

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування пшениці з дослідженням робочого
органа плуга-розпушувача»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Павлищак Віктор Олександрович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____ Володимир АМОСОВ
« ____ » _____ 2024 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Павлишак Віктора Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування пшениці з дослідженням
робочого органа плуга-розпушувача

2. Керівник роботи (проекту) _____

Амосов Володимир Васильович, к.т.н., доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту 29.12.2023 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) підвищення якості

розпушення ґрунту робочими органами чизельних плугів та зниження

енерговитрат на обробку ґрунту

Проаналізувати стан питання про сучасні конструкції та стан наукових
досліджень чизельних робочих органів.

Зробити теоретичні дослідження впливу форми поверхні долотоподібного
робочого органа на руйнування моноліту ґрунту

Вдосконалити технологічну карту вирощування пшениці

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Доцент Амосов В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та оформлення розділів 1 та 2	24.11.2023 р.	
2	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 3	01.12.2023 р.	
3	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 4	8.12.2023 р.	
4	Оформлення графічної частини ДР	15.12.2023 р.	
5	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділів 5 та 6	22.12.2023 р.	
6	Нормоконтроль, захист ДР на засіданні ДЕК	Згідно з графіком	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2023 р.

Підпис керівника

_____ Амосов В.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2023 р.

Підпис здобувача _____

Павлишак А.С.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
1 ВСТУП	6
2 НАУКОВА ЧАСТИНА	7
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	36
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	39
6 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
ДОДАТКИ	43

					ПЧ45 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування пшениці з дослідженням робочого органа плуга- розпушувача				
Розроб.		Павлишак							
Перевір.		Амосов							
Н.контр.		Мачок							
Затвер.		Лещенко							
					Літера	Аркуш	Аркушів		
					ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)				

1. ВСТУП

Україна вже здавна славиться своїм виробництвом зернових, що є ключовою сферою у сільському господарстві. Понад половину орних земель країни вже зайнято розсаджуванням зернових культур. Однією з найважливіших серед них є озима пшениця, яка забирає приблизно 40% загальної площі зернового виробництва. Попри це, зростає потреба в зерні з року в рік. З врахуванням високої продуктивності та значущості озимої пшениці, насіння цієї культури має вироблятися у достатній кількості - не менше однієї тони на душу населення, щоб забезпечити продаж державі, повноцінне харчування населення та потреби тваринництва в кормах.

Справжнє виробництво високоякісного та економічного пшеничного зерна можливе лише за умови комплексної механізації основних сільськогосподарських процесів. Це включає в себе обробку ґрунту, внесення добрив, посів, догляд за рослинами, боротьбу зі шкідниками та хворобами, збирання врожаю, а також вчасну та якісну обробку зерна та зберігання високоякісного насіння.

Використання чизельних знарядь для обробки ґрунту відповідає сучасним вимогам, захищаючи його від водної ерозії та покращуючи аерацію, що в результаті призводить до підвищення врожайності. Теперішні чизельні плуги, однак, не відповідають агротехнічним вимогам у якості розпушення ґрунту та енерговитрат, і тому потребують модернізації. Дана магістерська робота націлена на дослідження робочих органів та вдосконалення конструкції чизельного плуга.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика досліджень

Високий врожай сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від якісної підготовки ґрунту до посіву. Сучасна тенденція в технології обробки ґрунту полягає в збільшенні частки енергозберігаючих та мінімальних обробок, включаючи відмову від відвальної оранки на користь безвідвального розпушення. У той самий час, в традиційній системі з використанням відвальної оранки важливу роль відіграють операції періодичного (раз в 3–5 років) розуцільнення ґрунту методом глибокого розпушення. Ці напрямки технології визначаються потребою боротьби з ерозією, збереженням вологи, уникненням ущільнення ґрунту, зменшенням витрат горючого, та забезпечення ефективного та економічного вирощування високоврожайних сільськогосподарських культур.

Відомо, що ерозія може призвести до втрати всього плідного шару ґрунту, що негативно впливає на врожайність. Методи мінімальної обробки ґрунту є ефективними для боротьби з вітровою та водною ерозією, вимагаючи скорочення обробленої поверхні ґрунту до мінімуму, збереження рослинних залишків на поверхні поля, та поліпшення структури нижнього горизонту. Використання чизельного плуга відповідає цим вимогам, але за результатами державних випробувань модель ПЧ-4,5 показала несумісність з трактором К-701 з точки зору тягового ресурсу при розпушенні ґрунту на глибину 45 см. Також виявлено, що при міжсідді 500 мм розпушувач ПЧ-4,5 не відповідає технічним вимогам до товщини верхнього шару розпушеного ґрунту і висоти нерозпушених гребенів на дні обробленого шару. Крім того, витрати палива при ґрунтопоглибленні є великими, досягаючи 30 кг/га.

Таким чином, необхідна розробка нових робочих органів плугів-розпушувачів і чизельних плугів, що знімають недоліки серійних знарядь і знижують енерговитрати на обробку ґрунту.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою даного дослідження є підвищення якості розпушення ґрунту робочими органами чизельних плугів та зниження енерговитрат на обробку ґрунту.

Задачі досліджень.

1. Аналіз сучасних конструкцій та стану наукових досліджень чизельних робочих органів.
2. Теоретичний аналіз впливу форми поверхні долотоподібного робочого органа на руйнування моноліту ґрунту.
3. Експериментальна перевірка правильності теоретичних висновків.

Об’єкт досліджень – процес взаємодії долотоподібного робочого органа з ґрунтом.

Предмет досліджень – вплив форми поверхні долотоподібного робочого органа на якість розпушення ґрунту та енерговитрати.

Тема досліджень пов’язана з науковими програмами кафедри сільськогосподарського машинобудування та університету.

2.2. Аналіз конструкцій і технологічних параметрів чизельних плугів і плугів-розпушувачів

Безвідвальна обробка ґрунту здійснюється за допомогою чизельних розпушувачів, що, залежно від конструкції робочих органів, розділяються на чизельні плуги та плуги-розпушувачі.

Чизельні плуги та плуги-розпушувачі призначені для глибокого розпушення орного шару та основної безвідвальної обробки ґрунту, замінюючи традиційну зяблеву чи весняну оранку. Плуг-розпушувач може також використовуватися для поліпшення лугів і пасовищ, оскільки його робота менше впливає на верхній шар ґрунту. Обидва види знарядь операційно працюють на глибині від 20 до 45 см. Робочі органи чизельних плугів, як правило, включають стійку, розташовану в подовжньо-вертикальній площині, яка обладнана різними формами і розмірами

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розпушувальних елементів, таких як долота і лапи. Робочі органи плугів-розпушувачів відрізняються формою стійки, що має нахил в подовжній площині і зігнута в поперечній площині, що суттєво змінює механізм взаємодії робочого органу з пластом ґрунту [1].

На сьогоднішній день існує значна кількість різновидів розпушувальних плугів, що відрізняються схемами розміщення робочих органів та конструктивним виконанням (рис. 2.1 – рис. 2.6). Можна виділити наступні схеми розміщення робочих органів (рис. 2.1): однорядну (фронтальну), багаторядну та клиновидну. Клиновидне розміщення робочих органів можна розглядати як багаторядність із зсувом кожного наступного робочого органу в подовжньому напрямі. В межах схеми розміщення робочих органів визначається міжсліддя M та подовжній зсув Π .

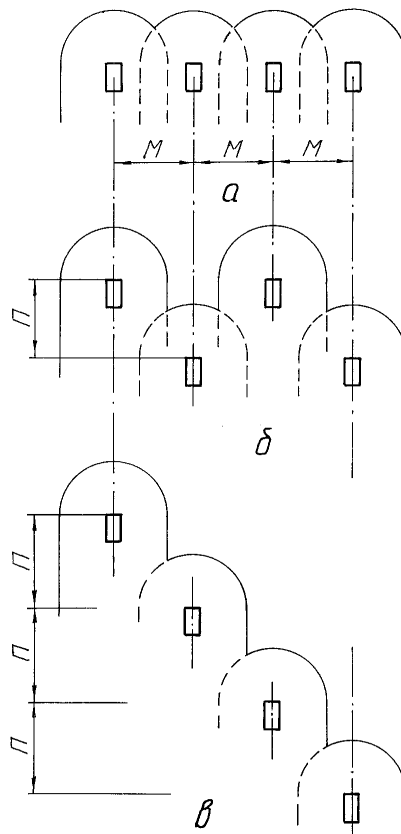
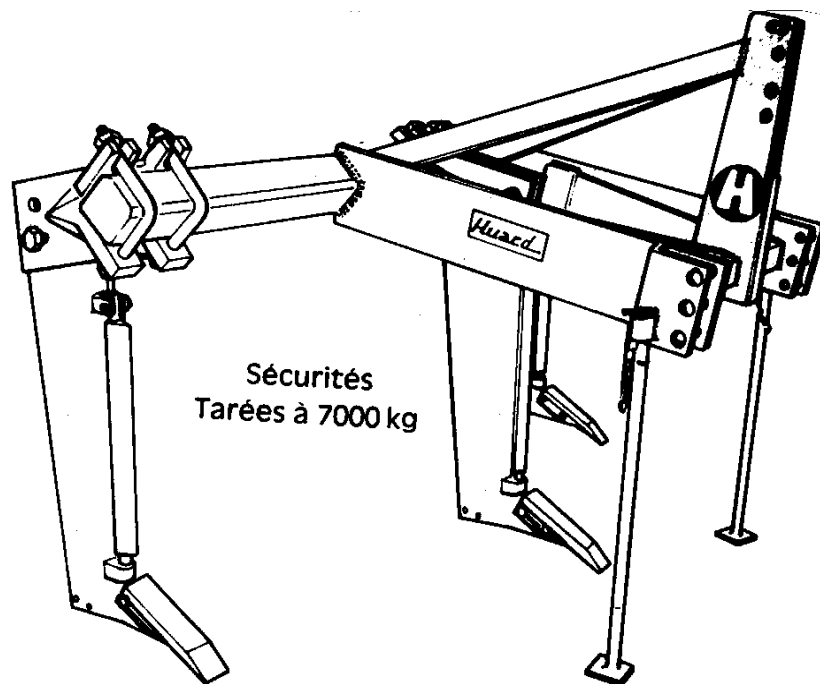
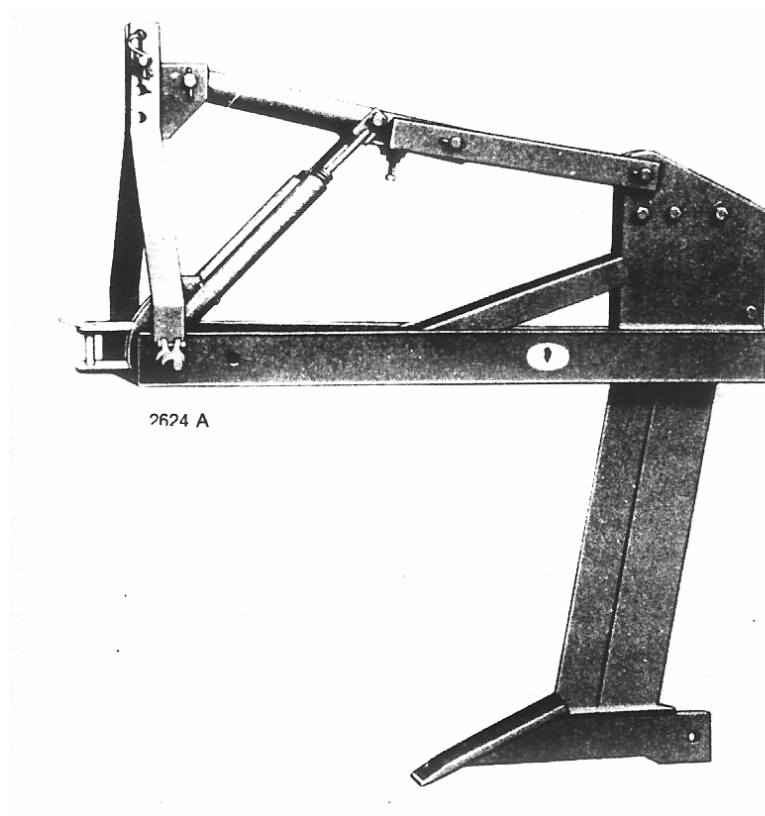


Рис. 2.1. Схема розстановки робочих органів розпушувальних плугів:

а – однорядна; б – дворядна; в – клиновидна



а



б

Рис. 2.2. Чизельні розпушувачі зарубіжного виробництва:

а – фірми Huard [6]; б – фірми Rabewerk [6].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПЧ45 00.000 ПЗ

Арк.

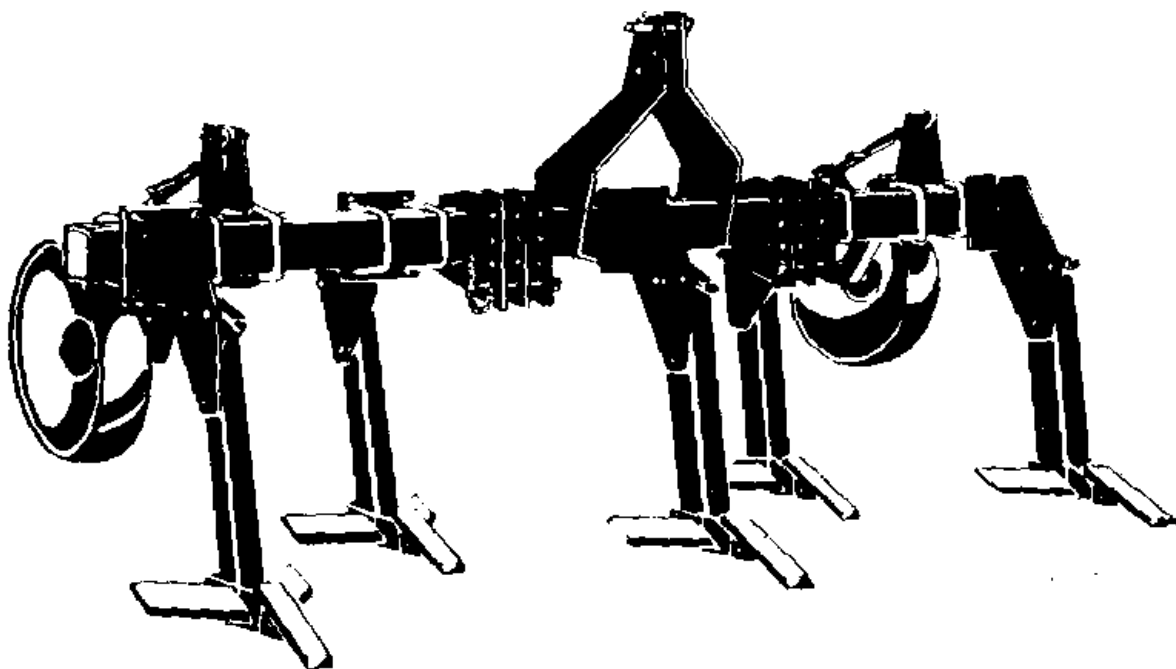


Рис. 2.3. Чизельний плуг "Sprosser" фірми "Rabewerk"

