

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ
ГРУНТУ ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ
АГРЕГАТУВАННЯ БОРІН ІЗ КУЛЬТИВАТОРАМИ**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-2-23
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Ігор ДАНИЛЮК

Керівник: _____ Наталія ПОНОМАРЕНКО

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Данилюку Ігорю Петровичу

. (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності механічного обробітку ґрунту шляхом розробки пристрою для агрегування борін із культиваторами керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2026 року №

2. Строк подання студентом роботи 23.05.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів для поверхневого обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкції культиваторів для суцільного обробітку ґрунту, борін та пристроїв для навішування борін на культиватори 3. Теоретична частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-

економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Огляд конструкцій машин. 2. Культиватор (Вид загальний) 3. Начіпний пристрій 4. Креслення деталей (вісь, планка, пластина, скоба, труба, тяга). 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О., доцент		
2	Пономаренко Н.О., доцент		
3	Пономаренко Н.О., доцент		
4	Пономаренко Н.О., доцент		
5	Пономаренко Н.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 11.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 28.03.2026 р.	Виконав
2	Технологічний	до 11.04.2026 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 29.04.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 15.05.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 25.05.2026 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 03.06.2026 р.	Виконав

Студент

(підпис)

Данилюк І.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пономаренко Н.О.

(прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.		Найменування	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1				Текстові документи			
2							
3	A4	52ДП.032 000 000 ПЗ		Пояснювальна записка	56		
4							
5				Графічні матеріали			
6							
7				Огляд конструкцій	1	1	
8	A1	52ДП.032000.000.B3		Культиватор КПС-4. Вид загальний	1	2	
9	A2	52ДП.032003.000.CK		Причіпний пристрій. Складальне креслення	1	3	
10	A3	52ДП.032005.000		Кронштейн	1	3	
11	A3	52ДП.032006.000		Балка	1	3	
12	A4	52ДП.032007.000		Вісь	1	4	
13	A4	52ДП.032008.000		Планка	1	4	
14	A4	52 ДП.032009.000		Пластина	1	4	
15	A4	52 ДП.032010.000		Труба	1	4	
16	A4	52 ДП.032011.000		Вісь	1	4	
17	A4	52 ДП.032012.000		Планка	1	4	
18	A4	52 ДП.032013.000		Скоба	1	4	
19	A4	52 ДП.032014.000		Тяга	1	4	
20				Техніко-економічні показники впровадження	1	5	
				52ДП. 032 000 000 ПЗ			
Ізм.	Лист	.№ докум.	Підп.				
Розроб.	Данилюк І.П			Відомість дипломною проекту	Літ	Лист	Листів
Перев.	Пономаренко Н.О.				У	1	
Т. контр.					ДДАЕУ		
Н. контр.							
Затв.	Теслюк Г.В.						

АНОТАЦІЯ

Данилюк І.П. Підвищення ефективності механічного обробітку ґрунту шляхом розробки пристрою для агрегування борін із культиваторами/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2026

У першому розділі наведено загальну характеристику господарства, його техніко-економічні показники та обґрунтування вибору теми дослідження.

Другий розділ містить огляд існуючих конструкцій сільськогосподарських машин, зокрема культиваторів та борін, а також пристосувань для навішування борін на культиватори. Проведено детальний аналіз конструкцій, що дозволило визначити найефективніші рішення для подальших розрахунків.

У третьому розділі виконано обґрунтування та розрахунок параметрів пристосування для навішування борін на культиватор. Розглянуто розрахунок на міцність труби для втримання борін, розрахунок пружини на підтримку борін БЗСС-1,0, а також розрахунок міцності зварного з'єднання.

Четвертий розділ присвячений питанням охорони праці. Розглянуто вимоги безпеки праці при виконанні технологічних операцій, аналіз потенційних небезпек та ризиків при роботі механізатора, а також проектні рішення для забезпечення рівня безпеки та екологічності виробництва відповідно до нормативних значень.

П'ятий розділ містить техніко-економічну оцінку проекту, що включає аналіз ефективності впровадження запропонованих рішень.

**КУЛЬТИВАТОРИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, БОРОНИ,
ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВІШУВАННЯ БОРІН НА КУЛЬТИВАТОР, ТОВ КОЛОС»**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «КОЛОС»	8
1.1. Загальна характеристика господарства	8
1.2. Техніко-економічні показники господарства	9
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту	12
2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН	14
2.1. Огляд конструкцій культиваторів	14
2.2. Огляд конструкцій борін	21
2.3. Огляд конструкцій пристосувань для навішування борін на культиватори	24
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ НАВІШУВАННЯ БОРІН НА КУЛЬТИВАТОР	27
3.1. Розрахунок на міцність труби для втримання борін	27
3.2. Розрахунок пружини на підтримку борін БЗСС-1,0	32
3.3. Розрахунок міцності зварного з'єднання	35
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
4.1. Вимоги безпеки праці при виконанні технологічної операції	39
4.2. Аналіз потенціальних небезпек і швидкостей при роботі механізатора	45
4.3. Проектні рішення по забезпеченню рівний безпеки та екологічності виробництва до нормативних значень	46
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	50
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

Ефективність рослинницької галузі безпосередньо залежить від рівня технічного оснащення господарств. Якісна передпосівна підготовка полів — рихлення, вирівнювання мікрорельєфу, знищення бур'янової рослинності — визначає подальший розвиток посівів та формування врожаю. Саме тому модернізація ґрунтообробного обладнання залишається пріоритетним напрямком агроінженерних досліджень. Сучасна практика землеробства орієнтована на принцип «менше проходів — краща якість». Об'єднання кількох робочих органів в одному агрегаті дає змогу за один прохід виконувати комплекс операцій, що раніше потребували багаторазового виїзду техніки. Це суттєво зменшує витрати дизельного пального, скорочує строки польових робіт та оберігає структуру орного шару від переущільнення колесами тракторів.

Перспективним технічним рішенням є компонування борінувальних елементів безпосередньо на рамі культиватора. Такий підхід поєднує переваги двох знарядь: культиваторні лапи забезпечують глибоке підрізання коренів, а борони додатково кришать грудки та загортають рослинні рештки.

Ця кваліфікаційна робота присвячена проектуванню універсального кріплення для встановлення борін на культиваторні агрегати. Практична цінність розробки полягає у підвищенні продуктивності машинно-тракторного парку, раціональному використанні паливно-енергетичних ресурсів та зменшенні техногенного тиску на ґрунтовий покрив.

Структура дослідження охоплює: аналіз науково-технічної літератури з питань механізованого обробітку; порівняльну оцінку існуючих конструкцій навісних пристроїв; розробку власного технічного рішення з детальним описом вузлів; економічні розрахунки окупності впровадження.

Практичне застосування результатів роботи відкриває можливості для вдосконалення парку ґрунтообробних машин та підвищення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектору.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «КОЛОС»

1.1. Загальна характеристика господарства

ТОВ «КОЛОС» розташоване в с. Романки (рис. 1.1) Дніпропетровської області, спеціалізується на вирощуванні зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур. Виробництво робить ставку на вирощування пшениці, кукурудзи, соняшнику, сої, ярого ячменю.

Директор підприємства – Нечипоренко Юрій Іванович.

Досліджуване підприємство розташоване у центральному регіоні Дніпропетровщини, поблизу обласного центру. Адміністративний офіс віддалений від м. Дніпро на 105 км, до найближчого залізничного вузла — 10 км.

Логістичне розміщення господарства є оптимальним для ведення агробізнесу: близькість до магістральних автошляхів, залізничного сполучення та точок збуту сільськогосподарської продукції мінімізує транспортні витрати й позитивно впливає на кінцеву собівартість товарної продукції.

Земельний банк підприємства складає 500 гектарів.



Рис. 1.1. Розташування ТОВ «КОЛОС» на карті

1.2. Техніко-економічні показники господарства

Господарство ТОВ «КОЛОС» функціонує в умовах лісостепової зони України. Кліматичні умови регіону відзначаються помірністю та достатнім зволоженням: сума активних температур перевищує $+10^{\circ}\text{C}$, річна норма опадів коливається від 310 до 700 мм, гідротермічний коефіцієнт становить 1,1–1,3.

Найхолоднішим періодом є січень із середньомісячною температурою – $8,2^{\circ}\text{C}$. Весна настає після стійкого переходу середньодобової температури через позначку $+10^{\circ}\text{C}$. Літній сезон відзначається спекою та незначною кількістю опадів: у червні температурний максимум досягає $+38,5^{\circ}\text{C}$, середньодобові показники липня утримуються на рівні $+18$ – 19°C . Тривалість безморозного періоду — від 128 до 189 діб.

Природна рослинність території представлена широколистяними лісами з розвиненим трав'янистим ярусом та лучно-степовими угрупованнями. Ґрунтовий покрив формують переважно сірі лісові опідзолені ґрунти, подекуди трапляються дерново-підзолисті відміни, опідзолені та вилугувані чорноземи.

Формування сірих опідзолених ґрунтів відбувається під пологом листяних насаджень за участю двох процесів — підзолистого та дернового. На території господарства підзолоутворення виражене слабше порівняно з іншими регіонами, натомість дерновий процес протікає інтенсивніше. Ці ґрунти вирізняються чітко сформованим гумусовим горизонтом потужністю 15–35 см, слабкокислою реакцією середовища (рН 5,0–7,5), грудкуватою структурою та підвищеним вмістом органіки (гумус — 2,0–4,5%).

Залежно від інтенсивності опідзолення та гумусованості виділяють три підтипи: світло-сірі, сірі та темно-сірі ґрунти. Світло-сірі відміни характеризуються найвираженішим опідзоленням, мінімальною потужністю гумусового шару (15–20 см) та найнижчим вмістом гумусу (2,0–2,5%).

Сірі лісові ґрунти, які переважають на полях господарства, відзначаються активнішим дерновим процесом та послабленим підзолоутворенням. Гумусовий горизонт сягає 20–30 см, вміст гумусу — 3,0–3,5%. Темно-сірі ґрунти за морфологією наближаються до чорноземів: потужність гумусового шару досягає 30–35 см, гумусованість — 4,0–4,5%. Світло-сірі ґрунти мають кислу реакцію, низьку насиченість основами, обмежені запаси елементів живлення та несприятливі агрофізичні показники — слабку оструктуреність і схильність до запливання. За агровиробничою цінністю сірі лісові ґрунти значно перевершують світло-сірі.

Підвищення родючості цих ґрунтів досягається комплексом заходів: поглибленням орного шару, регулярним внесенням органічних та мінеральних добрив, вапнуванням кислих ділянок, включенням до сівозміни багаторічних трав та впровадженням протиерозійних технологій. Земельний банк господарства охоплює 500 га. Виробничий напрям — вирощування зернових (кукурудза, озима пшениця, ячмінь) та технічних культур (соя, соняшник). Детальна характеристика землекористування наведена в таблиці 1.1, динаміка посівних площ — у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1.

Структура земельних угідь господарства

Назва угідь	Площа га	Структура, %
Загальна площа	500	100
Ріллі	490	98,0
Шляхи	3	0,6
Будівлі	7	1,4

Таблиця 1.2.

Культури, що вирощуються в господарстві

Культура	Врожайність, ц/га
Озима пшениця	51,7
Ячмінь	38,2
Соя	21,8
Кукурудза на зерно	64,9
Соняшник	20,5

Взагалі на території господарства склалися дуже вигідні природо-кліматичні умови для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшника.

ТОВ «КОЛОС» в достатній мірі забезпечене технікою, що впливає позитивно на строки проведення робіт і правила експлуатації технічних засобів. Наявні технічні засоби приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Машинно-тракторний парк господарства

Марка	Всього
<u>Трактори:</u>	
MT3-82	1
ЮМЗ-6Л	1
Claas Xerion	1
<u>Комбайни:</u>	
Claas Lexion 570	1
<u>Автомобілі:</u>	
ЗИЛ-130	1
<u>Сівалки:</u>	
АСТРА-5,4	1
GREAT PLAINS 3S-4000	1
<u>Плуги:</u>	
LEMKEN Vari Diamant	1
<u>Ґрунтообробна техніка:</u>	
КПС-4	1
КПГ-4	1
БЗСС-1	12
<u>Оприскувачі:</u>	
ОП-2000-2-01	1

Дане товариство, порівняно з іншими господарствами перебуває в кращому стані, заборгованостей відносно держави не має. Відрегульований механізм продажу продукції рослинницького походження, також налагоджено постачання ПММ і деталей. Господарство купує зарубіжну та вітчизняну більш продуктивну і ефективнішу техніку для покращення своїх виробничо-економічних показників.

Для зберігання техніки організація має ангари, гаражі, відкриті майданчики для автомобілів, тракторів, комбайнів, і сільськогосподарської техніки.

1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту

Конкурентоспроможність аграрних підприємств значною мірою визначається раціональною організацією польових робіт. Передпосівна підготовка орного шару залишається енергоємним етапом технологічного циклу, тому оптимізація машинно-тракторних агрегатів для цих операцій має безпосередній вплив на собівартість рослинницької продукції.

Багаторазові проїзди важкої техніки спричиняють деструкцію ґрунтової структури: зростає щільність, погіршується аерація та водопроникність, пригнічується біологічна активність. Водночас кожен додатковий прохід збільшує споживання дизельного пального та амортизаційні відрахування. Логічним виходом стає компонування декількох функціональних модулів на єдиній рамі — так званий принцип суміщення операцій.

