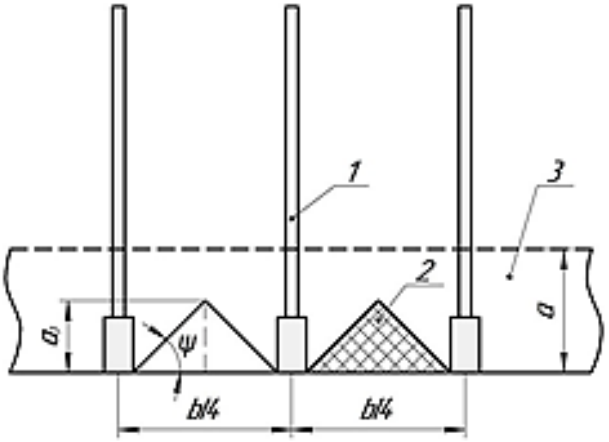


Рис. 2.4 - Схеми для визначення висота гребенів між чизельними робочими органами: 1 - чизельний робочий орган; 2 - гребінь; 3 – грунт.

На рисунку 2.5 показано залежність висоти гребенів від відстані між чизельними робочими органами при ψ = 45º і а = 30 см.

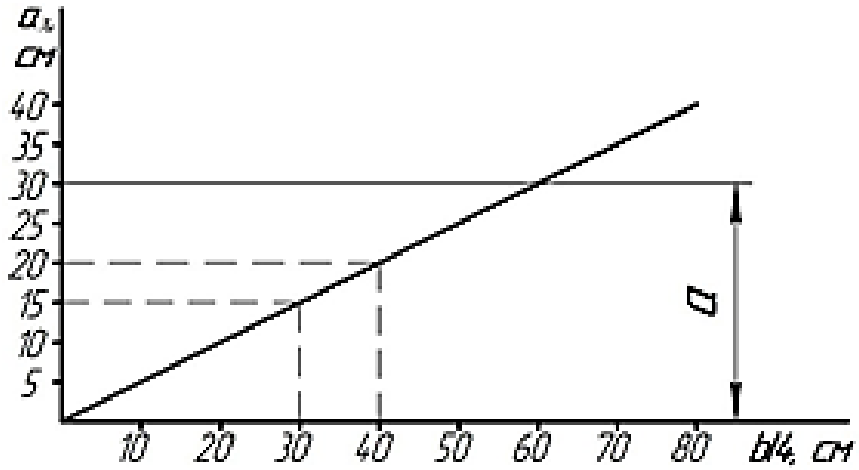


Рис. 2.5 - Залежність висоти гребнів $а^3$ від відстані між чизельними робочими органами l по ходу руху плуга-розпушувача при ψ = 45º і а = 30 см.

На підставі агротехнічних вимог, висота гребенів не повинна перевищувати 20 см. При глибині обробки а = 30 см оптимальне значення $а^3$ = 17,5 см, а відстань між робочими органами (b/4) становить 0,35 м. Це забезпечує краще кришіння ґрунту [5, 9, 16].

2.3. Тяговий опір чизельного робочого органу

Дослідження, проведені А.Н. Зелениним, Ю.А. Вітровим, А.Т. Вагіним, А.П. Грибоновським та ін., встановили три можливі випадки різання або взаємодії робочого органу з оброблюваним шаром ґрунту:

- Блоковане різання (за відсутності відкритої бічної стінки).
- Напівблоковане різання (при одній відкритій стінці).
- Вільне різання (при наявності двох відкритих стінок) (Рис. 2.6).

Аналіз схеми виконання раціонального технологічного процесу (Рис. 2.7) показує, що при технологічній послідовності в 4 ряди можливі випадки блокованого (Рис. 2.6; А і Б) та відкритого різання (Рис. 2.6; Г і Д). Чизельні робочі органи у 3 і 4 ряду виконують відкрите різання за схемою (Рис. 2.6; в).