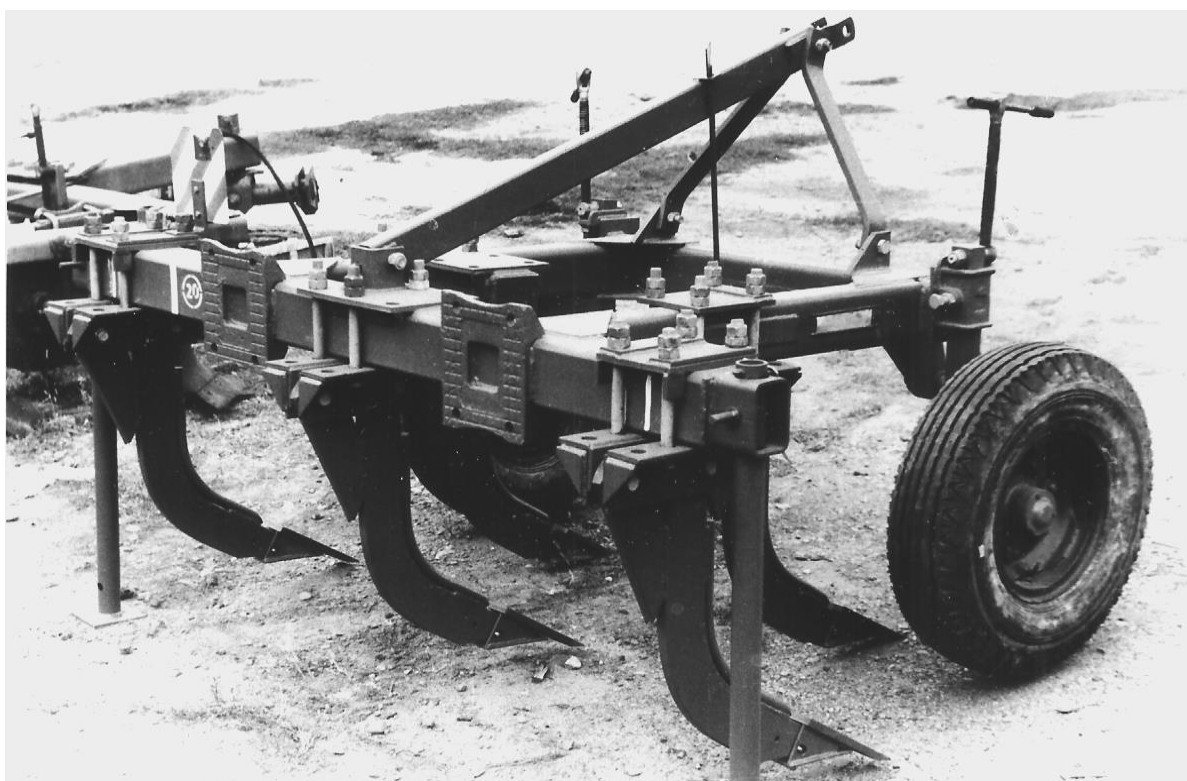
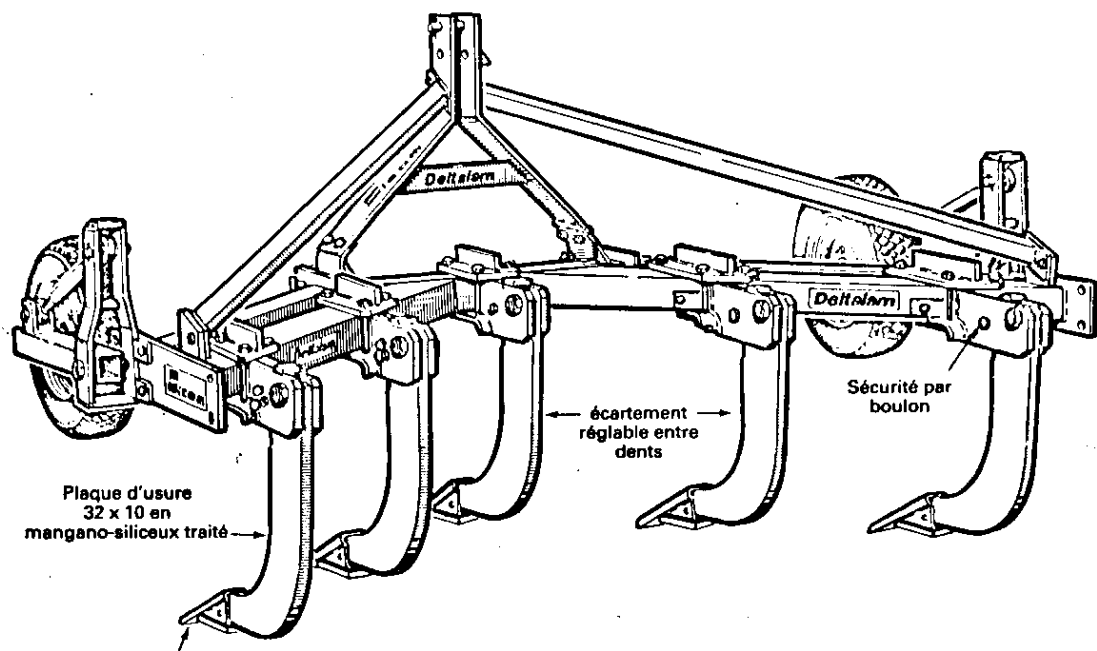
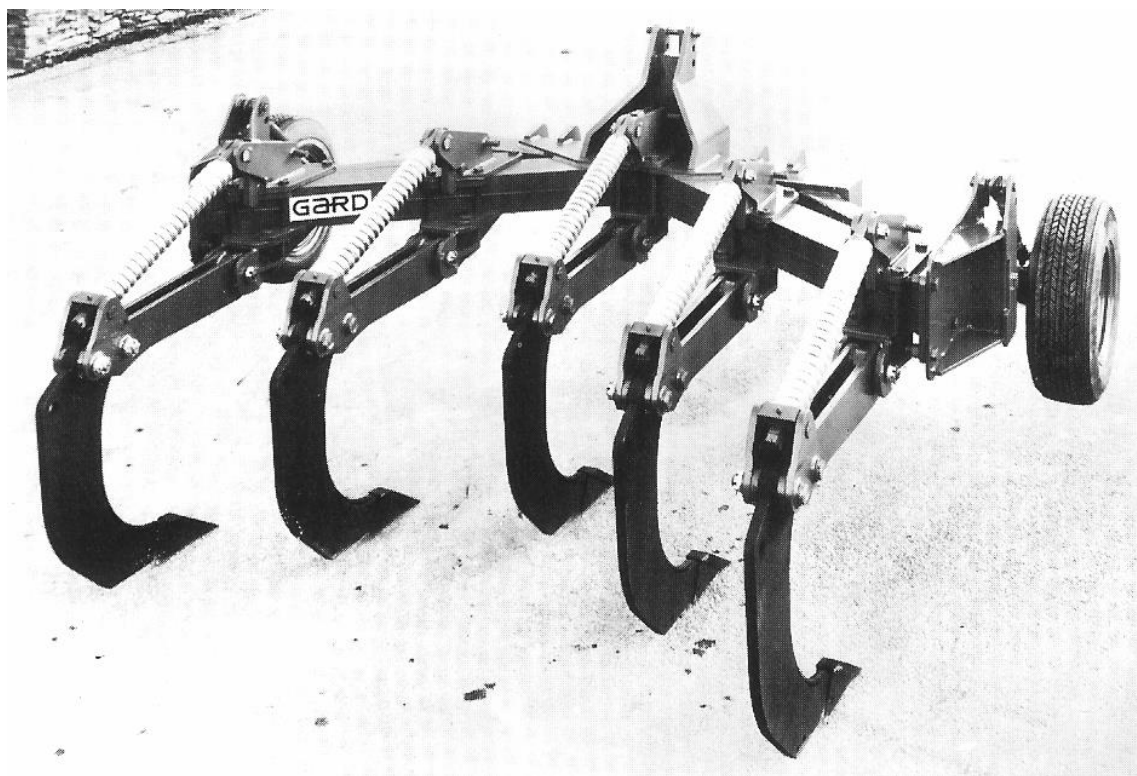


Рис. 2.4. Чизельний плуг ПЧ-2,5 виробництва ВО "Одесаґрунтоташ"

					ПЧ45 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



a



б

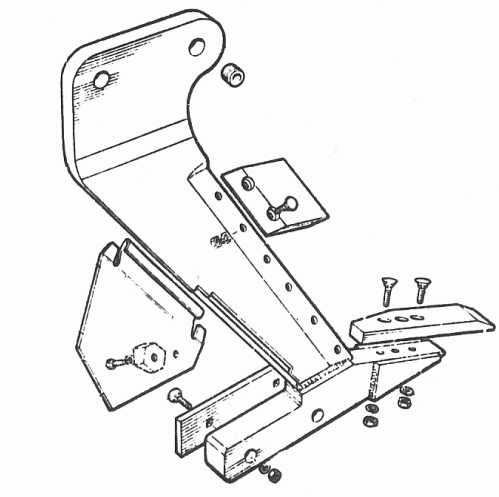
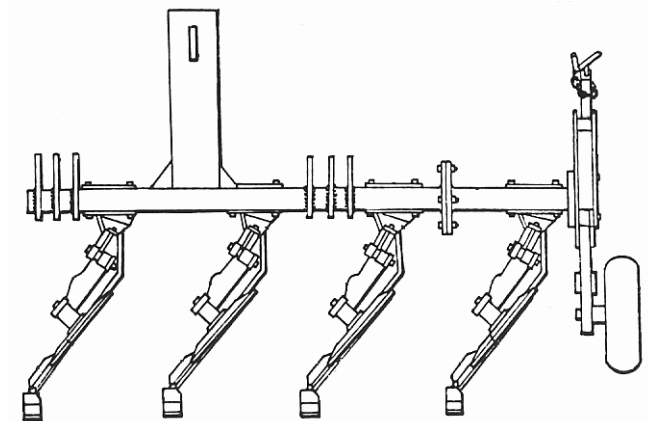
Рис. 2.5. Чизельні розпушувачі зарубіжного виробництва:

а – фірми RAU [6]; б – фірми GARD [6].

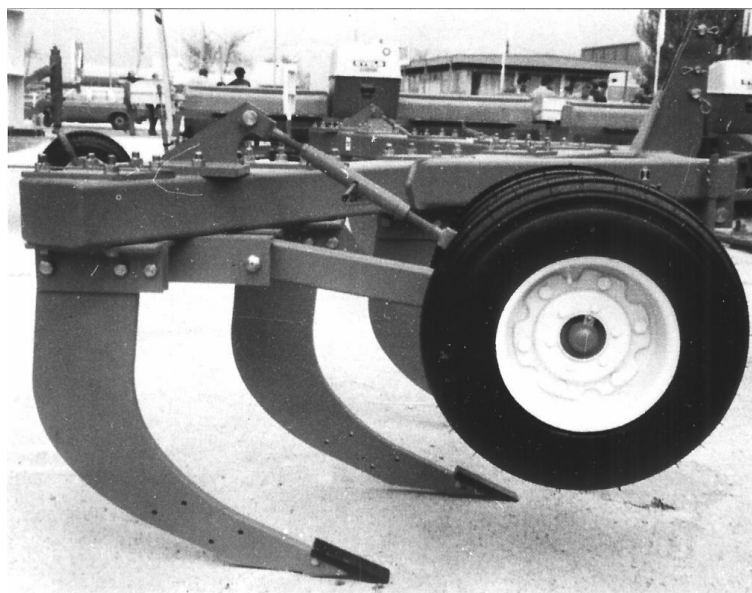
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПЧ45 00.000 ПЗ

Арк.



а



б

Рис. 2.6. Робочі органи розпушувальних знарядь:
а – плуга-розпушувача Paraplow фірми Howard [6];
б – чизельного плуга моделі ІН-14-9 фірми ІН [6].

					ПЧ45 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Вибір схеми розстановки обумовлюється надійністю та якістю технологічного процесу, енерговитратами на розпушення ґрунту, а також простотою, металоємністю і надійністю конструкції знаряддя.

Однорядна фронтальна розстановка та дворядна з невеликим подовжнім зсувом застосовуються в розпушувачах, де немає потреби в перекритті зон розпушення робочих органів і в щілинорізах (рис. 2.2). Наприклад, однорядна розстановка робочих органів Paraplow використовується для суцільного і смугового розпушення [16].

Однорядна розстановка обмежена тим, що при зменшенні міжсліддя до певного значення зони розпушення робочих органів можуть перетинатися [8, с. 413–415], утворюючи суцільний ґрунтовий вал. Це може призвести до нестабільності технологічного процесу та підвищення енерговитрат на обробку ґрунту, оскільки ґрунт затискається між суміжними робочими органами.

Переваги цієї схеми полягають у конструктивній простоті знаряддя. Зазвичай, рама має один фронтальний брус, на якому за допомогою кронштейнів, з можливістю поперечного зсуву, встановлені робочі органи. Деякі конструкції кронштейнів дозволяють встановлювати робочі органи по обидві сторони від бруса рами і створювати подовжній зсув робочих органів, що перетворює однорядну розстановку в дворядну.

В умовах високих вимог до надійності технологічного процесу та при обмеженому міжслідді, близькому або меншому за максимальну глибину обробки ґрунту, широке застосування знайшла схема розстановки робочих органів у два ряди в шаховому порядку. Ця схема використовується у вітчизняних чизельних плугах ПЧ-2,5 (рис. 2.4) і ПЧ-4,5, а також у деяких зарубіжних моделях, наприклад, розпушувачі "Sprosser" від Rabewerk (рис. 2.3). Шахова розстановка робочих органів збільшує просвіт між робочими органами для проходу ґрунту і рослинних решток. Багаторічні випробування плуга-розпушувача ПЧ-4,5 підтвердили високий коефіцієнт технологічної надійності процесу в тяжких умовах, що досягає показника 0,999 [6]. Хоча ця

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

схема має деяке ускладнення конструкції знаряддя, цей недолік компенсується перевагою просторової конструкції рами, що підвищує її жорсткість і міцність, а також знижує питому матеріаломісткість.

Щодо клиновидної розстановки, всі робочі органи працюють умовах суміжної борозни, при цьому навантаження та дія робочих органів на ґрунт мають несиметричний характер. Напрямок дії і зсув ґрунту робочими органами відхиляються вбік розпушеної борозни, що має подвійний результат. З одного боку, кожен наступний робочий орган закриває щілину, утворену попереднім. З іншого боку, за такої розстановки, в деяких умовах, спостерігається підвищення рівня ґрунту по осі проходу знаряддя, формуючи вал ґрунту посередині борозни і на стиках суміжних проходів знаряддя. При недостатньому подовжньому зсуві П робочих органів може виникнути затискання ґрунту між бічними поверхнями робочих органів, що супроводжується значним зростанням тягового опору [13].

Перевагами клиновидної розстановки є простота рами, яка, однак, не завжди призводить до зниження питомої металоємності, і можливість безперешкодного відхилення робочих органів вздовжню, що є важливим при встановленні індивідуальних запобіжних пристроїв.

Клиновидна схема знаходить широке застосування в умовах підвищених вимог до рівномірності поверхні поля, особливо при розстановці робочих органів з похилою стійкою в поперечній площині. Згідно з даними ВНДІВМОТ, ступінь збереження стерні після обробки ґрунтообробним знаряддям типу "Paraplow" коливається від 80,7% до 97%, що перевищує результати порівняльного чизельного плуга ПЧ-4,5, де цей показник становить 70,5–73% і відповідає агротехнічним вимогам на чизельні плуги (не менше 60%)[6]. Гребенистість поверхні поля варіює від 1,4 до 4,7 см[6]. За даними Центральної МВС, ступінь збереження стерні після проходу знаряддя "Paraplow-1800" складає 94,6%, у порівнянні з знаряддям ПЧ-3,5, де він становить 65,8%[6].

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щодо відносної енергоємності знарядь при різних схемах розстановки робочих органів, враховуючи, що відносний тяговий опір робочих органів складає 46% при вільному різанні та 83% при напіввільному, порівняно з блокованим різанням[6], можна провести обчислення. Схема розстановки дев'яти робочих органів, як у чизельного плуга ПЧ-4,5 (рис. 2.7,а), у порівнянні з клиновидною схемою (рис. 2.7,в), забезпечує меншу на 5,2% енергоємність. Схема, показана на рис. 2.7,б, забезпечує меншу на 10,5% енергоємність. Дворядна схема розстановки п'яти робочих органів, як прийнято для чизельного плуга ПЧ-2,5 (див. рис. 2.8, а), і схема розстановки робочих органів розпушувача Sprosser (див. рис. 2.8, б), у порівнянні з клиновидною схемою (див. рис. 2.8, в), забезпечують, відповідно, меншу на 4,6% і 9,25% енергоємність.

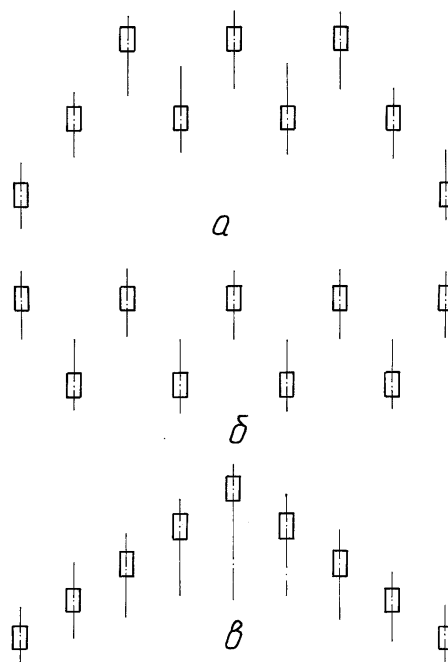


Рис. 2.7. Схема розстановки дев'яти робочих органів чизельних плугів:
а – схема плуга ПЧ-4,5; б – схема чизельного плуга фірми Rabewerk;
в – двостороння клиновидна схема

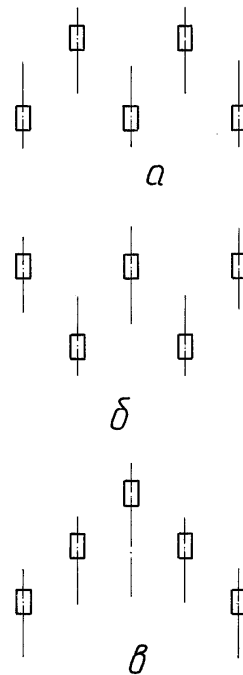


Рис. 2.8. Схеми розстановки п'яти робочих органів чизельних плугів:

а – схема плуга ПЧ-2,5;

б–схема розпушувача Sprosser; в – двостороння клиновидна схема

2.3. Аналіз форм, конструкції і параметрів робочих органів розпушувальних знарядь

2.3.1. Робочі органи чизельних плугів

Робочі органи чизельних плугів і плугів-розпушувачів повинні обробляти ґрунт із залишенням не зруйнованих гребенів на дні обробленого шару. Відповідно до такого призначення робочий орган чизельного плуга складається із стійки, долота або лапи і обтічника [19] (рис. 2.10).