Агрегатування борінувальних секцій із культиваторними знаряддями реалізує саме цю концепцію. Культиваторні лапи виконують підрізання кореневої системи бур'янів та глибоке рихлення, тоді як зубові або пружинні борони забезпечують кришіння грудок, загортання пожнивних решток та планування поверхні. Поєднання цих процесів в одному робочому циклі виключає потребу повторного виїзду на поле.

Наявні промислові зразки подібних адаптерів не позбавлені вад: ускладнена кінематика вузлів, висока металомісткість, обмежена сумісність із різними марками базових машин, значні експлуатаційні витрати. Усунення зазначених недоліків потребує свіжого конструкторського погляду.

Завданням цієї кваліфікаційної роботи визначено створення компактного навісного модуля для кріплення борін до культиваторів. Ключові

критерії проектування: мінімальна кількість деталей, застосування стандартного прокату, швидке переналагодження під різні типорозміри знарядь, ремонтпридатність в умовах господарської майстерні.

Методологія дослідження передбачає: систематизацію патентних матеріалів та науково-технічних публікацій; формування технічного завдання з переліком експлуатаційних параметрів; ескізне та робоче проектування вузлів; виготовлення дослідного зразка з подальшими польовими випробуваннями; калькуляцію економічного ефекту від впровадження.

Отримані напрацювання розраховані на практичне використання фермерськими господарствами та сервісними підприємствами, що займаються модернізацією ґрунтообробної техніки. Скорочення технологічних проходів сприятиме збереженню родючості орних земель та зниженню виробничих витрат.

2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН

2.1. Огляд конструкцій культиваторів

Агрегат КПС-4ПМ застосовується для суцільної культивації, передпосівного обробітку та догляду за паровими полями (рис. 2.1). Машина адаптована до експлуатації в усіх агрокліматичних регіонах країни на ґрунтах різної гранулометрії за умови твердості не більше 1,6 МПа та вологості в межах 8–30%. Допустимий кут схилу робочої ділянки до 8°.



Рис. 2.1. Культиватор КПС-4ПМ (ТМ «СХІД»)

Несуча система КПС-4ПМ виконана за мостовою схемою — таке компонування поєднує високу жорсткість каркаса з помірною масою конструкції. Зчіпний вузол жорсткого типу гарантує синхронне вертикальне переміщення всіх секцій під час маневрування та транспортних переїздів: агрегат піднімається і опускається паралельно до оброблюваної поверхні без перекосів.

Узгодженість руху відносно тягової машини досягається завдяки кінематичному зв'язку дишла з внутрішньою колісною парою. Рівномірне піднімання центрального бруса та бокових секцій реалізовано через послідовне гідравлічне з'єднання силових циліндрів опорних коліс.

Стрілчасті лапи шириною 230 мм встановлено з кроком 152 мм — за такого співвідношення суміжні органи перекривають робочі зони один одного, що унеможливорює пропуски та продовжує ресурс різального елемента. Розміщення лап виконано на п'яти поздовжніх брусах із додатковим шостим рядом; збільшена міжрядна відстань забезпечує безперешкодне проходження пожнивних решток крізь робочу зону.

Комбінований агрегат КН-4,8 виконує одразу кілька функцій: розпушує орний шар, підрізає кореневища бур'янової рослинності, кришить грудки та ущільнює поверхню поля (рис. 2.2). Завдяки цьому машина придатна для догляду за паровими клинами, що позитивно позначається на розвитку посівів, формуванні якісного насіннєвого матеріалу та реалізації потенціалу інтенсивних сортів. Пружинний вирівнювач оснащено механізмом регулювання висоти та кута атаки відносно ґрунту.



Рис. 2.2. Культиватор КН-4,8 (Білоцерківмаз)

Машина виконує фінішне планування мікрорельєфу з одночасним ущільненням посівного ложа. S-подібні пружинні стійки виробництва Bellota/Eurozappa повертають зміщені шари до природного залягання, підвищуючи агротехнічні показники обробітку. Прикочувальні вальці завершують технологічний цикл: руйнують грудкувату фракцію, формують

капілярний контакт насіннєвого шару та створюють сприятливий гідротермічний режим для проростання.

Механічна міцність вузлів розрахована на багаторічну інтенсивну експлуатацію без втрати працездатності.

КПН-4,0 — навісний агрегат посиленого виконання для передпосівної підготовки (рис. 2.3). Продуктивність становить 4,0–4,8 гектара за годину, питоме споживання пального — 4,7–7,7 л/га.

Функціональне призначення охоплює комплексний обробіток на глибину 5–12 см: розпушування орного горизонту, знищення бур'янової рослинності шляхом підрізання кореневищ, подрібнення структурних агрегатів, нівелювання поверхні та її коткування. Додатково машина застосовується для утримання парових полів.



Рис. 2.3. Культиватор КПН-4,0 (ТОВ «Техінвест-СХ»)

Кожен робочий елемент закріплено на пружній стійці — така конструкція дозволяє точно відтворювати нерівності поля та захищає різальну частину від поломки при контакті з твердими включеннями.

Налаштування робочої глибини здійснюється двома способами: переміщенням опорного вальця та зміною положення центральної тяги

третичкового механізму навіски. Підрізувальні елементи змонтовано у два яруси; ширина захвату першого ряду — 270 мм, другого — 330 мм.

Додатково встановлюється регульований по вертикалі зубовий вирівнювач для фінішного кришіння грудкуватої фракції.

Серія KPG розроблена для комплексної передпосівної культивації та догляду за паровими клинами із суміщеним боронуванням (рис. 2.4). Припустимі ґрунтові умови: питомий опір — до 0,05 МПа, вологість — не вище 27%. Оптимальне джерело тяги — колісний трактор класу 1.4.

Модульна компоновка передбачає встановлення стрілочастих лап різної ширини (180–330 мм); відповідно змінюється загальна кількість робочих позицій. П'ятирядне розміщення пружинних стійок гарантує вільне проходження навіть грубостеблових рослинних решток без накопичення маси у міжрядному просторі.

Конструктивні особливості агрегату: п'ять ярусів підпружинених тримачів із лапами 260 мм, три яруси пружинних борінок, масивний прикочувальний валець.



Рис. 2.4. Культиватор КПГ-4 (Велес-Агро)

Культиватор причіпний POLARIS 4 універсальний культиватор призначений для ресурсозберігаючої передпосівної і парової культивації

грунту, підрізання і вичісування бур'янів, а також вирівнювання та ущільнення поверхні ґрунту під посів (рис. 2.5).



Рис. 2.5 Культиватор Polaris 4 (Elvorti)

Культиватори комплектуються:- лапами на С-образної стійці з пружинними механізмами (POLARIS 4, POLARIS 8,5, POLARIS 12);- або на S-образної стійці (POLARIS 4S, POLARIS 8,5S, POLARIS 12S);- катками для ущільнення ґрунту (рис. 2.6).

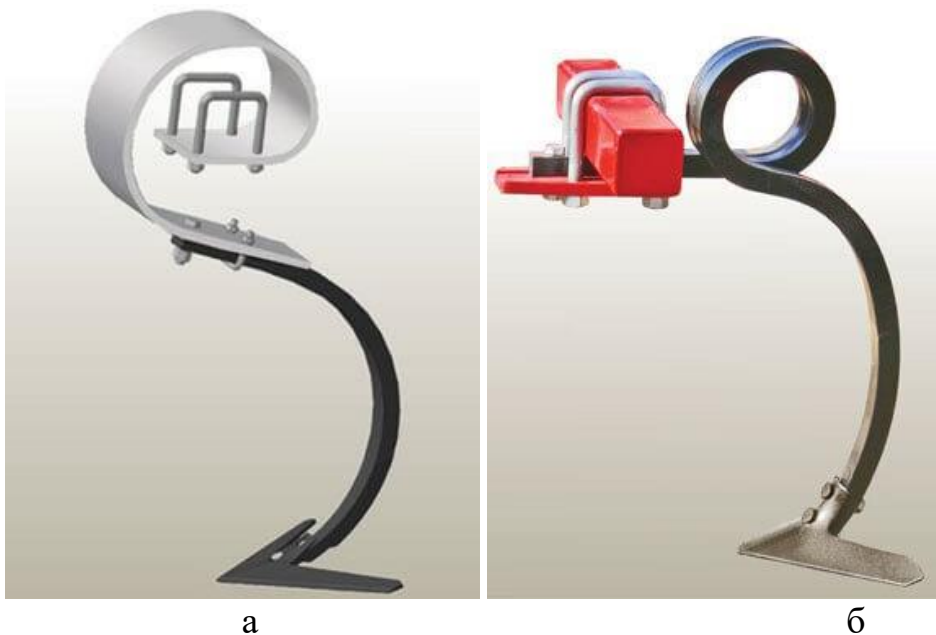


Рис. 2.6. Робочі органи культиватора Polaris:

а - лапа на S-образної стійці призначені для роботи на середніх і легких ґрунтах; б - лапа на С-подібної стійці призначені для роботи на важких ґрунтах

Регулювання глибини обробки ґрунту виробляється гвинтом, розташованим на центральній рамі і гвинтовими парами, розташованими на опорних колесах крил.

Вирівнювачі і борони культиваторів забезпечують кришення ґрунту з істотним переважанням дрібних грудок розміром до 25 мм, рівну поверхню поля і оптимальну щільність верхнього шару на глибину посіву.

Культиватори POLARIS 8,5 і POLARIS 12 мають крила, що складаються вгору за допомогою гідросистеми.

Поєднавши за допомогою зчіпки СП-12 два і більше культиватора POLARIS 4, можна створювати широкозахватні ґрунтообробні агрегати.

Культиватор передпосівний навісний КНПО-3,6 призначений для передпосівної обробки ґрунту з помірною кількістю рослинних залишків (рис. 2.7).

За один прохід культиватора забезпечується:

- подрібнення і перемішування з ґрунтом рослинних залишків
- 100% знищення бур'янів
- суцільну культивацію на строго задану глибину
- розрівнювання ґрунту, розбивання грудок і вичісування зрізаних бур'янів пружинними зубами
- дроблення, вирівнювання і ущільнення ґрунту ребристими котками;

Перераховані вище операції дозволяють отримати оптимальні умови для подальшого сівби.



Рис. 2.7. Культиватор КНПО-3,6 (Агротехкомплект)

Комплекс описаних технологічних дій формує оптимальне посівне ложе для наступного висіву культур.

Загальна компоновка агрегату базується на центральному брусі, який виконує функцію несучої секції. На ньому змонтовано підрізувальні елементи стрілкового типу, а до заднього поперечного профілю через штангові кріплення приєднано дворядну пружинно-зубову секцію та прикочувальні вальці.

Ходова частина оснащена гідрофікованими опорними колесами подвійного призначення: у польовому режимі вони задають та стабілізують глибину занурення, у транспортному — забезпечують переміщення по дорогах. З'єднання з тяговою машиною реалізовано через регульований по висоті причіпний вузол із замковою петлею.

Підрізувальний вузол складається з подвійної С-подібної стійки та стрілкового ножа із шириною захвату 270 мм. Передбачено два варіанти виконання тримача:

- пружний — зі штабової сталі 10×70 мм (марка 60С2А);
- жорсткий — із квадратного прокату 25×25 мм.

Схема розміщення робочих позицій — чотириярусна. Мінімальний інтервал між сусідніми елементами одного ярусу — 650 мм, міжрядна відстань — 480 мм, зміщення у плані — 210 мм. За ширини ножа 270 мм досягається взаємне перекриття зон обробітку на 60 мм.

Борінувальна секція змонтована на окремій рамці з дворядним розташуванням зубів (крок — 250 мм, зміщення між рядами — 125 мм). Підвіска на чотирьох повідках дозволяє секції вільно переміщуватися вгору від базового рівня; амплітуду обмежує страхувальний ланцюг.

Ребристі вальці діаметром 255 мм під'єднано до штангової системи через натискний механізм із запобіжною функцією. Вузол регулює як глибину кочення, так і зусилля притискання до поверхні поля.

Гідравлічний привід ходової частини працює у двопозиційному режимі:

- шток повністю висунуто — транспортний кліренс від 300 мм;
- шток втягнуто — робоче положення.

Налаштування глибини здійснюється поворотом колісного кронштейна навколо осі. Для цього використовуються гвинтові стяжки-талрепи: один кінець закріплено у верхній точці щоби ходового вузла, другий — на кронштейні переднього бруса. Скорочення довжини талрепа опускає колесо та зменшує заглиблення; подовження — збільшує глибину ходу.

Одноколісна опорна схема центральної секції гарантує курсову стійкість на транспортних швидкостях та точне копіювання мікрорельєфу в польовому режимі.

2.2. Огляд конструкцій борін

Пружинно-зубові знаряддя залишаються базовим інструментом для раннього закриття вологи після сходу снігового покриву. Зростаючий інтерес до органічних технологій вирощування, що передбачають відмову від хімічного контролю бур'янів на користь механічного, суттєво підвищив попит на цей тип обладнання серед вітчизняних аграріїв.