Схеми взаємодії чизельного робочого органу з ґрунтом (Рис. 2.6):

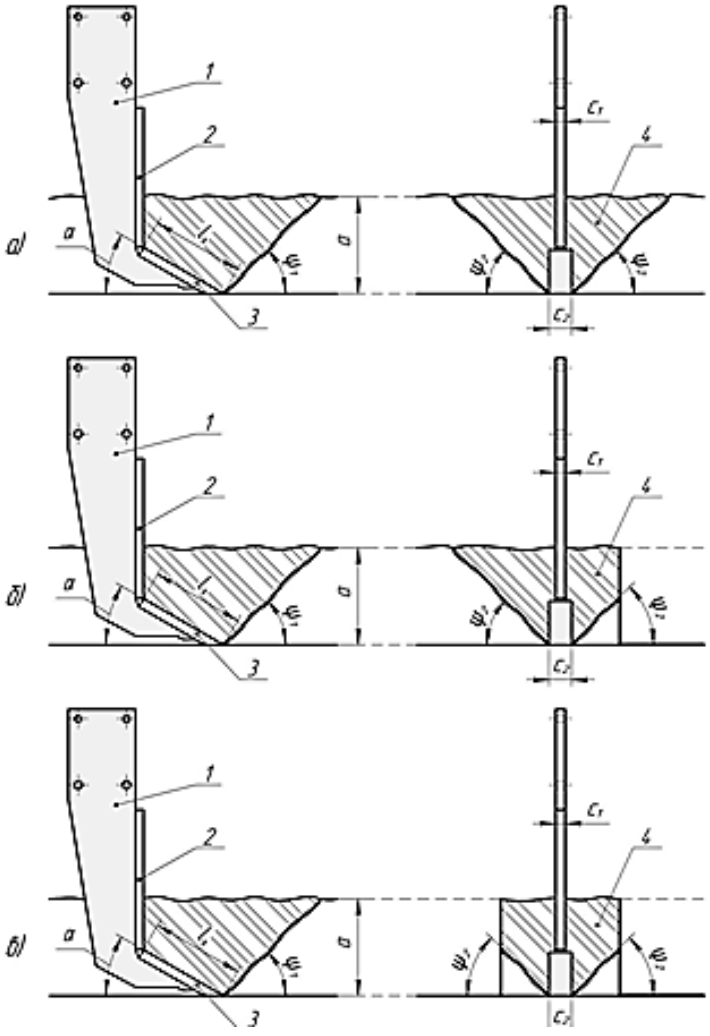


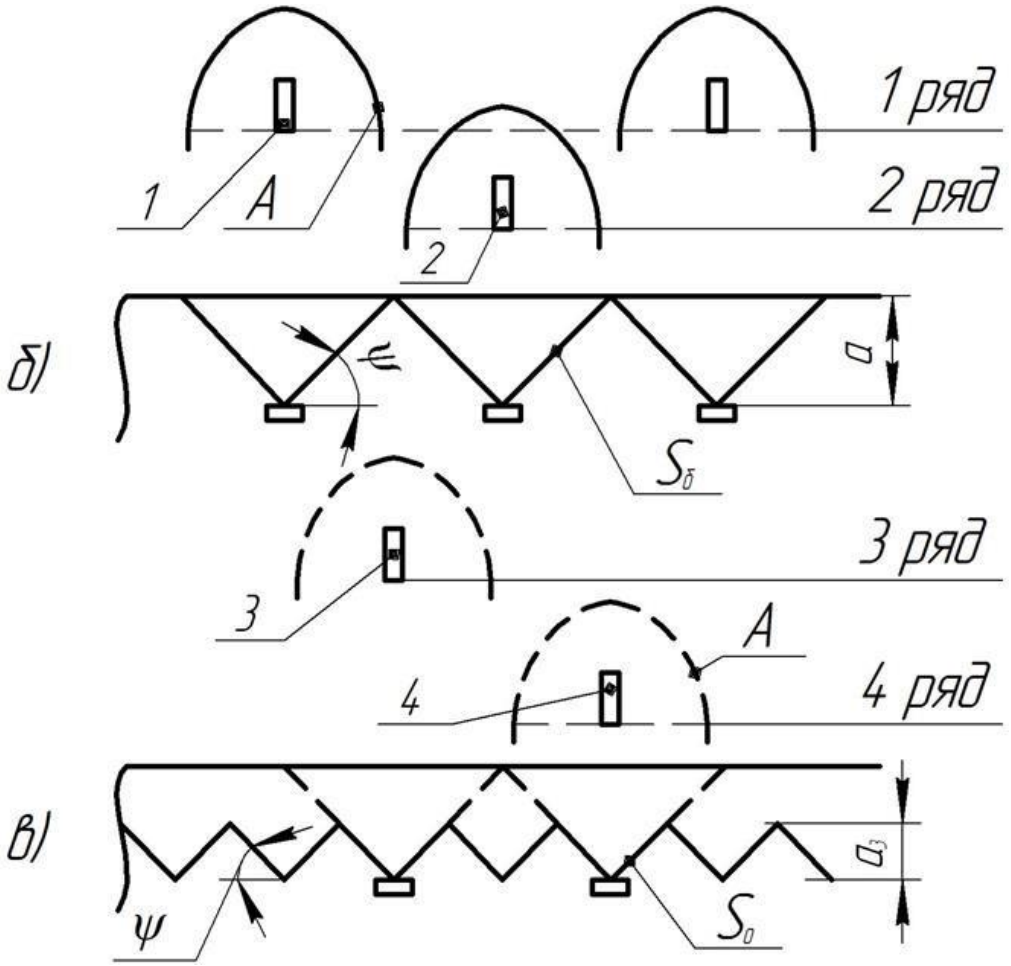
Рис. 2.6 - Схеми взаємодії чизельного робочого органу з оброблюваним шаром грунту : а) - блоковане різання; б) - напівблоковане різання; в) - вільне різання; 1 - стойка; 2 - обтічник; 3 - долото; 4 - розпушений шар грунту; а -

глибина обробки, м; α - кут постановки долота до дна оброблюваного шару грунту, град.; с1 - товщина стойки, м; с2 - ширина долота, м; lд - довжина долота, м; ψ1 і ψ2 - кути під якими відбувається руйнування оброблюваного шару ґрунту, град.

Елементи робочого органу: 1 - стійка; 2 - обтічник; 3 - долото; 4 - розпушений шар ґрунту; а - глибина обробки, м; α - кут постановки долота, град.; с1 - товщина стойки, м; $с^2$ - ширина долота, м; lд - довжина долота, м; ψ1 і ψ2 - кути руйнування ґрунту, град.