Основні діапазони значень цих параметрів такі: кут нахилу робочої поверхні долота до дна борозни $\beta = 15^\circ\text{--}45^\circ$, кут нахилу передньої ділянки стійки до дна борозни $\beta_1 = 15^\circ\text{--}60^\circ$, задній кут $\varepsilon = 0^\circ\text{--}10^\circ$, кут розхилу передньої кромки лапи $2\gamma = 60^\circ\text{--}150^\circ$, виліт передньої кромки долота або лапи щодо стійки $L = 0,2\text{--}2,0$ Н, ширина долота $b = 45\text{--}100$ мм, ширина лапи $b_1 = 100\text{--}350$ мм, товщина стійки $b_2 = 25\text{--}35$ мм, висота стійки $H_{\text{ст}} = 450\text{--}900$ мм

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

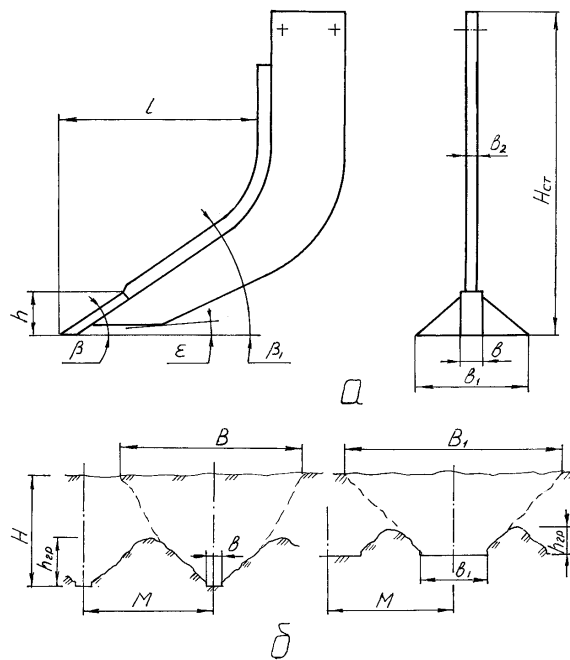
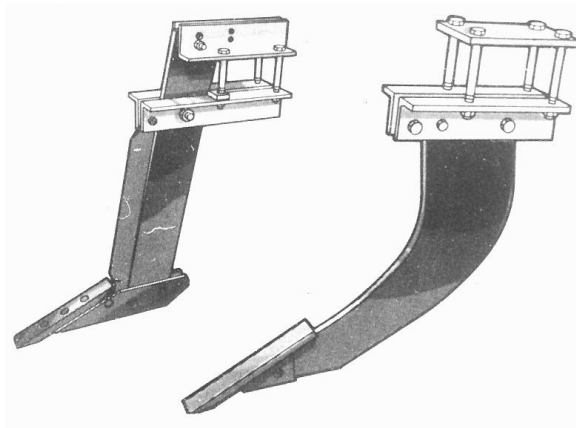


Рис. 2.10. Конструктивні і функціональні параметри робочого органу чизельного плуга

Форми стійок робочих органів можливо підрозділити на *прямі* (рис.2.11,а), *дугоподібні* (рис. 2.11,б), *дугоподібні подовжені ("параболічні")* (рис. 2.6,б). Основне призначення стійки - нести розпушувальні елементи - долото або лапу і забезпечити винесення їх щодо нижньої частини рами. Форма стійки може впливати на винесення розпушувальних елементів та піднімання частини пласту. Лапи можуть бути виконані у вигляді долота з розширювачем, щоб розширювати зону розпушення і підрізувати рослинні рештки. Конструктивна ширина b і b_1 розпушувальних елементів істотно менше за ширину міжсліддя M робочих органів і ширину їх захвату B (рис. 2.10,б). Основне призначення лапи – розширення зони розпушення долота і підрізування рослинних решток.

Форма робочої поверхні долота, як правило, плоска, пряма або багатогранна увігнута в подовжньому перетині. В деяких випадках на передній частині робочої поверхні долота є подовжня канавка або опукла



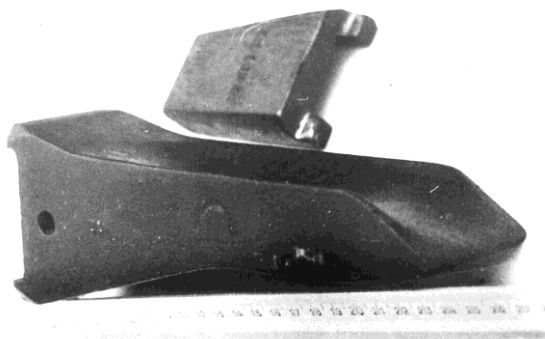
а

б

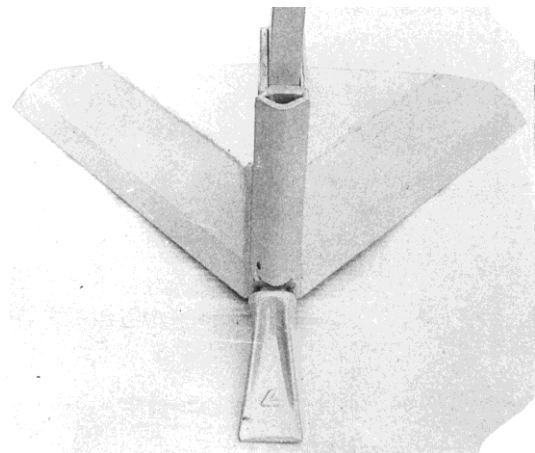
Рис. 2.11. Робочі органи чизельних розпушувачів:

а – фірми John Deere [6]; б – фірми RAU-France [6].

накладка (рис. 2.12). Форма робочої поверхні лапи плоска у вигляді тригранного клина або увігнута в подовжньому перетині. В горизонтальній площині передня кромка лапи застосовується як увігнута, так і опукла.



а



б

Рис. 2.12. Долота криволінійної форми з кріпленням клиновидного типу зарубіжних фірм: а – Howard; б – Dutzi [6].

Долото і лапа є самими навантаженими частинами робочого органу і унаслідок зносу вимагають періодичної заміни. Поширено кріплення долота і лапи пристроєм клиновидного типу ("наперсток") (рис. 2.12), кріплення

					ПЧ45 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

поперечними штифтами (рис. 2.2,а), а також за допомогою болтів до башмака стійки (рис. 2.11,а). В даний час перший тип кріплення знаходить все більш широке застосування у зв'язку з підвищеною надійністю в експлуатації і простотою зміни робочих елементів.

Передня грань стійки, як правило, покрита елементом, званим обтічник. Обтічник, як правило, повторює конфігурацію стійки, в більшому або меншому ступені бере участь в процесі розпушення ґрунту і служить в основному для захисту стійки від зносу і відведення рослинних решток. Термін служби обтічника у декілька разів перевищує термін служби до зносу долота і лапи, що говорить про відповідний розподіл навантаження. Форма стійки і обтічника чизельних плугів ПЧ сприяє самоочищенню від рослинних решток. Проте у робочих органів з іншою формою стійки часто наголошується забивання рослинними рештками, що підвищує тяговий опір і порушує технологічний процес.

Аналіз механіки забивання стійок робочих органів рослинними рештками дозволив розробити пристрій нової форми для відведення рослинних решток від стійки ґрунтообробного знаряддя. Пристрій визнаний винаходом [9]. Він показав ефективність при роботі в насиченому рослинними рештками верхньому шарі ґрунту і реалізовано в орієнтаторах просапних машин марок ОПМ-1, ОПМ-2 і ОПА, які знайшли застосування у ряді областей України.

2.3.2. Робочий орган плуга-розпушувача

Головне завдання плугів-розпушувачів - обробка лугів та пасовищ, а також основна обробка ґрунту, враховуючи високі вимоги до рівномірності поверхні поля. Згідно з цією метою робочий орган включає стійку, нижня частина якої розташована під певним кутом до подовжньо-вертикальної площини. Робочими компонентами є ніж, закріплений на передній грані стійки, долото і пластина для додаткового розпушення пласта, розташована

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вздовж задньої кромки стійки. Польова дошка використовується для стабілізації руху робочого органу (рис. 2.13).

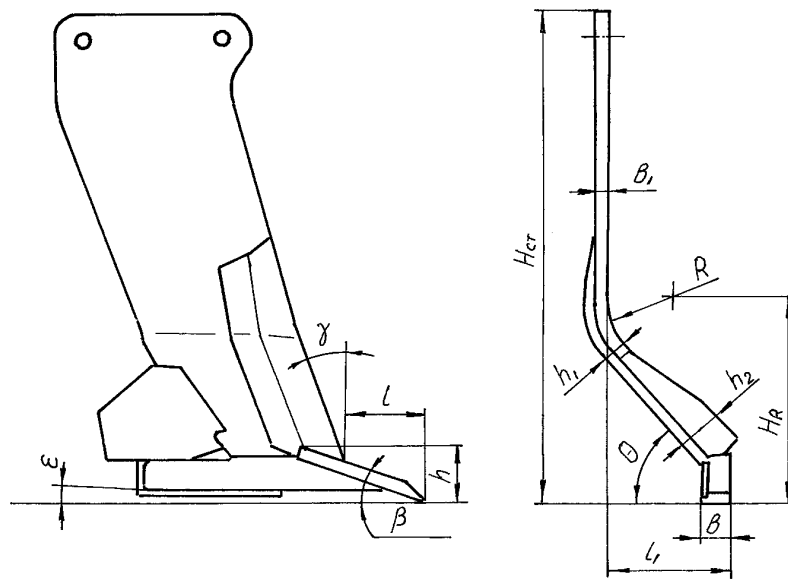


Рис. 2.13. Основні параметри робочого органу плуга-розпушувача

Основні параметри робочого органу плуга-розпушувача наступні: кут нахилу робочої поверхні долота до дна борозни β , кут нахилу робочої поверхні ножа до дна борозни β_1 , кут стріловидності ножа γ , задній кут долота ε , задній кут ножа ε_1 , виліт L передньої кромки долота щодо ножа, консольний виліт L_1 стійки в поперечному напрямі, ширина долота b , товщина стійки b_1 , висота підйому долота h , висота підйому ножа h_1 , висота підйому розпушувальної пластини h_2 , радіус R вигину стійки, висота перегину стійки H_R , висота стійки H_{cm} (рис. 2.13).

Значення основних параметрів для останньої моделі робочого органу розпушувача Paraplow 1510 складають: $\beta = 16,5^\circ$, $\beta_1 = 24^\circ$, $\gamma = 22^\circ$, $\varepsilon = 5^\circ$, $L = 180\text{мм}$, $L_1 = 250\text{мм}$, $b = 60\text{мм}$, $b_1 = 25\text{мм}$, $h = 130\text{мм}$, $h_1 = 40\text{мм}$, $h_2 = 80\text{мм}$, $R = 120\text{мм}$, $H_R = 320\text{мм}$, $H_{cm} = 785\text{мм}$.

В конструкцію робочого органу плуга-розпушувача закладений принцип руху стійки по поверхні розділу моноліту і зони розпушеного долотом ґрунту.

Параметри клина, які найбільше впливають на енергоємність та ступінь кришення ґрунту: кут постановки робочої поверхні до дна борозни β , кут розхилу передньої кромки клина γ і геометрична форма клина, яка в значній мірі визначає характер деформації ґрунту.

Зменшення тягового опору при зменшенні кута постановки клина β можливо пояснити зміною типу деформації ґрунту від зсуву із стисненням до відриву або зсуву з меншим стисненням. Це також призводить до зниження швидкості відділення пласта від моноліту, що сприяє зниженню динамічної складової сили опору та опору деформації ґрунту, залежного від швидкості деформації.

Удосконалення показників плоского клина в існуючих конструкціях досягається компромісним обмеженням його параметрів. Підвищення якісних і силових характеристик клина можливе за допомогою зміни його форми, а саме використання криволінійного клина.

Недостатність досліджень у цьому напрямку свідчить про потребу у подальших дослідженнях, щоб отримати повне розуміння фізичного процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом. Це важливо для обґрунтування форми та параметрів розпушувача з покращеним енергоспоживанням. Вже наявні дослідження вказують на можливі шляхи для такого обґрунтування.

2.4 Теоретичні дослідження

2.4.1. Обґрунтування форми і параметрів подовжнього профілю робочої поверхні розпушувального елемента

Елементарні деформації, такі як розтягування, стиснення та зсув, здійснюються за допомогою складного навантаження пласта клином. У певному наближенні це можна представити за допомогою схеми вигину пласта, як балки. Поперечний перетин пласта, утвореного долотом, на практиці наближається до трапецієвидної форми, з відносно малою основою. На цьому етапі розгляду припустимо, що нижня поверхня пласта згинається по дузі кола.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо кінематику зміни форми пласта під дією клина, враховуючи переважаючу роль деформацій зсуву в процесі розпушення. Подовжній перетин шару ґрунту розбиваємо на квадратні елементи, сторони яких паралельні поверхні вірогідного відділення пласта від моноліту, а розмір сторони дорівнює довжині шляху S по поверхні клина до моменту відділення елемента пласта (рис. 2.14). При цьому висота підйому по клину рівна:

$$\Delta h = S \sin \beta.$$

Можливі щонайменше дві моделі відокремлення пласта ґрунту від моноліту (рис. 2.14). Перша – з обертанням елементів навколо вершин з без зміни форми елементів (див. рис. 2.14, в). В цьому випадку разом з ковзанням по грані bc елемента $abcd$ має місце відрив грані cd . Друга модель – з перетворенням форми елемента пласта $abcd$. В цьому випадку відбувається зсув по всіх гранях елемента (див. рис. 2.14, а).

Зміна положення і форми елемента пласта $abcd$, а отже деформація пласта, характеризується кутовим параметром $\Delta\gamma$. Проте одномоментне (миттєве) додання елементам $abcd$ орієнтації під кутом $\Delta\gamma$ пов'язано з підвищеними витратами енергії на подолання інерції пласта – пропорційно квадрату швидкості (див. формулу (2.4)) і на подолання динамічної складової опору деформації пропорційної швидкості (див. формулу (2.5)). Отже, зниження швидкості деформації елемента пласта $\dot{\xi} = \Delta\gamma / S$ приведе до зниження енергоемності розпушення ґрунту.

Для плоского клина по ряду досліджень (див. напр. [6]), у тому числі із застосуванням методу координатних сіток, отримана картина розподілу по довжині стружки величини деформації ξ , швидкості деформації $\dot{\xi}$ і енергії затраченої на деформацію E_d (рис. 2.15.).

Максимальної швидкості $\dot{\xi}$ деформація досягає у вершини клина у вузькій зоні В–С, співпадаючій з так званою поверхнею зсувів. Розподіл швидкості деформації носить екстремальний характер. Ці дані корелюють з результатами вимірів розподілу тиску на поверхні плоского клина в ґрунті

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[6, с.214]. Тиск досягає максимуму поблизу ріжучої кромки і убуває по довжині клина (рис. 2.16). Таким чином, зона максимуму швидкості деформації співпадає із зоною максимуму тиску на поверхні клина.