За способом приєднання зубові знаряддя належать до навісної категорії та під'єднуються до енергозасобу через адаптерні рамки. Конструкція допускає комбіноване використання — одночасну роботу з плужними корпусами, культиваторними секціями або висівними агрегатами.

Класифікаційною ознакою слугує геометрія робочого елемента. Переріз штиря може бути квадратним, овальним, циліндричним, прямокутним або ромбоподібним; нижній торець виконується зі скошеною гранню. Орієнтація скосу проти напрямку руху збільшує глибину занурення у ґрунтовий шар. За формою розрізняють прямі, дугоподібні та лапчасті виконання.

БЗСС-1,0 — компактне знаряддя для поверхневої культивування середнього класу (рис. 2.8). Лаконічність конструктивної схеми забезпечує невибагливість в обслуговуванні та низьку собівартість експлуатації.

Сфера застосування агрегату охоплює:

- планування мікрорельєфу та розпушування верхнього горизонту;
- механічне знищення бур'янового покриву;
- руйнування грудкуватої фракції після оранки;
- загортання попередньо розкиданих мінеральних та органічних добрив;
- догляд за вегетуючими посівами на ранніх фазах розвитку.

Технологічна простота БЗСС-1,0 дозволяє оперативно виконувати перелічені операції без тривалого переналагодження. Якісне проведення цих робіт безпосередньо впливає на продуктивність угідь та валовий збір вирощуваних культур.



Рис. 2.8. Борона зубова БЗСС-1

Борона зубова легка ЗБП-0,6 призначена для вирівнювання мікрорельєфу поверхні ґрунту перед посівом, закладення насіння та мінеральних добрив, руйнування кірки, знищення бур'янів (рис. 2.9).

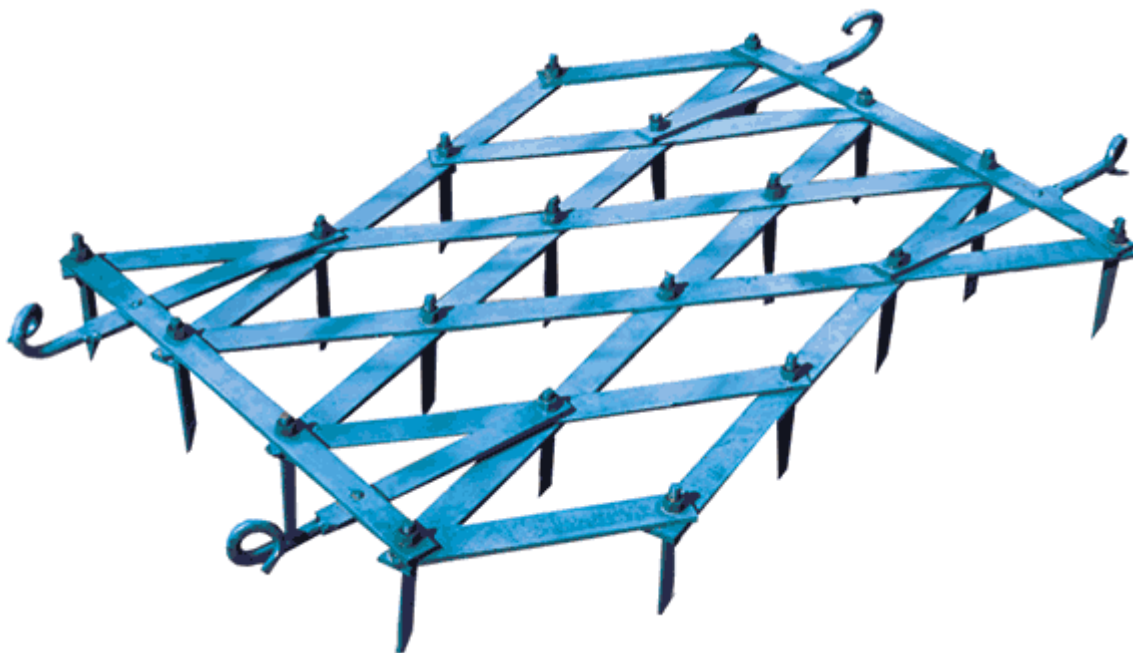


Рис. 2.9. Зубова борона ЗБП-0,6

Конструктивно виріб komponується із трьох робочих секцій, причіпної траверси з монтажними вушками, тягової штанги та з'єднувальних елементів для фіксації секцій у польовому положенні. Кріплення окремих ланок між собою виконано через різьбову частину штирів.

Матеріал зубів — конструкційна сталь марки 45; нижня частина довжиною 50 мм проходить термозміцнення для підвищення зносостійкості. Фронтальна зона кожної секції оснащена парою монтажних пластин із провушинами — через них ланки та причіпний вузол з'єднуються шарнірними осями. Бокова фіксація суміжних секцій реалізована гачковими замками.

Причіпний вузол виконано у формі косинцевої рамки з діагональними розкосами; центральний розкіс завершується зчіпним гачком. Для під'єднання триланкового комплекту до збірної рамки передбачено окрему тягову штангу.

Перелік сумісних енергозасобів: Т-40А, ЮМЗ-6Л/М, Т-28М, МТЗ-50/52, МТЗ-80/82. Допускається комбінування із сівалками та іншими ґрунтообробними агрегатами.

Пружинні борони виконують комплекс поверхневих операцій: рихлення верхнього шару, нівелювання мікрорельєфу, механічне знищення малорічної бур'янової рослинності, загортання попередньо внесених добрив та рівномірний розподіл поживних решток по площі (рис. 2.10).

Після проходу основних підрізувальних знарядь на поверхні залишаються грудки, гребені та скупчення соломистої маси, що ускладнює подальші технологічні операції. Регульований кут атаки пружинних зубів дозволяє адаптувати інтенсивність впливу до конкретних агротехнічних завдань — від делікатного вирівнювання до агресивного кришіння.

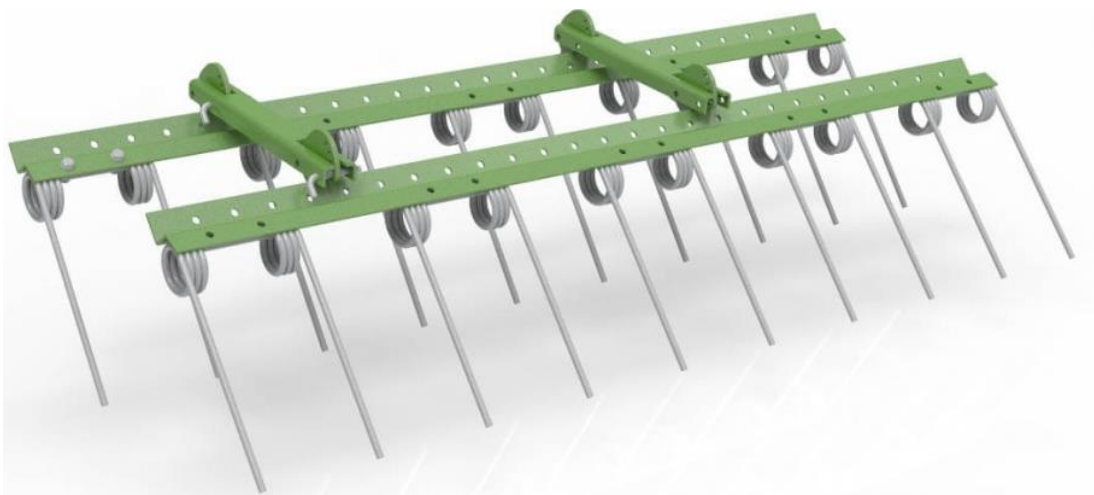


Рис. 2.10 Пружинна борона

2.3. Огляд конструкцій пристосувань для навішування борін на культиватори

З'єднання операцій при виконанні польових робіт призведе до зменшення часу контакту людини з машиною, відповідно це знижує можливість нещасних випадків. Крім цього підвищує продуктивність праці і надає якісну обробку ґрунту.

В господарстві виконується суцільна і передпосівна культивация культиваторами КПС-4 і КПП-4, які мають пристрій для навішування зубчатих борін: середніх БЗСС-1,0, легких ЗБП-0,6. Вони складаються з чотирьох штанг 1, кутника 2, розтяжки 3, ваги 4, підвіски 5 (рис. 2.11).

Пристрій для навішування борін встановлюють на культиватор КПС-4, після того як він підготовлений для виконання заданої роботи.

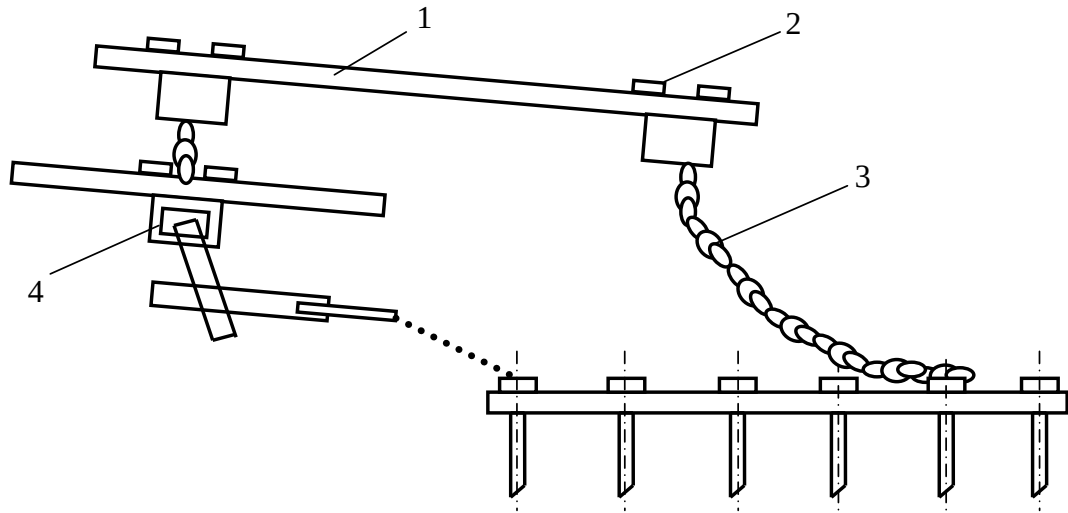


Рис. 2.11. Схема навіски борін на культиватор КПС-4:

1 - штанг, 2 – кутник, 3 - розтяжки, 4 - ваги, 5 – підвіски.

Таблиця 2.1

Характеристика культиватора КПС-4 з пристроєм для навішування борін.

Вага, кг.	781
Продуктивність, га/год.	2,3
Робоча швидкість, км/год.	до 10
Транспортний просвіт не менш, мм.	200

Підйом робочих органів культиватора КПС-4 і простоїв з навішуючими боронами в транспортне положення виконується за допомогою гідро циліндра ЦС-75, якій встановлений на тракторі і зчіпки.

Культиватор КПП-4 з пристроєм АПМ-50 для навіски борін призначений для передпосівного рихлення і очистки ґрунту з одночасним боронуванням.

Пристрій КПП-50 призначено для навішування на культиватор зубових борін.

Основними вузлами пристрою є: штанга 1, вага 2, тяга 3, поводок 4, розтяжка 5 (рис. 2.12.). Штанги з розтяжками і кутом з'єднана скобами до

основного бруса рами. До кожної штанги з буртиком кріпиться вага. Вага скобами з'єднується підвісками, на які кріпляться борони.

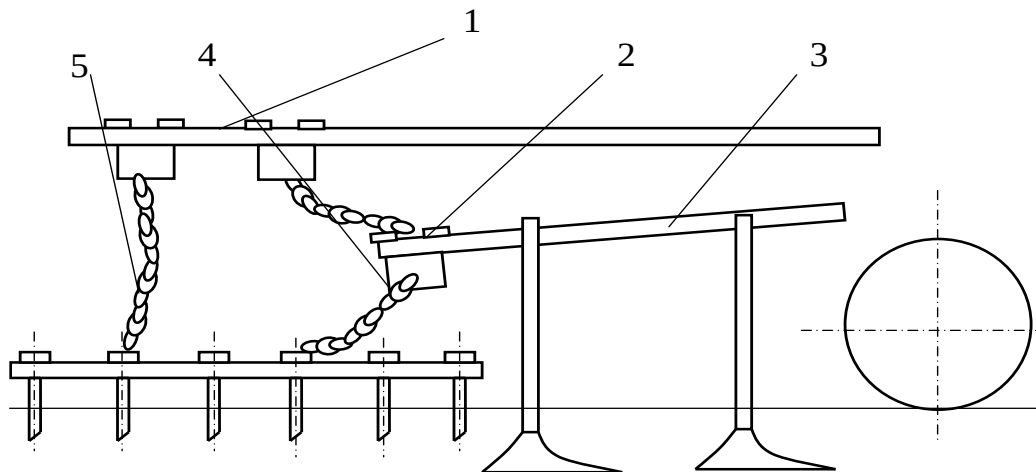


Рис. 2.12. Пристрій КПМ-50:

1- штанга, 2 - вага, 3 - тяга, 4 - поводок, 5 – розтяжка.

Культиватор з шириною захвату 3 м з пристроєм для навіски борін може працювати широкозахватним агрегатом з трьох культиваторів для навіски борін, за допомогою зчіпки СН-75 або СН-54А і трактором тягового класу 3...4.