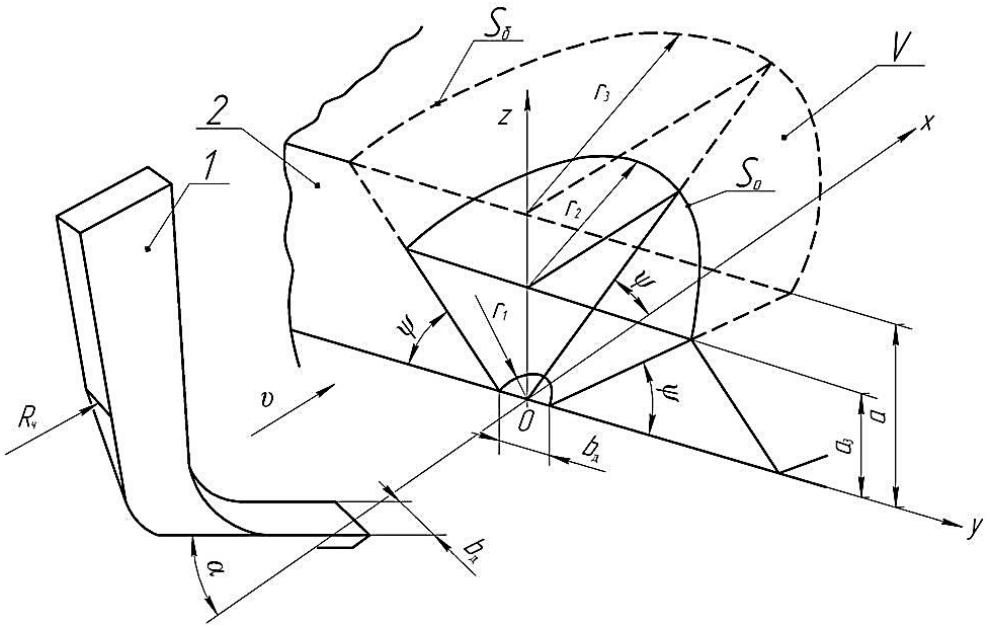
Аналітичне вираження для визначення тягового опору чизельного робочого органу при блокованому різанні розробили д-р техн. наук Бойков В.М. та канд. техн. наук Нестеров Е.С. [7, 9, 15].

Схема виконання технологічного процесу (Рис. 2.7):



А - зона деформації ґрунту;
Sб - поверхня зрушення ґрунту при блокованому різанні;
So - поверхня зрушення ґрунту при вільному різанні;
1, 2 - органи для блокованого різання;
3, 4 - органи для вільного різання.

Процес утворення тіла ковзання (Рис. 2.8):



- 1 - чизельний робочий орган;
- 2 - оброблюваний шар ґрунту;
- V - об'єм конічного тіла ковзання, м³;
- r1, r2, r3 - радіуси усіченого конуса;
- bд - ширина долота;
- α - кут постановки долота.

При русі органів 1 і 2 (1-2 ряд) та 3 і 4 (3-4 ряд) у зоні А відбувається деформація, зрушення та переміщення ґрунту. Робочі органи 1 і 2 виконують блоковане різання, а 3 і 4 - вільне. Аналіз (Рис. 2.9) показує, що поверхня зрушення So при вільному різанні менша.

Приймається, що при блокованому та вільному різанні утворюється тіло ковзання [8, 9] у формі усіченого конуса. При блокованому різанні зрушення ґрунту відбувається по поверхні Sб, а при вільному - по So.

Аналіз залежностей (Рис. 2.9):

Залежності показують, що тяговий опір Rч чизельного органу змінюється нелінійно при зміні швидкості руху υ. Зі збільшенням швидкості тяговий опір зростає. В порівнянні з блокованим різанням:

- при напівблокованому тяговий опір менший на 24,25%;
- при вільному - на 38,5%.

Виведення аналітичного вираження для визначення тягового опору чизельного робочого органу, що виконує блоковане різання, розробленого

доктором технічних наук Бойковим В.М. і кандидатом технічних наук Нестеровим Е.С. [5, 9, 15].

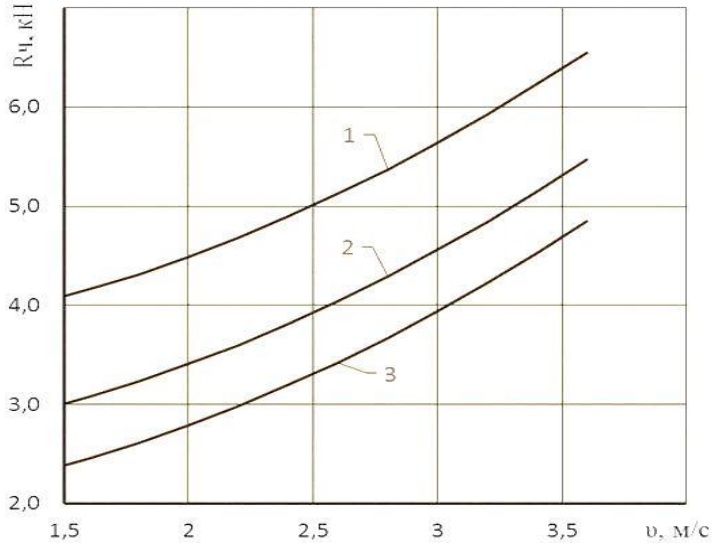


Рисунок 2.9 – Залежність тягового опору чизельного робочого органу РчР_чРч вυ\іпсилон υ:

Аналіз залежностей показує, що тяговий опір робочого органу змінюється на нелінійну залежність відповідно до схеми його взаємодії з обробленим шаром підставу. Спостерігається зростання тягового опору зі збільшенням швидкості руху. При напівблокованому різанні цей опір на 24,25% менший, а при вільному – на 38,5% менший від блокованого.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці та запобігання впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працівників. Дотримання правил охорони праці є обов’язковим у всіх сферах діяльності, зокрема в сільськогосподарському виробництві, де конструктори механізмів та обладнання з підвищеним рівнем ризику.

3.1 Основні принципи охорони праці

1. Безпека працівників

- Основне завдання – забезпечення таких умов, які виключають можливість отримання травми.
- Роботодавець зобов’язаний створити безпечне робоче середовище, забезпечити використання послуг індивідуального та колективного захисту, а також контролювати дотримання правил безпеки техніки.

2. Допуск до роботи:

- До виконання сільськогосподарських робіт допускаються особи, які досягли 16-річного віку.
- Всі працівники зобов'язані пройти інструктаж з техніки безпеки перед початком роботи.

3. Використання технічних засобів захисту:

- Засоби захисту повинні гарантувати безпеку працівників протяг
- Вони не повинні припиняти дію раніше, ніж усунути вплив небезпечного або свого шкідливого фактора.

4. Основні вимоги до безпеки технічних засобів:

- Підвище
- Зменшення рівня небезпеки та шкідливості при обслуговуванні обладнання.
- Надійність, міцність та
- Відповідність вимогам технічної естетики.

3.2 Правила безпеки при роботі з сільськогосподарським обладнанням

1. Підготовка робочої зони.

- Перед початком роботи з культиватором необхідно очистити територію від сторонніх предметів, які можуть потрапити в рухомі частини механізму.

2. Правила експлуатації:

- Не намагайтеся підвищити продуктивність агрегату, що працює на надто високу швидкість або більшу глибину обробки, – це можна призвести до втрати контролю та отримання травми.
- При русі назад або по слізкій поверхні слід бути особливо обережним.
- Якщо фреза застрягла в твердому обґрунтуванні, не слід спробувати утримати агрегат – необхідно знову відпустити рукоятку.
- При звільненні стороннього предмета з рухомих частини слід негайно заглушити двигун та відключити вал.
- У разі виникнення вібрацій у двигуні необхідно зупинити агрегат, перевірити його стан та усунути несправність.
- Після закінчення робіт перед очищенням поверхонь агрегату необхідно переконатися, що всі обертові частини повністю зупинені

Вимоги до виробничого обладнання:

1. Відповідність технічним регламентам

- Виробниче обладнання має відповідати вимогам технічних регламентів, якщо воно виготовлене після дати набрання чинності відповідними нормативними актами.
- Якщо обладнання було виготовлене до цієї дати, воно повинно відповідати загальним вимогам безпеки, встановленим нормативно-правовими актами з охорони праці.

2. Дотримання експлуатаційної документації:

- Використання сільськогосподарських машин, тракторів, їхніх причепів та змінних причіпних машин має здійснюватися згідно з інструкціями.
- Роботодавець повинен забезпечити працівників відповідною документацією та навчанням щодо безпечного користування технікою.

3.3 Моделювання небезпечних ситуацій.

Під час роботи на станціях технічного обслуговування або сільськогосподарських об'єктах можуть виникати небезпечні ситуації.