Вказана кореляція дозволяє припустити, що при зниженні тиску на пласт в передній частині клина з одночасним деяким збільшенням тиску на подальших ділянках, тобто при вирівнюванні тиску по довжині клина, максимальна швидкість деформації знизиться. Останнє приведе до зниження енергоємності процесу, оскільки швидкість деформації і тиск P на робочій поверхні зв'язані між собою лінійно, тоді як одна з складових енергії,

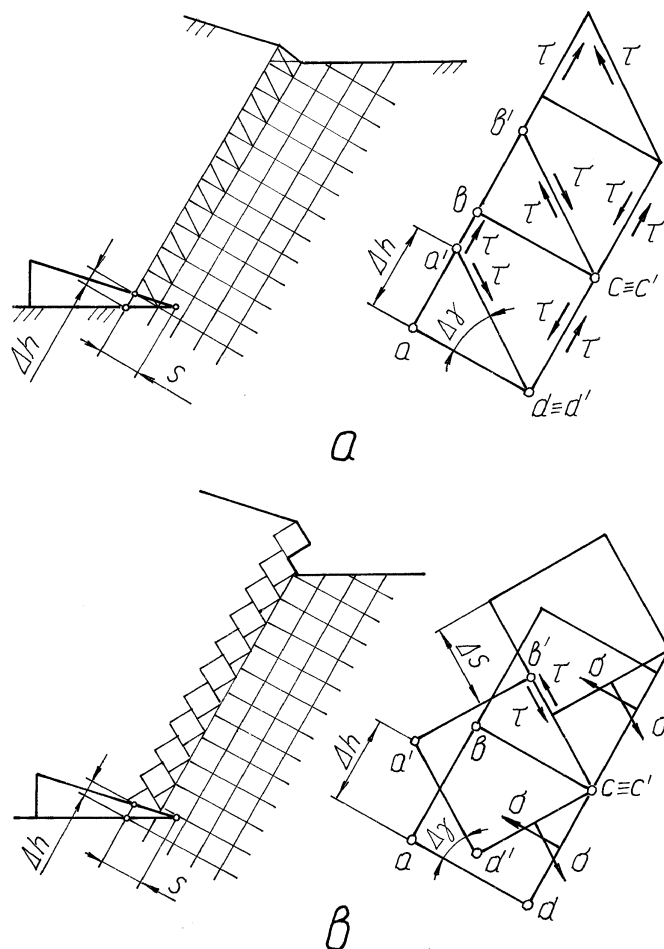


Рис. 2.14. Моделі механізму відділення пласта ґрунту від моноліту:

а – шляхом зміни форми елементів пласта зсувом;

б – шляхом зсуву і повороту макроелементів пласта

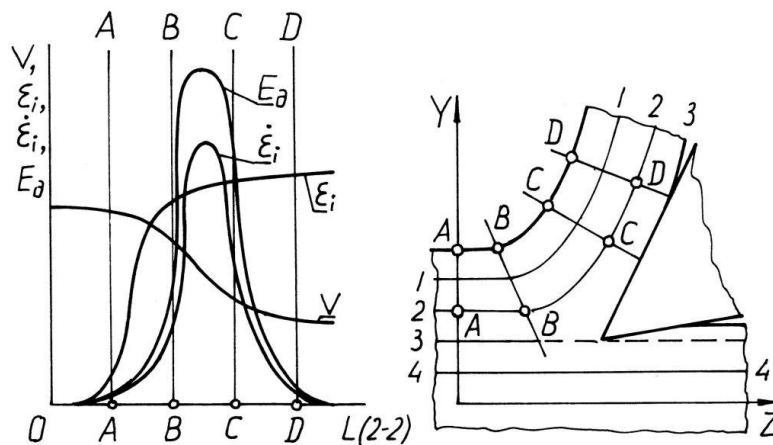


Рис. 2.15. Зміна характеристик напружено-деформованого стану шару уздовж траєкторії переміщення частинок 2–2 при різанні плоским клином [14]

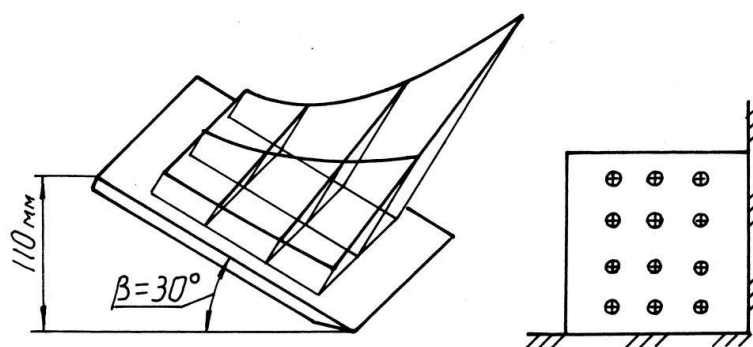


Рис. 2.16. Розподіл нормального тиску ґрунту по поверхні плоского клина [6, с. 214]

затрачуваної на деформацію, пропорційна квадрату швидкості деформації $\dot{\xi}$. З іншого боку, рівномірність тиску на пласт по всій довжині клина свідчитиме про безперервне підведення енергії, що спрямовується на деформацію і кришення пласта.

Таким чином, слід чекати зсуву типу процесу кришення від періодичного зсуву в область безперервного процесу зміни форми пласта по довжині клина, що підвищить якість кришення і зменшить його енергоємність.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технології виробництва

У сільському господарстві до останніх часів широко використовувалася екстенсивна система обробітку ґрунту та вирощування, що передбачала застосування важких знарядь, таких як плуги, луцильники, фрезерні машини, культиватори та інші, які вимагають значної енергії.

Обробіток ґрунту є одним з ключових компонентів системи землеробства. Важливими його завданнями є формування оптимальної структури ґрунту, створення сприятливих умов для водного, повітряного та поживного режимів, а також боротьба з забур'яненістю полів.

Пропонується залишати мульчу, таку як стерні, рослинні залишки і інше, на полях після посіву культур. Мульчування сприяє утриманню снігу, зберіганню вологи, зменшенню випаровування та запобіганню водній і вітровій ерозії. Це покращує родючість ґрунту та його структуру.

Дослідження [6] показують, що використання методів зберігаючого землеробства може забезпечити економію праці на рівні 25-35%, а урожайність може зростати на 15-20%.

Аналіз літературних джерел [4, 8, 15] свідчить, що плоскорізний та щілинорізний обробіток ґрунту значно зменшує ущільнення підорних шарів ґрунту. Щільність орного шару, згідно з літературними даними, за всіма дослідженнями знаходиться в оптимальних межах.

Результати досліджень щодо вологості ґрунту та запасів продуктивної вологи при використанні різних технологій вирощування культур показують, що вже у перший рік застосування нової технології спостерігається поліпшення вологозабезпеченості порівняно з традиційною технологією, що базується на оранці.

Для оптимального обробітку ґрунту рекомендується виконувати глибоку оранку на глибину до 40 см один раз на три роки, а в решту часу використовувати поверхневий обробіток за допомогою дискових борін типу БДТ-3 та БДТ-7.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розрахунок машинно-тракторного агрегату

3.2.1. Вибір і обґрунтування складу агрегату

Підбір типів і марок машин розпочинається з визначення енергетичних засобів і подальшого підбору відповідних сільськогосподарських машин. При виборі необхідно враховувати наступні фактори:

1. Природно-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості.
2. Сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві.
3. Розміри полів і їх конфігурацію.
4. Характер виконуваних виробничих операцій.

Якість виконання операцій та витрати механічної енергії залежать від раціонального комплектування агрегату. Раціональність агрегату визначається відповідністю трактора і плуга чизельного ПЧ-4,5, а також оптимальним співвідношенням тягового зусилля трактора з робочим опором плуга. Обираючи марку трактора та діапазон робочих швидкостей з технічних характеристик трактора, визначаємо робочі передачі. З урахуванням вищезазначених умов, встановлюємо тягове зусилля ($P_{\text{так}}$) та теоретичні швидкості руху трактора на обраних передачах ($V_{\text{т}}$).

3.2.2. Розрахунок агрегату

Враховуючи вище перелічені умови і агротехнічні вимоги до обробітку пшениці, приймаємо трактор Т-150К і плуг чизельний ПЧ-4,5, швидкість руху до 7 км/год., роботу необхідно виконати за 10 днів, [7, с. 107].

Техніко-економічні показники.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$W_{\text{зод}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot r,$$

де r – коефіцієнт використання робочого часу зміни,
($r = 0,85$) [7].

B_p – робоча ширина захвату, м

$$B_p = B_K \cdot \beta,$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де B_K – конструктивна ширина захвату агрегату, м (ПЧ-4,5; $B_K = 4,5\text{ м}$).

β – коефіцієнт виростання конструктивної ширини захвату агрегату (розпушувача $\beta = 0,95$).

$$B_P = 4,5 \cdot 0,95 = 4,41\text{ м}.$$

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.

$$V_p = 7,1\text{ км/год}, \text{ при роботі на IV передачі, [7], с. 166, табл. 2.}$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3,71 \cdot 7,1 \cdot 0,85 = 2,24\text{ га/год},$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_P \cdot V_p \cdot T_{\text{зм}} \cdot r = 0,1 \cdot 3,71 \cdot 7,1 \cdot 7 \cdot 0,85 = 15,68\text{ га/зм},$$

Час потягом, якого буде використовуватися розпушувач ґрунту:

$$T = Q/W_{\text{год}} = 150/2,24 = 66,96\text{ год}.$$

Кількість нормозмін:

$$D = T/T_{\text{зм}} = 66,96/7 = 9,57\text{ нормозмін}.$$

Визначення кількості агрегатів необхідних для виконання операцій в оптимальні строки.

$$n = Q/(W_{\text{зм}} \cdot D_p) = 150/(15,68 \cdot 15) = 0,64, \text{ приймаємо за одиницю}.$$

Витрати палива на розпушення 1 га поля.

$$G_{\text{га}} = (G_{\text{пн}} \cdot T_p + G_{\text{пх}}^{\text{дб}} \cdot T_{\text{хх}} + G_{\text{пз}}^{\text{дб}} \cdot T_3) / W_{\text{зм}}, \text{ де}$$

$$G_{\text{пн}} = g_{\text{ен}} \cdot N_{\text{ен}} / 10^3 = 250 \cdot 66,7 / 1000 = 16,68\text{ кг/год},$$

$$G_{\text{пх}}^{\text{дб}} = (0,27 \dots 0,30) \cdot G_{\text{пн}}, \text{ приймаємо } G_{\text{пх}}^{\text{дб}} = 0,28 \cdot 16,68 = 4,67\text{ кг/год}.$$

$$G_{\text{пз}}^{\text{дб}} = (0,12 \dots 0,15) \cdot G_{\text{пн}}, \text{ приймаємо } G_{\text{пз}}^{\text{дб}} = 0,13 \cdot 16,68 = 2,17\text{ кг/год}.$$

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot r = 7 \cdot 0,85 = 5,95\text{ год}.$$

$$T_{\text{хх}} = T_{\text{зм}} \cdot r_{\text{хх}} = 7 \cdot 0,10 = 0,35\text{ год}.$$

$$T_3 = T_{\text{зм}} \cdot r_3 = 7 \cdot 0,05 = 0,70\text{ год}.$$

$$G_{\text{га}} = 6,6\text{ кг/га},$$

Потреба в паливі на виконання всього обсягу робіт:

$$G = G_{\text{га}} \cdot Q = 6,6 \cdot 150 = 990\text{ кг}.$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати праці на виконання одиниці роботи:

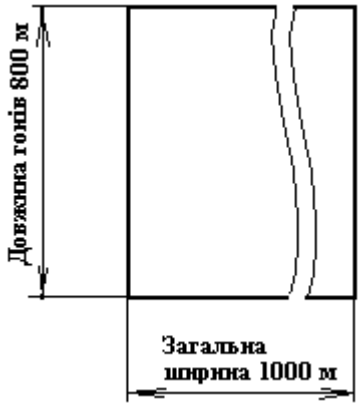
$$З_{п}^0 = (П_{мех} + П_{доп}) / W_{год} = 1 / 2,24 = 0,45 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}.$$

Для виконання всього обсягу робіт:

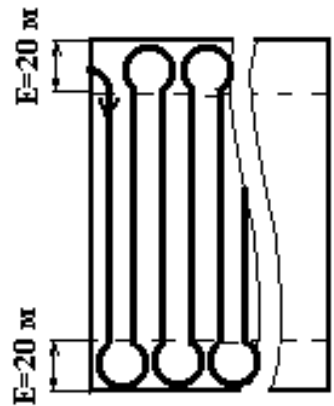
$$З_{п} = Q \cdot З_{п}^0 = 150 \cdot 0,45 = 67,5 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 3.1.

Операційно-технологічна карта на глибоке розпушування

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа - 100 га, загальна довжина гонів – 1000 м, загальна ширина поля 1000 м.	
Агротехнічні вимоги	Відхилення середньої глибини обробки не більше ± 2 см; поверхня поля повинна бути рівною, верхній шар – дрібно грудкуватим; борозни не більше 8 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К, плуг чизельний ПЧ-4,5. Робоча ширина 4,5 м, Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і борони.	
Підготовка поля	Перед початком збирання поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 32,4 м.	

Продовження табл. 3.1.

Спосіб руху	Спосіб руху – човниковий, спосіб повороту – грушовидний	
Швидкість руху	Робоча передача - IV, робоча швидкість 7,38 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 13,9 хв, технічна продуктивність за цикл – 2,17 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 26,1 га/зм, кількість циклів за зміну 9 цикл/зм	
Контроль за якістю роботи	При оцінці якості обробітку враховуються такі показники, як глибина обробки, ступінь заробки та наявність огріхів. Відхилення середньої глибини обробки не більше ± 2 см; поверхня поля після обробітку повинна бути рівною, верхній шар – дрібно грудкуватим; борозни не більше 8 см.	

$$Q_{\text{га}}^{\text{III}} = \frac{109,37}{23,6} = 4,63 \text{ кг/год};$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{109,37}{26,1} = 4,19 \text{ кг/год}.$$

Аналізуючи виконані розрахунки приймаємо агрегат, що складається з трактора Т-150К і плуга ПЧ-4,5. Найефективніше агрегат буде працювати на IV передачі, додатковою буде III передача.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.3. Підготовка поля до роботи

Ефективне використання агрегату та якість проведення обробітку залежать від належної підготовки поля. Під час підготовки поля рекомендується провести його огляд для виявлення перешкод, які можуть негативно впливати на якість виконання операції та продуктивність агрегату. Також важливо визначити оптимальний напрямок і спосіб руху агрегату.

При виборі способу руху необхідно враховувати форму поля та довжину гонів. Обраний спосіб руху повинен забезпечувати максимальну продуктивність та ефективність роботи агрегату, а також відповідати агротехнічним вимогам.

3.2.3.1. Розрахунок поворотних смуг

Для гонових способів руху на кінцях загінок залишаємо смуги розвороту агрегату.

Орієнтовну величину поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах визначаємо за формулою:

$$E = 3R_{\min} + L_a,$$

де $R_{\min}$ - мінімальний радіус повороту, м;

L_a - кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною приймаємо з умови:

$$R_{\min} = 1,8 \cdot 5,6 = 10,1 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_M,$$

де $L_{\text{тр}}$ - кінематична довжина трактора, м $L_{\text{тр}} = 0,94 \text{ м}$ [7, дод.14];

L_M - кінематична довжина машини, м $L_M = 1,1 \text{ м}$ [7, дод.14].

Отже,

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримані значення підставляємо у формулу 3.14 і проводимо розрахунок:

$$E = 3 \cdot 10,1 + 2,04 = 32,4 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів.

$$E = K \cdot B_p,$$

$$\text{де } K = \frac{E}{B_p},$$

$$\text{Отже } K = \frac{32,4}{5,4} = 6,0$$

Приймаємо $K = 6$.

$$\text{Отже, } E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 32,4 м.

3.2.3.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату:

$$\text{при задній навісці } e = 0,1 \cdot L_a.$$

$$\text{Отже, } e = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2 \text{ м.}$$

3.2.4. Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи

Якісна підготовка агрегату до роботи має велике практичне значення в забезпеченні своєчасного виконання посіву озимої пшениці на високому агротехнічному рівні.

3.3. Конструкторські розрахунки

3.3.1 Опис об'єкту розробки [17]

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними компонентами плуга є робочі органи, рама, опорні колеса, механізм регулювання глибини обробітку ґрунту і начіпка.

Робочий орган-розпушувач складається з долота, стійки та ножа. Долото кріпиться до стійки віссю зі шплінтом. Верхня частина стійки має отвори для кріплення розпушувача до кутів рами болтами, а вертикальна частина містить отвори для кріплення розпушувача до кутників рами. Ніж використовується для зменшення опору ґрунту під час роботи плуга.

Рама призначена для збирання всіх складових одиниць і деталей чизельного плуга і представляє собою зварну конструкцію. Рама має трикутну форму, що запобігає забиванню розпушувачів рослинними рештками. Робочі органи і механізм регулювання кріпляться на повздовжніх і поперечних брусах рами.

Механізм регулювання призначений для налаштування і регулювання глибини обробки. Це шарнірний механізм, який кріпиться на рамі скобами. Опускання та піднімання опорного колеса здійснюється обертанням муфти, яка має ліву і праву різьбу для двох гвинтів.

Опорні колеса використовуються для регулювання глибини обробітку і складаються з шин, обода, маточини. Вони мають за мету встановлення глибини оранки. Колесо складається з диска з прикріпленням ободом, яке кріпиться до фланцю маточини за допомогою спеціальних шпильок.

Навіска призначена для приєднання плуга до навісної системи трактора Т-150 та Т-150К. Складається з розкосів, підкосів, пальців і деталей кріплення.

Плуг-глибокорозпушувач чизельний ПЧ-4,5 виконує такий технологічний процес. При поступальному русі плуга його робочі органи заглиблюються в ґрунт на встановлену опорними колесами глибину. Долото розпушувача сколює та піднімає шар ґрунту. Тріщини, утворені при сколюванні, проходять по всій глибині обробітку, утворюючи рівномірно розколену дрібногрудковату структуру ґрунту. Стійка розсуває ґрунт в обидва боки та руйнує його.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльний аналіз закордонних плугів-розпушувачів і чизельного плуга ПЧ-4,5 показує, що він у більшості випадків не поступається закордонним аналогам. Однак робочі органи потребують модернізації для зниження тягового опору і покращення якості розпушування ґрунту.

3.3.1.1. Обґрунтування змін, внесених до конструкції плуга

Недоліками чизельного плуга, виявленими під час випробувань, є високий тяговий опір та недостатня якість розпушування ґрунту. З метою усунення цих недоліків внесено зміни до конструкції робочого органу. У долоті замість плоскої робочої поверхні використано криволінійну. Вона має увігнутий переріз в передній частині, який плавно переходить до випуклого перерізу в задній частині. Аналогічно змінюється кривизна поверхні долота у поздовжній площині. Така форма поверхні долота дозволяє здійснити перехід від концентрації стискаючих напружень біля леза долота до виникнення розтягуючих складових напружень, що діють на ґрунт у задній частині і розколюють його на грудки.