Таблиця 2.2

Характеристика культиватора КПГ-4 з пристроєм для навішування борін

Вага культиватора з пристроєм, кг.	619
Продуктивність, га/год.	2,0
Робоча швидкість, км/год.	5-7
Транспортний просвіт не менш, мм.	300

Розглянуті конструкції культиваторів з пристроями для навішування борін визначаються жорсткістю з'єднання конструкції, в конструкції відсутні амортизаційні елементи. При різкому збільшенні завантаження на зубів борони часто виходять з ладу зуби борін, обриви борін, та інші.

Ладнання та встановлення пристроїв навішування борін на культиватори потребує порівняно високих витрат часу, так як необхідно виконувати багато з'єднань.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ НАВІШУВАННЯ БОРІН НА КУЛЬТИВАТОР

Конструкторської розробкою даного проекту є пристрій для навішування борін на парові культиватори.

Мета розробки – уникнути відмічений раніше недоліків розглянутих вище приладів для навішування борін, спроектувати амортизаційні елементи конструкції і спростити операцію навішування приладу на культиватор.

Розроблений пристрій для навішування борін призначено для суцільного та передпосівного обробітку ґрунту під посів сільськогосподарських культур на глибину висіву насіння.

Пристрій для навішування борін складається з тяг шарнірно з'єднаних х пружним розвантажувальним пристроєм. До них з'єднана шлейф-балка, з якою з'єднані зубові борони. Борони в транспортному положенні утримуються ланцюгами. За допомогою кронштейнів навіска борін приєднується до рами культиватора. Зусилля пружин розвантажувального пристрою ладнається гвинтом. Кут атаки шлейф-балки може бути: 0, 10, 20 градусів.

Вага пристрою для навішування борін на культиватор 34 кг.

3.1. Розрахунок на міцність труби для втримання борін

Запропонована система може знаходитися в робочому або транспортному положенні і при цьому уся система навіски борін урівнюються моментом створює мий пружною розвантажувального пристрою. У транспортному положенні дія сил ваги пристрою і борін прикладена до труби для підтримки борін. Незначні перерізи труби являються перерізи, ослаблена двома отворами діаметром 17 мм. Виходячи з цього необхідно виконати розрахунок труби на міцність труби в небезпечному перерізі.

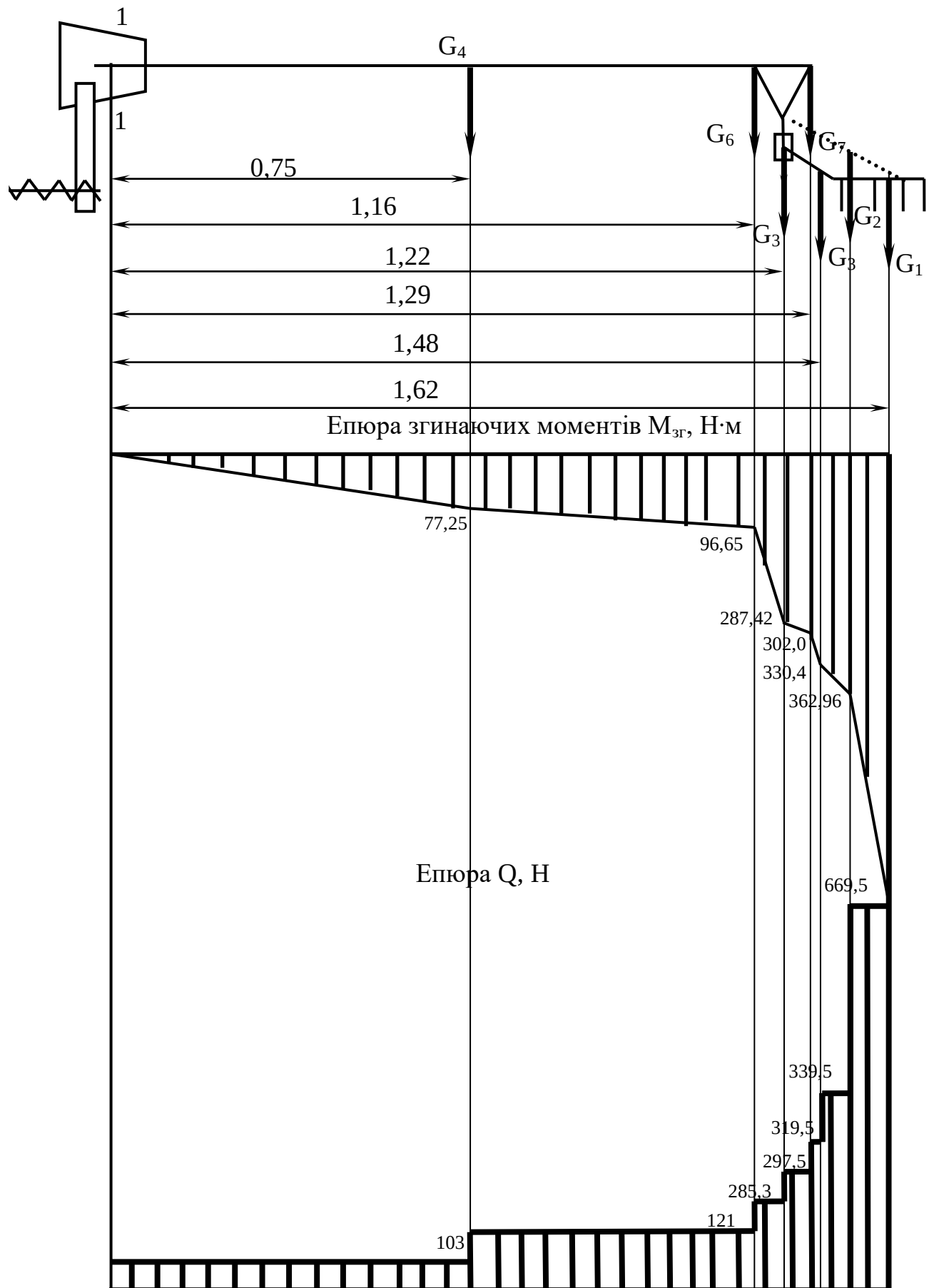


Рис. 3.1. Схема згинаючих моментів.

$$G_1=300 \text{ Н}$$

$$G_5=164,5 \text{ Н}$$

$$G_2=220 \text{ Н}$$

$$G_6=18 \text{ Н}$$

$$G_3=22 \text{ Н}$$

$$G_7=103 \text{ Н}$$

$$G_4=12 \text{ Н}$$

Сумарний вигинаючий момент в небезпечному перерізі є підсумки від ваги усіх елементів (Рис. 3.1) складає (небезпечний переріз 1-1)

$$\sum M_{\text{виг}} = 0, \quad (3.1)$$

$$\sum M_{\text{виг}} = G_7 \cdot x_7 + G_6 \cdot x_6 + G_5 \cdot x_5 + G_4 \cdot x_4 + G_3 \cdot x_3 + G_2 \cdot x_2 + G_1 \cdot x_1,$$

$$M_{\text{виг}} = 103 \cdot 0,75 + 18 \cdot 1,08 + 164,5 \cdot 1,16 + 12 \cdot 1,22 + 22 \cdot 1,29 + \\ + 220 \cdot 1,48 + 300 \cdot 1,62 = 890,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Переріз труби 40x25x2, послаблений двома отворами діаметром 17 мм, має характеристику:

$$y_x = y_0 - 2 \cdot \frac{b \cdot d}{12}, \quad (3.2)$$

$$y_x = 8,69 - 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 17}{12} = 8,36 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$W_x = \frac{y_x}{2}, \quad (3.3)$$

$$W_x = \frac{8,36 \cdot 10^{-6}}{2} = 4,18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-6}.$$

На одну підтримку приходяться:

$$M''_{\text{виг}} = \frac{M_{\text{виг}}}{2}, \quad (3.4)$$

$$M''_{\text{виг}} = \frac{890,8}{2} = 445,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

З врахуванням коефіцієнта режиму роботи $\kappa' = 2$, маємо:

$$M = \kappa' \cdot M'', \quad (3.5)$$

$$M = 2 \cdot 445,5 = 890,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Нормальні напруги знаходяться з виразу:

$$\sigma = \frac{M}{W_x}, \quad (3.6)$$

$$\sigma = \frac{890,8}{4,18 \cdot 10^{-6}} = 21,3 \text{ МПа.}$$

що дорівнює $[\sigma] = 15 \dots 18 \text{ МПа}$.

Якщо зусилля перерізу площу $2,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ то

$$\begin{aligned} S_x &= F_2 \cdot x = 2,7 \cdot 4,25 \cdot 10^{-6} = 11,475 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3, \\ \sum F &= F_1 + F_2 = 3,01 \cdot 10^{-6} + 2,7 \cdot 10^{-4} = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, \\ y_e &= \frac{S_{x1}}{\sum F} = \frac{11,475 \cdot 10^{-6}}{5,71 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м.} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Тоді переріз труби, усилено половою 6x45, має характеристику:

$$\begin{aligned} y_{x'} &= y_x + F_1 \cdot y_{c1} + \frac{h \cdot b^2}{12} + F_2 \cdot y_{c2} = 8,363 \cdot 10^{-2} + 3,01 \cdot 10^{-4} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 + \\ &+ \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot (4,5 \cdot 10^{-2})^2}{12} + 2,7 \cdot 10^{-4} \cdot (2,25 \cdot 10^{-2})^2 = 38,61 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$W_x = \frac{y_{x1}}{4} = \frac{38,61 \cdot 10^{-6}}{4} = 9,65 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3. \quad (3.9)$$

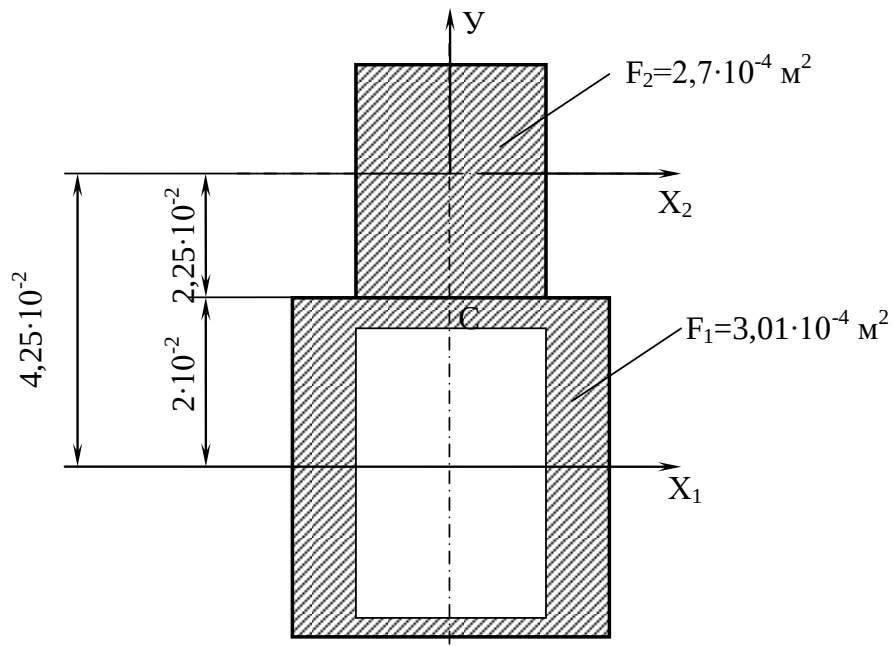


Рис. 3.2. Схема діючих сил

Нормальне напруження має слідуочий вигляд:

$$\sigma = \frac{M'_{\text{виг}}}{W_x} = \frac{890,8}{9,65 \cdot 10^{-6}} = 9,23 \text{ МПа.} \quad (3.10)$$

Що задовольняє умову міцності: $\sigma = 9,23 \text{ МПа} < [\sigma] = 15 \text{ МПа}$.

Визначається поперечна сила, діюча в небезпечному перерізі:

$$Q = G_7 + G_6 + G_5 + G_4 + G_3 + G_2 + G_1 + \frac{M_{\text{виг}}}{4} = 103 + 18 + 164,5 + 12 + 22 + 220 + 300 + \frac{890,8}{4} = 2293,0 \text{ Н.} \quad (3.11)$$

Площа зминання визначається з вираження:

$$F_{\text{зм}} = 2 \cdot d \cdot \delta = 2 \cdot 1,6 \cdot 0,4 = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2. \quad (3.12)$$

Напруга зминання:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{Q}{F_{\text{зм}}} = \frac{2293,0}{1,28} = 17,9 \text{ МПа.} \quad (3.13)$$

Напруга зрізу в болті:

$$F_{\text{зр}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (1,7 \cdot 10^{-2})^2}{4} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2. \quad (3.14)$$
$$\tau_{\text{зр}} = \frac{Q}{F_{\text{зр}}} = \frac{2293,0}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 5,08 \text{ МПа.}$$
$$\tau_{\text{зр}} < [\tau_{\text{зр}}] \quad [\tau_{\text{зр}}] = 10 \dots 13 \text{ МПа.}$$

Визначається довжина труби, усилено половою. Відстань від небезпечного перерізу до рівнодіючої ($R=6615$).