- Невідомі або погано захищені частини механізмів можуть сприяти травматизму.
- Погано розпізнавані знаки безпеки підвищують НС.
- Перебування працівників у безпосередній близькості до небезпечних механізмів підвищеної небезпеки.

Висновок

Охорона життя – це комплекс заходів, спрямованих на захист здоров'я та працівників. Виконання вимог техніки безпеки, надійне використання засобів захисту та дотримання правил експлуатації обладнання дозволяє запобігти нещасним випадкам і знизити рівень травматизму. Впровадження комплексної механізації, автоматизації та дистанційного керування є ефективними методами мінімізації ризику

4. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВІСНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА-РОЗПУШУВАЧА.

1. Аналіз тракторів потужністю 200-400 кВт В Україні активно застосовуються сучасні трактори, потужність яких виходить за діапазон 200-400 кВт. Серед найбільш поширених моделей: "Belarus 3522", "New Holland T9.505", "John Deere 8295r" та ін.

Відповідно до ГОСТ 27021-86, до тягового класу 5 відносять моделі з номінальним тяговим зусиллям 45-54 кН. Це дозволяє визначити необхідні технічні характеристики плуга-розпушувача для ефективного агрегатування з тракторами цього класу.

2. Аналіз грунтообробних знарядь Продуктивність орних агрегатів залежить від кінематичних характеристик, зокрема довжини плуга та його робочих органів. Найбільш ефективним залишається плоскоріз-глибокорозпушувач (ПГ-3-5) з кінематичною довжиною 2,55 м, що забезпечує оптимальну якість обробітку ґрунту при мінімальному енергоспоживанні.

Дослідження показують, що ширина захвату плуга-розпушувача повинна становити від 35 до 110 см, що дає змогу оптимізувати енергетичні витрати при обробітку ґрунту. Крім того, важливим є створення мульчуючого шару товщиною 10 см, що сприяє збереженню вологи в ґрунті та запобігає його ерозії.

3. Тяговий опір чизельного робочого органу Дослідження показують, що різні типи різання (блоковане, напівблоковане, вільне) приводять до різної продуктивності. При напівблокованому різанні тяговий опір зменшується на 24,26%, а при вільному - на 38,4%. Це свідчить про необхідність оптимізації конструкції робочих органів для зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності обробітку.

Також встановлено, що висота гребенів між чизельними робочими органами не повинна перевищувати 20 см, а оптимальне значення складає 17,5 см. Це забезпечує якісне кришіння ґрунту та створення сприятливих умов для подальших агротехнічних заходів.

Висновки

Проведений аналіз тракторів потужністю 200–400 кВт та ґрунтообробних знарядь для основного безвідвального обробітку ґрунту показав значну варіативність їх технічних характеристик. Більшість тракторів цієї потужності належать до тягового класу 5, із крюковим зусиллям 45–54 кН. На основі цього обґрунтовано конструктивно-технологічну схему навісного фронтального плуга-розпушувача, адаптованого до цих машин.

– Розроблено раціональний технологічний процес безвідвального обробітку ґрунту, який передбачає розпушення з утворенням щілин, формування мульчуючого шару з подрібненого ґрунту та пожнивних решток, а також руйнування "плугової підошви". Процес реалізується чизельними робочими органами, розташованими в чотири ряди. Залежно від їхнього розташування, робочі органи здійснюють блоковане, напівблоковане або вільне різання з відповідним тяговим опором.

– На основі технологічного процесу та розрахунків розроблено дві принципові схеми навісних плугів-розпушувачів з шириною захвату 4,97 і 5,95 м для агрегатування з тракторами тягового класу 5.

– Оптимальною для цього класу тракторів визнана модель із захватом 4,97 м. Розроблено її конструктивно-технологічну схему, яка включає раму, регульовані опорні колеса та 15 чизельних робочих органів, розміщених у чотири ряди з кроком 0,5 м між рядами та 0,35 м між органами в ряду. Основні геометричні параметри робочих органів також були визначені.