3.3.2. Технологічний розрахунок

3.3.2.1. Визначення параметрів борозни

Разом з формою робочої поверхні на якість розпушування ґрунту та енергомісткість процесу впливають геометричні параметри долота та стовпи. Вважаємо, що долото діє на скибу ґрунту аналогічно двогранному клину.

Якісне розпушування ґрунту з мінімальними витратами енергії можливо досягнути при умові, що задана глибина обробітку не перевищила значення критичної глибини різання $H_{кр}$. Якщо ця умова не виконується, зона деформації ґрунту зменшується, а енергомісткість процесу зростає. Крім того, ґрунт у зоні руху долота сильно ущільнюється.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежність критичної глибини різання від кута кришення та ширини долота отримана при значенні кута

$$\chi = 90^\circ - (\beta + \gamma),$$

де β – кут кришення ґрунту ($\beta=25-30^\circ$);

γ – кут тертя ґрунту по сталі ($\gamma=22^\circ$)

$$\chi = 90^\circ - (25^\circ + 22^\circ) = 43^\circ$$

Схема розпушування ґрунту чизельними робочими органами показана на рис. 3.1.

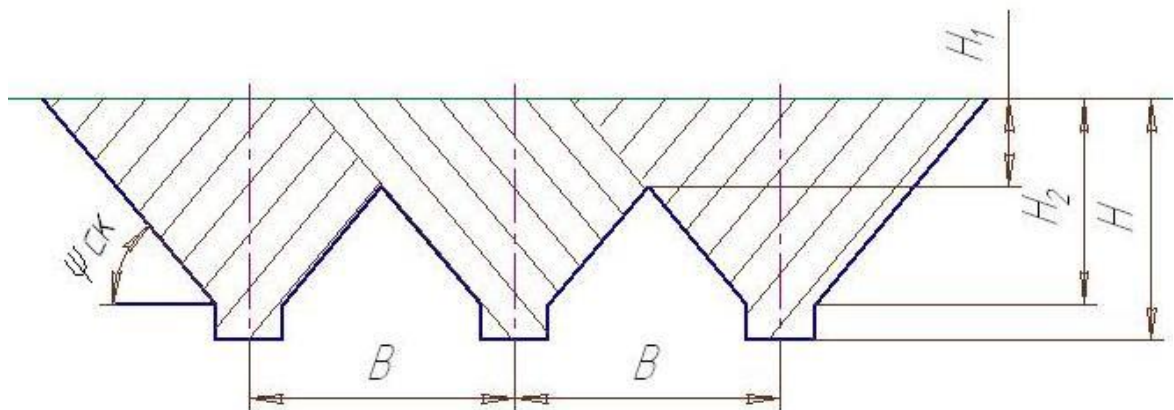


Рис. 3.1 Розрахункова схема профілю борозни

Один з основних показників якості обробітку ґрунту чизельними знаряддями – глибина суцільного обробітку H_1 верхнього шару ґрунту. Цей показник, який визначає стійку роботу знарядь, в основному залежить від глибини обробітку H і відстані між слідами чизельних лап B .

Мінімальна глибина розпушування має бути не менше глибини передпосівних обробок, тобто $H_1 = 12-15$ см.

Розрахункова відстань між слідами чизельних лап

$$B = 2(H - H_1) \operatorname{ctg} \chi_{cr},$$

де χ_{ck} – кут сколювання ґрунту долотом (звичайно $\chi_{ck} = 45^\circ$)

$$B = 2(400 - 150) \operatorname{ctg} 45^\circ = 510 \text{ мм}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Згідно з ГОСТ12.0.003-74 “Опасные и вредные производственные факторы” на модернізованому орному агрегаті мають місце небезпечні та шкідливі фактори для обслуговуючого персоналу [5, 12]:

- **Механізми, які рухаються та обертаються:** Механізм підняття та опускання чизельного плуга, а також рух самого агрегату.
- **Підвищений рівень шуму та вібрації:** Виникає внаслідок роботи двигуна трактора та великих допусків при виготовленні і проектуванні деталей і вузлів.
- **Небезпека переведення плуга в транспортне положення.**
- **Підвищений рівень пилу в робочій зоні.**
- **Гострі кромки та шорсткі поверхні деталей машини.**
- **Забивання робочих органів ґрунтом.**
- **Пожежонебезпека.**

4.2. Розробка заходів по покращенню умов праці

Відповідно до ГОСТ12.2.019 та ГОСТ12.2.111 для захисту механізатора від шкідливих впливів були вжиті наступні заходи:

- **Пилевідокремлювач в кабіні:** Для уникнення дії пилу та газів встановлено пилевідокремлювач у кабіні трактора, який очищає повітря.
- **Гумові амортизатори для зниження вібрації:** Кабіна обладнана гумовими амортизаторами для зниження рівня вібрації.
- **Протисонячний козирок:** Встановлено протисонячний козирок для захисту очей від прямих сонячних променів в кабіні.

Ці заходи спрямовані на поліпшення умов праці та зниження ризиків для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Агрегат укомплектований футляром для аптечки першої медичної допомоги, термосом для питної води ємкістю 3 л, дзеркалом заднього виду з

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулюванням його положення, пристроєм для закріплення верхнього одягу оператора. Рівень звуку зовнішнього шуму не перевищує 85 дБА.

Розташування вузлів плуга забезпечує необхідний огляд при роботі і транспортуванні:

- простору в зоні огляду згідно ГОСТ12.2.019;
- елементів конструкції (переднього колеса чи гусениці), і орієнтирів руху (лінії обробленого поля);
- робочих органів, які вимагають візуального контролю при виконанні обробітку ґрунту;
- елементів конструкції трактора і плуга, які служать для начіплення на трактор.

4.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на орному агрегаті

На основі аналізу, проведеного в п.4.1., для забезпечення безпечних умов праці на агрегаті проведені наступні заходи:

- переведення в транспортне і робоче положення плуга забезпечується із робочого місця тракториста;
- при переведенні в транспортне положення плуг стопориться і утримується при транспортуванні;
- вузли, а також плуг в цілому, мають пристрої і місця для стропування при підніманні і встановлення домкратів. Місця встановлення домкратів і стропування позначені у відповідності з ГОСТ12.2.026.

Габаритні розміри агрегату не перевищують розмірів встановлення для транспортування по дорогах загального призначення (не більше 4,2 м по ширині, і 4 м по висоті).

Кути поперечної статичної стійкості більше 35⁰. Навантаження на колеса управління агрегату не більше 0,2 експлуатаційної маси машини.

Гідропривід відповідає вимогам ГОСТ12.2.086 і ГОСТ12.2.040. Конструкція і розташування вузлів забезпечує безпечне проведення технічного огляду.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ергономічні вимоги відповідають нормативам, встановленим в технічних умовах.

4.4. Заходи для покращення умов праці при вирощуванні озимої пшениці

Для покращення умов праці робітників при вирощуванні озимої пшениці пропонуються наступні заходи, які направлені на усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, і можуть виникнути в процесі сільськогосподарських робіт [5, 12].

Під час проведення польових робіт для підтримання оптимальної температури у кабінах тракторів і комбайнів встановлювати повітроохолодники-обігрівачі, які регулюють температуру і вологість повітря.

Для захисту механізаторів від пилу застосовувати вентиляцію. Якщо вентиляція не забезпечує комфортних умов слід користуватись засобами індивідуального захисту: спецодяг, окуляри, респіратори.

Для захисту від шуму органів слуху застосовувати протишумні навушники ВЦННІОТ-1. Щоб знизити шкідливу дію шуму і вібрацій на людей, необхідно передбачити організаційно-технічні заходи:

- чергування часу роботи і відпочинку, медичне обстеження;
- періодичні експлуатаційні перевірки рівня вібрацій;
- своєчасні планові і запобіжні ремонти машин.

При роботі з токсичними речовинами необхідно користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Під час роботи з пестицидами тривалість робочої зміни зменшити до 4–6 годин.

4.5. Висновки по розділу

На основі проведених заходів по розробці нешкідливих і безпечних умов праці при виконанні запропонованих заходів, а також при виконанні правил техніки безпеки запропонована технологія є безпечною і не шкідливою в рамках вимог, які ставлять з точки зору охорони праці.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Відповідно до завдання до базової технології вирощування пшениці внесені такі зміни:

замість оранки (ДТ-75+ПЛН-5-35) впроваджуємо глибоке розпушування (Т-150К+ПЧ-4,5). У відповідності з результатами розрахунків технологічної карти вирощування складаємо таблицю 5.1.

Розрахунки економічного обґрунтування запропонованого проекту комплексу машин у рослинництві наведено у додатку А.

Результати розрахунків зведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники ефективності запропонованих заходів по підвищенню ефективності використання землі та інших ресурсів

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+;-	%
1. Площа, га.	100	100	-	-
2. Капітальні вкладення, грн./га.	143	126,3	-16,7	-11,7
3. Собівартість обробітку ґрунту, грн.	33613,7	22413,5	-11200,0	-33,3
4. Собівартість 1 га обробітку ґрунту, грн.	336,14	224,14	-112,00	-33,3
5. Річна економія	11200,2			

Висновки:

Запропонована технологія дозволила отримати позитивний економічний ефект в розмірі 11451,5 грн., що свідчить про ефективність запропонованих заходів.

					ПЧ45 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Запропоновано на операції основного обробітку ґрунту замість агрегату з трактора ДТ-75 та плуга ПЛН-5-35 використати трактор Т-150К та чизельний плуг ПЧ-4,5

В науковій частині роботи проведено аналіз конструкцій чизельних плугів. Обґрунтовано форму поверхні та раціональні параметри робочого органа чизельного плуга.

Обґрунтовані раціональні параметри, запропонована та розроблена оригінальна конструкція робочого органа плуга чизельного ПЧ-4,5.

Впровадження модернізованого робочого органа у виробництво дозволить підвищити продуктивність ґрунтообробного агрегату та зменшити енергоємність.

В розділі «Охорона праці» запропоновані заходи для зменшення дії шкідливих факторів на оператора плуга.

Економічний аналіз запропонованих змін приводить до висновку, що впровадження вдосконаленої технології вирощування озимої пшениці дає економічний ефект 11451,5 грн.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України / Я.С. Гуков. К. : ДІА, 2007. 276 с
2. Патент 35699 Україна, МКВ А 01 В 13/16 Плуг чизельний навісний / В.А. Мелещик, О.Ф. Марченко, І.С.Чуйко, І.А. Пабат, А.М. Панченко, Б.А. Волик, К.В. Шрамко. - № 98020761; заявл. 13.08.98; опубл. 16.04.01.
3. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин : підручник. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
4. Нагорний М.Н. Технології і технічні засоби ґрунтозахисного контурно-меліоративного землеробства. К. : Урожай, 1994. 248 с.
5. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур : навчальний посібник / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет. Одеса : «Видавництво», 2009. 184 с.
6. Ветохін В.І. Обґрунтування форми та параметрів розпушувальних робочих органів з метою зниження енерговитрат на обробіток ґрунту : дис. ... канд. техн. наук 05.05.11. НТУ «КПІ»; УкрНДІСГМ. Київ, 2010. 231 с.
7. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / За ред. В.Ю. Ільченка. К. : Урожай, 1993. 288 с.
8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.1: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : ОКО, 2001. 444 с.
9. Надикто В.Т. Математичне моделювання функціонування машинно-тракторних агрегатів / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев. *Збірник наукових праць ТДАТУ*. Мелітополь, 2010. Вип.11; Т.7.
10. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.
11. Дубровін В.О. Механіко-технологічне обґрунтування диференціації

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засобів механізації оранки : автореф. дис... д-ра техн. наук. спец 05.20.01 / В.О. Дубровін. К.: Національний аграрний ун-т, 1997. 45 с.

12. Войналович О.В., Білько Т.О., Марчишина Є.І. Охорона праці у сільському господарстві : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 424 с.

13. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. „Машини та обладн. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К. : Урожай, 2001. 384 с.

14. Кушнар'ов, А.С. Механіко-технологічні основи обробітку ґрунту / А.С. Кушнар'ов, В.І. Кочев. Київ : Урожай, 1989. 144 с.

15. Чизельний плуг – технічне забезпечення процесів глибокого розпушування ґрунту. / В. Сало, С. Лещенко. *Пропозиція*. 07.09.2017. <https://propozitsiya.com/ua/chyzelnyy-plug-tehniche-zabezpechennya-procesiv-glybokogo-rozpushuvannya-gruntu>

16. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Лісовий І.О. Вплив конструктивних параметрів чизельної лапи глибокорозпушувача на деформацію ґрунту. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. Вип. 4. С. 115-124.

17. Плуг чизельний ПЧ-2,5 / 4,5 / 6 SVAROG із зубчастими котками, що рихлять-прикочують. <https://hydromarket.com.ua/ua/p991467222-plug-chizelnyj-pch.html>

18. Ветохін В.І. Фізичні аспекти прояву зворотного зв'язку та авторегулювання форми знаряддя в системі «знаряддя-ґрунт». *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*: Зб. наук. праць КНТУ. Кіровоград, 2009. Вип. 22. С.119–124.

19. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив : навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / Сало В.М. та ін. Харків : Мачулін, 2016. 244 с.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Обґрунтування форми і параметрів подовжнього профілю робочої поверхні розпушувального елемента

Експериментальні дані [6] можливо проілюструвати схемою (рис. А1.1), що показує співвідношення поступальної швидкості $V_{\text{пост}}$ матеріальної частинки, швидкості щодо поверхні клина $V_{\text{отн}}$ і вертикальної становить $V_{\text{верт}}$.

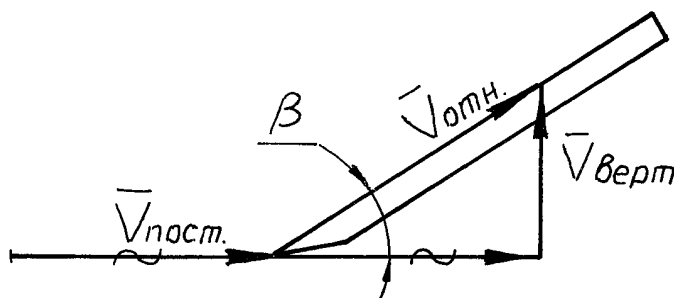


Рис. А1.1. Схема складових швидкості руху частинки на плоскому клині

При вступі матеріальної частинки на поверхню клина її швидкість миттєво повинна змінити напрям. При цьому з'являється вертикальна складова швидкості, пов'язана з поступальною швидкістю $\bar{V}_{\text{пост}}$ співвідношенням:

$$\bar{V}_{\text{верт}} = \bar{V}_{\text{пост}} \operatorname{tg} \beta.$$

Таким чином, за короткий, прагнучий до нуля, проміжок часу частинка зазнає прискорення, що приводить до виникнення вертикальної складової швидкості $V_{\text{верт}}$ рівної, наприклад, поступальній швидкості частинки:

$$V_{\text{верт}} = V_{\text{пост}} (\operatorname{tg} 45^\circ = 1).$$

Теоретично, прискорення досягає нескінченності і інерційна складова опору пласта і складова, пов'язана із зміною швидкості деформації, різко зростають.

					ПЧ45 00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток А		
Розробив	Павлишак						
Перевірів	Амосов						
Зав. від.							
Н. контр.	Мачок						
Затверд.	Лещенко				ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
							8

Понизити прискорення пласта і тим самим понизити енерговитрати можливо, зменшивши кут постановки робочої поверхні до дна борозни. Проте для досягнення заданої висоти h підйому пласта, із зменшенням кута β довжина S плоского клина зростає відповідно до залежності (рис. А1.2):

$$S/h = 1 / \sin \beta .$$

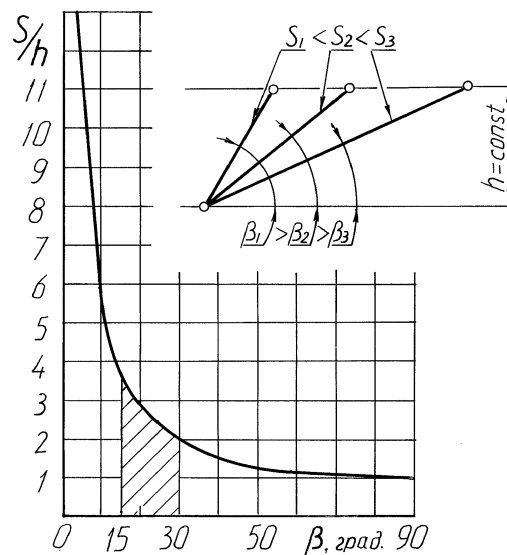


Рис. А1.2. Взаємозв'язок між кутом постановки і відносною довжиною S/h плоского клина

Зростання відносної довжини S/h підвищує витрати енергії на подолання тертя, які в деякий момент перебивають економію від зниження швидкості деформації, а також знижує якість кришення, оскільки приводить до грудкоутворення.