Припустимий момент:

$$L = \frac{M_{\text{виг}}}{R} = \frac{8908}{66,15} = 135 \text{ см.} \quad (3.15)$$

Тоді довжина усильною ділянки

$$R(L - x) = [M_{\text{виг}}] \quad (3.16)$$
$$66,15 \cdot (135 - x) = 6270 \quad \text{тоді } x = 0,45 \text{ м.}$$

Приймаємо довжину усильної ділянки -0,45 м.

Висновок. 1. Необхідно збільшити відстань між болтами до 80 мм.

2. Переріз труби укріпленою половою 6х45. кінець укріплення знаходиться на відстані 450 мм від перерізу 1-1.

3.2. Розрахунок пружини на підтримку борін БЗСС-1,0

Визначення робочого навантаження P_2 пружини при $\sum M = 0$

$$P_2 \cdot l_8 = G_7 \cdot l_3 + G_6 \cdot l_2 + G_5 \cdot l_1 + G_4 \cdot l_4 + G_3 \cdot l_5 + G_2 \cdot l_6 + G_1 \cdot l_7$$

$$P_2' = \frac{103 \cdot 1,7 + 18 \cdot 20,3 + 12 \cdot 2,11 + 164,5 \cdot 2,17 + 22 \cdot 2,24}{0,203} +$$

$$+ \frac{220 \cdot 2,43 + 300 \cdot 2,57}{0,203} = 7300 \text{ Н.} \quad (3.17)$$

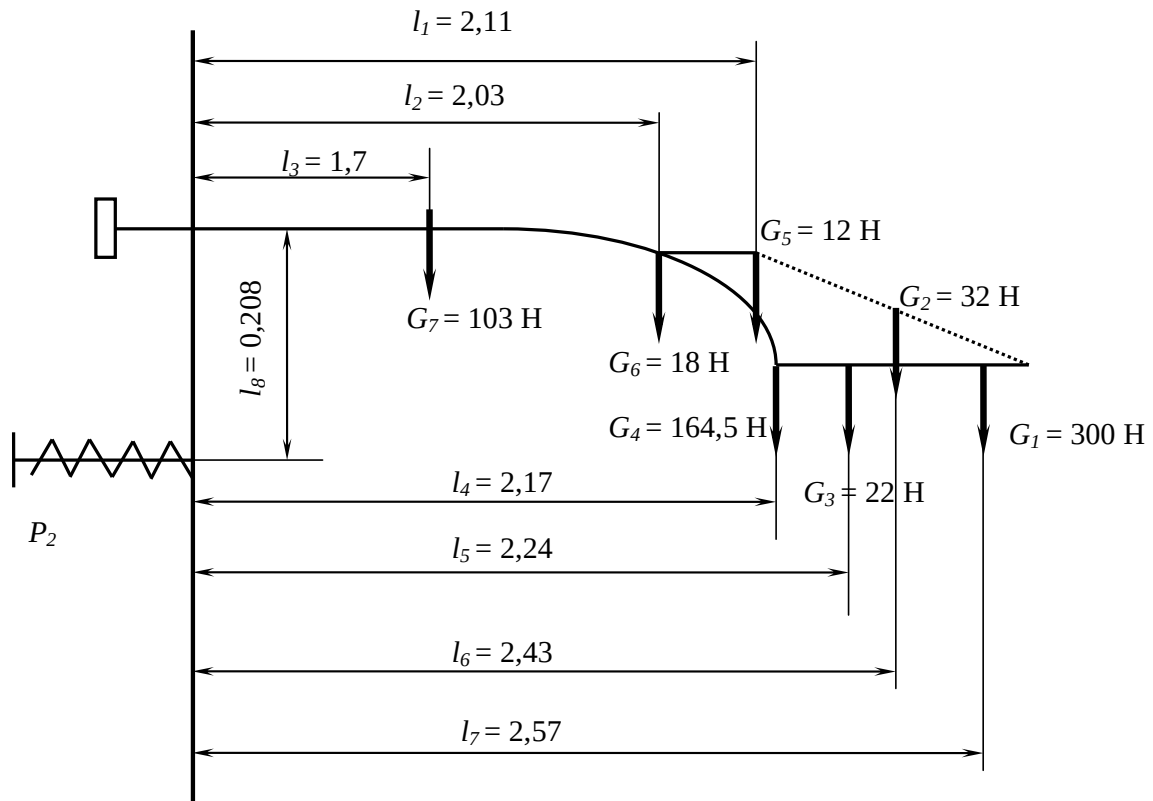


Рис. 3.3. Схема діючих сил на пружину підтримки.

З врахуванням коефіцієнта запасу міцності $\kappa' = 2$:

$$P_2 = \kappa_2' \cdot P_2' = 2 \cdot 7300 = 14600 \text{ Н.} \quad (3.18)$$

Задаємося пружиною першого класу другого розряду, матеріал кремєниста сталь 60С₂А.

Визначається сила пружини при максимальній деформації.

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta} \quad (3.19)$$

де δ - відносний інерційний зазор пружини зжимання. Для пружини зжимання 1 класу, $\delta=0,05...0,25$.

$$P_3 = \frac{14600}{1 - (0,05...0,25)} = 15400..19500 \text{ Н.}$$

Приймаємо пружину №106 зі слідуючи ми параметрами: діаметр проволочи $d=22$ мм, діаметр пружини $D=120$ мм, коефіцієнт пружності пружини $f_3=6,428$ мм, сила пружини при максимальній деформації $P_3=16000$ Н, шаг витків пружини $t=f_3+d=6,428+22=28,428$ мм.

Визначаємо кількість робочих витків n з умови, що до довжини пружини, яка складає 225 мм. Деформація пружини F_2 при робочому навантаженні $P_2=14600$ Н.

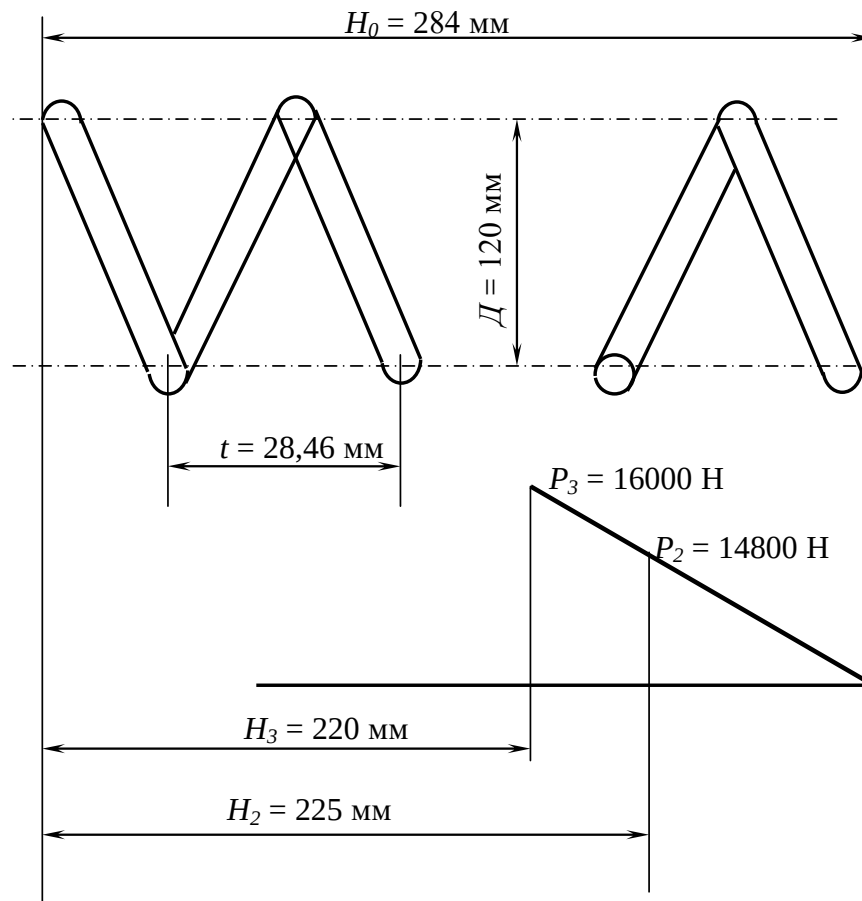


Рис. 3.4. Пружина підтримки.

$$F_2 = f_3 \cdot \frac{P_2}{P_3} \cdot n \quad (3.20)$$

де n – кількість робочих витків.

$$F_2 = 6,428 \cdot \frac{14600}{16000} \cdot n = 5,868 \cdot n$$

$$M_2 = H_6 - F_2 \quad (3.21)$$

$$H_2 = 28,42 \cdot n_1 + 5,86 \cdot n_1. \quad (3.22)$$

З умови, що $H_2=225$ мм, визначається кількість робочих витків, n_1 :

$$n_1 = \frac{222}{22,56} \approx 10 \text{ витків}$$

Повна кількість витків

$$n = n_1 + 2 = 10 + 2 = 12 \text{ витків} \quad (3.23)$$

$$H_2 = 22,526 \cdot 10 = 225 \text{ мм.}$$

$$H_0 = 28,428 \cdot 10 = 284 \text{ мм.}$$

$$H_3 = H_0 + f_3 = 284 + 64,28 = 220 \text{ мм.}$$

Довжина проволочи визначається з формули:

$$L = 3,2 \cdot D_0 \cdot n_1 = 3,2 \cdot (120 - 22) \cdot 12 = 3763 \text{ мм.} \quad (3.24)$$

Технічні вимоги.

1. Кінці пружини підкувати на $\frac{3}{4}$ витка з кожної сторони.
2. Пружину підвергають трьохкратному обжиму при випробуванні, навантаженням P_3 після цього довжина її повинна бути H_0 .

Технічна характеристика пружини наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Характеристика пружини.

Марка деталі	Матеріал деталі	Довжина заготовки мм	Основні розміри			Кількість витків,		Розрахункові робочі дані		Випробувано відповідно до нормалі.	
			t	D	H ₀	Робоче, n ₁	Повне, n	Навантаження P ₂ , Н	Довжина, H ₂ , мм	При завантаженні, P ₃ =1,25·P ₂	Довжина H ₃ , мм
№106	Проволока 60C ₂ A	L=3763 мм	28,486	120	284	10	12	14,6	226	16	220

3.3. Розрахунок міцності зварного з'єднання

Стійка приварена до тяги способом електродугової зварки електродом вищого гатунку Е 42А.ю Зусилля, діюче на стійку через накладку, передається тяги. Небезпечною ділянкою зварювального з'єднання є участок 1-2-3-4-, представляючий шов. Розподілення зусиль в окремих швах неоднаковий. Розрахунок міцності каліброваного з'єднання виробляється згідно принципу незалежності діючих сил. Формула міцності каліброваного з'єднання має слідуочий вид:

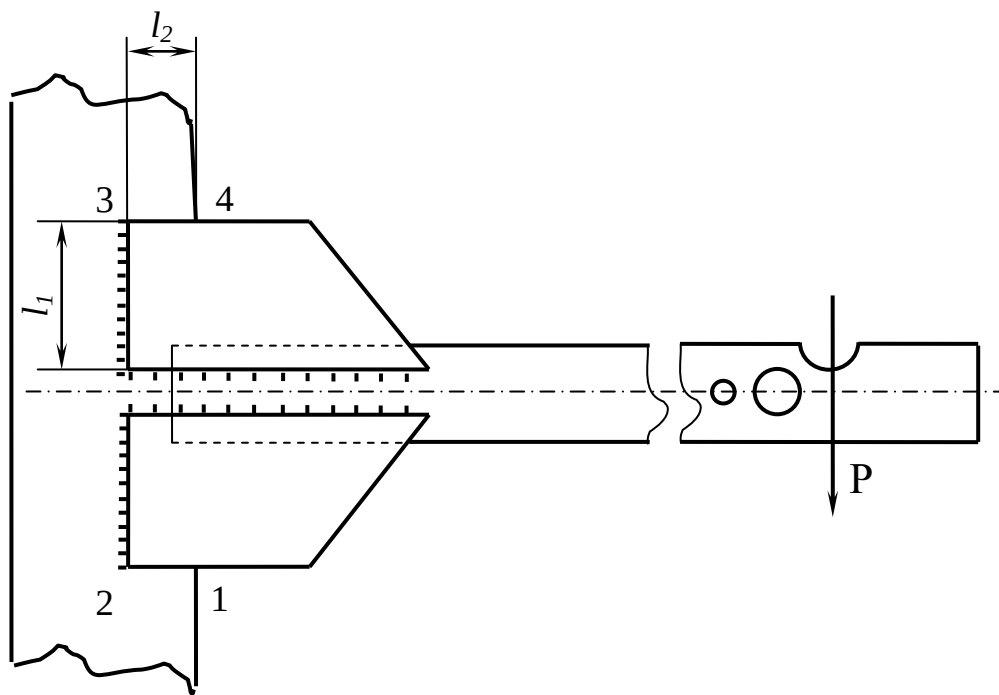


Рис. 3.5. Схема зварного з'єднання тяги і стійки пристосування.

$$P = P_{\text{л}} = P_{\text{ф}}, \quad (3.25)$$

де P – припустиме зусилля для каліброваного з'єднання, Н;

$P_{\text{л}}$ – припустиме зусилля для лобового шва, Н;

$P_{\text{ф}}$ – припустиме зусилля для фланцевого шва, Н.

Лобові шви направлені перпендикулярно зусиллю.