– Теоретичні розрахунки показали, що при повному навантаженні агрегат з трактором К-701 і плугом-розпушувачем ПБФР-5 (захват 5 м) може досягати продуктивності 4,1 га/год при швидкості 2,3 м/с, із питомою енергоємністю 33 кВт·год/га.).

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня // Вісник аграрної науки, 2017, No 8. С. 5-11

2. Волик Б.А. Элементы теории виртуального моделирования взаимодействия режущего периметра с почвой / Б.А. Волик // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2004. – № 1. – С. 61–64.

3. Гаврильченко О.С. Обґрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом : дис. … канд. техн. наук: спец. 05.05.11 / О.С. Гаврильченко. – Глеваха, 2005. – 160 с.

4. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков – К. : Нора-прінт, 1999. – 280 с.

5. Кобець А.С. Аналітичні дослідження агрегату на основі робочих органів дискового типу / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.П. Рибкін // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2006. – Т.2, вип. 44. – С. 231–236.

6. Ковбаса В.П. Напруження та вигляд напруженого стану в ґрунтовому напівпросторі перед дисковим робочим органом / В.П. Ковбаса, В.О. Дубровін // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків : ХДТУСГ, 2003. – Вип. 20. – С. 150–157.

7. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

8. Хотюн Г.В. Методика оцінки якості обробітку грунту / Г.В. Хотюн, А.П. Рыбкин, А.В. Лихоман // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – Вип. 22. – С. 185–189.

9. Цизь І.Є., Голій О.В., Хвесик В.О., Оласюк Я.В., Деміх І.В. Дослідження процесу та знаряддя для глибокого розпушення ґрунту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2023,No1(20) , 290-302 с.

10. Bednar[Електронний ресурс]: офіційний сайт. Режим доступу: https://www.bednar.com/uk/terraland-tn/

11. Greatplain[Електронний ресурс]: офіційний сайт.Режим доступу: https://www.greatplainsag.com/uk/products/709/sub-soiler.© Цизь І.Є., Голій .О.2024 ,2024, No1(22)347

12. Gregoire-besson [Електронний ресурс]: офіційний сайт. Режим доступу: https://www.gregoire-besson.com/ua/machines/helios

13. John Deere [Електронний ресурс]. John Deere / Компанія.

14. John Deere у світі [Електронний ресурс]. John Deere / Про компанію. - Електрон. дан., 2020. - Режим доступу: http://www.deere.ru/ru_RU/our_company/about_us/worldwide_locations/worldwide_locations.page?. – Загр.. з екрану. - англ. та ін.

15. Jympa[Електронний ресурс]: офіційний сайт. Режим доступу: https://jympa.com/en/products/agriculture/subsoilers/

16. New Holland T8 [Електронний ресурс]. New Holland Agriculture / Продукція / Сільськогосподарські трактори. - Електрон. дан., 2021. – Режим доступу: http://agriculture1.newholland.com/apac/ru/produkcija/produkty/sel-skohozjajstvennye-traktory/t8. – Загр.. з екрану. англ. та ін.

17. New Holland T9 [Електронний ресурс]. New Holland Agriculture / Продукція / Сільськогосподарські трактори. – Електрон. дан., 2020. – Режим доступу: http://agriculture1.newholland.com/apac/ru/produkcija/produkty/sel-skohozjajstvennye-traktory/t9. – Загр.. з екрану. - англ. та ін.

18. New Holland у світі [Електронний ресурс]. New Holland Agriculture / Про New Holland. - Електрон. дан., 2017. – Режим доступу: http://agriculture1.newholland.com/apac/ru/o-kompanii/new-holland/new-holland-v-mire. – Загр.. з екрану. - англ. та ін.

19. Wil-rich[Електронний ресурс]: офіційний сайт. Режим доступу: https://www.wil-rich.com/primary-tillage/rippers/357-inline-ripper/