Вказану суперечність можливо подолати, розбивши клин на кілька послідовних клинів з малим приростом кута кришення $\Delta\beta$, відповідне малому приросту деформації $\Delta\gamma$ (рис. А1.3). При достатньо малому прирості кута $\Delta\beta$ поверхня клина з багатогранної переходить в криволінійну, що відповідає безперервності деформації $\xi = f(\Delta\gamma)$ з мінімальною швидкістю деформації $\dot{\xi}$.

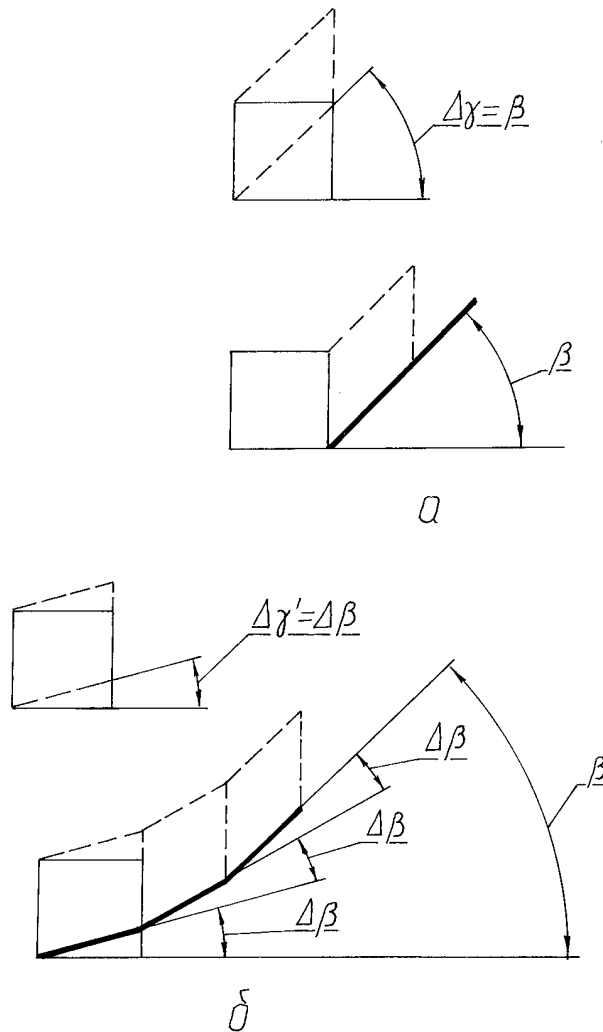


Рис. А1.3. Схема деформації пласта зсувом:
а – плоским клином; б – увігнутим клином

Знайдемо математичний опис форми подовжнього профілю робочої поверхні, виходячи з умови рівномірного розподілу тиску на робочій поверхні. Відповідно, пласт представимо у вигляді консольної балки l , навантаженою рівномірно розподіленою силою q (рис. А1.4).

Для визначення рівняння зігнутої осі балки заздалегідь визначимо величину радіусу кривизни r нейтральної осі балки. Радіус кривизни r можна визначити з умови, що сили, розподілені по якому-небудь поперечному перетину балки, утворюють пару, яка врівноважує зовнішню пару сил M .

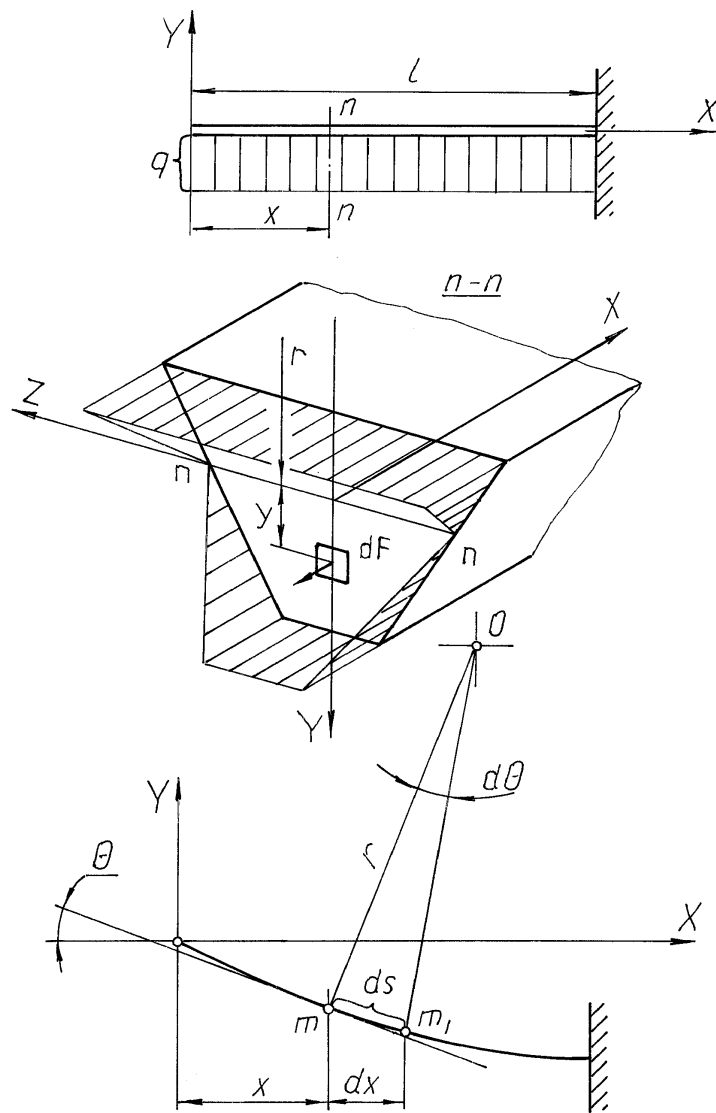


Рис. А1.4. Схема навантаження балки і її поперечного перетину для визначення рівняння зігнутої осі

Позначимо через dF елементарний майданчик поперечного перетину, розташований на відстані y від нейтральної осі (див. рис. А1.4). Зусилля, діюче на майданчик dF , дорівнює добутку напруг

$$\sigma_x = E y / r \text{ на площу } dF, \text{ тобто } (E y / r) dF.$$

Сума цих зусиль, розподілених по поперечному перетину, рівна нулю унаслідок того, що еквівалентна парі сил, а саме:

$$\int E y dF / r = E / r \int dF y = 0.$$

Момент зусилля, що припадає на елементарну площу dF , щодо нейтральної осі, у свою чергу, рівний:

$$E y / r (dF y).$$

Сума елементарних моментів рівна моменту M зовнішніх сил:

$$\int E / r dF y^2 = E M J_z / r.$$

$$\text{Звідки: } 1/r = M / (E J_z) \quad (\text{A1.15})$$

Розглянемо дві суміжні точки m і m_1 , що знаходяться на зігнутій осі на відстані dS одна від одної (див. рис. A1.4). Позначимо кут, утворюваний дотичною в точці m з віссю X через θ , тоді кут між нормаллями до кривої в точках m і m_1 буде $d\theta$. Точка O перетину цих нормалей дасть центр кривизни і визначає величину радіусу кривизни r . Тоді:

$$ds = r d\theta \text{ і } 1/r = |d\theta / dS|.$$

При малих приростах dx з достатньою точністю допустимо:

$$ds \approx dx \text{ і } \theta = \text{tg} \theta = dy / dx.$$

Отже, враховуючи, що позитивному приросту dS відповідає негативний приріст, маємо:

$$1/r = -d^2 y / dx^2.$$

Використовуючи рівняння (A1.15), отримаємо:

$$E J_z d^2 y / dx^2 = -M \quad (\text{A1.16})$$

У разі навантаження консолі рівномірно розподіленим навантаженням q згинаючий момент M в поперечному перетині nn дорівнює:

$$M = -q x^2 / 2,$$

використовуючи рівняння (A1.16), маємо

$$E J_z d^2 y / dx^2 = q x^2 / 2.$$

Перша інтеграція дає:

$$E J_z d y / dx = q x^3 / 6 + C_1.$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Постійна інтеграції C_1 знаходиться з умови, що кут нахилу дотичної в місці закладення рівний нулю, тобто:

$$dy/dx = 0 \text{ при } x = l, 3 = -q l^3 / 6.$$

Друга інтеграція дає:

$$E J_z y = q x^4 / 24 - q l^3 / 6 + C.$$

Постійна C_1 знайдеться з умови, що прогинання в закладеному кінці рівне нулю. Підставляючи в попереднє рівняння $x = L, y = 0$, отримаємо:

$$C_1 = q l^4 / 8.$$

У результаті отримаємо рівняння зігнутої осі пласта, навантаженого рівномірно розподіленою силою:

$$y = q(x^4 - 4 l^3 x + 3 l^4) / 24 E J_z \quad (A1.17)$$

Отримана формула описує увігнуту криву, кривизна якої зменшується від початкової до кінцевої точки. Розглянемо кривизну K кривої лінії як диференціальну характеристику (рис. A1.8, а):

$$K = \lim(\delta / |MN|), K = \lim(d\theta / ds)$$

де $\delta = \beta(N) - \beta(M)$ – кут суміжності;

MN – довжина дуги кривої між точками M і N .

Тоді при розвитку тенденції зміни кривизни лінії, описуваною формулою (A1.17), увігнута крива закономірно переходить в опуклу (див. рис. A1.5). В результаті використання угнутоопуклої кривої як подовжній профіль робочої поверхні об'єм ґрунту, що піддався граничній деформації стиснення на увігнутій ділянці, деформується розтягуванням на ділянці поверхні з протилежним знаком кривизни. Таким чином, деформація ґрунту протилежних знаків навантаження реалізується за допомогою ділянок робочої поверхні протилежних знаків кривизни. Отже, окрім ефекту зменшення енергоємності кришення від зниження швидкості деформації, така форма дозволяє реалізувати ефект Баушингера, чим досягається додаткова економія енергії.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

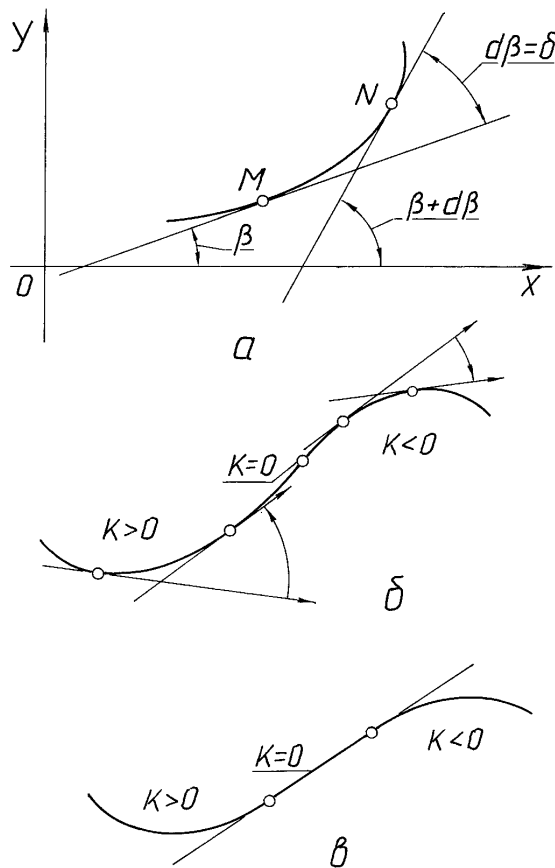


Рис. А1.5. Характеристика кривизни плоской кривої

Зважаючи на складність аналітичного моделювання процесів, що відбуваються в пласті на робочій поверхні з профілем із знакозмінною кривизною, визначення співвідношення розмірів увігнутої і опуклої ділянок виконаємо експериментально.

Таким чином, встановлено, що *для зниження енергоємності обробки ґрунту шляхом зниження частки деформації стиснення, зменшення швидкості деформації і використання ефекту Баушингера, подовжній профіль робочої поверхні повинен мати увігнуту форму в передній частині, а кривизна профілю повинна зменшуватися від переднього до заднього обріза, зокрема, з переходом профілю в опуклу форму*. Необхідно відзначити, що при певній інтенсивності зменшення кривизни без зміни її знака перерозподіл напруг відбуватиметься аналогічно перерозподілу при зміні

знака кривизни профілю, що робить можливою реалізацію ефекту Баушингера і для увігнутої форми подовжнього профілю без переходу його в опуклий.

Для усунення надмірного стиснення ґрунту радіус R увігнутої частини подовжнього профілю повинен бути більше або рівно двом третім максимальної глибини обробки H .

В результаті аналізу напружено деформованого стану ґрунту під дією клина встановлено, що *кришення ґрунту відбувається в результаті послідовно-паралельного розподілу пласта на шари в результаті досягнення напругами зсуву граничної величини в момент, безпосередньо передуючий відділенню елементів пласта від моноліту. Ступінь кришення ґрунту, тобто максимальний розмір елемента пласта, визначається співвідношенням P_m меж міцності ґрунту на зсув і розтягування, і величиною кута нахилу до горизонталі рівнодіючої сили реакції пласта.*

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б
Б1.1. Економічне обґрунтування зміни технології вирощування

У запропонованій технології вирощування озимої пшениці у порівнянні з базовою технологією, замість оранки впроваджуємо глибоке розпушування, що дозволяє скоротити строки обробітку ґрунту, зменшити кількість агрегатів та суттєво зменшити матеріальні затрати.

Б1.1 Розраховуємо собівартість вирощування озимої пшениці:

$$C = M + B_{ПММ} + З_{ПЛ.О} + З_{Д} + З_{КЛ} + B_{СОЦ} + B_{АМ} + З_{Г} + З_{В} + B_{Д} + B_{ЕЛ.ЕН} + B_{ПР}, \quad (Б1.1)$$

де М – вартість посівного матеріалу, грн.

$B_{ПММ}$ – витрати на ПММ, грн.

$З_{ПЛ.О}$ – заробітна плата основна, грн.

$З_{Д}$ – заробітна плата додаткова, грн.

$З_{КЛ}$ – додаткова плата за класність, грн.

$B_{СОЦ}$ – відрахування в соціальне страхування, грн.

$B_{АМ}$ – відрахування на амортизацію, грн.

$З_{Г}$ – загальногосподарські витрати, грн.

$З_{В}$ – загально виробничі витрати, грн.

$B_{Д}$ – витрати на добрива, грн.

$B_{ЕЛ.ЕН.}$ – витрати на електроенергію, грн.

$B_{ПР}$ – витрати на протруєння, грн.

					ПЧ45 00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Економічна частина	Літ.	Арк	Аркуші
Розробив		Павлишак						11
Перевірив		Амосов						
Н. контр.		Мачок				ЦНТУ гр. АІ-22МЗ(1.4)		
Затвердив		Лешенко						

Витрати на ПММ:

$$B_{\text{ПММ.диз}} = C_{\text{ПММ.диз}} * G; \quad (\text{Б1.3})$$

де $C_{\text{ПММ.диз}}$ – ціна дизельного палива, 39,6 грн/кг.

G – потреба в паливі на виконання всього обсягу робіт.

Данні беремо з технологічної частини і заносимо їх в табл.

Б1.1.

Таблиця Б1.1.

Потреба в паливі на виконання всього обсягу робіт.

Базова технологія	G, кг	Проектна технологія	G, кг
Оранка		Глибоке розпушування	
ДТ-75+ПЛН-5-35	2389,8	Т-150К+ПЧ-4,5	990

Базова: $B_{\text{ПММ.диз}} = 9,6 * 2389,8 = 22942 \text{грн};$

Проектна: $B_{\text{ПММ.диз}} = 9,6 * 990 = 9504 \text{грн}.$

Результати зводимо в таблицю Б1.2.

Таблиця Б1.2.

Витрати на ПММ.

Базова технологія, грн	Проектна технологія, грн
22942	9504

Економія коштів складає 13438 грн

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на заробітну плату та відрахування в соціальне страхування:

$$З_{пл.о} = T_{\phi} * З_{год.т} \quad (Б1.4)$$

де T_{ϕ} – кількість фактично відпрацьованого часу, год.

$З_{год.т}$ – тарифна ставка, грн/год.

$$T_{\phi} = K_{\phi} * t_{зм}; \quad (Б1.5)$$

K_{ϕ} – фактична кількість відпрацьованих нормозмін;

$t_{зм}$ – час зміни, $t_{зм} = 7 год.$

Базова технологія: Оранка.

Агрегат: ДТ-75+ПЛН-5-35. Час виконання зміни

$$З_{пл.о} = T_{\phi} * З_{год.т}^{III};$$

$$K_{\phi} = \frac{100}{9,2} = 10,87$$

$$T_{\phi} = K_{\phi} * t_{зм};$$

$K_{\phi} = 10,87 \text{ нормозмін}$, дані беремо на підставі раніше проведених розрахунків в технологічній частині.

$$t_{зм} = 7 год;$$

$$T_{\phi} = 10,87 * 7 = 76,0 год;$$

$$З_{пл.о} = 76,0 * 11,5 = 875 \text{ грн};$$

$$З_{д} = 0,15 * 875 = 131,2 \text{ грн};$$

$$З_{кл} = 0,15 * 875 = 131,2 \text{ грн};$$

Разом фонд заробітної плати

$$\Phi ЗП = 875 + 131,2 + 131,2 = 1138,4 \text{ грн}$$

$$B_{соц} = \frac{37}{100} * (З_{пл.о} + З_{д} + З_{кл});$$

$$B_{соц} = \frac{37}{100} (1138,4) = 421,2 \text{ грн.}$$

(Б1.6)

Проектна технологія: Глибоке розпушування.