Припустиме зусилля:

$$P_{\text{л}} = [\tau] \cdot 0,7 \cdot k' \cdot l_2, \quad (3.26)$$

де $[\tau]$ – припустима караюча напруга в шві, МПа;

k' – катет шва, м, $k' = S$;

S – товщина основного матеріалу, м;

l_2 – довжина лобового шва, м.

Флангові шви направлені паралельно зусиллю. По площині дотику валика флангового шва з кожного зварювальної деталі виникає напруга зрізу, яка являється робочим навантаженням. Припустимо зусилля для флангового з'єднання визначається з залежності:

$$P_{\phi} = \alpha \cdot [\tau] \cdot 0,7 \cdot k' \cdot l \quad (3.27)$$

де l – довжина флангового з'єднання, Н. на стійку зусилля опору ґрунту при боронуванні, яке дорівнюється $P_{\text{л}}=600$ Н на 1 метр захвату і вага борін та шлейф-балки.

$$G\delta = 2 \cdot 300 + 200 = 800 \text{ Н.}$$

$$P' = P_{\text{л}} + G\delta = 2 \cdot 600 + 800 = 2000 \text{ Н.} \quad (3.28)$$

Для визначення максимального навантаження зварного з'єднання, які складається з рівняння моментів з'єднання.

$$M = M_{\text{л}} + M_{\phi}, \quad (3.29)$$

де M – момент каліброваного з'єднання, Н·м;

$M_{\text{л}}$ – момент лобового шва, Н·м;

M_{ϕ} – момент флангового шва, Н·м.

$$P'l = \frac{\tau_1 \cdot 0,7 \cdot k \cdot l_{\phi}^2}{6} + 0,7 \cdot \tau_{\text{л}} \cdot l_{\phi} \cdot l_{\text{л}}, \quad (3.30)$$

$$P'l = 0,7 \cdot \tau \cdot k \cdot l_{\phi} \cdot \left(\frac{l_{\phi}}{6} + l_{\text{л}} \right), \quad (3.31)$$

$$\tau = \frac{P'l}{0,7 \cdot k \cdot l_{\phi} \cdot \left(\frac{l_{\phi}}{6} + l_{\text{л}} \right)}, \quad (3.32)$$

$$\tau = \frac{2000 \cdot 0,14}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,07 \cdot \left(\frac{0,07}{6} + 0,015 \right)} = 3,46 \text{ МПа.}$$

Матеріал стійкі – Ст.3, для якої припустиме навантаження зрізу:

$$[\tau'] = 0,65 \cdot [\sigma_p], \quad (3.33)$$

де $[\sigma_p]$ – припустиме навантаження розриву.

$$[\sigma_p] = 16,0 \text{ МПа}. \quad (3.34)$$

$$[\tau] = 0,65 \cdot 16 = 10,4 \text{ МПа}.$$

З розрахунку бачимо, що розрахункове навантаження значно менше припустимого навантаження зрізу.

$$\tau = 3,46 < [\tau] = 16 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$k'_3 = \frac{[\tau]}{\tau}. \quad (3.35)$$

$$k'_3 = \frac{16}{3,46} = 4,62.$$

Приведені розрахунки підтверджують надійність запропонованого приладу.

Висновок по розділу

Запропонований пристрій навішування борін на культиватор КПС-4, який дозволить скоректувати навантаження, які виникають при роботі. Також наведені розрахунки які підтверджують надійність, роботоспроможність довговічність пристрою.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Аудит стану виробничої безпеки у ТОВ «Колос» виявив відсутність цілісного механізму управління охороною праці.

Перевірка нормативної бази на відповідність «Переліку документів з безпеки життєдіяльності для агропромислового сектору» засвідчила критичні прогалини: у господарстві не укомплектовано фонд базових правових актів — Основного Закону держави, профільного Закону про охорону праці, галузевих положень щодо організації безпечних умов в АПК, методичних рекомендацій з побудови системи виробничої безпеки, регламенту розслідування та реєстрації травматичних подій тощо.

Локальна нормативна документація також неповна: не затверджено робочі інструкції для операторів мобільної техніки та ремонтного персоналу; типові галузеві інструкції для зазначених професій відсутні.

Функції нагляду за безпекою у підрозділі механізації розподілено між головним інженером та керівником бригади. Їхні повноваження охоплюють проведення первинних інструктажів, створення нешкідливих умов праці та моніторинг дотримання персоналом вимог безпеки. Новоприйняті працівники обов'язково проходять ввідне навчання з відміткою в обліковій картці. За недостатнього засвоєння матеріалу призначається додаткове стажування з повторною атестацією.

Програма періодичного інструктажу дублює тематику ввідного та первинного навчання.

Обстеження технологічних процесів та опитування механізаторів дозволили ідентифікувати системні порушення:

1. Належні санітарно-гігієнічні та безпечні умови праці забезпечуються лише частково.

2. Засоби індивідуального захисту та спеціальний одяг видаються несвоєчасно, в неповному комплекті; облік термінів придатності не ведеться.
3. Графік повторних інструктажів систематично порушується.
4. Технічному стану машинно-тракторного парку приділяється недостатня увага.
5. Оператори, залучені до сервісних або ремонтних робіт, часто допускаються без цільового інструктажу.
6. Пост технічного обслуговування та ремонтна зона не оснащені наочними матеріалами з безпечного виконання операцій; наявні плакати морально застаріли та не відповідають чинним нормам.
7. Маршрути переміщення мобільної техніки між ділянками не розробляються з урахуванням часу доби та метеоумов, що суперечить вимогам ОСТ 70.0.003.020-83.
8. Зони короткочасного відпочинку в полі облаштовуються епізодично, без належного позначення.
9. Аналіз показників травматизму та професійної захворюваності серед операторів техніки не проводиться на системній основі.
10. Передрейсовий технічний огляд мобільних засобів перед виїздом на лінію не виконується.

4.1. Вимоги безпеки праці при виконанні технологічної операції

- Територія підприємства повинна відповідати вимогам ДБН Б.2.4-3-95, санітарних норм проектування, Правил пожежної безпеки в Україні.
- Територія має бути рівною, спланованою так, щоб був забезпечений відвід стічних вод до водостоків від будівель, майданчиків, проїздів, пішохідних доріжок.
- Вхід працівників на територію підприємства (тваринницьких комплексів, ферм, виробничих майданчиків, токів тощо) повинен здійснюватися через прохідні приміщення. Прохід людей через транспортні

ворота не дозволяється.

- Для зберігання різних матеріалів і вантажів на території підприємства повинні передбачатися спеціальні майданчики зі стелажми та підставками. Складування повинно виключати падіння матеріалів.

- Пожежні водойми, траншеї та інші споруди, влаштовані для виробничих потреб, слід закрити чи огородити, а в темний період доби забезпечити їх освітлення. Не дозволяється використовувати пожежні водойми не за призначенням.

- На території підприємства для проїзду транспорту і техніки повинні бути дороги і пішохідні проходи з твердим покриттям (асфальт, бетон тощо). Проїзна частина доріг і пішохідні доріжки мають систематично очищатися від грязі та снігу, а в темний період доби – освітлюватися.

- При перехрещенні залізничних колій з пішохідними й автомобільними шляхами повинні бути влаштовані переходи й переїзди через залізничні колії, обладнані попереджувальними знаками і світлозвуковою сигналізацією.

- Ширина дороги при односторонньому русі повинна бути на 1,8 м, а при двосторонньому на – 2,7 м більше ширини наявних на підприємстві машин.

- Резервуари, баки та інші ємкості для зберігання палива та мастильних матеріалів необхідно розміщувати на спеціально відведених ділянках згідно з вимогами ВБН В.2.2-58.1-94 та ДНАОП 0.01-1.01-95.

- Не дозволяється складування матеріалів, будівництво різних приміщень, стоянка машин в охоронній зоні високовольтної лінії електропередачі без погодження з організацією, яка експлуатує лінію.

- Небезпечні зони на території підприємства, на транспортних шляхах, переходах, у виробничих приміщеннях і спорудах, на виробничих майданчиках і робочих місцях повинні бути позначені відповідними знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026 і огорожені.

Вимоги безпеки до організації робочих місць

Проектування компоновки, просторове розміщення та режими функціонування виробничого оснащення мають узгоджуватися з положеннями державних стандартів безпеки (ДСТУ 12.2.061, ДСТУ 12.2.049, ДСТУ 12.2.124, ДСТУ 28693), галузевих нормативів, затверджених у встановленому порядку, а також технічної документації підприємств-виробників та внутрішніх регламентів господарства.

Процедура введення в експлуатацію будь-яких категорій технологічних засобів здійснюється згідно з вимогами будівельних норм СНиП 3.05.05-84, що регламентують порядок пусконаладжувальних робіт та приймальних випробувань.

Під час вхідного контролю обладнання, що надходить від постачальників, обов'язково перевіряється комплектність та працездатність передбачених конструкцією захисних елементів — огорожень, блокувань, запобіжних механізмів. За виявлення неповного комплекту або несправностей керівництво підприємства зобов'язане забезпечити виготовлення та встановлення додаткових засобів пасивної та активної безпеки.

Ергономічні та санітарно-гігієнічні норми

Планування розташування машин та апаратів у виробничих приміщеннях і безпосередньо на робочих постах виконується з дотриманням ергономічних принципів. Параметри робочої зони — висота розміщення органів керування, зони досяжності, кути огляду — нормуються стандартами ДСТУ 12.2.032 (робота сидячи) та ДСТУ 12.2.033 (робота стоячи).

Мікрокліматичні та гігієнічні характеристики виробничого середовища регламентуються профільною нормативною базою:

Параметр	Нормативний документ
Акустичне навантаження	ДНАОП 0.03-3.14-85 (СН № 3223-85), ДСТУ 12.1.003
Вібраційний вплив	ДНАОП 0.03-3.12-84 (СН № 3044-84), ДСТУ 12.1.012
Концентрація зважених частинок	ДНАОП 0.03-3.01-71 (СН 245-71)
Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин	ДСТУ 12.1.005
Параметри природного та штучного освітлення	СНиП II-4-79

Вимоги до організації робочого простору

Компонування технологічних ліній має забезпечувати вільний доступ обслуговуючого персоналу до всіх вузлів, що потребують регулярного огляду, та гарантувати безперешкодну евакуацію працівників у разі виникнення аварійних ситуацій — пожежі, витоку небезпечних речовин, руйнування конструкцій.

Агрегати колективного обслуговування, де одночасно задіяно декількох операторів, обов'язково оснащуються дублюючою системою попередження про пуск — звуковою сиреною та світловими індикаторами. Кольорова диференціація сигнальних ламп технологічних ліній має однозначно ідентифікувати стан обладнання: увімкнено/вимкнено, відкрито/закрито. Акустичні сигналізатори монтуються на панелі оператора відповідно до вимог ДСТУ 21786.

Облаштування підвищених робочих зон

Стационарні робочі пости, розташовані на позначці від одного метра і вище відносно рівня підлоги або міжповерхового перекриття, огорожуються захисними конструкціями висотою щонайменше один метр. Огородження

комплектуються поручнями у верхній частині та бортовою планкою знизу шириною від 15 сантиметрів для запобігання падінню інструменту та матеріалів. Настил сервісних площадок та перехідних містків виконується суцільним, із протиковзним покриттям.

Вентиляція та санітарне забезпечення

Виробничі зони, де здійснюється приготування робочих сумішей засобів захисту рослин, механічне подрібнення або змішування мінеральних добрив, передпосівна обробка насіннєвого матеріалу, а також приміщення з діючими агрегатами, що генерують пилове або газове забруднення, обов'язково обладнуються примусовою витяжною вентиляцією з кратністю повітрообміну згідно з категорією шкідливості речовин.

Майданчики для підготовки пестицидних розчинів та заправні пости комплектуються:

- укладкою першої медичної допомоги з антидотами;
- ємністю з питною водою, оснащеною краном;
- умивальником або душовою кабіною для екстреної деконтамінації шкірних покривів.

Електробезпека та організація руху

Силові приводи та електротехнічне оснащення стаціонарних установок монтуються й експлуатуються з дотриманням Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та галузевого нормативу ДНАОП 0.00-1.21-98. Обов'язкове заземлення корпусів, захисне вимкнення та блокування доступу до струмоведучих частин.

На підлозі виробничих цехів наноситься розмітка транспортних коридорів із зазначенням дозволеної швидкості руху навантажувачів та іншої внутрішньоцехової техніки.

Зберігання інвентарю та організація колективних робіт

Запасне змінне оснащення, ручний інструмент та допоміжний інвентар розміщуються у спеціально відведених зонах — на стелажах, у шафах або на позначених майданчиках. Категорично забороняється захаращувати евакуаційні проходи, підступи до пультів керування та зони обслуговування машин.

При виконанні операцій бригадою із декількох осіб із числа операторів призначається відповідальний керівник робіт. На нього покладається координація дій членів бригади, контроль дотримання технологічної послідовності та персональна відповідальність за безпечне проведення всього комплексу робіт.

Вимоги безпеки до обладнання та інструменту

При допуску працівників до різних видів робіт необхідно керуватися переліком робіт, де є потреба у професійному доборі (ДНАОП 0.03-8.06-94).

Право на керування транспортними засобами надається особам, як мають посвідчення, видане відповідним органом.

До керування підйомно-транспортним обладнанням допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право керування цим обладнанням пройшли медичний огляд і навчання з безпеки праці

До робіт із застосуванням пестицидів, рідкого аміаку, хімічних консервантів не допускаються особи молодше 18 років, вагітні жінки й жінки-годувальниці, а також особи, які мають медичні протипоказання.

Працівники, які зайняті на вантаженні (розвантаженні) небезпечних особливо небезпечних вантажів, повинні проходити спеціальне навчання з безпеки праці з подальшою перевіркою знань.

При виявленні у працівників ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров'я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів власник, на підставі медичних показань, повинен перевести їх на іншу роботу у встановленому порядку.

4.2. Аналіз потенціальний небезпек і швидкостей при роботі механізатора

В умовах сільськогосподарського виробництва значна кількість травм виникає із-за конструкторських недоліків машин, механізмів, обладнання, пристроїв, інструменту, захисних і запобіжних пристроїв, а також із-за недосконалості технологічних процесів, засобів захисту робітників.

Розробка і використання ефективних засобів запобігання травмонебезпечних ситуацій можливо тільки при своєчасному виявленні цих небезпек, з яких починаються процеси їх формування.

Оскільки небезпечні умови не завжди своєчасно можливо виявити, а для того, щоб вивчити небезпечні дії інколи необхідно багато часу. Щоб зібрати статистичний матеріал і методи виявлення цих небезпек і щоб вони були у відповідності з диференціюванням необхідно мати велике терпіння.

Головним при дослідженні робочих місць, є установлення небезпечних виробничих факторів і небезпечних умов, при яких вони впливають на людину в нормальних умовах виробництва, а також при появі аварійних і небезпечних ситуацій.

Дуже велика роль, при дослідженні стану технічних засобів належить технічній експертизі.

Під час проведення технічної експертизи дотримуються наступній послідовності огляду:

1. Досліджують робоче місце і оцінюють його у відповідності з вимогами стандартів і інших норм і правил: виявляють відхилення від проекту, технічних умов, вимог інструкції заводу-виробника.

2. Виявляють і фіксують наявність і характер небезпечних виробничих факторів, які виникають в процесі роботи, в аварійних і інших травмонебезпечних ситуаціях.

3. Для кожного виробничого небезпечного фактора виявляють умови (небезпеки), по яким він може впливати на людину.

В сільському господарстві найбільш часто виникають виробничі

небезпечні фактори: фізичні; хімічні; біологічні; психофізіологічні.

Кожний небезпечний фактор має свою зону дії. Цю зону називають небезпечною зоною.

Робітники з недостатньою професійною підготовкою, в виробничій ситуації можуть допустити небезпечні дії.

Таким чином, небезпека любого виду робіт виявляється наявністю на робочому місці небезпечних виробничих факторів, небезпечних умов і можливими діями оператора в процесі праці.

4.3. Проектні рішення по забезпеченню рівний безпеки та екологічності виробництва до нормативних значень

Заходи що плануємо до виконання поставленої мети приведенні в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Заходи, що плануємо

Заходи, методи, прийоми, принципи та засоби захисту	Посади працівників	Строки виконання	Плануємо соціальна ефективність
1	2	3	4
До забезпечити умови праці на робочих місцях до здорових та безпечних	Керівник, керівник служби з ОП, бригадир	Від 3 до 5 років	зменшення виробничого травматизму та захворювань
Робочі місця трактористів та комбайнерів оснастити засобами пожежегасіння	Бригадир	Теж саме	Зменшення виробничого травматизму
Виділяти та позначати місця для коротко часового спочивання	Бригадир	Теж саме	Покращення умов праці
1	2	3	4
Оснастити корпуси тракторів та комбайнів засобами заземлення	Бригадир	1 місяць	Зменшення травматизму
Вести пропаганду ОП, підрозділи забезпечити літературою, інструкціями,	Керівник служби з ОП, бригадир	1 рік	Зменшення часу, захворювань

учбово-наглядними посібниками та технічними засобами навчання та пропаганди			втрат робочого часу
Забезпечити проведення паспортизації санітарно-технічного стану виробничих діляниць та об'єктів	Керівництво ФГ, керівник служби з ОП	3 місяці	Покращення умов праці
Контролювати воє часність та якість проведення первинного, повторного, позапланового та текучого інструктажів на робочих місцях	Керівник служби з ОП, бригадир	1 рік	Зменшення травматизму та захворювань працівників
Своєчасно скласти замовлення на СІЗ, забезпечити працівників спецодягом, спецвзуттям	Бригадир	Теж саме	Зменшення захворювань, втрат робочого часу
Оснастити трактори медичними аптечками та термосами зберігання питної води	Бригадир	Теж саме	Зменшення втрат робочого часу
Обладнати трактори іскрогасниками	Бригадир	Теж саме	Теж саме
Дообладнати обертаючи та рухливі деталі машин та механізмів захисними кожухами	Бригадир	Теж саме	Зменшення виробничого травматизму
Забезпечити працівників в процесах хімізації СІЗ	Бригадир	До 1 березня	Покращення умов праці
Ліквідувати підтікання ПСМ в системах змащування та живлення двигунів	Бригадир	1 рік	Зменшення втрат робочого часу
1	2	3	4
Розробити направлені на до забезпечення безпечних способів праці при регулюванні, ремонті та ТО машин та механізмів	Керівник служби з ОП, бригадир	1 рік	Зменшення втрат робочого часу
Розробити заходи по до	Керівник служби	До	Зменшення

забезпеченню здорових та безпечних умов праці при внесенні мінеральних добрив	з ОП, бригадир	1 березня	захворювань працівників та втрат робочого часу
Скласти та затвердити безпечні маршрути руху сільськогосподарської техніки в серединні господарства	Керівник служби з ОП, бригадир	До 1 березня	Зменшення виробничого травматизму
Не допускати до виконання робіт осіб молодше 18р.	Бригадир	1 рік	Зменшення травматизму

Приватні інженерні рішення

По характеру і часу проведення інструктаж працівників підрозділяють на: ввідний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий, цільовий.

Ввідний інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, яка виконує обов'язки керівника служби з ОП.

Первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий, текучий проводить керівник роботи.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять у відповідності до статей закону України «Про охорону праці».

Повторний інструктаж проходять усі працівники, за винятком людей, які не пов'язані з обслуговуванням, перевіркою, наладкою та ремонтом обладнання, використанням інструмента, охороною сировини та матеріалів, незалежно від кваліфікації, стажу роботи, освіти 1 раз у пів року, а для робітників які виконують небезпечну роботу 1 раз у 3 місяця. Його проводять у відповідності до статей закону України «Про охорону праці».

Позаплановий інструктаж проводять при:

- зміні правил з охорони праці;
- зміні технологічного обладнання, або процесу, матеріалів та інших факторів, спливаючих на безпеку;
- порушенні працівниками вимоги безпеки праці, які можуть привести, або привели до нещасного випадку;

- перервах у роботі яка вимагає підвищених вимоги безпеки праці більш ніж на 30 календарних діб, а для інших робіт – 60 діб.

Позаплановий інструктаж проводять у відповідності до закону України «Про охорону праці».

Цільовий інструктаж проводять з працівниками перед виконанням робіт які потребують наряд-допуск. Проведення цього виду інструктажу, а також і первинного інструктажу відбувається у відповідності до закону України «Про охорону праці».

Висновки по розділу

В результаті проведеного аналізу стану ОП у господарстві встановлено, мають місця порушення. Також наведені проектні рішення для поліпшення умов праці у господарстві.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Економічна ефективність технології, що пропонується, системи машин і організації робіт виражається в зменшенні трудових, енергетичних і грошових витрат на одну тону озимої пшениці.

Витрати праці, люд.-год:

На 1 га

$$Z_{n\text{га}} = 1,05 \cdot \sum_{j=1}^{N_p} \frac{Z_{nj}}{F_n}, \quad (5.1)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує 5% збільшення витрат на невраховані роботи;

N_p – кількість технологічних операцій у технологічній карті;

Z_{nj} – витрати праці на технологічній операції, люд.-год;

$$Z_{nj} = 1750 \text{ люд.-год.}$$

F_n – загальна площа вирощування заданої озимої пшениці, $F_n = 150$ га.

$$Z_{n\text{га}} = 1,05 \cdot \frac{1750}{150} = 12,25 \text{ люд.-год/га.}$$

На 1 т основної продукції

$$Z_{nt} = \frac{Z_{n\text{га}}}{U}, \quad (5.2)$$

де U – планова врожайність заданої сільськогосподарської культури, т/га;

$$Z_{nt} = \frac{12,25}{5,1} = 2,4 \text{ люд.-год. / т}$$

Витрати палива, кг:

На 1 га

$$Q_{n\text{га}} = 1,05 \cdot \sum_{j=1}^{N_p} \frac{Q_{nj}}{F_n} \quad (5.3)$$

де Q_{nj} – витрати палива на технологічній операції, люд.-год. $Q_{nj} = 18000$ люд.-год

$$Q_{nza} = 1,05 \cdot \frac{18000}{150} = 126 \text{ кг / га}$$

На 1 т основної продукції

$$Q_{nm} = \frac{Q_{nza}}{U} \quad (5.4)$$

$$Q_{nm} = \frac{126}{5,1} = 24,7 \text{ кг / т.}$$

Прямі експлуатаційні витрати, грн.:

На 1 фізичний га

$$I_{za} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{N_{nt}} S_{mi} + \sum_{k=1}^{N_{nm}} S_{mk} + K_{nz}^{соц} \sum_{j=1}^{N_p} S_{zпj} + \sum_{i=1}^{N_{посл}} U_{послi} \cdot C_{послi} \right)}{F_n + Q_{nza} \cdot Ц_{пнм}}, \quad (5.5)$$

де N_{nt} , N_{nm} – кількість марок відповідно тракторів і самохідних комбайнів та машин, що агрегатуються з тракторами і самохідними комбайнами;

S_{mi} , S_{mk} – відрахування на утримання відповідно тракторів і самохідних комбайнів і-ї марки й сільськогосподарських машин к-ої марки, грн.;

$S_{zпj}$ – основна і додаткова заробітна плата персоналу тракторних і комбайнових агрегатів на j-й операції, грн.;

$K_{nz}^{соц}$ - коефіцієнт, враховує всі соціальні нарахування на зарплату [6]
можна прийняти $K_{nz}^{соц} = 1,52$;

$N_{посл}$ – кількість видів послуг (роботи, що передбачається виконувати стороннім засобами й персоналом) $N_{посл} = 5$;

$U_{послi}$ – загальний обсяг послуг i-го виду за рік, грн.;

$C_{послi}$ – тариф оплати за послугу i-го виду, грн.;

$Ц_{пнм}$ – комплексна ціна дизельного палива, $Ц_{пнм} = 5,7$ грн/кг;

На 1т основної продукції, грн./т.

$$I_m = \frac{I_{za}}{U}, \quad (5.6)$$

Відрахування на утримання тракторів і самохідних комбайнів визначається за формулою, грн.;

$$S_{mi} = 0,01 \cdot B_{mi} \cdot \left[a_{pmi} \cdot n_{mi} + (a_{krmi} + a_{ptozmi}) \cdot T_{фmi} / T_{нmi} \right], \quad (5.7)$$

де B_{mi} – балансова вартість відповідно трактора чи самохідного комбайна і-ї марки, грн.;

a_{pmi} , a_{krmi} , a_{ptozmi} – нормативи річних відрахувань від балансової вартості трактора чи самохідного комбайна і-ї марки відповідно на реновацію (відновлення), на капітальний ремонт, ТО і збереження [7], %;

n_{mi} – потрібна кількість тракторів чи самохідних комбайнів і-ї марки в системі машин;

$T_{фmi}$, $T_{нmi}$ – річне відповідно нормативне і фактичне завантаження трактора чи самохідного комбайна і-ї марки, год;

Так, для трактора Т-150К ($\kappa=1$)

$$S_{T1} = 0,01 \cdot 200000 \cdot [12,5 \cdot 2 + (6 + 22) \cdot 825 / 1300] = 85538 \text{ грн}$$

Відрахування на утримання сільськогосподарських машин, грн.

$$S_{мтк} = 0,01 \cdot B_{нмтк} \cdot (a_{рмтк} \cdot n_{мтк} + a_{птозмтк} \cdot T_{фмтк} / T_{нмтк}), \quad (5.8)$$

де $B_{нмтк}$ – балансова вартість сільськогосподарської машини к-ї марки, що агрегатується з тракторами, грн.;

$n_{мтк}$ – потрібна кількість сільськогосподарських машин к-ї марки, що агрегатується з тракторами і-ї марки в системі машин;

$a_{рмтк}$, $a_{птозмтк}$ – нормативи річних відрахувань від балансової вартості сільськогосподарської машини к-ї марки, що агрегатується з тракторами, відповідно на реновацію і на поточний ремонт, ТО і збереження [7], %;

$T_{фмтк}$, $T_{нмтк}$ – річне відповідно нормативне і фактичне завантаження сільськогосподарської машини к-ї марки, що агрегатується з тракторами, год.

$$I_{га} = \frac{(85538 + 4500 + 1,52 \cdot 45000 + 20000 \cdot 22,5)}{150 + 126 \cdot 45} = 3712$$

Прямі витрати.