Агрегат: Т-150К+ПЧ-4,5

$$З_{пл.о} = T_{\phi} * З_{год.т}^{III};$$

$$T_{\phi} = K_{\phi} * t_{зм};$$

$$K_{\phi} = \frac{100}{15,68} = 6,38$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\phi} = 6,38$ нормозміни, дані беремо на підставі раніше проведених розрахунків в технологічній частині.

$$t_{3M} = 7 \text{ год};$$

$$T_{\phi} = 6,38 * 7 = 44,7 \text{ год};$$

$$3_{пл.о} = 44,7 * 11,5 = 514,0 \text{ грн};$$

$$3_d = 0,15 * 514 = 77 \text{ грн};$$

$$3_{кл} = 0,15 * 514 = 77 \text{ грн};$$

Разом фонд заробітної плати

$$\Phi ЗП = 514 + 77 + 77 = 668 \text{ грн}$$

$$B_{соц} = \frac{37}{100} * (3_{пл.о} + 3_d + 3_{кл});$$

$$B_{соц} = \frac{37}{100} (668) = 247,2 \text{ грн}.$$

Розрахунки витрат на заробітну плату та соціальне страхування зводимо в таблицю Б1.3.

Таблиця Б1.3.

Витрати на заробітну плату і соціальне страхування.

Базова технологія				Проектна технологія			
$3_{пл.о}$	3_d	$3_{кл}$	$B_{соц}$	$3_{пл.о}$	3_d	$3_{кл}$	$B_{соц}$
грн	грн	грн	грн	грн	грн	грн	грн
875	131,2	131,2	421,2	514	77	77	247,2
1138,4			Всього	668			247,2
1559,6				915,2			

Економія коштів складає 644,4 грн.

Відрахування на амортизацію:

$$B_{AM} = \frac{B_{(i)} * Na_{9(i)} * T_{\phi(i)}}{T_{H(i)} * 100}; \quad (\text{Б1.7})$$

де $B_{(i)}$ – балансова вартість (і) машини (трактора, с/г машини);

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Ha_{(i)}$ – норма амортизаційних відрахувань (і) машини;

$T_{\phi(i)}$ – фактично відпрацьований час (і) машини;

$T_{H(i)}$ – нормативне завантаження (і) машини.

Базова технологія: Оранка.

Агрегат: ДТ-75+ПЛН-5-35;

Трактор: ДТ-75.

$$B_{AM} = \frac{B * Ha * T_{\phi}}{T_H * 100};$$

де Б = 185000 грн;

Ha = 15%;

T_ф = 76,0 год;

T_н = 1100 год.

Амортизація

$$B_{AM} = \frac{185000 * 15 * 76,0}{1100 * 100} = 1917,3 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт

$$B_p = \frac{185000 * 18,5 * 76,0}{1100 * 100} = 2364,6 \text{ грн.}$$

Машина: ПЛН-5-35

$$B_{AM} = \frac{B * Ha * T_{\phi}}{T_H * 100};$$

де Б = 9600 грн;

Ha = 15%;

T_ф = 76,0 год;

T_н – 480 год.

Амортизація

$$B_{AM} = \frac{9600 * 15 * 76,0}{480 * 100} = 228 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_p = \frac{96000 * 22 * 76}{480 * 100} = 1123,9 \text{ грн.}$$

$$B_{AM} = B_{AM.TP.PA} + B_{AM.M};$$

$$B_{AM} = 1217,3 + 228 = 2145,3 \text{ грн.}$$

Проектна технологія: Глибоке розпушування.

Агрегат: Т-150К+ПЧ-4,5;

Трактор: Т-150К.

Амортизація

$$B_{AM} = \frac{B * Ha * T_{\phi}}{T_H * 100};$$

де Б = 185000 грн;

Ha = 15%;

T_ф = 44,7 год;

T_н = 1100 год.

Амортизація

$$B_{AM} = \frac{185000 * 15 * 44,7}{1100 * 100} = 1127,7 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт

$$B_p = \frac{125000 * 18,5 * 44,7}{1100 * 100} = 1390,8 \text{ грн.}$$

Машина: ПЧ-4,5.

$$B_{AM} = \frac{B * Ha * T_{\phi}}{T_H * 100};$$

де Б = 32000 грн;

Ha = 15%;

T_ф = 44,7 год;

T_н = 280 год.

Амортизація

$$B_{AM} = \frac{32000 * 15 * 44,7}{280 * 100} = 766,3 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_p = \frac{32000 * 22 * 44,7}{480 * 100} = 1123,9 \text{ грн.}$$

$$B_{AM} = B_{AM. TP. PA} + B_{AM. M};$$

$$B_{AM} = 1127,7 + 766,3 = 1894 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків по відрахуванню на амортизацію зводимо в таблицю Б1.4.

Таблиця Б1.4.

Амортизаційні відрахування.

Базова технологія	Проектна технологія
$B_{MA}, \text{ грн}$	$B_{MA}, \text{ грн}$
ВД=2145,3	1894
$B_p=2699$	2514,7

Загальногосподарські витрати:

$$3_{\Gamma} = \frac{\%3_{\Gamma} * (\Phi_{3П} + B_{AM})}{100}; \quad (Б1.8)$$

де $\%3_{\Gamma}$ – загальногосподарські витрати, 80%;

$\Phi_{3П}$ – фонд заробітної плати, грн;

B_{AM} – амортизаційні відрахування, грн.

Базова технологія: Оранка.

ДТ-75+ПЛН-5-35

$$3_{\Gamma} = \frac{\%3_{\Gamma} * (\Phi_{3П} + B_{AM})}{100};$$

де

$\%3_{\Gamma} = 80\%$ (від суми фонду оплати праці та амортизаційних відрахувань);

$\Phi_{3П} = 1138,4 \text{ грн.}$ (згідно табл.6.3);

$B_{AM} = 2145,3 \text{ грн.}$ (згідно табл.6.4).

$$3_{\Gamma} = \frac{80 * (1138,4 + 2145,3)}{100} = 2627 \text{ грн.}$$

Проектна технологія: Глибоке розпушування.

					ПЧ45 00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Т-150К+ПЧ-4,5.

$$З_Г = \frac{\%З_Г * (\Phi_{ЗП} + B_{АМ})}{100};$$

$\%З_Г = 80\%$; (від суми фонду оплати праці та амортизаційних відрахувань);
де $\Phi_{ЗП} = 915,2 \text{ грн}$; (згідно табл.7.3);

$B_{АМ} = 1894 \text{ грн}$; (згідно табл.7.4).

$$З_Г = \frac{80 * (915,2 + 1894)}{100} = 2247,4 \text{ грн.}$$

Данні розрахунків зводимо в таблицю Б1.5.

Таблиця Б1.5.

Загальні витрати.

Базова технологія $З_Г$ (грн)	Проектна технологія $З_Г$ (грн)
2627,0	2247,4

Загальновиробничі витрати:

$$З_{ВІР.} = \frac{\%З_{ВІР.} * (\Phi_{ЗП} + B_{АМ})}{100}; \quad (\text{Б1.9})$$

де $\%З_{ВІР.}$ – загально виробничі витрати, 50%. (від суми фонду оплати праці та амортизаційних відрахувань).

Базова технологія: Оранка.

ДТ-75+ПЛН-5-35.

$$З_{ВІР.} = \frac{\%З_{ВІР.} * (\Phi_{ЗП} + B_{АМ})}{100};$$

де $\%З_{ВІР.} = 50\%$;

$$З_{ВІР.} = \frac{50\% * (1138,4 + 2145,3)}{100} = 1641,8 \text{ грн.}$$

Проектна технологія: Глибоке розпушування.

Т-150К+ПЧ-4,5.

$$З_{ВІР.} = \frac{\%З_{ВІР.} * (\Phi_{ЗП} + B_{АМ})}{100};$$

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\%Z_{ВИР.} = 50\%$;

$$Z_{ВИР} = \frac{50 \cdot (915,2 + 1894)}{100} = 1404,6 \text{ грн.}$$

Дані результатів зводимо в таблицю Б1.6.

Таблиця Б1.6.

Загальновиробничі витрати.

Базова технологія $Z_{ВИР}$ (грн)	Проектна технологія $Z_{ВИР}$ (грн)
1641,8	1404,6

Таблиця Б1.7.

Витрати на вирощування озимої пшениці.

Показники	Базова технологія	Проектна технологія	Відхилення (+/-)	
	Оранка	Глибоке розпушування	грн.	%
	ДТ-75+ПЛН-5-35	Т-150К+ПЧ-4,5		
1	2	3	4	5
$B_{ПММ}$	22942	13438	-9504	-41,4
$Z_{ПЛ.О}$	875	514	-361	-41,25
$Z_{Д}$	131,2	77	-54,2	-41,3
$Z_{КЛ}$	131,2	77	-54,2	-41,3
$B_{СОЦ}$	421,2	247,2	-174	-41,3
$B_{АМ}$	2145,3	1894	-251,3	-11,7
$B_{Р}$	2699	2514,7	-184,3	-6082
$Z_{Г}$	2627	2247	-380	-14,46
$Z_{ВИР}$	1641,8	1404,6	-237,2	-14,45
Разом	33613,7	22413,5	-11209,2	-33,3
Собівартість оранки				

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо економічну ефективність:

$$E_{\phi} = E - 0,15(K_B - K_{II}), \quad (\text{Б1.17})$$

де E – економія коштів;

$0,15$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

K_{II} – проектні капіталовкладення.

K_B – базові капіталовкладення.

$$E_{\phi} = 11200,2 - 0,15(12626,7 - 14302) = 11451,5 \text{ грн}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K_B - K_{II}}{E} = \frac{14302 - 12626,7}{11200,2} = 0,15 \text{ року} \quad (\text{Б1.18})$$

Зводимо в таблицю Б1.7. техніко-економічні показники.

Таблиця Б1.7.

Показники	Од. вим.	Технологія		Відхилення, % +/-
		Базова	Проектна	
Площа оранки	га	100	100	-
Собівартість обробітку ґрунту	грн.	33613,7	22413,5	-33,3
Собівартість 1 га обробітку ґрунту	грн./га	336,14	224,14	-33,3
Річна економія	грн.	-	11200,2	-
Економічний ефект	грн.	-	11451,5	-
Капіталовкладення	грн./га	143	126,3	-11,7
Термін окупності	років	-	0,15	-

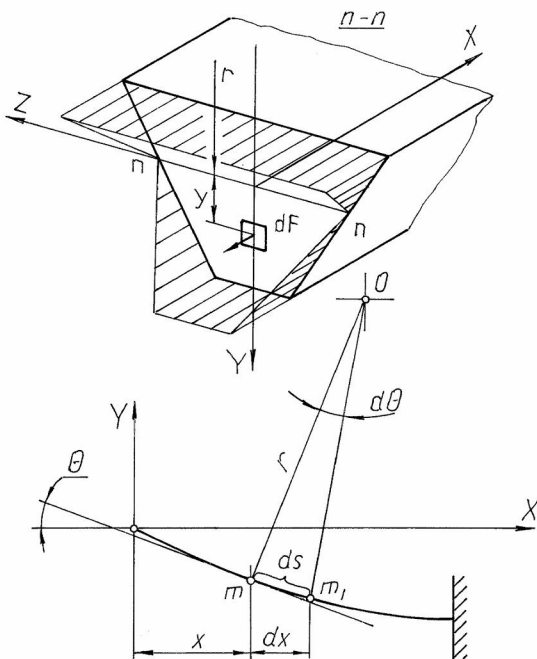
Б1.2. Висновок

Провівши економічний аналіз запропонованих змін можна прийти до висновку, що впровадження нової технології вирощування озимої пшениці дає економічний ефект 11451,5 грн.

Заміна оранки на глибоке розпушування при загальному обробітку ґрунту дає змогу зменшити затрати на паливно-мастильні матеріали, ремонт техніки, а також затрати праці на 11200,2 грн. Це в свою чергу, приведе до зменшення собівартості вирощування озимої пшениці.

					ПЧ45 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The diagram shows a horizontal beam of total length l fixed at the right end. A distributed load q is applied over a segment of length x on the left. The beam is divided into n vertical segments. A coordinate system (X, Y) is shown at the left end.


$$y = q(x^4 - 4l^3x + 3l^4)/24EJ_z,$$

де l – довжина консольної балки;
 q – рівномірно розподілена сила;
 E – модуль пружності;
 J_z – момент інерції перерізу пласта;
 r – радіус кривизни нейтральної осі пласта

[illegible]

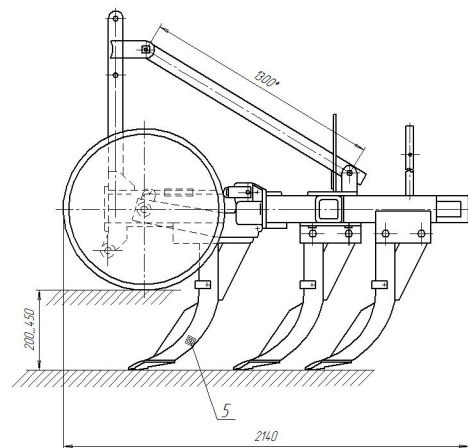
Технологічна карта

Культура – озима пшениця
Площа – 100 га
Урожайність – 51,0 ц/га

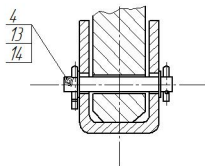
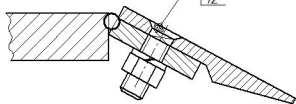
Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд. год.
		трактор, комбайн	с.-г. машини, знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка		
Лущення стерні (двакратне)	200 га	Т-150	ЛДГ-15	1	IV	17,56	–	–	–	58 га	24,03
Навантаження органічних добрив	3000 т	Т-150	ПФП-2	1	IV	17,56	–	–	–	405 т	51,85
Транспортування органічних добрив у бурти до 7 км	3000 т	МТЗ-80	ЗПТС-4	1	II	14,18	–	–	–	23 т	913,04
Буртовка органічних добрив	3000 т	Т-150	ДЗ-110А	1	IV	17,56	–	–	–	280 т	74,99
Навантаження органічних добрив із буртів	3000 т	Т-150	ПФП-2	1	IV	17,56	–	–	–	405 т	51,85
Внесення органічних добрив	3000 т	Т-150К	ПРТ-10	1	V	20,17	–	–	–	7,75 т	130
Глибоке розпушування ґрунту 40–45 см	100 га	Т-150К	ПЧ-4,5	1	V	20,17	–	–	–	21,27 га	32,91
Ранньовесняне боронування	100 га	ДТ-75М	БЗТС-1,0	1	V	20,17	–	–	–	51,1 га	13,69
Культивація з боронуванням на глибину 10–12 см	100 га	Т-150	КПС-4, БЗСС-1,0	1	IV	17,56	–	–	–	35 га	20
Передпосівна культивування, 4–6 см	100 га	Т-150	КПС-4	1	IV	17,56	–	–	–	30 га	23,33
Боронування ґрунту	300 га	Т-150	БЗТС-1,0	1	IV	17,56	–	–	–	80 га	26,25
Протруєння насіння	24 т	–	ПС-10А	–	–	–	2	IV	9,8	40 т	8,40
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–	–	–
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		–	–	–	1	III	8,5	3,5 т	15,99
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	8 т	МТЗ-80	ЗПТС-4	1	III	15,61	–	–	–	10 т	5,60
Завантаження насіння у сівалку	24 т	автозавантажувач		–	–	–	–	–	–	–	–
Завантаження добрив у сівалку	8 т	вручну		–	–	–	1	III	8,5	4,5 га	12,44
Сівба з внесенням добрив	100 га	Т-70С	СЗ-3,6	1	V	20,17	1	III	8,5	68,8 га	10,99
Коткування посівів	100 га	МТЗ-80	ЗККШ-6	1	III	15,61	–	–	–	76 га	9,21
Підживлення посівів добривами	100 га	МТЗ-80	СЗ-3,6	1	IV	17,56	1	III	8,5	24 га	58,33
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	100 га	МТЗ-80	ОП-2000	1	V	20,17	–	–	–	30 га	23,33
Обкошування і прокошування	5 га	СК-5	ЖН-6	1	IV	17,56	–	–	–	29,12 га	1,20
Косіння у валки	40 га	СК-5	ЖН-6	1	IV	17,56	–	–	–	22,28 га	29,85
Підбирання валків	40 га	СК-5	ПТП-2,4Б	1	V	20,17	–	–	–	26,41 га	11,66
Пряме комбайнування	55 га	Масей Фергюссон		1	V	20,17	–	–	–	46,11 га	8,35
Транспортування зерна до 10 км	485 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–	–	–
Транспортування соломи до 8 км	1938 т	МТЗ-80	ЗПТС-4	1	III	15,61	–	–	–	102 т	133
Скirtsування	1938 т	МТЗ-80	ПФ-0,5Б	1	IV	17,56	4	II	7,7	25 т	543
Первинна очистка зерна на току	150 т	–	ОВП-20	–	–	–	3	III	8,5	200 т	7,5
Очистка насіння	335 т	–	ЗАВ-40	–	–	–	3	III	8,5	300 т	11,17
Очистка насіння	24 т	–	ЗАВ-40	–	–	–	3	III	8,5	60 т	2,8
Навантаження насіння	24 т	–	ЗМ-30	–	–	–	1	III	8,5	60 т	3,73
Транспортування насіння в склад	24 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–	–	–
Розвантаження насіння в складі	24 т	вручну		–	–	–	1	II	7,7	30 т	5,60

				ПЧ45 00.000 ТЧ1						
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Технологічна карта				Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Головний в.о.									
Перевір.	Амосов В.В.									
Ухвал.										
Начальник	Мачок Ю.В.									
Затв.	Лещенко С.М.			—				Архив	Архив	1
								ЦНТУ		
								гр. АІ-22МЗ(14)		
								Формат А1		

[illegible]

[illegible]

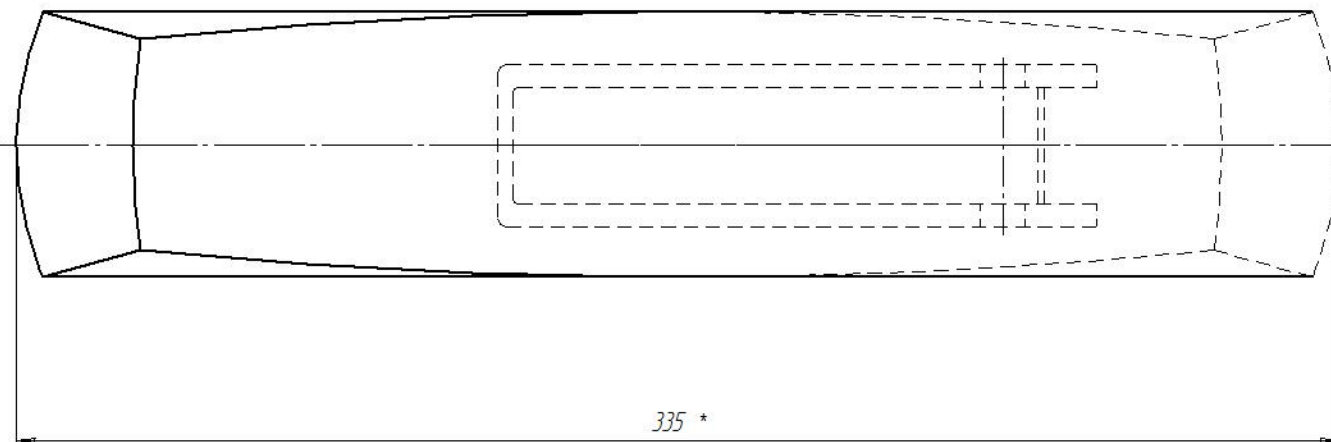
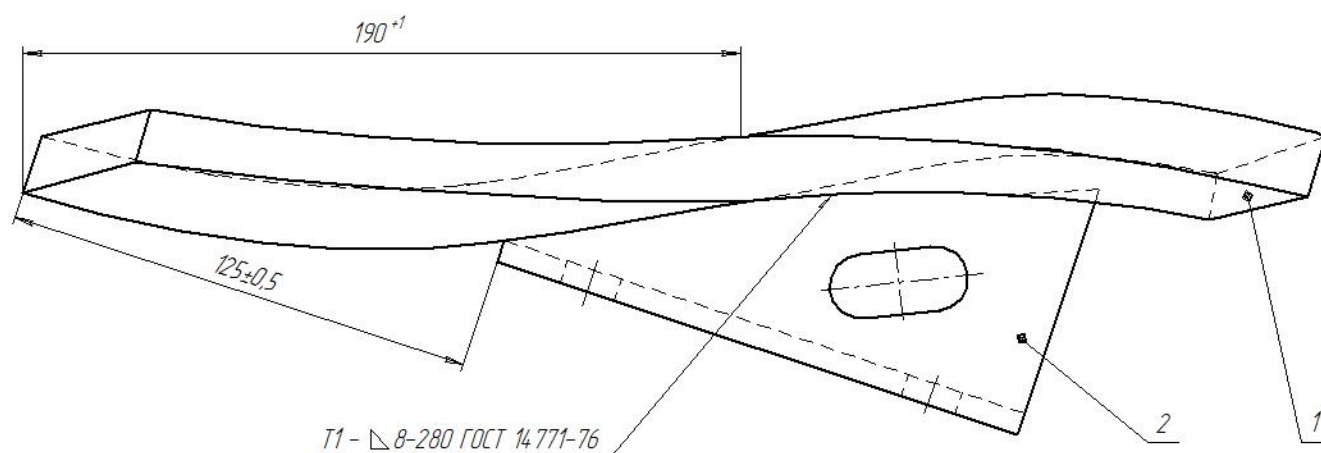
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Прим.
				Документація		
A1			ПЧ45 01.000 СБ	Корпус		
				Складальне креслення	1	
				Деталі		
A2		1	ПЧ45 01.501	Стійка	1	
		2	ПЧ45 01.566	Долото	1	
		3	ПЧ45 01.506	Ніж	1	
		4	ПЧ45 01.607	Вісь	1	
				Стандартні вироби		
		10		Шплінт 3x25.019	1	
				ГОСТ 397-79		
		11		Болт М14х30.48.019	1	
				ГОСТ 7796-70		
		12		Гайка М16-7Н019	1	
				ГОСТ 5927-70		
		13		Шайба16.02.019	1	
				ГОСТ 11371-78		



1. Розміри для додаток
2. Зазор між носком ножа і болтом в поздовжньо-вертикальній площині не допускається
3. Виступаючий головок болтів над поверхню ножа не допускається. Допускається місцєва зачістка головок болтів.
4. Випотєння головок болтів, перевищуюча 1 мм не допускається
5. Зазори між планкою стїжки і носком (поз. 3) вільше 3 мм не допускається
6. Болоти (поз.2) повинно встановлюватися на башмак стїжки до упору при цьому вїс (поз.4) повинно вільно проходити в отвір спряжєних деталей.

[illegible]

[illegible]



1. Термообробка до твердості деталі поз. 1 38...45 HRC₂.
2. Зварна конструкція 1 кл. за ОСТ 23.2.429-80. Зварювальний дріт Св-08Г2С за ГОСТ 2245-70. Метод контролю якості зварних швів за ГОСТ 3242-79 - "Зовнішній огляд і вимірювання".
3. *Розміри для довідок.
4. Невказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 23.4.209-82.

ПЧ45 01.600 СБ					
Мат. лист	№ док-м	Подп.	Дата	Долото	
Разрб.	Паблшак				
Проб.	Амосов			-	
І.контр.					
Н.контр.	Мачок			-	
Утб.	Лещенко				
				Лист	Листов
				3,58	1:1
				ЦНТУ	
				гр. АІ-22МЗ(14)	
				Формат А2	

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

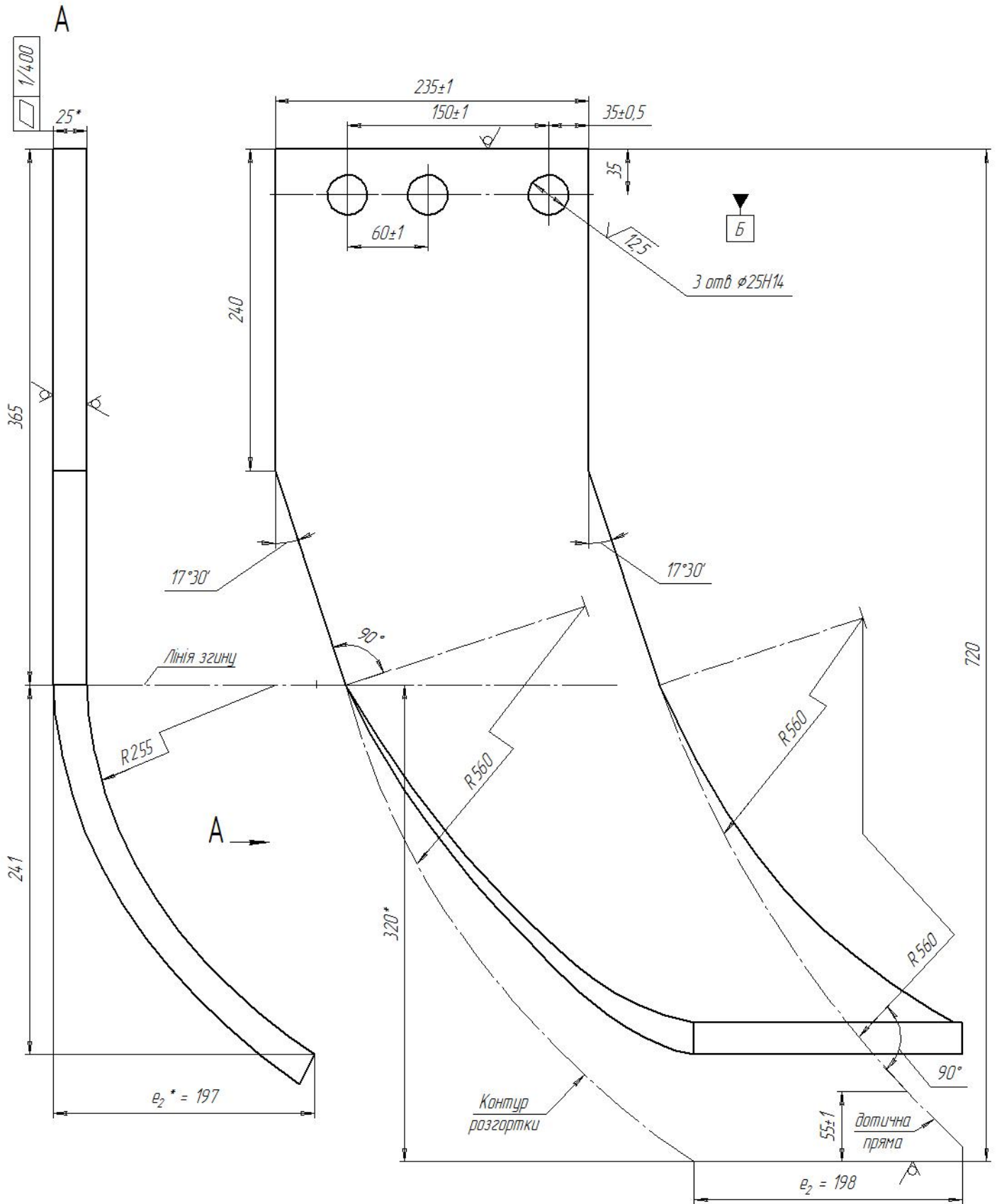
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1



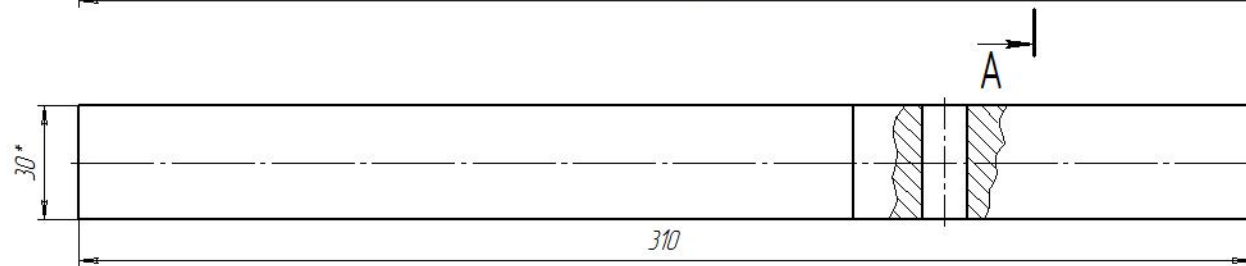
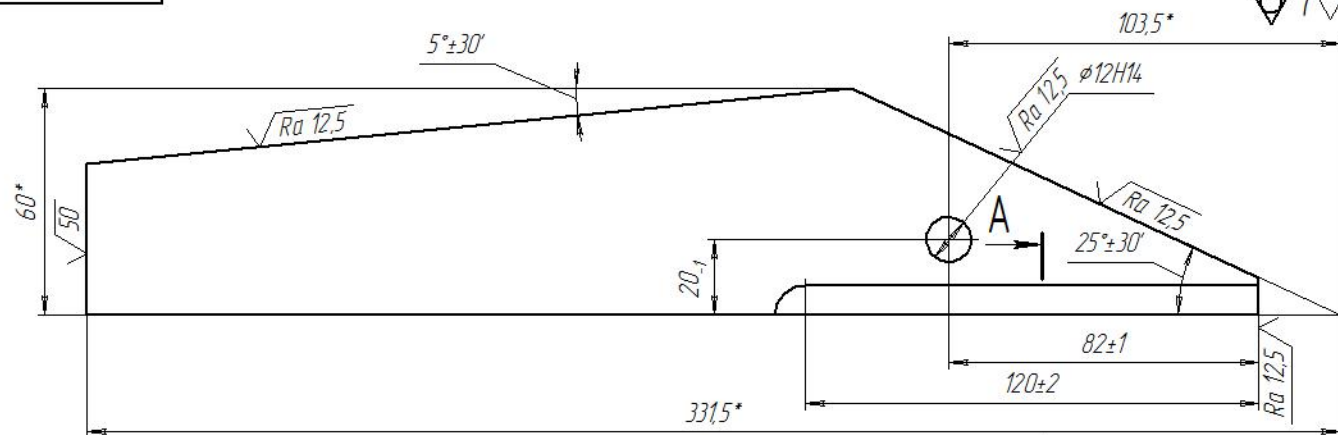
1* Розміри для довідок

2 Невказані граничні відхилення розмірів $\pm \frac{IT_4}{2}$
Дозволяється виготовлення із листа 25

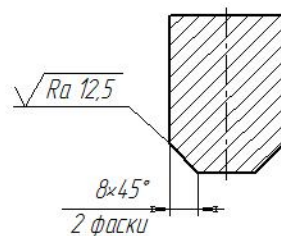
				ПЧ45 01501			
Вид	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Павлюшак				316	1:2	
Проб.	Амосов						
Контр.							
Н.контр.	Мачок				Лист	Листов	1
Отб.	Лещенко				ЦНТУ		
				25*720 ГОСТ 103-76			зр. АІ-22М3(1,4)
				В Сталь 45 Гнс2 ГОСТ 1050-74			Формат А2
				Штаба			
				Копіював			

ПЧ45 01502

✓(✓)



A-A

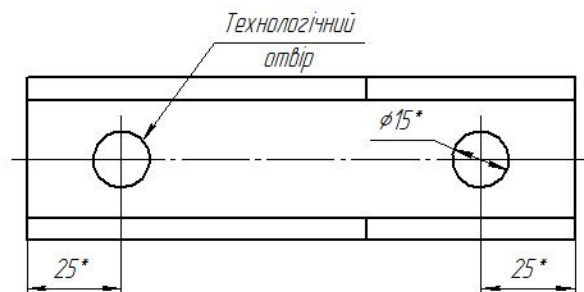
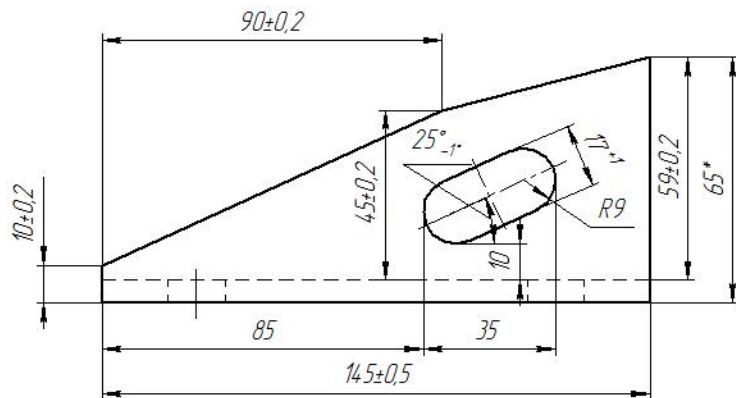


1* Размеры для доводки
IT14
2 H14, h14, ± 2

ПЧ45 01502					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Павлушак				
Пров.	Амосов				
Контр.					
Н.контр.	Мачок				
Этб.	Лещенко				
Башмак					Лит.
					Масса
					1:1
					Лист
					Листов
					1
Штаба 30x60 ГОСТ 103-76					ЦНТУ
В Сталь 45 Гн2 ГОСТ 1050-74					зр. АІ-22М3(1,4)
Копировал					Формат А3

50510 576U

√ Rz320 (√)



1. * Розміри для довідок.
2. Допускається виконання технологічних отворів.
3. Невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 23.4.209-82.

				ПЧ45 01.505			
МЗН	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Павлюшак					0,6	1:1
Пров.	Амосов				Лист	Листов	1
Контр.							
Н.контр.	Мачок				Лист	Б-2 6 ГОСТ	ЦНТУ
Змб.	Лещенко				20пс-2-11 ГОСТ 1050-74	зр. АІ-22МЗ(1,4)	Формат А3
				Копіював			

Скоба