на один фізичний га, грн./га

$$S_{га} = I_{га} + Q_{mm1} \cdot C_{mm1} / F_n + S_{360,2} \quad (5.9)$$

де N_{mm} – кількість видів внесених технологічних матеріалів за сезон на площу F_n (насіння, добрива, пестициди);

Q_{mm1} , Π_{mm1} – відповідно загальна витрата (т) і ціна (грн./т) технологічного матеріалу 1-го виду;

$S_{зв}$ – загально – виробничі витрати, грн./га;

На 1т основної продукції, грн./т

$$S_m = \frac{S_{за}}{U}, \quad (5.10)$$

Загальна витрата технологічного матеріалу 1-го виду:

$$Q_{mm1} = H_{m1r} \cdot F_{m1r} \quad (5.11)$$

де $N_{вм1}$ – кількість разів внесення технологічного матеріалу за сезон;

H_{m1r} – норма внесення 1-го технологічного матеріалу при r-му внесенні, т/га;

F_{m1r} – площа, де проведене внесення 1-го виду технологічного матеріалу, га;

Загально виробничі витрати залежать від організації виробництва, його структури і функціонування і можуть складати 15...40% від виробничих витрат

$$S_{зв} \approx (0,15...0,40) \cdot \left(I_{за} + Q_{mm1} \cdot \frac{\Pi_{mm1}}{F_n} \right); \quad (5.12)$$

$$S_{за} = 0,2 \cdot (3712 + 4253) = 1593 \text{ грн / га}$$

$$S_{за} = 3712 + 4253 + 1593 = 9558 \text{ грн/га}$$

$$S_m = \frac{9558}{5,1} = 2432 \text{ грн / т}$$

Річна економія E_p , грн.

$$E_p = (C_c - C_n) \cdot B_c + \Delta E_p, \quad (5.13)$$

де C_c – собівартість озимої пшениці по існуючій технології, $C_c = 3100$ грн/т;

C_n – собівартість озимої пшениці по проєктованій технології, $C_n = 2432$ грн/т;

B_c – валовий збір продукції, $B_c = 150 \cdot 3,5 = 765$ т.

ΔE_p – річна економія від підвищення врожайності за рахунок вдосконалення технології:

$$\Delta E_p = (Y_{pn} - Y_{pc}) \cdot F \cdot \Pi_p, \quad (5.14)$$

де Y_{pn} , Y_{pc} – врожайність відповідно пропонованої та існуючої

технології, $Y_{\text{рп}} = 5,1 \text{ т/га}$, $Y_{\text{рс}} = 4,74 \text{ т/га}$;

C_p – вартість 1 т продукції, $C_p = 7000 \text{ грн/т}$.

$$\Delta E_p = (5,1 - 4,74) \cdot 150 \cdot 7000 = 378000 \text{ грн}$$

$$E_p = (3100 - 2432) \cdot 765 + 378000 = 889000$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень, років

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_n}{E_p}, \quad (5.15)$$

де K_n – капітальні вкладення, грн.

Для виконання технологічних процесів необхідно придбати:

- Розкидач органічних добрив – ПРТ-10; - Трактор Т – 150К;
- Сівалка СЗП-12; - Культиватор КПС-4.

На придбання всього необхідно $K_{\text{п}} = 1200000 \text{ грн}$.

$$T_{\text{ок}} = \frac{1200000}{889000} = 1,34 \text{ року}$$

Приведені капіталовкладення, грн./т.

$$K_{\text{np}} = \frac{K_n}{F \cdot Y_p}, \quad (5.16)$$

$$K_{\text{np}} = \frac{1200000}{(150 \cdot 5,1)} = 1568,6 \text{ грн / т}$$

Річний економічний ефект, грн.

$$E_{\text{е.еф}} = E_p - E_n \cdot K_n, \quad (5.17)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_n = 0,15$.

$$E_{\text{е.еф}} = 889000 - 1200000 \cdot 0,15 = 709000 \text{ грн}$$

Всі показники подаються в таблиці 5.1.

**Показники виробництва озимої пшениці й ефективності використання
сільськогосподарської техніки.**

Показник	Варіант	
	існуючий	проектний
Площа вирощування, га	150	150
Врожайність, т/га	4,74	5,1
Витрати праці, люд.-год/га	14,4	12,25
люд.-год/т	3,6	2,4
Витрати палива, кг/га	144	126
Собівартість, грн./т	3100	2432
Додаткові капіталовкладення, тис. грн.	-	1200
Річна економія, тис. грн.	-	889
Річний економічний ефект, тис. грн.	-	709
Термін окупності, років	-	1,34

Висновок по розділу

Впровадження даної технології виробництва озимої пшениці дозволяє підвищити врожайність до 5,1 т/га, собівартість при цьому буде 2432 грн/т., що менш існуючої в господарстві на 668 грн/га. Річний економічний ефект – 709 тис грн., а додаткові капіталовкладення – 1200 тис грн., строк окупності додаткових капітальних вкладень 1,34 року.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз виробничо-господарської діяльності ТОВ «Колос». Досліджено структуру сільськогосподарських угідь, культури, які вирощуються та парк техніки даного підприємства

2. Здійснили огляд конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту українського виробництва. Розглянуто різні види борін, які можуть навішуватись на культиватори та пристосування, що забезпечують це.

3. Запропонований пристрій навіски борін дозволяє отримати більшу продуктивність, а також використовувати її на полях з великою врожайністю. Також наведені розрахунки які підтверджують працездатність навіски її надійність, робото спроможність довговічність.

4. Для забезпечення безпечної роботи механізаторів при виробництві сільськогосподарських культур та охорони навколишнього середовища виконано аналіз стану, розроблені заходи по безпечному ведені механізованих робіт.

5. Впровадження даної технології виробництва озимої пшениці дозволяє підвищити врожайність до 5,1 т/га, собівартість при цьому буде 2432 грн/т., що менш існуючої в господарстві на 668 грн/га. Річний економічний ефект – 709 тис грн., а додаткові капіталовкладення – 1200 тис грн., строк окупності додаткових капітальних вкладень 1,34 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк [та ін.] ; ред. Д. Г. Войтюк. - К. : Агроосвіта, 2015. - 678 с.
2. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с
3. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.
4. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. – К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 291 с.
5. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
6. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. – К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 291 с.
7. Грунтообробна техніка Elvorti URL: <https://elvortishop.com.ua/ua/>
8. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.
9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський держ. аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
10. Бакум, М. В. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. Ч. 1. Плуги загального призначення / М. В. Бакум, С. П. Нікітін, А. В. Сергеева ; за ред. М. В. Бакума ; Харк. держ. техн. ун-т с.-г. – Х., 2003. – 336.
11. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова

думка, 1988 – 736 с.

12. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. 268 с.

13. Основи охорони праці: Підручник / Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та ін. К.: Основа, 2006. 444 с.

14. Рогач Ю.П., Гранкіна О.В., Вітер Г.Ю. Охорона праці: навчальний посібник. Мелітополь: ТДАТА, 2007. 160 с.

15. Листопад І.І. Нормування праці в сільськогосподарських підприємствах: Навч. посібник. Харків: ХДАУ. 1998. 186 с.

16. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування: ДСТУ 4397:2005. К., 2005.

ДОДАТКИ



Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно -економічний університет
Інженерно -технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ілюстративний матеріал

до захисту дипломного проєкту на здобуття освітнього ступеня
«Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі
спеціальності

208 «Агроінженерія»

на тему: «Підвищення ефективності механічного обробітку ґрунту
шляхом розробки пристрою для агрегаткування борін із культиваторами»

Здобувач Данилюк І.П.

Науковий керівник,
доцент

Пономаренко Н.О.

Дніпро-2024

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН



КПС-4ПМ



КН-4,8



КПН-4



КПГ-4



POLARIS



КНПО-3,6



ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МАШИН

(продовження)

Зубові борони

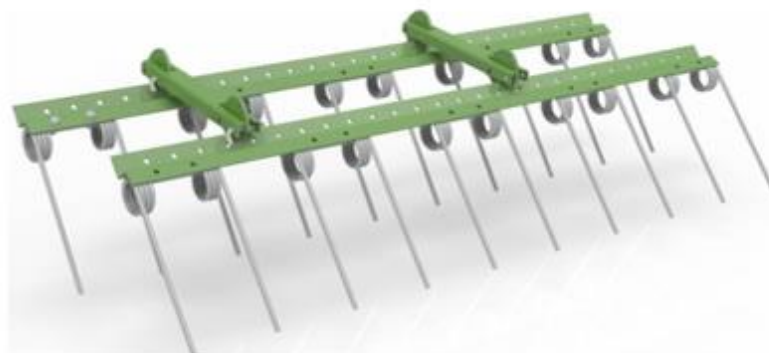


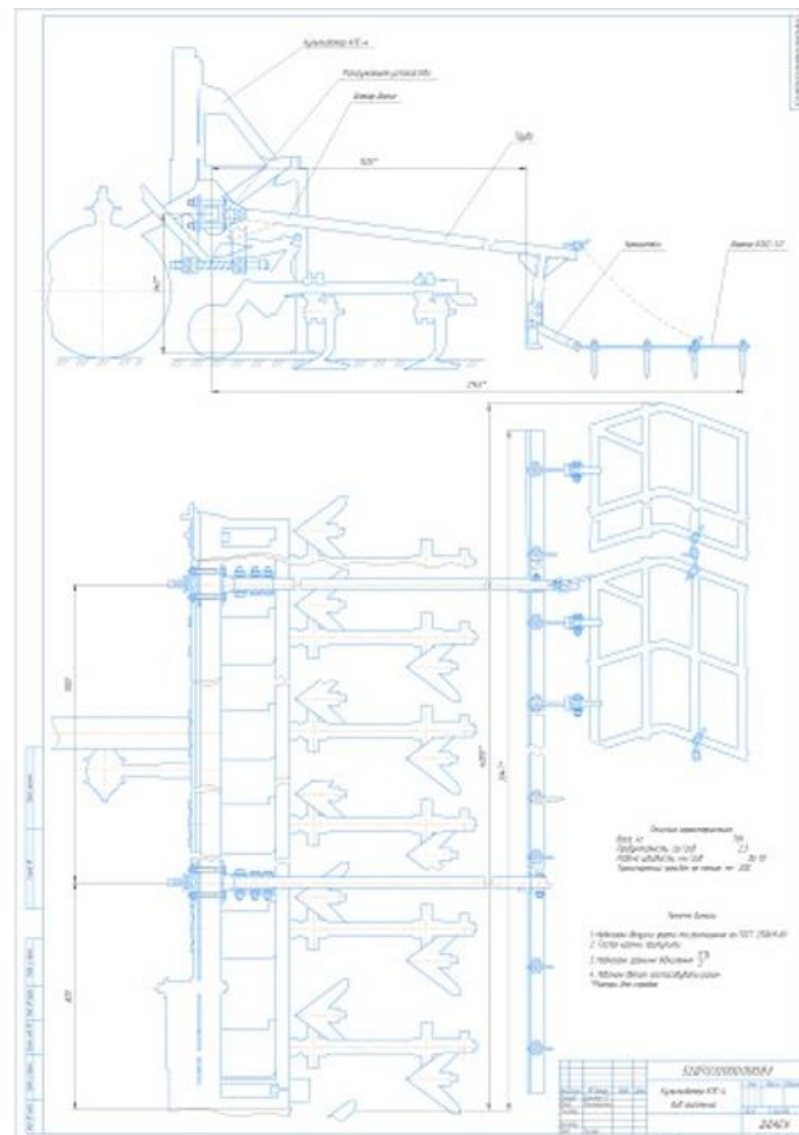
БССС-1



ЗБП-0,6

Пружинні борони







Показник	Варіант	
	існуючий	проектний
Площа вирощування, га	150	150
Врожайність, т/га	4,74	5,1
Витрати праці, люд.-год/га	14,4	12,25
люд.-год/т	3,6	2,4
Витрати палива, кг/га	144	126
Собівартість, грн./т	3100	2432
Додаткові капіталовкладення, тис. грн.	-	1200
Річна економія, тис. грн.	-	889
Річний економічний ефект, тис. грн.	-	709
Термін окупності, років	-	1,34



ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз виробничо-господарської діяльності ТОВ «Колос». Досліджено структуру сільськогосподарських угідь, культур які вирощуються та парк техніки даного підприємства.
2. Здійснили огляд конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту українського виробництва. Розглянуто різні види борін, які можуть навішуватись на культиватори та пристосування, що забезпечують це.
3. Запропонований пристрій навіски борін дозволяє отримати більшу продуктивність, а також використовувати її на полях з великою врожайністю. Також наведені розрахунки які підтверджують працездатність навіски її надійність, робото спроможність довговічність.
4. Для забезпечення безпечної роботи механізаторів при виробництві сільськогосподарських культур та охорони навколишнього середовища виконано аналіз стану, розроблено заходи по безпечному веденні механізованих робіт.
5. Впровадження даної технології виробництва озимої пшениці дозволяє підвищити врожайність до 5,1 т/га, собівартість при цьому буде 2432 грн/т, що менше існуючої в господарстві на 668 грн/га. Річний економічний ефект – 709 тис грн, а додаткові капіталовкладення – 1200 тис грн, строк окупності додаткових капітальних вкладень 1,34 року.